جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي/ تكييف الهواء والتثليج

الثالث

تأليف

د. عبد الهادي نعمة خليفة
د. إحسان كاظم عباس
د. إصبيح وسمي هايد
م. وليد خليل خلف

الطبعة السابعة
1446هـ - 2024 م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

استكمالاً لكتاب التدريب العملي - المرحلتين الأولى والثانية -، ولأن المرحلة الثالثة هي المرحلة النهائية ضمن المراحل الدراسية للإعداديات الصناعية، ولغرض تسليح الطالب بكامل المعلومات الفنية الصحيحة لممارسة المهنة في المستقبل. جاءت مفردات هذا الكتاب مكملة لما تدرب عليه الطالب في المرحلتين السابقتين ويكون الكتاب مكملاً لكتاب مادة العلوم الصناعية لهذه المرحلة.

ونظراً لالتزام العراق باتفاقية فيَّنا وبروتوكول مونتريال من خلال انضمامه إليهما، فقد استمر التركيز على الممارسات السليمة لمهنة تكييف الهواء والتثليج للحفاظ على البيئة وطبقة الأوزون، التي تتطلب عدم تسريب أية شحنة من موائع التثليج إلى الجو الخارجي لتأثيرها السلبي في طبقة الأوزون والاحترار العالمي، وإعادة استعمال الموائع المسحوبة من الأجهزة بعد استصلاحها، والتأكيد على استعمال الموائع صديقة الأوزون التي تم اعتمادها مؤخراً لتكون بديلة عن الموائع التقليدية التي كانت تستعمل بكثرة سابقاً، فضلاً عن استعمال أجهزة اقتصادية في استهلاك الطاقة وليست ذات آثار سلبية في البيئة.

تضمن الكتاب تسعة فصول، تناول الفصل الأول تعريف الطالب بالخواص الحرارية للهواء وكيفية فحص ضغوط مائع التثليج المستعمل لمنظومات تكييف الهواء، وتعريفه بألوان أسطوانات موائع التثليج. في حين تضمن الفصل الثاني موضوع صيانة مكيف الهواء الجداري (Window Type) وتعريف الطالب بمكونات الدائرة الكهربائية لهذا النوع من المكيفات ومن ثم التدريب على صيانة مكونات هذه الدائرة وفحصها، وفحص مكيف هواء النافذة وشحنه، في حين تضمن الفصل الثالث أعمال نصب أجزاء وحدات التكييف المنفصلة (Split Units) وصيانتها، إذ يتدرب الطالب فيه على كيفية فتح أجزاء هذه الوحدات وصيانتها.

وتناول الفصل الرابع من الكتاب تعريف الطالب بمجاري الهواء ومخارجه والعُدد المستعملة في تشكيل مجاري الهواء وطرائق تثبيتها. في حين تم في الفصل الخامس تعريف الطالب بوحدات التكييف المجمعة (Packaged Units) بنوعيها المبردة بالهواء والمبردة بالماء ومن ثم تناول موضوع معدات ترطيب الهواء.

وتضمن الفصل السادس التعريف والتدريب على صيانة أنظمة التدفئة بالماء الساخن وإصلاحها ومنظومات احتراق الوقود في المراجل وبعدها مرشحات الوقود في منظومات الاحتراق، وتعريفه بأهم الأعطال الشائعة للحارقات. تطرق الفصل السابع من الكتاب لمنظومات التكييف المركزي، وتدريبه على

أعمال نصب مثلجات الماء، وفحص العاطل من أجزاء وحدة المروحة والملف وإصلاحه أو استبداله. في حين تم في الفصل الثامن إعطاء فكرة وتمارين عملية عن موضوع صيانة مكيف هواء السيارة وطريقة عمله وكيفية استبدال موائع التثليج القديمة بأخرى حديثة صديقة لطبقة الأوزون. وفي الفصل الأخير (الفصل التاسع) تم التطرق إلى موضوع الإلكترونيات، وأهم العناصر التي تتكون منها الدوائر الإلكترونية، مثل الثنائيات (الدايودات) والترانزستورات والدوائر المتكاملة (IC)، وتطبيقات عملية عن طرائق صيانتها وربطها أو استبدالها.

ندعو الله (عز وجل) أن نكون قد وفقنا بإعداد هذا الكتاب، وسنكون شاكرين لكل الإخوة المعنيين بهذه المادة إذا رفدونا بملاحظاتهم وآرائهم بشأن الكتاب، من أجل تطوير المناهج ومواكبة المستجدات الحديثة في مهنة تكييف الهواء والتثليج، مع شكرنا واعتزازنا بالجميع.

والله الموفق

المؤلفون

بغداد / 2011

المحتويات

اسم الموضوع	ص
مقدمة الكتاب	**3**
المحتويات	**5**
الفصل الأول (تعيين خواص الهواء ومائع التثليج)	**6**
الخواص الحرارية للهواء	**7**
فحص ضغوط مائع التثليج لمكيف الهواء	**9**
ألوان أسطوانات مائع التثليج	**13**
الفصل الثاني (صيانة مكيف الهواء الجداري)	**20**
مقدمة	**21**
الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء	**41**
صيانة مكونات الدائرة الكهربائية وفحصها	**44**
فحص مكيف الهواء الجداري وشحنه	**55**
الفصل الثالث (وحدات تكييف الهواء المنفصلة)	**62**
مقدمة	**63**
نصب وحدات التكييف المنفصلة	**64**
الفصل الرابع (مجاري ومخارج الهواء)	**92**
مقدمة	**93**
العُدد المستعملة في تشكيل مجاري الهواء	**93**
تمارين عامة	**94**
الفصل الخامس (وحدات التكييف المجمعة)	**128**
مقدمة	**129**
وحدات التكييف المجمعة المبردة بالهواء	**129**
وحدات التكييف المجمعة المبردة بالماء	**151**
مُعدات ترطيب الهواء	**153**

اسم الموضوع	ص
الفصل السادس (منظومات التدفئة بالماء الساخن)	**161**
مقدمة	**162**
صيانة حارق الوقود في المراجل	**162**
مرشحات الوقود في منظومة الاحتراق	**176**
طاردة الهواء ذاتية العمل	**185**
الأعطال الشائعة للحارقات	**187**
الفصل السابع (منظومات التكييف المركزي)	**190**
مقدمة	**191**
مثلجات الماء	**191**
وحدة المروحة والملف	**201**
الفصل الثامن (صيانة مكيف السيارة)	**211**
مقدمة	**212**
طريقة عمل مكيف هواء السيارة	**212**
خطوات السلامة المهنية في صيانة المكيف	**214**
تمارين خاصة بصيانة منظومة التكييف	**215**
إبدال موائع التثليج القديمة بأخرى حديثة	**227**
الفصل التاسع (أساسيات إلكترونية)	**241**
مقدمة	**242**
العناصر الإلكترونية	**242**
التطبيقات العملية	**250**

الفصل الأول

تعيين خواص الهواء ومائع التثليج

Air & Refrigerant Properties Assignment

تعيين خواص الهواء ومائع التثليج

Air & Refrigerant Properties Assignment

1-1 الخواص الحرارية للهواء Thermal Properties of Air

يمكن تحديد الخواص الحرارية للهواء عن طريق معرفة خاصيتين مستقلتين، وكما تم بيانه في المراحل السابقة تشمل الخواص الحرارية للهواء الضغط، ودرجة حرارة البصلة الجافة، ودرجة حرارة البصلة الرطبة، والمحتوى الحراري، والحجم النوعي، والرطوبة النسبية، والمحتوى الرطوبي، ويمكن القول إن جميع الخواص أعلاه تحسب ولا تُقاس باستثناء **الضغط ودرجة الحرارة إذ يمكن قياسهما وحسابهما معاً**. لذا للتعرف على خواص الهواء يُعمد إلى قياس درجة حرارة البصلة الجافة ودرجة حرارة البصلة الرطبة باعتماد المخطط المصردي (Psychrometric Chart) يمكن استخراج جميع الخواص المذكورة أعلاه أو حسابها.

❖ **تمرين 1-1: حساب الخواص الحرارية لعينة من الهواء.**

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال المحارير في تحديد خواص الهواء الرطب.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- محرار زجاجي زئبقي أو كحولي مدى القياس (0-100)˚C عدد/ 2، 2- قطعة من القطن أو فتيلة رقيقة، 3- وعاء ماء صغير، 4- مخطط مصردي عند الضغط الجوي.

خطوات العمل:

1. غلّف بصلة أحد المحرارين بالقطن، وضعها في الوعاء المملوء بالماء ، كما في الشكل (1-1 أ).
2. أترك بصلة المحرار الثانية على حالها.
3. ضع المحرارين في الخارج إلى جانب بعض في تيار الهواء، كما مبين في الشكل (1-1 ب) وانتظر لمدة 10 دقائق، ثم سجل قراءة كل محرار.
4. غيّر مكان المحرارين إلى داخل الغرفة، وانتظر عشر دقائق أخرى، ثم سجل قراءة كل محرار.
5. اعتمد الجدول في أدناه مع المخطط المصردي لملء الفراغات في الجدول.

رقم القراءة	درجة حرارة البصلة		المحتوى الحراري	الرطوبة النسبية	المحتوى الرطوبي	الحجم النوعي
	الجافة	الرطبة				
	˚C	˚C	kJ/kg	%	kg_w/kg_a	m^3/kg
1						
2						

أ- تغطية بصلة المحرار بالقطن

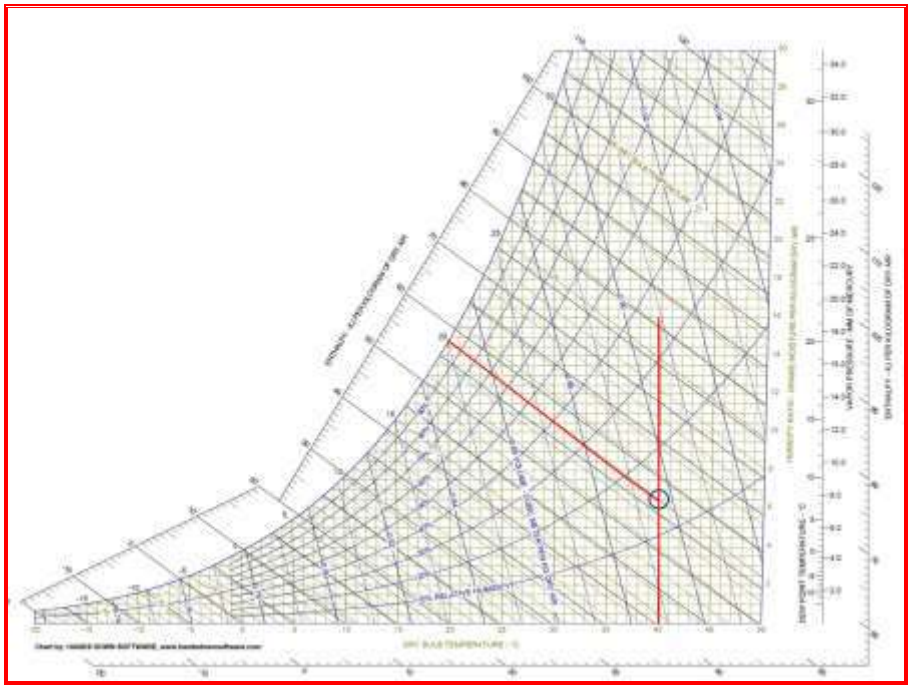
ب- وضع المحرارين في تيار هواء

شكل 1-1 قياس خواص عينة من الهواء

مثال على حساب الخواص الحرارية للهواء: لو فرضنا أن القراءة الأولى كانت 40 $^{\circ}$**C** درجة حرارة البصلة الجافة، ودرجة حرارة البصلة الرطبة تساوي 20 $^{\circ}$**C**.

فعند إسقاط هذه القيمة على المخطط المصردي، كما مبين في الشكل (1-2) نحصل على القيم الآتية:

رقم القراءة	درجة حرارة البصلة		المحتوى الحراري	الرطوبة النسبية	المحتوى الرطوبي	الحجم النوعي
	الجافة	الرطبة				
	$^{\circ}$**C**	$^{\circ}$**C**	kJ/kg	%	kg_w/kg_a	m^3/kg
1	40	20	57.5	14.5	7.5×10^{-3}	0.896



شكل 1-2 إسقاط النقطة على المخطط المصردي

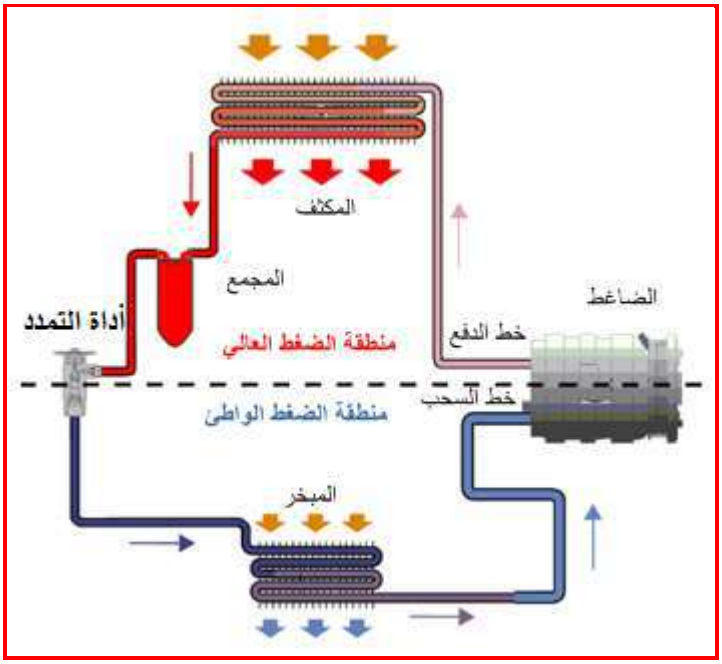
2-1 فحص ضغوط مائع التثليج لمكيف الهواء

Refrigerant Pressure Test for Air-Conditioning

تعلمت سابقاً أن دورة التثليج الانضغاطية تعمل ضمن ضغطين ثابتين، هما الضغط العالي الذي ينحصر بين خط الدفع للضاغط وبداية أداة التمدد، والضغط الواطئ الذي ينحصر بين نهاية أداة التمدد وخط السحب للضاغط كما مبين في الشكل (1-3). ويتم قياس الضغط العالي لمائع التثليج ثم قياس درجة حرارة المكثف، ومن خلال مقارنة الضغط مع درجة حرارة التشبع باستخدام جداول خواص موائع التثليج الحرارية أو الاستعانة بمقياس الضغط من الممكن تشخيص نوع مائع التثليج.

يبين الجدول (1-1) خمسة أنواع من موائع التثليج المستعملة في مجال تكييف الهواء، وهي R-404A و R-407C اللذان يُعدان بديلاً لمائع التثليج R-22 الذي كان مستعملاً في مجال التكييف وما يزال كذلك. وقد نصت متطلبات اتفاقية فيَنا وبروتوكول مونتريال على عدم استعمال موائع التثليج ومواد أخرى ذات التأثير السلبي على طبقة الأوزون وظاهرة الاحترار العالمي، ومنها مائع التثليج R-22. إذ أن هنالك جدولاً زمنياً لإخراج هذا المائع من الخدمة واستبداله بموائع صديقة للأوزون والبيئة مثل R-404A و R-407C و R-410A حالياً.

ومائع التثليج R-134a الذي يُعد بديلاً لمائع التثليج R-12 الذي كان يستعمل سابقاً في أجهزة تكييف هواء السيارات والأجهزة المنزلية، فضلاً عن بعض منظومات التكييف المركزي، وتمت إزاحته بسبب تأثيره السلبي على كل من طبقة الأوزون وظاهرة الاحترار العالمي، وقد توقف إنتاجه عالمياً في 2010/10/1.



شكل 1-3 دورة التثليج القياسية ومنطقتا جانبي الضغطين العالي والواطئ

ولشحن منظومة التكييف بشكل سليم يُعتمد مخطط الضغط – درجة الحرارة أو الجدول (1-1)، وعُدة شحن ومحرار، ويمكن استعمال مقياس الضغط لغرض معرفة درجة حرارة التشبع، إذ تثبت درجة الحرارة اعتيادياً مقابل الضغط كما مبين في الشكل (1-4)، إذ نلاحظ أن المقياس يحتوي على أربعة أنواع من موائع التثليج هي من الأسفل إلى الأعلى R-404A و R-134a و R-22 و R-407C. ويلاحظ من المقياس أن لكل ضغط درجة حرارة تشبع خاصة لمائع التثليج بعينه، وأن قيمة درجة حرارة التشبع مكتوبة أمام كل مائع من موائع التثليج أعلاه، فمثلاً عندما يكون الضغط 2 بار، من الشكل (1-4) يمكن قراءة ما يأتي: درجة حرارة تشبع مائع التثليج R-404A هي نحو-20˚C، في حين أنها تساوي 0.7˚C لمائع التثليج R-134a وتساوي تقريباً -14˚C لمائع التثليج R-22، ونحو -11˚C لمائع التثليج R-407C. بالإمكان قراءة درجات حرارة التشبع المناظرة للضغوط من الجدول (1-1) وكما يأتي: عند ضغط 2Bar (يجب إضافة الضغط الجوي إلى المقياس الذي يساوي 1Bar، أي إن القراءة التي نستخرجها من الجدول (1-1) يجب أن تكون

عند 3Bar) تكون درجة حرارة التشبع لمائع التثليج R-404A هي 20.2˚C-، وتساوي 14˚C- لمائع التثليج R-22، وتساوي 0.7˚C لمائع التثليج R-134a، وتساوي 11.3˚C- لمائع التثليج R-407C. أي إنه عند قياس الضغط ودرجة الحرارة ممكن تحديد نوع مائع التثليج.

شكل 1-4 مقياس ضغط موضح عليه درجة حرارة تشبع مائع التثليج المناظرة للضغط

❖ تمرين 1-2: تعيين نوع مائع التثليج في دورة تثليج انضغاطية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تشخيص نوع مائع التثليج في دورة التثليج الانضغاطية.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مقياس ضغط، 2- مكيف جداري يعمل على مائع R-407C، 3- جدول خواص بموائع التثليج، 4- محرار رقمي.

خطوات العمل:

1. اربط مقياسي الضغط على خطي الدفع والسحب، وكما تعلمت سابقاً.
2. اقرأ ضغط الدفع وليكن 20Bar.
3. قِسْ درجة حرارة المحيط الخارجي بواسطة المحرار الرقمي، ولتكن 47˚C.
4. أضف 1Bar إلى قراءة الضغط المُقاس لتصبح 20+1= 21Bar ضغط مطلق.
5. أضف 5 درجات إلى درجة حرارة الجو لتكون 47+5= 52˚C، التي تمثل درجة حرارة مائع التثليج، وهذه الإضافة مقبولة عملياً إلى حدٍ ما.
6. من الجدول (1-1) يلاحظ إن درجة حرارة التشبع المناظرة للضغط 21Bar هي الأقرب لمائع التثليج R-407C من موائع التثليج الأخرى.

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
21	75.3	69.7	53.4	52.6	46.2

تمرين 1-3: تعيين نوع مائع التثليج بواسطة أداة كشف نوع مائع التثليج

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال أداة كشف نوع مائع التثليج في تحديد نوع المائع.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- أسطوانات من موائع تثليج مختلفة، 2- جهاز كشف نوع مائع التثليج (Refrigerant Identifier)، 3- عُدة وملابس سلامة مهنية.

خطوات العمل:

تُعد طريقة الجداول في الكشف عن نوع مائع التثليج قديمة وفيها نسبة الخطأ عالية، لأنها تعتمد على عدة متغيرات هي درجة حرارة المحيط الخارجي، ودرجة حرارة المحيط الداخلي، ودرجة حرارة البصلة الرطبة لكل من المحيطين الداخلي والخارجي، وضغوط الدفع والسحب، ومن الوارد حدوث خطأ أو عدم دقة في قراءتها، لذا تم الاستعاضة عن الطريقة السابقة بجهاز يمكن بواسطته كشف نوع مائع التثليج كيميائياً وعن طريق تحليل عناصره وتحسسها، وكما يأتي:

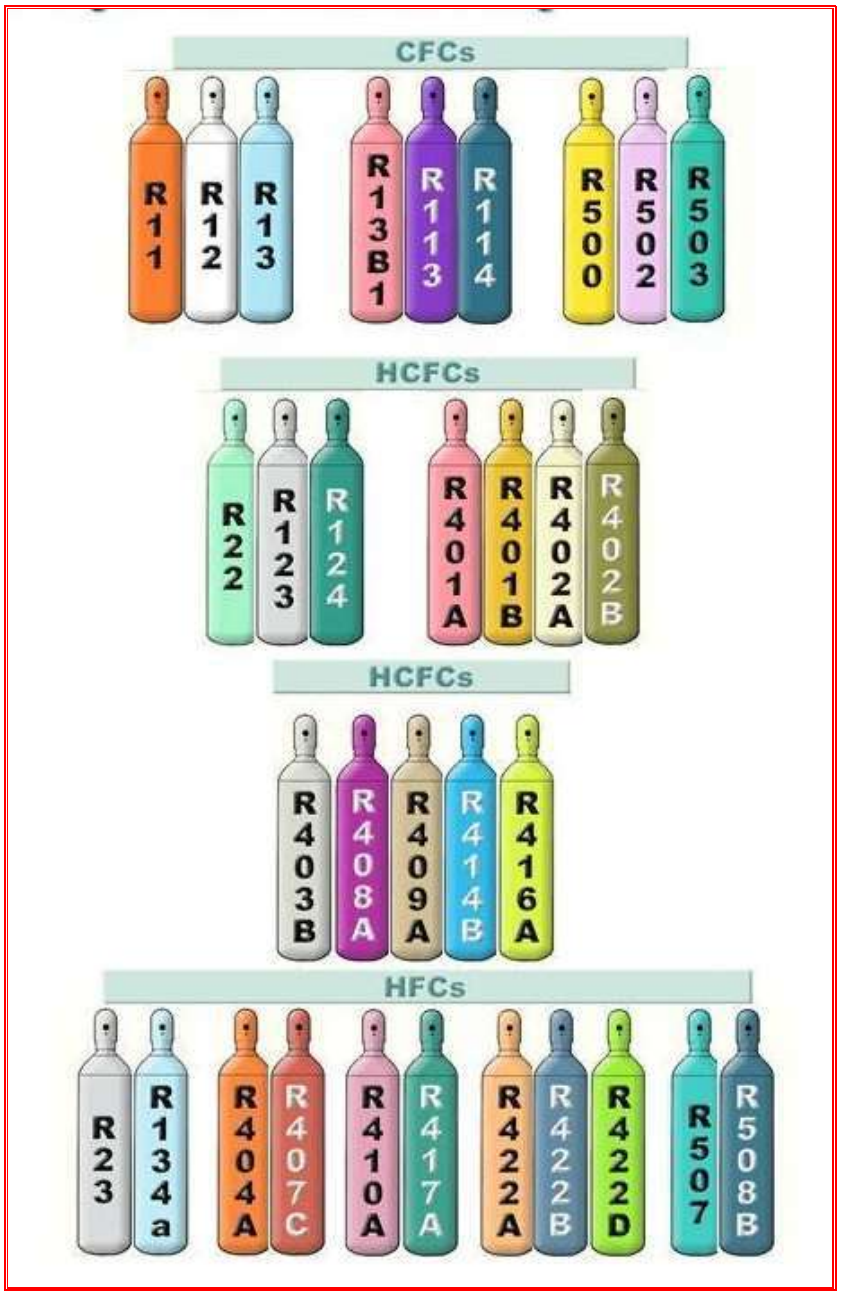
1. يبين الشكل (1-5) نوعين من أجهزة كشف نوع مائع التثليج (Refrigerant Identifier).
2. اسحب عينة من مائع التثليج واحفظها في الأسطوانة الخاصة بالجهاز، كما مبين في الشكل (1-5-أ).
3. دَعْ الجهاز يعمل، وبعد مدة سيتم طباعة نتائج الفحص على ورقة خاصة، وتشمل:
   - نوع مائع التثليج.
   - مدى نقاوته.
   - احتواء المائع على الرطوبة من عدمه.

أ- كاشف مائع التثليج نوع منضدي ب- كاشف مائع التثليج نوع محمول

شكل 1-5 جهازا الكشف عن نوع مائع التثليج

3-1 ألوان أسطوانات موائع التثليج Refrigerant Cylinder Color

يمكن الاستدلال على نوع مائع التثليج بواسطة ألوان أسطوانات المائع، إذ إن هنالك اتفاقاً ما بين الشركات المصنعة لموائع التثليج على اعتماد ألوان قياسية ثابتة لكل مائع من أنواع موائع التثليج، كما مبين في الشكل (1-6).



شكل 1-6 ألوان أسطوانات موائع التثليج بحسب نوع المائع

جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	**R-134a**	**R-22**	**R-407C**	**R-404A**
1	-30.1	-26.4	-41.0	-36.8	-46.0
1.2	-25.7	-22.4	-37.1	-33.0	-42.2
1.4	-21.9	-18.8	-33.6	-29.6	-38.8
1.6	-18.5	-15.6	-30.5	-26.6	-35.7
1.8	-15.4	-12.7	-27.7	-23.9	-33.0
2	-12.5	-10.1	-25.1	-21.4	-30.5
2.2	-9.9	-7.6	-22.7	-19.1	-28.1
2.4	-7.4	-5.4	-20.5	-17.0	-26.0
2.6	-5.1	-3.2	-18.4	-15.0	-23.9
2.8	-2.9	-1.2	-16.5	-13.1	-22.0
3	-0.9	0.7	-14.6	-11.3	-20.2
3.2	1.1	2.5	-12.8	-9.6	-18.4
3.4	3.0	4.2	-11.2	-8.0	-16.8
3.6	4.8	5.8	-9.5	-6.5	-15.2
3.8	6.5	7.4	-8.0	-5.0	-13.7
4	8.2	8.9	-6.5	-3.6	-12.2
4.2	9.7	10.4	-5.1	-2.2	-10.8
4.4	11.3	11.8	-3.7	-0.9	-9.5
4.6	12.8	13.2	-2.4	0.3	-8.2
4.8	14.2	14.5	-1.1	1.6	-6.9
5	15.6	15.7	0.1	2.8	-5.7
5.2	16.9	17.0	1.4	3.9	-4.5

تابع جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
5.4	18.3	18.2	2.5	5.0	-3.3
5.6	19.5	19.3	3.7	6.1	-2.2
5.8	20.8	20.5	4.8	7.2	-1.1
6	22.0	21.6	5.9	8.2	-0.1
6.2	23.2	22.7	6.9	9.2	1.0
6.4	24.3	23.7	8.0	10.2	2.0
6.6	25.5	24.7	9.0	11.1	3.0
6.8	26.6	25.7	10.0	12.1	3.9
7	27.7	26.7	10.9	13.0	4.9
7.2	28.7	27.7	11.9	13.9	5.8
7.4	29.7	28.6	12.8	14.8	6.7
7.6	30.8	29.5	13.7	15.6	7.6
7.8	31.8	30.4	14.6	16.4	8.5
8	32.7	31.3	15.5	17.3	9.3
8.2	33.7	32.2	16.3	18.1	10.2
8.4	34.6	33.1	17.2	18.9	11.0
8.6	35.6	33.9	18.0	19.6	11.8
8.8	36.5	34.7	18.8	20.4	12.6
9	37.4	35.5	19.6	21.2	13.3
9.2	38.3	36.3	20.4	21.9	14.1
9.4	39.1	37.1	21.2	22.6	14.9
9.6	40.0	37.9	21.9	23.3	15.6

تابع جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
9.8	40.8	38.6	22.7	24.0	16.3
10	41.6	39.4	23.4	24.7	17.1
10.2	42.5	40.1	24.1	25.4	17.8
10.4	43.3	40.9	24.9	26.1	18.5
10.6	44.1	41.6	25.6	26.8	19.2
10.8	44.8	42.3	26.3	27.4	19.8
11	45.6	43.0	27.0	28.1	20.5
11.2	46.4	43.7	27.6	28.7	21.2
11.4	47.1	44.3	28.3	29.3	21.8
11.6	47.9	45.0	29.0	29.9	22.5
11.8	48.6	45.7	29.6	30.5	23.1
12	49.3	46.3	30.3	31.1	23.7
12.2	50.0	47.0	30.9	31.7	24.3
12.4	50.7	47.6	31.5	32.3	24.9
12.6	51.4	48.2	32.1	32.9	25.6
12.8	52.1	48.9	32.8	33.5	26.1
13	52.8	49.5	33.4	34.0	26.7
13.2	53.5	50.1	34.0	34.6	27.3
13.4	54.1	50.7	34.6	35.2	27.9
13.6	54.8	51.3	35.2	35.7	28.5
13.8	55.4	51.9	35.7	36.2	29.0
14	56.1	52.4	36.3	36.8	29.6

تابع جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
14.2	56.7	53.0	36.9	37.3	30.1
14.4	57.4	53.6	37.4	37.8	30.7
14.6	58.0	54.1	38.0	38.3	31.2
14.8	58.6	54.7	38.6	38.9	31.8
15	59.2	55.2	39.1	39.4	32.3
15.2	59.8	55.8	39.6	39.9	32.8
15.4	60.4	56.3	40.2	40.4	33.3
15.6	61.0	56.9	40.7	40.9	33.8
15.8	61.6	57.4	41.2	41.3	34.4
16	62.2	57.9	41.8	41.8	34.9
16.2	62.8	58.4	42.3	42.3	35.4
16.4	63.3	59.0	42.8	42.8	35.9
16.6	63.9	59.5	43.3	43.2	36.3
16.8	64.5	60.0	43.8	43.7	36.8
17	65.0	60.5	44.3	44.2	37.3
17.2	65.6	61.0	44.8	44.6	37.8
17.4	66.1	61.5	45.3	45.1	38.3
17.6	66.7	61.9	45.8	45.5	38.7
17.8	67.2	62.4	46.2	46.0	39.2
18	67.8	62.9	46.7	46.4	39.7
18.2	68.3	63.4	47.2	46.8	40.1
18.4	68.8	63.9	47.7	47.3	40.6

تابع جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
18.6	69.3	64.3	48.1	47.7	41.0
18.8	69.9	64.8	48.6	48.1	41.5
19	70.4	65.2	49.0	48.5	41.9
19.2	70.9	65.7	49.5	49.0	42.4
19.4	71.4	66.2	49.9	49.4	42.8
19.6	71.9	66.6	50.4	49.8	43.2
19.8	72.4	67.1	50.8	50.2	43.7
20	72.9	67.5	51.3	50.6	44.1
20.2	73.4	67.9	51.7	51.0	44.5
20.4	73.9	68.4	52.2	51.4	44.9
20.6	74.3	68.8	52.6	51.8	45.3
20.8	74.8	69.2	53.0	52.2	45.8
21	75.3	69.7	53.4	52.6	46.2
21.2	75.8	70.1	53.9	53.0	46.6
21.4	76.2	70.5	54.3	53.4	47.0
21.6	76.7	70.9	54.7	53.7	47.4
21.8	77.2	71.3	55.1	54.1	47.8
22	77.6	71.7	55.5	54.5	48.2
22.2	78.1	72.2	55.9	54.9	48.6
22.4	78.6	72.6	56.3	55.2	49.0
22.6	79.0	73.0	56.7	55.6	49.3
22.8	79.5	73.4	57.1	56.0	49.7

تابع جدول 1-1 علاقة درجة حرارة التشبع بمائع التثليج

P (Bar) abs.	T (°C)				
	R-12	R-134a	R-22	R-407C	R-404A
23	79.9	73.8	57.5	56.3	50.1
23.2	80.3	74.2	57.9	56.7	50.5
23.4	80.8	74.5	58.3	57.1	50.9
23.6	81.2	74.9	58.7	57.4	51.3
23.8	81.7	75.3	59.1	57.8	51.6
24	82.1	75.7	59.5	58.1	52.0
24.2	82.5	76.1	59.9	58.5	52.4
24.4	82.9	76.5	60.3	58.8	52.7
24.6	83.4	76.8	60.6	59.2	53.1
24.8	83.8	77.2	61.0	59.5	53.5

الفصل الثاني

صيانة مكيف الهواء الجداري (الشباكي)

Window-Type Air-Conditioner Maintenance

صيانة مكيف الهواء الجداري (الشباكي)

Window-Type Air-Conditioner Maintenance

1-2 مقدمة Introduction

يُعد مكيف الهواء الجداري (الشباكي) من أجهزة تكييف الهواء المنتشرة بكثرة، ويُعزى سبب انتشارها إلى سهولة نصبها وصيانتها، وتتراوح سعتها من نصف طن إلى 3 أطنان تثليج، وتتكون من الضاغط الذي يكون من النوع المغلق الترددي أو الدوراني، والمكثف المبرد بالهواء القسْري، والمبخر، وأنبوبة شعرية. وقد يكون مكيف هواء الجداري مخصصاً للتبريد فحسب، أو للتدفئة والتبريد. وفي حال التدفئة قد يستعمل مسخن كهربائي، أو عن طريق عكس دورة التثليج (مضخة حرارية). سيتم في هذا الفصل التطرق إلى كيفية صيانة مكيف الهواء الجداري وإصلاحه والتعرف على الدائرة الكهربائية له.

2-2 استبدال أجزاء مكيف الهواء الجداري

Air-Conditioner Replacements Components

يتعرض ضاغط مكيف الهواء الجداري إلى التلف ولا سيما عطب الملفات الكهربائية للضاغط بسبب زيادة التيار الكهربائي المار بها أو بسبب انخفاضه عن الحد المقرر مما يؤدي إلى عطب ملفات بدء الحركة. وقد تتكسر صمامات الضاغط في بعض الأحيان مما يتطلب استبدال الضاغط، أو يتم إبدال المحرك الكهربائي لمروحة المكثف، ومروحة المبخر، وفي بعض الأحيان يحصل عطب ميكانيكي لكل من المكثف والمبخر مما يستدعي استبدالهما، وفي التمارين اللاحقة سيتم التطرق إلى كيفية استبدال الأجزاء المعطوبة من مكيف الهواء الجداري.

❖ **تمرين 2-1: فتح ضاغط مكيف هواء جداري**

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح ضاغط مكيف الهواء الجداري.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة لحام أوكسي- أستيلين، 2- مكيف هواء جداري، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية، 5- وحدة استرجاع موائع التثليج مع أسطوانة إرجاع.

خطوات العمل:

1- إفصل التيار الكهربائي بصورة تامة عن المكيف، وارفع السلك الكهربائي من المصدر، ويبين الشكل (2-1-1) مكيف الهواء الجداري بضاغط دوراني (Rotary Compressor).

2- إسترجع مائع التثليج من المكيف، **ويجب عدم تسريب أية كمية من مائع التثليج إلى الفضاء مطلقاً لما له من تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة.**

3- يبين الشكل (2-1-2) غطاء التوصيلات الكهربائية وقد أُشرت عليه أطراف الربط R و S و C.

4- أرفع الغطاء المعدني، كما مبين في الشكل (2-1-3)، وستلاحظ استعمال أسلاك كهربائية مختلفة اللون. وفي الضاغط المستعمل يمكن القول بأن السلك ذا اللون الأسود يمثل طرف ملف بدء الحركة **S**، في حين أن السلك ذا اللون الأزرق يمثل طرف ملف الدوران **R**، أما السلك ذو اللون الأحمر فهو يمثل الطرف المشترك للملفات **C**.

5- تغطى مناطق التوصيل الكهربائي للضاغط بغطاء من اللدائن لحمايته من الظروف الخارجية، وكما مبين في الشكل (2-1-4).

6- اجعل الضغط داخل دورة التثليج مساوياً للضغط الجوي.

7- استعمل المشعل لتسخين منطقة اتصال الأنبوب الخارج من مجمع السائل في خط السحب، وكما مبين في الشكل (2-1-5)، وعند توهج منطقة اللحام استعمل الماسكة لمسك الأنبوب وسحبه إلى الأعلى، كما مبين في الشكل (2-1-6).

8- يبين الشكل (2-1-7) الأنبوب بعد إزالة اللحام وسحبه من مكانه.

9- أعد العملية على الأنبوب الثاني المتصل بمدخل المكثف، وسَخن منطقة اللحام واسحبه، كما مبين في الشكل (2-1-8).

10- بعد الانتهاء من عملية فصل الأنابيب المتصلة بالضاغط، افتح اللوالب الثلاثة التي تثبت الضاغط بقاعدة المكيف.

1- مكيف الهواء الجداري بضاغط دوراني

2- غطاء التوصيلات الكهربائية وأشرت عليه أطراف الربط

3- رفع الغطاء المعدني ويلاحظ وضع غطاء لدائني لحماية مناطق الربط

4- رفع الغطاء من اللدائن ويلاحظ توزيع الأسلاك الكهربائية مختلفة الألوان

5 - تسخين الأنبوب المتصل بالمستلم

6- مسك الأنبوب بالماسكة وسحبه في أثناء التسخين

7- سحب الأنبوب من وعاء الفصل

8- فتح الأنبوب الثاني المتصل بالمكثف

شكل 2-1 إزالة الضاغط من مكيف الهواء الجداري

تمرين 2-2 رفع مكثف مكيف الهواء الجداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع مكثف مكيف الهواء الجداري واستبداله.

المواد والعُدد المطلوبة:

1-عُدة لحام أوكسي- أستيلين، 2- مكيف هواء جداري، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية، 5- وحدة استرجاع موائع التثليج مع أسطوانة إرجاع.

خطوات العمل:

1- إفصل التيار الكهربائي بصورة تامة عن المكيف، وارفع السلك الكهربائي من المصدر.
2- إسترجع مائع التثليج من المكيف، **ويجب عدم تسريب أية كمية من مائع التثليج إلى الفضاء مطلقاً لما له من تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة.**
3- يجب أن يكون الضغط داخل منظومة التثليج مساوياً للضغط الجوي.
4- إفتح اللوالب التي تثبت غطاء المبخر، كما مبين في الشكل (2-2-1)، ثم افتح الطبقة المعدنية التي تربط المكثف بالمبخر، كما مبين في الشكل (2-2-2).
5- إفتح اللوالب التي تثبت جانبي المكثف بقاعدة مكيف الهواء، كما مبين في الشكل (2-2-3).
6- إفتح اللولب الذي يثبت حاضنة المكيف المصنوعة من اللدائن بقاعدة مكيف الهواء، كما مبين في الشكل (2-2-4).
7- استعمل مشعل الأوكسي- أستيلين لفتح منطقة اللحام بين مخرج المكثف وموزع الأنابيب الشعرية، كما مبين في الشكل (2-2-5)، ثم أعد الإجراء على الأنبوب الواصل بين الضاغط والمكثف.
8- أرفع المكثف من مكانه، كما مبين في الشكل (2-2-6).

1- إفتح الغطاء العلوي للمبخر

2- إفتح الوصلة الرابطة بين المكثف والمبخر

3- إفتح اللوالب على جانبي المكثف

4- إفتح اللولب الذي يثبت حاضنة المكثف بالقاعدة

5- استعمل المشعل لفتح اتصال مخرج المكثف

6- أرفع المكثف من مكانه

شكل 2-2 رفع مكثف مكيف الهواء الجداري

تمرين 2-3 رفع مبخر مكيف الهواء الجداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع مبخر مكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:

1-عُدة لحام أوكسي- أستيلين، 2- مكيف هواء جداري، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية، 5- وحدة استرجاع موائع التثليج مع أسطوانة إرجاع.

خطوات العمل:

1- إفصل التيار الكهربائي بصورة تامة عن المكيف، وأرفع السلك الكهربائي من المصدر.
2- إسترجع مائع التثليج من المكيف، **ويجب عدم تسريب أية كمية من مائع التثليج إلى الفضاء مطلقاً لما له من تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة.**
3- يجب أن يكون الضغط داخل منظومة التثليج مساوياً للضغط الجوي.

4- إفتح غطاء المبخر، ثم إفتح الصفيحة التي تثبت المبخر بالمكثف، كما مبين في الشكلين (2-2-1) و(2-2-2).

5- إفتح اللوالب التي تثبت جانبي المبخر بجسم مكيف الهواء، كما مبين في الشكل (2-3-1).

6- إفتح اللوالب التي تثبت وجه المبخر بجسم مكيف الهواء، كما مبين في الشكل (2-3-2).

7- استعمل شعلة الأوكسي- أستيلين لفتح منطقة اتصال مخرج المبخر بالضاغط، كما مبين في الشكل (2-1-7). ثم استعمل المشعل لفتح منطقة اتصال الأنبوب الشعري بالمبخر، كما مبين في الشكل (2-3-3).

8- اسحب المبخر برفق لإخراجه مكانه، كما مبين في الشكل (2-3-4).

1- إفتح اللوالب التي تثبت جانبي المبخر

2-إفتح اللوالب التي تثبت واجهة المبخر

3- استعمل شعلة الأوكسي- أستيلين لفتح مناطق ربط الأنابيب

4- إسحب المبخر إلى الأمام برفق

شكل 2-3 رفع مبخر مكيف الهواء الجداري

تمرين 2-4 رفع مروحة (ريشة) مكثف مكيف الهواء الجداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع مروحة مكثف مكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1- إفصل التيار الكهربائي بصورة تامة عن المكيف، وأرفع السلك الكهربائي من المصدر.
2- إفتح غطاء المبخر والصفيحة المعدنية التي تربط المبخر بالمكثف، وكما مبين في الشكلين (2-2-1) و(2-2-2).
3- يبين الشكل (2-4-1) محرك مروحة المكثف والمبخر بعد رفع الغطاء والصفيحة الرابطة بين المكثف والمبخر.
4- إفتح اللوالب التي تثبت المكثف بجسم مكيف الهواء، كما مبين في الشكل (2-4-2)، ثم افتح اللولب الذي يثبت حاضنة المكثف بقاعدة المكيف، كما مبين في الشكل (2-4-3).
5- إسحب المكثف من مكانه برفق، كما مبين في الشكل (2-4-4)، ويبين الشكل (2-4-5) مروحة المكثف وطريقة تثبيتها.
6- إفتح الصامولة التي تثبت المروحة بمحور الدوران، كما مبين في الشكل (2-4-6).
7- إسحب المروحة من مكانها، وقد تكون المروحة متصلة بقوة في محور الدوران، لذا يتطلب الأمر تحريكها برفق حتى تتحرر من مكانها، كما في الشكل (2-4-7).
8- يبين الشكل (2-4-8) محرك مروحة المكيف بعد سحب المروحة منها.

1-محرك مروحة المكثف والمبخر

2- إفتح اللوالب التي تثبت جانبي المكثف

3- إفتح اللولب الذي يثبت حاضنة المكثف بقاعدة المكثف

4- إسحب المكثف برفق من مكانه

5- مروحة المكثف

6- استعمل مفك الصامولات لفتح اللولب الذي يثبت مروحة المكثف بمحور دوران المحرك

7- إسحب مروحة المكثف من مكانها

8- محور الدوران لمحرك المروحة بعد سحب المروحة من مكانها.

شكل 2-4 رفع مروحة مكثف لمكيف هواء جداري

تمرين 2-5 رفع مروحة مبخر مكيف الهواء الجداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع مروحة مبخر مكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1- أتبع الخطوات السابقة الخاصة برفع غطاء المبخر والصفيحة التي تربط المبخر بالمكثف، وكذلك الخطوات الخاصة بفتح اتصال المبخر بجسم الضاغط.
2- إسحب المبخر من مكانه برفق، كما مبين في الشكل (2-5-1)، مع الاهتمام بالأنابيب المتصلة وعدم تعريضها للكسر.
3- يبين الشكل (2-5-2) المسخن الكهربائي (Heater) مثبتاً بوجه مروحة المبخر.
4- إفتح اللوالب التي تثبت المسخن بجسم المكيف، كما في الشكل (2-5-3).
5- إسحب المسخن من مكانه برفق، كما في الشكل (2-5-4).
6- استعمل مفتاح الصامولات لفتح الصامولة التي تثبت المروحة بمحور دوران المحرك الكهربائي، كما مبين في الشكل (2-5-5).
7- حرر المروحة (السربس) من محور الدوران ودعها في مكانها، إذ إن سحب المروحة من مكانها يتطلب رفع محرك المروحة من مكانه، كما مبين في التمرين الآتي.

1- إسحب المبخر من مكانه برفق

2- المسخن الكهربائي

3-إفتح المسخن الكهربائي من مكانه

4- مروحة المبخر

5-استعمل مفتاح الصامولات لفتح المروحة

شكل 2-5 رفع مروحة المبخر لمكيف هواء جداري

تمرين 2-6 رفع المحرك الكهربائي لمروحة مكيف هواء جداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع المحرك الكهربائي لمروحة مكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (2-6-1) مروحة مكيف هواء بعد رفع مروحة المكثف منها، وتحرير مروحة المبخر مع بقائها في مكانها داخل حاضنة المروحة.
2. إفتح غطاء صندوق التوصيلات الكهربائية الموجود أسفل مفتاح تشغيل الجهاز، كما مبين في الشكل (2-6-2).

3. إسحب غطاء صندوق التوصيلات الكهربائية، ستشاهد أسلاك الأجزاء الكهربائية للمكيف، كما مبين في الشكل (2-6-3).
4. إسحب أسلاك المروحة، كما في الشكل (2-6-4)، وسيكون عدد أسلاك المروحة يساوي عدد السرع التي تعمل بها المروحة مضافاً إليها 2، أي إن المروحة التي عدد أسلاكها يساوي خمسة تعني أنها تعمل على ثلاث سرع، وهكذا، من الشكل نلاحظ أن ألوان أسلاك المروحة هي الأسود (بدء الحركة **S**)، والأزرق (الدوران **R**)، والأحمر (السرعة العالية **H**)، والأصفر (السرعة المتوسطة **M**)، والأبيض (السرعة الدنيا **L**).
5. في بعض أنواع المرواح تكتب ألوان الأسلاك ونوع اتصال كل سلك، كما في الشكل (2-6-5).
6. في حال عدم كتابة طبيعة عمل كل لون من ألوان الأسلاك، فيمكن رسم المخطط الكهربائي للدائرة الكهربائية قبل فتح الأسلاك، أو الاعتماد على موضوع تحديد أسلاك مروحة متعددة السرع الذي سبق أن درسته في المرحلة الثانية.
7. إسحب صندوق الأسلاك الكهربائية إلى الأمام بعد تحريره من اللوالب التي تثبته بجسم المكيف، كما مبين في الشكل (2-6-6).
8. يبين الشكل (2-6-7) ما يحتويه الصندوق الكهربائي من معدات سيطرة وكهربائية، إذ يحتوي المفتاح الانتقائي، ومنظم إذابة الجليد، ومنظم درجة الحرارة، ومتسعة الضاغط ومتسعة المروحة.
9. إسحب أسلاك المروحة الخمسة من المفتاح الانتقائي ومن متسعة المروحة، كما مبين في الشكل (2-6-8).
10. إفتح اللوالب التي تثبت قاعدة مروحة المكيف بجسم المكيف، ثم ابدأ بسحب محرك المروحة والقاعدة إلى الخلف، كما مبين في الشكل (2-6-9).
11. يمكن تحرير المروحة من القاعدة عن طريق فتح المُحكَم (القفيص) الذي يثبت المروحة بالقاعدة، كما مبين في الشكل (2-6-10).

1-محرك المروحة بعد رفع مروحة المكثف

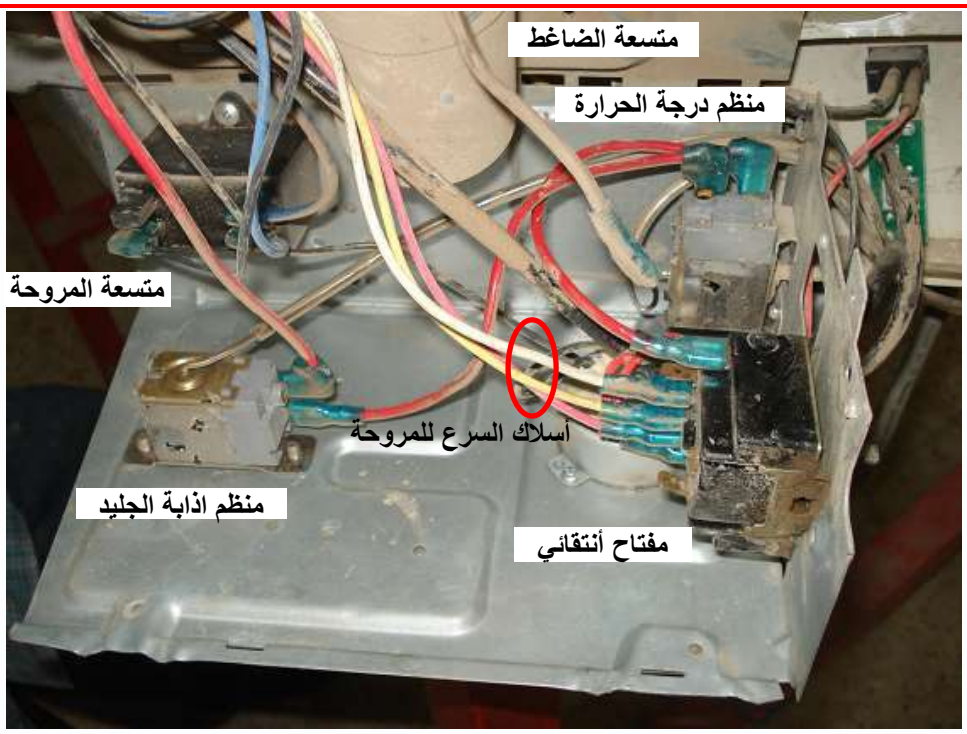
2- إفتح صندوق التوصيلات الكهربائية

3- الأسلاك الكهربائية داخل الصندوق

4- إسحب أسلاك المروحة

5- المخطط الكهربائي لمحرك المروحة

6- إسحب الصندوق إلى الأمام



7- تفاصيل الصندوق الكهربائي لأسلاك المكيف

8- إسحب الأسلاك الكهربائية لمحرك المروحة

9- إفتح قاعدة المروحة

10- إسحب محرك المروحة من مكانه

11- إفتح القفيص الذي يربط المحرك بالقاعدة

شكل 2-6 طريقة رفع المحرك الكهربائي لمحرك مروحة مكيف هواء جداري

تمرين 2-7 استبدال الأنبوب الشعري لمكيف هواء جداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استبدال الأنبوب الشعري لمكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- أداة تفليج، 4- صامولة ومفلج مسنن، 5- عُدة لحام أوكسي- أستيلين، 6- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

كما هو معروف أن الأنبوب الشعري يربط مخرج المكثف بمدخل المبخر، ويستعمل لخفض الضغط من ضغط التكثيف إلى ضغط التبخير، ويعتمد فقدان الضغط على كل من طول الأنبوب الشعري وقطره، ويبين الجدول (2-1-أ) أقطار الأنابيب الشعرية وأطوالها بحسب سعة مكيف الهواء الذي يستعمل مائع التثليج R-22 بوحدات القياس العالمية، وفي حالة استعمال أنبوب طويل أو قصير بحسب القطر المستعمل، في حين يبين الجدول (2-1 ب) أقطار الأنابيب الشعرية وأطوالها وبحسب سعة المكيف بالوحدات البريطانية، إذ تم استعراض هذا الجدول، لأن أغلب قياسات الأنابيب الشعرية الموجودة في الأسواق المحلية هي بالوحدات البريطانية. ونتبع الخطوات الآتية لاستبدال الأنبوب الشعري:

1- إفصل التيار الكهربائي بصورة تامة عن المكيف، وارفع السلك الكهربائي من المصدر.
2- إسترجع مائع التثليج من المكيف، **ويجب عدم تسريب أية كمية من مائع التثليج إلى الفضاء مطلقاً لما له من تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة.**
3- يجب أن يكون الضغط داخل منظومة التثليج مساوياً للضغط الجوي.
4- إفتح طرفي الأنبوب الشعري القديم، إما بواسطة مشعل الأوكسي- أستيلين إذا كان طرفا الأنبوب مثبتين باللحام بين المكثف والمبخر، وإما بواسطة مفتاح صامولات إذا تم تثبيت الأنبوب الشعري بين المبخر والمكثف بواسطة الصامولات.
5- استعمل وصلات الربط المبينة في الشكل (2-7-1) لغرض جعل تثبيت الأنبوب الشعري يتم بواسطة الصامولات وليس اللحام. (يمكن الحصول على أنبوب شعري مفلجّ الطرفين وجاهز من الأسواق).
6- اقطع أنبوباً نحاسياً بقطر يساوي قطر أنبوب المكثف وبطول لا يزيد على 3 إلى 4 سم، وفلّج إحدى النهايتين لربط الأنبوب الشعري بين المكثف بواسطة أداة التفليج، كما في الشكل (2-7-2)، ويبين الشكل (2-7-3) الأنبوب بعد تفليج أحد طرفيه.

7- أدخل الأنبوب الذي تم تفليج أحد طرفيه في صامولة، كما مبين في الشكل (2-7-4).

8- أعد العملية بواسطة أنبوب قطره يساوي قطر المبخر، ثم اربط صامولات الربط إلى طرفي الأنبوب الشعري، كما مبين في الشكل (2-7-5).

9- الحم الجزء الثاني لصامولة الربط إلى كل من مخرج المكثف ومدخل المبخر، كما مبين في الشكل (2-7-6).

10- استعمل مفتاحي الصامولات لربط الأنبوب الشعري بين المكثف والمبخر.

1- وصلات الربط والأنبوب الشعري وأنبوب شعري مفلج الطرفين

2- ثبت الأنبوب النحاسي في ماسكة أداة التفليج

3- الأنبوب بعد تفليج أحد أطرافه

4- أدخال الأنبوب في الصامولة

5- الأنبوب الشعري بعد لحام طرفيه

6- مخرج المكثف أو مدخل المبخر

الشكل 2-7 تفليج أنبوب شعري وتبديله لمكيف هواء جداري.

جدول 2-1 أ الأنبوب الشعري بحسب سعة مكيف الهواء (مائع التثليج R-22) وحدات قياس عالمية

السعة TR	أنبوب قصير		أنبوب طويل		عدد المسارات (الموزعات)	
	الطول mm	القطر mm	الطول mm	القطر mm	قطر أنبوب المبخر mm	
					9.5	12.7
0.38	914	1.07	2032	1.24	1	
0.46	508	1.07	1321	1.24	1	
0.50	1016	1.24	1905	1.37	1	
0.58	711	1.24	1321	1.37	1	1
0.67	914	1.37	1651	1.50	2	1
0.75	711	1.37	1219	1.50	2	1
0.92	711	1.50	1270	1.63	2	1
1.00	1016	1.63	1727	1.78	2	1
1.25	914	1.78	1422	1.91	3	2
1.42	965	1.91	1651	2.03	3	2
1.50	889	1.91	1397	2.03	3	2
1.58	711	1.91	1219	2.03	3	2

جدول 2-1 ب مواصفات الأنبوب الشعري حسب سعة مكيف الهواء (مائع التثليج R-22) وحدات قياس بريطانية

السعة Btuh	أنبوب قصير		أنبوب طويل		عدد المسارات (الموزعات)	
	الطول in	القطر in	الطول in	القطر in	قطر أنبوب المبخر in	
					3/8	1/2
4500	36	0.042	80	0.049	1	
5000	25	0.042	64	0.049	1	
5500	20	0.042	52	0.049	1	
6000	40	0.049	75	0.054	1	
6500	35	0.049	65	0.054	1	
8000	36	0.054	65	0.059	2	1
9000	28	0.054	48	0.059	2	1
10000	36	0.059	64	0.064	2	1
11000	28	0.059	50	0.064	2	1
12000	40	0.064	68	0.07	2	1
14000	44	0.07	70	0.075	2	1
15000	36	0.07	56	0.075	3	2
16000	30	0.07	48	0.075	3	2
17000	38	0.075	65	0.08	3	2
18000	35	0.075	55	0.08	3	2
19000	28	0.075	48	0.08	3	2

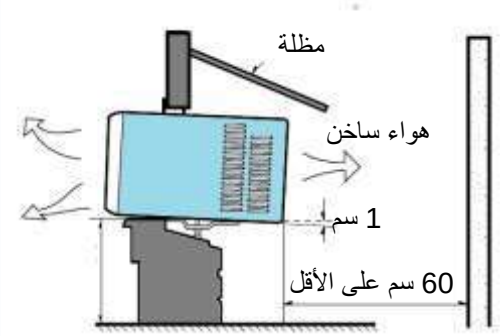
تمرين 2-8 نصب مكيف هواء جداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب مكيف هواء جداري على نافذة مصنوعة من الألمنيوم.

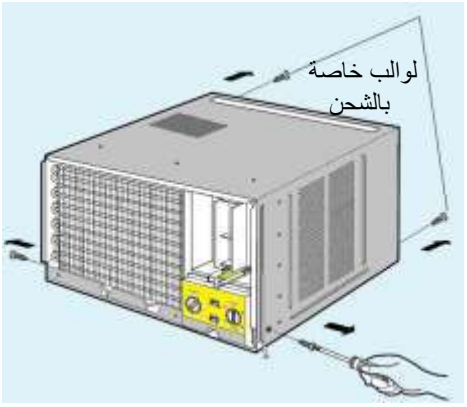
المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

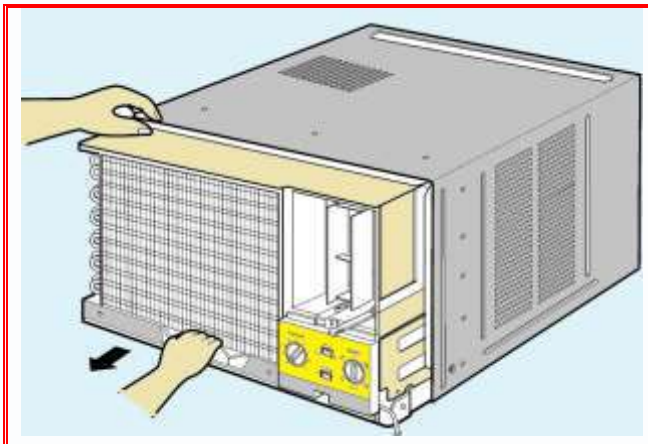
1- يبين الشكل (2-8-1) الأبعاد الواجب اتباعها عند نصب مكيف هواء جداري، وكيفية عمل مظلة له.
2- إفتح اللوالب التي تثبت غطاء المكيف بجسم المكيف، كما مبين في الشكل (2-8-2) استعداداً لنصبه.
3- إسحب المكيف من الغطاء، كما مبين في الشكل (2-8-3) وقد تحتاج إلى شخص آخر معك ليساعدك في عملية السحب.
4- استعمل زاوية من الألمنيوم تثبت حول إطار النافذة، ويتم استعمال شريط إسفنجي لاصق يلصق حول إطار الجداري الداخلي لمنع دخول الغبار من حول إطار المكيف الخارجي، كما مبين في الشكل (2-8-4).
5- استعمل زاوية معدنية تثبت على إطار النافذة السفلي بواسطة لوالب، كما مبين في الشكل (2-8-5)، وتستعمل هذه الزاوية لتثبيت غلاف المكيف بقاعدة النافذة.
6- ادخل غلاف المكيف عن طريق إطار النافذة، كما مبين في الشكل (2-8-6)، وثبت غلاف المكيف بقاعدة النافذة بواسطة الزاوية المعدنية واللوالب، كما مبين في الشكل (2-8-7).
7- استعن بشخص آخر لغرض رفع المكيف وتثبيته داخل الغلاف الذي تم نصبه في النافذة، ثم ثبت المكيف بالغلاف بواسطة اللوالب التي قمت بفتحها في البداية، كما مبين في الشكل (2-8-8).
8- أعد مرشح الهواء وواجهة المكيف الأمامية إلى مكانها، كما مبين في الشكل (2-8-9).



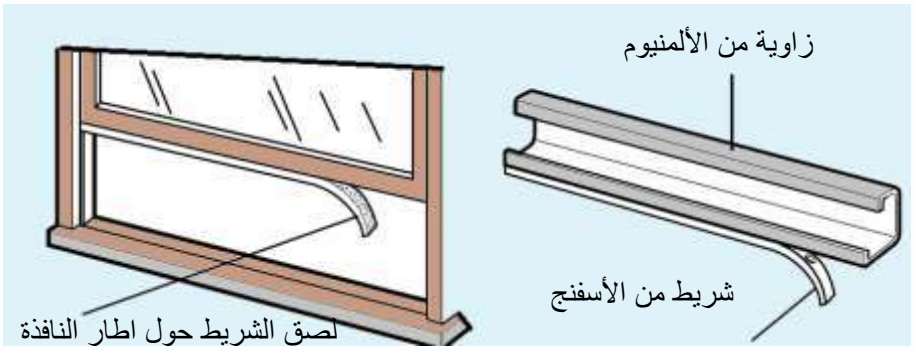
1- الأبعاد الواجب الالتزام بها عند نصب المكيف



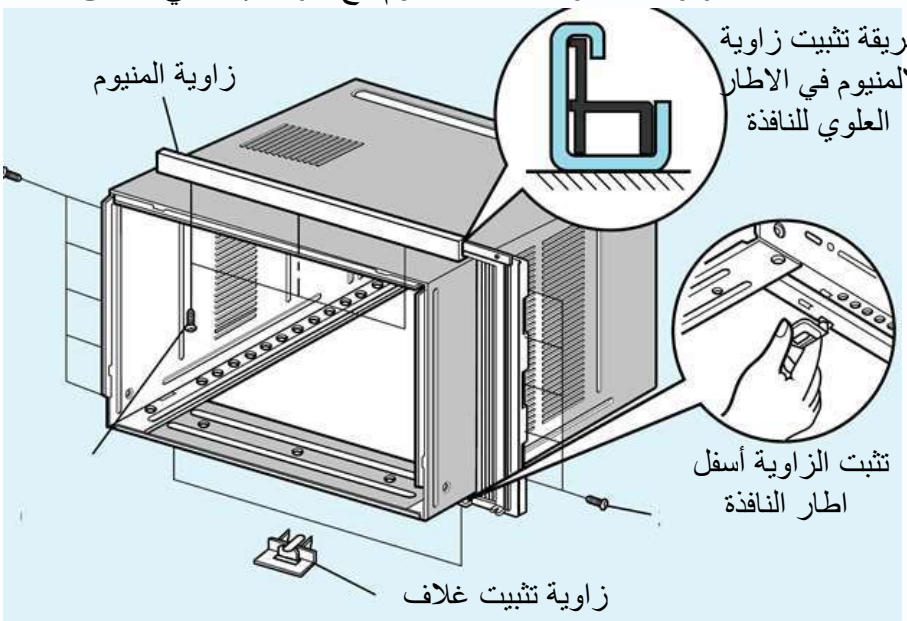
2- إفتح اللوالب التي تثبت غلاف المكيف بجسمه



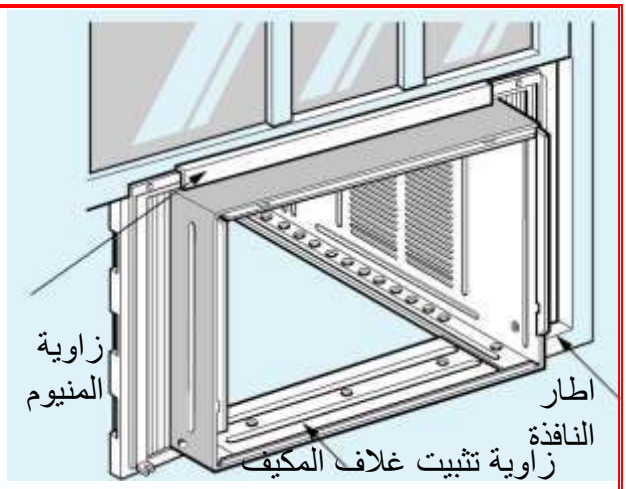
3- إسحب جسم المكيف من الغطاء



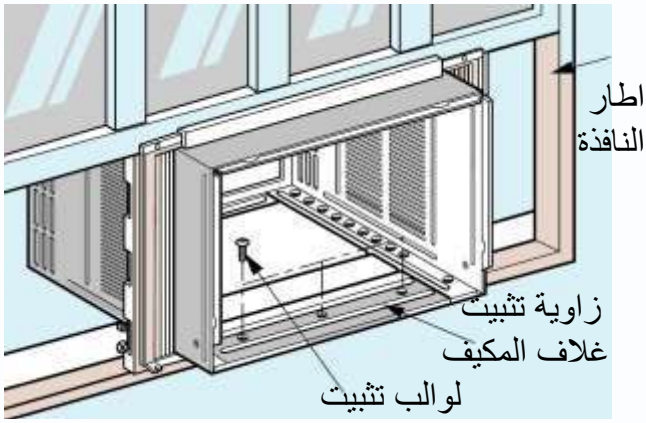
4- استعمل زاوية مصنوعة من الألمنيوم مع شريط إسفنجي لاصق



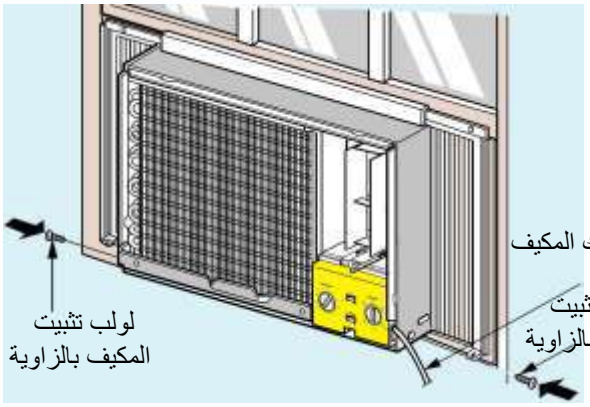
5- ثبت زاوية تثبيت الغلاف أسفل إطار النافذة وزاوية الألمنيوم في الإطار العلوي للنافذة



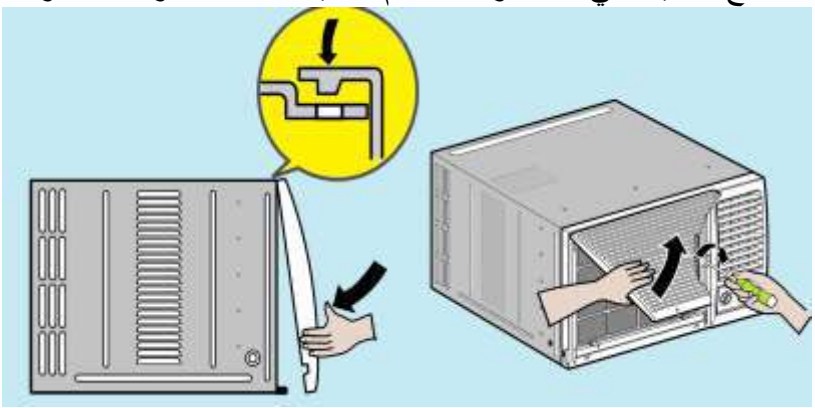
6- الشكل النهائي لإطار المكيف خلال النافذة



7- ثبت غلاف المكيف بالنافذة بواسطة اللوالب



8- ضع المكيف في مكانه وثبت جسم المكيف بالغلاف بواسطة اللوالب



9- أعد المرشح إلى مكانه ثم ثبت شباك المكيف بغلاف المكيف

شكل 2-8 نصب مكيف هواء جداري

تمرين 2-9 تنظيف وصيانة مكيف هواء جداري.

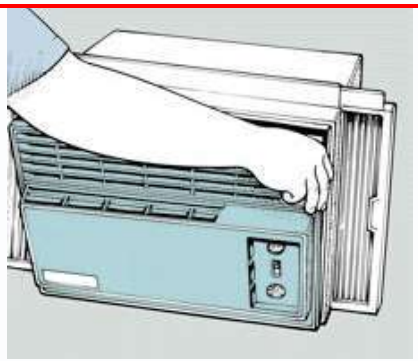
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تنظيف مكيف هواء جداري وصيانته.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

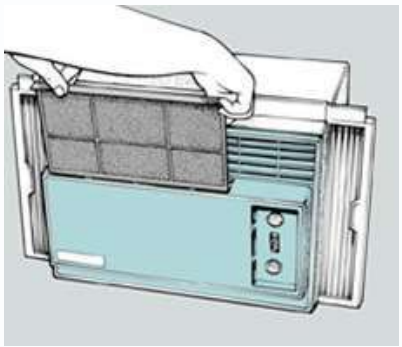
خطوات العمل:

يتطلب الأمر إجراء عملية تنظيف دورية لمكيف هواء جداري بعد نهاية كل موسم استعداداً لخزنه إلى العام الذي يليه، وتتم عملية التنظيف كما يأتي:

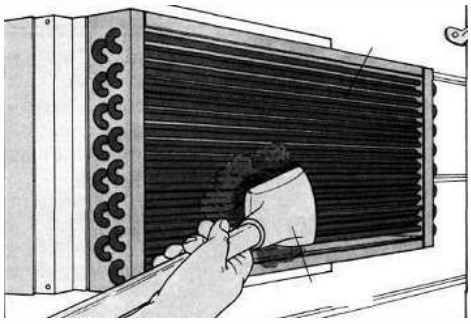
1- إفتح اللوالب التي تثبت المكيف بغلافه، ثم اسحب المكيف من مكانه، كما مبين في الشكل (2-9-1)، وبعد ذلك اسحب المرشح من مكانه كما مبين في الشكل (2-9-2)، ثم إفتح الواجهة الأمامية للمكيف. ارفع المكيف من مكانه بمساعدة شخص آخر وضعه خارج الغرفة.
2- استعمل المكنسة الشفاطة لتنظيف كل من المكثف والمبخر، كما مبين في الشكل (2-9-3)، ويجب عدم الضغط بفرشاة المكنسة على واجهة المكثف والمبخر بقوة لمنع انحناء أو انطعاج الزعانف المثبتة على الأنابيب.
3- استعمل المكنسة الشفاطة لسحب الغبار من قاعدة المكيف، كما مبين في الشكل (2-9-4).
4- استعمل الماء المضغوط لغسل كل من المبخر والمكثف وقاعدة المكيف، كما في الشكل (2-9-5)، مع مراعاة عدم جعل خروج الماء بقطر صغير جداً أو بشكل دقيق تجنباً لإتلاف الزعانف.
5- بعد الانتهاء من الغسل قد تبقى أماكن معينة لم تستطيع إزالة الغبار عنها، لذا يمكن استعمال فرشاة من اللدائن والماء لتنظيف الأماكن التي لم يتم إزالة الغبار عنها، كما مبين في الشكل (2-9-6).



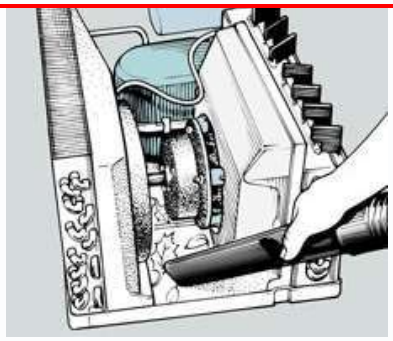
1- إسحب المكيف من مكانه



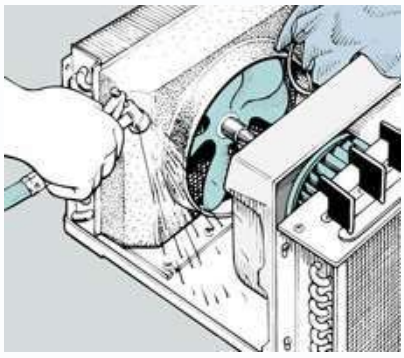
2- إسحب مرشح الهواء



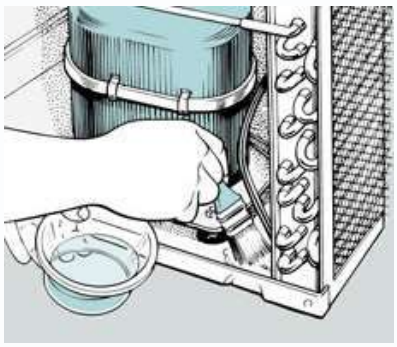
3- استعمل المكنسة الشفاطة لتنظيف المكثف



4- استعمل المكنسة الشفاطة لسحب الغبار



5- استعمل الماء لتنظيف المكيف



6- استعمل الفرشاة والماء لتنظيف الأماكن التي يصعب الوصول إليها

شكل 2-9 تنظيف مكيف هواء جداري

3-2 الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء Electrical Circuit for Air-Conditioner

تتميز الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء الجداري ببساطتها، إذ لا تحتوي على منظومة سيطرة معقدة، ويتم السيطرة على درجة حرارة الغرفة عن طريق تشغيل ضاغط المكيف وإطفائه، وتختلف الدائرة الكهربائية للمكيف باختلاف نوعه، فقد تحتوي على دورة تبريد فحسب، أو دورة تبريد وتدفئة، وسنتطرق إلى الدائرة الكهربائية للمكيف باستعراض عدة تمارين يتدرب فيها الطالب على كيفية ربط وتتبع الدائرة الكهربائية للمكيف.

تمرين 2-10 توصيل الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء الجداري يعمل بدورة تبريد مع متسعة مشتركة.

المواد والعُدد المطلوبة:

1- منظم درجة حرارة، 2- متسعة بدء الحركة، 3- مروحة مكيف، 4- ضاغط ترددي، 5- قاطع وقاية من زيادة الحمل، 6- أسلاك كهربائية مختلفة الألوان، 7- عُدة عمل، 8- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

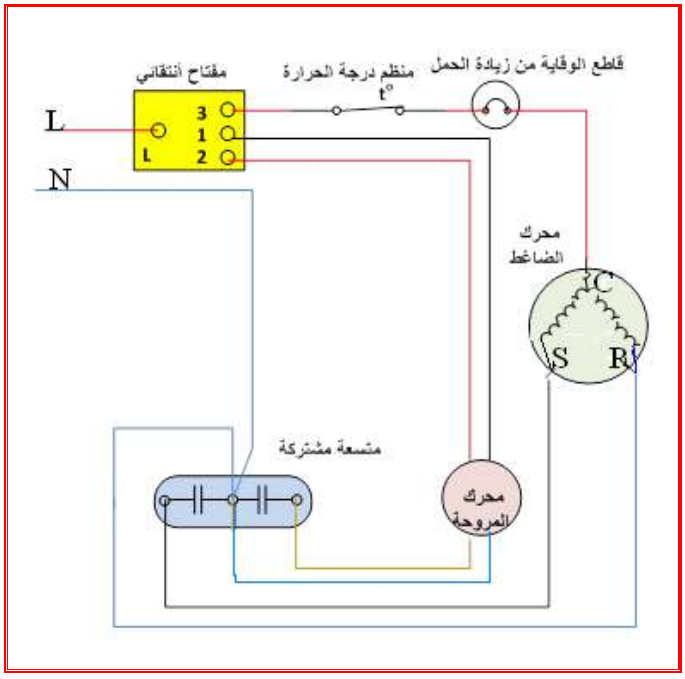
1- لا توصل التيار الكهربائي إلى الدائرة مطلقاً في أثناء العمل من دون إخبار مدربك.

2- رتب الأجزاء على منضدة العمل، كما مبين في الشكل (2-10).

3- قِسْ المسافات بين الأجزاء، واقطع الأسلاك بحسب الأطوال التي قِسْتها، ثم انزع العازل من نهايتي الأسلاك.

4- اعتماداً على الشكل (2-10) بحسب الألوان المبينة، صِلْ الدائرة الكهربائية.

5- دع مدربك يرى عملك قبل إيصال التيار الكهربائي للدائرة.



شكل 2-10 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء- تبريد فحسب – متسعة مشتركة

تمرين 2-11 توصيل الدائرة الكهربائية لمكيف هواء جداري (تبريد – تدفئة) بعاكس دورة مائع التثليج (مضخة حرارية) مع متسعة بدء حركة ومتسعة دوران.

المواد والعُدد المطلوبة:

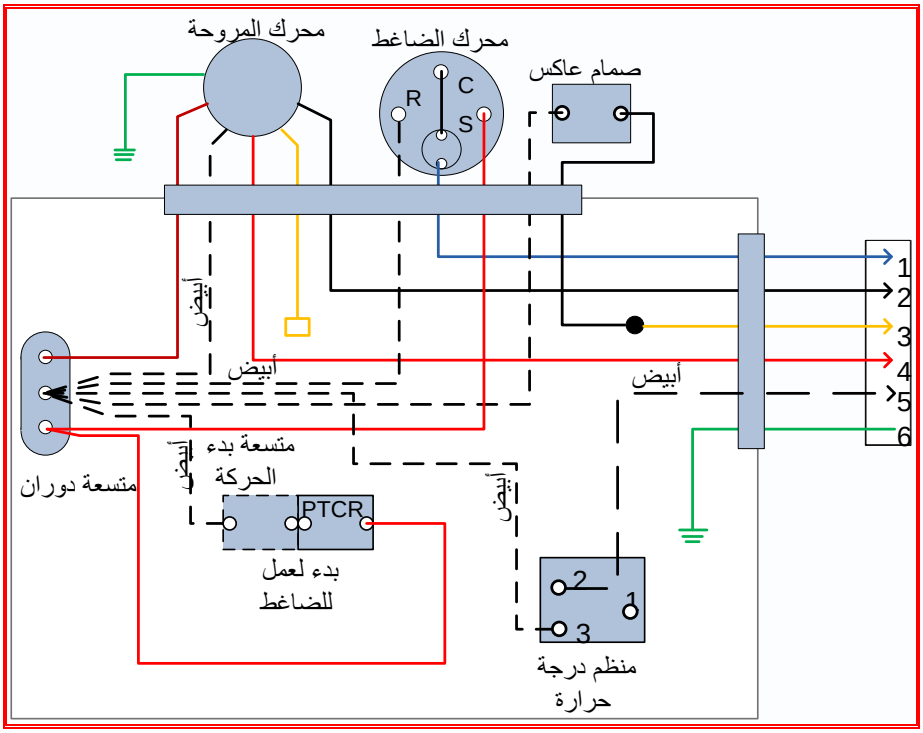
1- منظم درجة حرارة، 2- متسعة دوران ومتسعة بدء الحركة، 3- مروحة مكيف، 4- ضاغط ترددي، 5- قاطع وقاية من زيادة الحمل، 6- أسلاك كهربائية مختلفة الألوان، 7- عُدة عمل، 8- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1- لا توصل التيار الكهربائي إلى الدائرة مطلقاً في أثناء العمل من دون إخبار مدربك، رتب الأجزاء على منضدة العمل، كما مبين في الشكل (2-11).

2- قِسْ المسافات بين الأجزاء، واقطع الأسلاك حسب الأطوال التي قِسْتها، ثم انزع العازل من نهايتي الأسلاك، اعتماداً على الشكل (2-11) وبحسب الألوان المبينة صِلْ الدائرة الكهربائية.

3- دعْ مدربك يرى عملك قبل إيصال التيار الكهربائي للدائرة.



شكل 2-11 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء تبريد - تدفئة بعاكس دورة مع متسعة بدء حركة ومتسعة دوران.

تمرين 2-12 توصيل الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء الجداري تبريد – تدفئة بمسخن كهربائي مع محرك زعانف تجهيز الهواء.

المواد والعُدد المطلوبة:

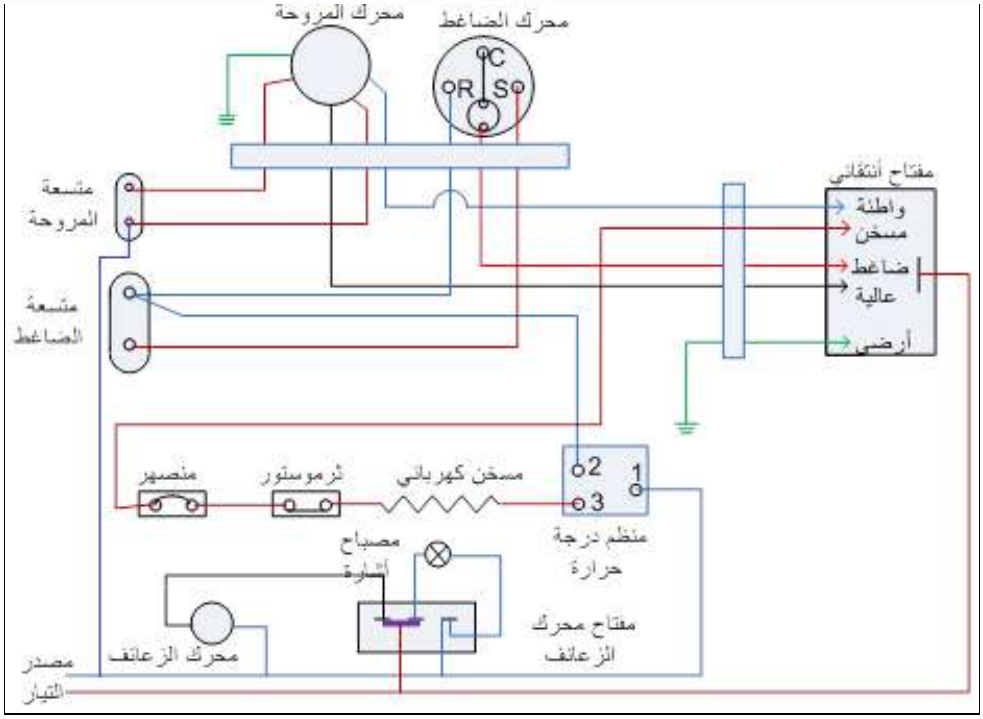
1- منظم درجة حرارة، 2- متسعة بدء حركة، 3- مروحة مكيف، 4- ضاغط ترددي، 5- قاطع وقاية من زيادة الحمل، 6- أسلاك كهربائية مختلفة الألوان، 7- محرك دوران الزعانف، 8- عُدة عمل كاملة، 9- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1- لا توصل التيار الكهربائي إلى الدائرة مطلقاً في أثناء العمل من دون إخبار مدربك، رتب الأجزاء على منضدة العمل، كما مبين في الشكل (2-12).

2- قِسْ المسافات بين الأجزاء، واقطع الأسلاك بحسب الأطوال التي قِسْتها، ثم انزع العازل من نهايتي الأسلاك، اعتماداً على الشكل (2-12) وبحسب الألوان المبينة صِلْ الدائرة الكهربائية.

3- دَعْ مدربك يرى عملك قبل إيصال التيار الكهربائي للدائرة.



شكل 2-12 الدائرة الكهربائية لمكيف هواء تبريد – تدفئة بمسخن كهربائي مع محرك زعانف تجهيز الهواء.

4-2 صيانة مكونات الدائرة الكهربائية وفحصها لمكيف الهواء

Maintenance & Test Air-Conditioner Electrical Circuit Components

تتكون الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء الجداري من عدة أجزاء، هي المفتاح الانتقائي الذي بواسطته يمكن التحكم بعمل المكيف سواء أكان تبريداً أم تدفئة، وكذلك التحكم بسرع المروحة، ومن أجزاء الدائرة الكهربائية أيضاً منظم درجة الحرارة، ومفتاح إذابة الجليد، والمسخن الكهربائي، والصمام الثلاثي (إذا كانت التدفئة تعمل على أساس عكس دورة التثليج) والضاغط والمروحة. وسيتم توضيح طريقة فحص بعض أجزاء الدائرة الكهربائية لمكيف الهواء عن طريق عدة تمارين تقدم تباعاً.

تمرين2-13 فتح متحسس إذابة الجليد وفحصه وتركيبه (Anti-Freeze Sensor).

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح متحسس إذابة الجليد وفحصه وإعادة تركيبه.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- متحسس إذابة الجليد، 2- عُدة عمل، 3- مقياس متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

1. إفصل التيار الكهربائي عن المكيف، وارفع السلك الكهربائي.
2. إفتح أطراف متحسس إذابة الجليد.
3. ضع المقياس متعدد الأغراض على إصدار نغمة، ثم ضع طرفي المقياس متعدد الأغراض الواحد على الآخر (اعمل دورة قصر)، وتأكد من إصدار نغمة، إذا لم يصدر المقياس نغمة يجب إبدال البطاريات، أو إبدال المقياس.
4. استعمل المقياس متعدد الأغراض لفحص طرفي متحسس إذابة الجليد، الشكل (2-13-1)، فإذا كان المنظم صالحاً للعمل فإن المقياس سوف لن يصدر صوتاً، ويدل إصدار صوت من المقياس متعدد الأغراض على عطل المتحسس.
5. اغمُر متحسس إذابة الجليد في وعاء يحتوي على ماء وثلج، وانتظر دقيقة إلى دقيقتين، ثم ضع طرفي المقياس متعدد الأغراض على طرفي متحسس إذابة الجليد، فإذا أصدر المقياس صوتاً فهذا يدل على سلامة المتحسس، أما إذا لم يصدر المقياس صوتاً فهذا يدل على عطل المتحسس كما في الشكل (2-13-2).
6. في حال عطل متحسس إذابة الجليد يجب إبداله بآخر من النوع نفسه.

1- قياس أداء منظم إذابة الجليد خارج وعاء الماء والثلج

2- قياس أداء منظم إذابة الجليد في وعاء يحتوي على ماء وثلج

شكل 2-13 طريقة فحص منظم إذابة الجليد لمكيف هواء جداري

تمرين 2-14 فحص منظم درجة الحرارة (Thermostat) لمكيف هواء جداري.

الهدف من التمرين: فحص منظم درجة الحرارة لمكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- منظم درجة الحرارة لمكيف هواء جداري، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. إفصل التيار الكهربائي عن المكيف وارفع السلك الكهربائي.
2. كرر الخطوة 3 من تمرين (2-13) للتأكد من صلاح المقياس متعدد الأغراض.
3. حرك مفتاح منظم درجة الحرارة عند وضع التبريد، استعمل المقياس متعدد الأغراض بين طرف التيار وطرف التبريد، فإذا أصدر المقياس صوتاً فإن المنظم صالح للعمل.
4. أعد العملية أعلاه بعد وضع بصلة منظم درجة الحرارة في خليط الماء والثلج، يُلاحظ انقطاع الصوت الصادر من المقياس متعدد الأغراض، أما إذا استمر المقياس بإصدار صوت، فهذا يدل على عطل المنظم.
5. أرفع البصلة من خليط الماء والثلج، فإذا اصدر المقياس متعدد الأغراض صوتاً بعد مدة قصيرة من إخراج البصلة من خليط الماء والثلج، فهذا يدل على أن المفتاح صالح للعمل، أما إذا لم يصدر المقياس صوتاً بعد مرور مدة من الزمن فهذا يدل على عطل المنظم.
6. بالطريقة ذاتها يفحص المنظم في حالة التدفئة فعند وضع البصلة في ماء مثلج فإن المقياس يجب أن يصدر صوتاً إذا كان صالحاً للعمل، بخلافه يدل على عطل المنظم.
7. ضع بصلة منظم درجة الحرارة في ماء دافئ، نلاحظ انقطاع الصوت الصادر من المقياس متعدد الأغراض إذا كان المنظم صالحاً للعمل، وغير ذلك يكون تالفاً ويستبدل.

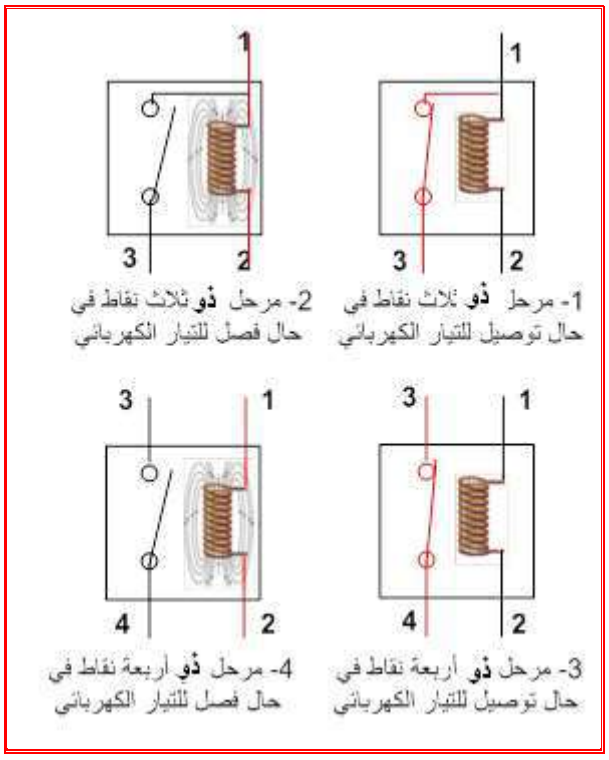
تمرين 2-15 فحص مُرَحل فرق الجهد (Relay).

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص مُرَحل فرق الجهد.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مُرَحل فرق الجهد، 2- مقياس متعدد الأغراض.

طريقة العمل:

لغرض فحص مُرَحل فرق الجهد ينبغي التعرف على أنواعه وطريقة عمله، فقد يحتوي المُرَحل على ثلاث نقاط، كما مبين في الشكل (2-14-1) إذ إن النقطة 1 نقطة مشتركة لتغذية الملف المغناطيسي ومتسعة بدء الحركة عبر مفتاح التوصيل، وقد يحتوي على ثلاث نقاط، كما مبين في الشكل (2-14-2) وعندها تكون نقاط تجهيز متسعة بدء الحركة مستقلة. ويتكون مُرَحل فرق الجهد من ملف كهربائي يتمغنط عند مرور التيار فيه، مما يؤدي إلى سحب مفتاح التوصيل الكهربائي، وبالتالي إلى فصل التيار الكهربائي عن متسعة بدء الحركة عند بلوغ الضاغط نحو 75% من سرعته الدورانية، إذ إن زيادة فرق الجهد على ملف المُرَحل نتيجة لزيادة السرعة الدورانية للضاغط تؤدي إلى زيادة مرور التيار في الملف المغناطيسي مما يؤدي إلى زيادة الفيض المغناطيسي الذي يقوم بسحب مفتاح التوصيل الكهربائي، وبالتالي فصل متسعة بدء الحركة عن الضاغط، كما مبين في الشكلين (2-14-2) و (2-14-4)، وعند توقف الضاغط عن الحركة ينقطع التيار الكهربائي عن الملف المغناطيسي وعودة المفتاح إلى حالة التوصيل، كما مبين في كل من الشكلين (2-14-1) و (2-14-3)، ويوصل على التوازي مع ملفات بدء الحركة للضاغط، وهو من النوع المغلق اعتيادياً.



شكل 2-14 مُرَحل فرق الجهد ذو الثلاث نقاط والأربع نقاط

بعد التعرف على طريقة عمل مُرَحل فرق الجهد نتبع الخطوات الآتية لفحص صلاحه للعمل:

أ- المرحل ذو الثلاث نقاط:

1- استعمل المقياس متعدد الأغراض وضعه على أقل مقاومة، ثم قِسْ المقاومة بين نقطة التغذية الكهربائية (1) المبينة في الشكل (2-14-1)، وأية نقطة، فإذا كانت المقاومة صفراً فهذا يعني أن النقطة التي تم قياسها هي النقطة (3)، أما إذا سجل المقياس متعدد الأغراض مقاومة قليلة أكثر من صفر، فهذا يعني أن النقطة المقاسة هي النقطة (2).

2- بعد تحديد النقاط حضِرْ سلكاً كهربائياً مزدوجاً، ثم صِلْ نقطة أحد السلكين بالنقطة (1) والسلك الآخر بالنقطة (2).

3- دعْ مدربك يوصل طرفي السلك بالمصدر الكهربائي، ثم صلْ التيار الكهربائي، ومن المفروض أن تسمع صوت (تك)، قِسْ فرق الجهد بين النقطتين (2) و (3) ومن المفروض عدم تسجيل أية قراءة في حال كون المفتاح صالحاً للعمل.

4- عند عدم سماع صوت، وعند تسجيل المقياس متعدد الأغراض فرق جهد بحدود 200 إلى 220 فولتاً فهذا يدل على عطل مُرَحل فرق الجهد.

5- أغلق المفتاح الكهربائي ودعْ مدربك يفصل الأسلاك الكهربائية عن مُرَحل فرق الجهد.

ب- المرحل ذو الأربع نقاط:

1- استعمل المقياس متعدد الأغراض وضعه على أقل قراءة للمقاومة، ثم قِسْ المقاومة بين أول طرفين متقابلين، فإذا كانت المقاومة تساوي ما لا نهاية، فهذا يعني أن الطرفين هما (3) و(4) في الشكل (2-14-3)، أما إذا كانت قراءة المقاومة قليلة فهذا يعني أن الطرفين هما (1) و(2).

2- بعد تحديد النقاط حضِرْ سلكاً كهربائياً مزدوجاً ثم صِلْ نقطة أحد السلكين بالنقطة (1) والسلك الآخر بالنقطة (2).

3- دعْ مدربك يوصل طرفي السلك بالمصدر الكهربائي، ثم صِلْ التيار الكهربائي، ومن المفروض أن تسمع صوت (تك)، قِسْ المقاومة بين النقطتين (3) و (4) ومن المفروض تسجيل قراءة مساوية للصفر في حال كون المفتاح صالحاً للعمل.

4- عند عدم سماعك صوت (تك) وعند تسجيل المقياس متعدد الأغراض فرق جهد بحدود 200 إلى 220 فولتاً فهذا يدل على عطل مُرَحل فرق الجهد.

5- اغلق المفتاح الكهربائي، ودعْ مدربك يفصل الأسلاك الكهربائية عن مُرَحل فرق الجهد.

تمرين 2-16 فحص المفتاح الانتقائي (Selector Switch) لمكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:

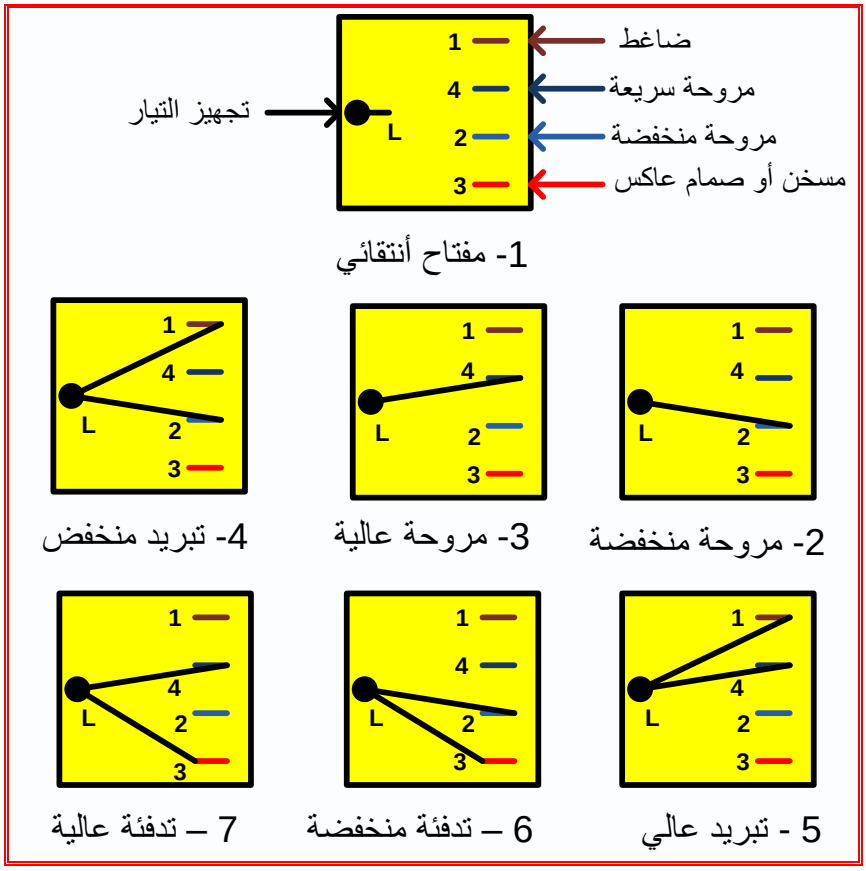
1- مقياس متعدد الأغراض، 2- مفتاح انتقائي، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

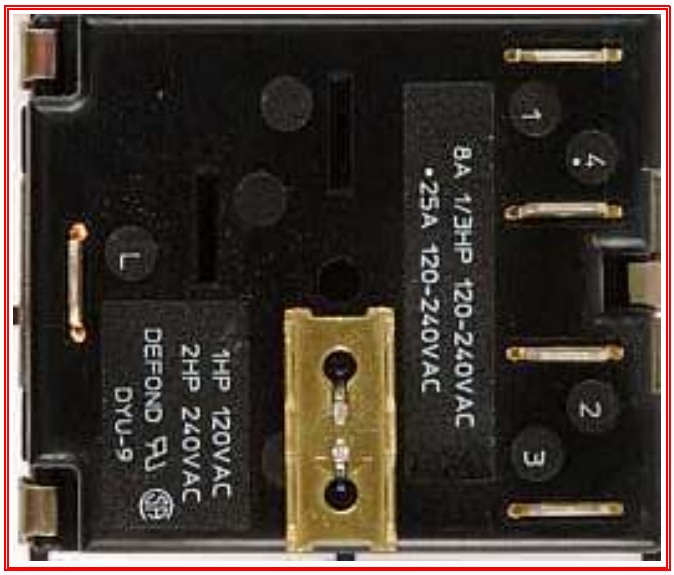
طريقة العمل:

من المفضل التعرف على طبيعة عمل المفتاح الانتقائي قبل البدء بفحصه، إذ يتكون المفتاح الانتقائي من عدة نقاط توصيل، ويمكن معرفة عددها عن طريق معرفة عدد سرع المروحة، فإذا كان المكيف مخصصاً للتبريد فحسب، فإن عدد النقاط للمفتاح الانتقائي يساوي عدد سرع المروحة مضافاً إليه 2، أي إن المكيف الذي يحتوي على مروحة بسرعتين يساوي عدد نقاط المفتاح الانتقائي أربعة، والمكيف الذي يحتوي على مروحة بثلاث سرع عدد نقاطه تساوي خمساً. وإذا احتوى المكيف على وسيلة تدفئة فنضيف 3 إلى عدد سرع المروحة، أي إن المكيف الذي يحتوي على ثلاث سرع يكون عدد نقاط المفتاح الانتقائي ستاً.

يبين الشكل (2-15-1) مفتاحاً انتقائياً لمكيف هواء جداري يحتوي على مروحة بسرعتين فضلاً عن وسيلة تدفئة، أي إن عدد نقاطه تساوي خمساً، تتوزع النقاط كما يأتي، نقطة تجهيز التيار الرئيس، ونقطة للسرعة المنخفضة للمروحة، ونقطة أخرى للسرعة العالية للمروحة، ونقطة لمحرك الضاغط، ونقطة أخيرة لوسيلة التدفئة. ويبين الشكل (2-15-2) وضع المكيف على حالة تهوية بسرعة منخفضة للمروحة، ويمكن زيادة سرعة المروحة من دون تشغيل الضاغط أو المسخن إذا تم وضع المفتاح الانتقائي كما مبين في الشكل (2-15-3)، ويبين الشكل (2-15-4) وضع المكيف على حالة تبريد منخفض، والشكل (2-15-5) على حالة التبريد العالي، وللتدفئة المنخفضة الشكل (2-15-6)، في حين التدفئة العالية عند الشكل (2-15-7).

مما تبين أعلاه يمكن التعرف بسهولة على كيفية فحص المفتاح الانتقائي، ويجب الإشارة هنا إلى أن جميع اطراف المفتاح الانتقائي تؤشرها الشركة المصنعة، وجرت العادة على أن تكون أرقام اطراف المفتاح الانتقائي، كما في الشكل (2-15-8) كما يأتي، 1- طرف الضاغط، 2- مروحة منخفضة، 3- أداة التدفئة، 4- مروحة عالية، وأخيراً الحرف L يدل على ربط مصدر التيار الرئيس.





8- منظر خلفي للمفتاح الانتقائي

شكل 2-15 فحص مفتاح انتقائي لمكيف هواء جداري

يدل الفحص التالي على صلاح المفتاح الانتقائي، وعند عدم تحقق أية نقطة مما سيذكر أدناه يدل على عطل المفتاح الانتقائي ويجب إبداله، في جميع الخطوات أعلاه يثبت السلك الأحمر للمقياس متعدد الأغراض عند النقطة L:

1- ضع المفتاح الانتقائي على نقطة إصدار نغمة، وأجرِ الفحوصات في الجدول أدناه:

حالة المفتاح	نقاط الفحص مع L	الحالة	نقاط الفحص مع L	الحالة
مروحة منخفضة	2	صوت	1، 3، 4	لا صوت
مروحة عالية	4	صوت	1،2،3	لا صوت
تبريد منخفض	2	صوت	3، 4	لا صوت
	1	صوت		
تبريد عالٍ	4	صوت	2، 3	لا صوت
	1	صوت		
تدفئة منخفضة	2	صوت	1، 4	لا صوت
	3	صوت		
تدفئة عالية	4	صوت	1،2	لا صوت
	3	صوت		

تمرين 2-17 تحديد أطراف مفتاح انتقائي

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تحديد أطراف مفتاح انتقائي.

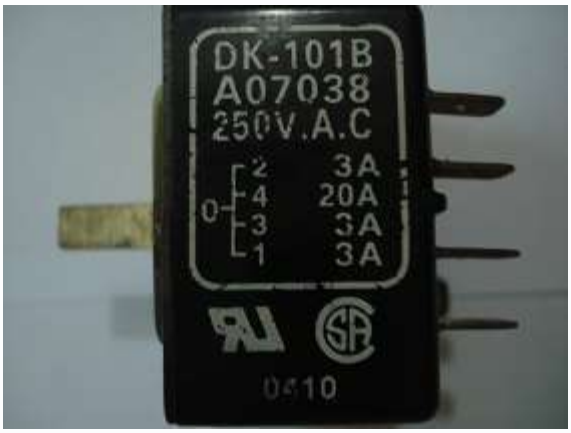
المواد والعُدد المطلوبة: 1- مفتاح انتقائي، 2- مقياس متعدد الأغراض.

طريقة العمل:

يبين الشكل (2-16) أشكال مختلفة لمفاتيح انتقائية، ولتحديد أطراف المفتاح الانتقائي المبين في الشكل (2-16-1) نستعمل المقياس متعدد الأغراض وكما يأتي:

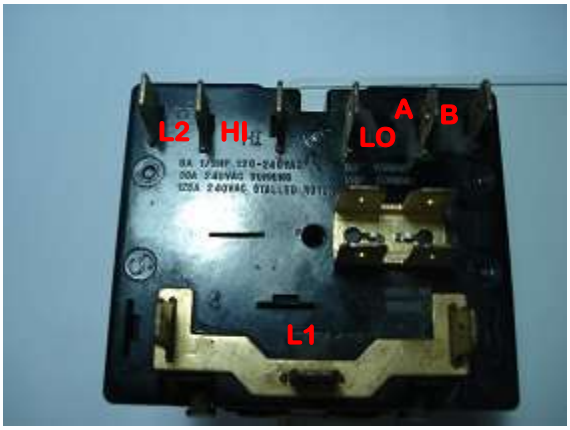
1. ضع المفتاح عند نقطة الغلق واستعمل المقياس متعدد الأغراض عند نقطة إصدار نغمة، ثبت السلك الأحمر للمقياس متعدد الأغراض عند الطرف 0 في جميع القياسات في أدناه، استعمل السلك الأسود لقياس المقاومة بين الأطراف 1 و2 و3 و4 على التوالي، المفروض عدم صدور نغمة من المقياس متعدد الأغراض.

2. حرك المفتاح حركة واحدة إلى اليمين، وقِسْ المقاومة بين 0 والنقطة 1، ومن المفروض صدور نغمة، من هذا نستنتج أن الطرف 1 هو للسرعة الأولى للمروحة، وعدم صدور نغمة عند القياس بين كل من 0 و2 و3 و4 على التوالي.
3. حرك المفتاح حركة إضافية إلى اليمين وقِسْ المقاومة بين 0 و 1، ومن المفروض صدور صوت، قِسْ أيضاً بين 0 و 4، ومن المفروض صدور صوت، **الاستنتاج**: الطرف 1 والطرف 4 يمثلان تبريداً عالياً للمكيف. مع ملاحظة عدم صدور صوت عند قياس المقاومة بين 0 و2 و3 على التوالي.
4. حرك المفتاح حركة إضافية أخرى، وقِسْ بين 0 و2 وبين 0 و4، المفروض صدور صوت، هذا يعني الحصول على تبريد متوسط للمكيف، مع ملاحظة عدم صدور صوت عند القياس بين 0 و1 وبين 0 و3.
5. حرك المفتاح حركة أخرى على اليمين، وقِسْ المقاومة بين 0 و 4 وبين 0 و3، ومن المفروض صدور صوت، منها نحدد أن هاتين النقطتين تمثلان تبريداً منخفضاً للمكيف، مع ملاحظة عدم صدور صوت عند قياس المقاومة بين 0 و1 وبين 0 و2.



1 - مفتاح انتقائي، يلاحظ تأشير قيمة التيار المسموح به عند كل نقطة، فالنقاط 1 و 2 و3 تبين أن أقصى قيمة للتيار هي 3 أمبير، أي إنها مخصصة لثلاث سرع للمراوح، في حين أن التيار المسموح به للنقطة 4 هو 20 أمبير، أي إن هذه النقطة مخصصة للضاغط. ومن الواضح أن مفتاح السرعة هذا مخصص لمكيف هواء جداري تبريد فحسب ثلاث سرع.

2- مفتاح انتقائي لمكيف بسرعتين، إذ إن النقطتين 1 و2 هي للمروحة، لأن التيار الأقصى المسموح به هو 3 أمبير، في حين أن النقطة 3 مخصصة للضاغط، لأن التيار الأقصى المسموح به هو 20 أمبير. ويلاحظ من الشكل إن النقطة 4 خالية من نقطة التوصيل



3- في هذا النوع من المفاتيح لا يتم تحديد شدة التيار على النقاط وإنما يتم تحديد المروحة واطئة السرعة وعالية السرعة وموقع الضاغط والمسخن، وكما يأتي، نلاحظ النقطتين المؤشر عليها بالرمز L2 إحداهما للضاغط والأخرى لسلك التسخين، والنقطة HI هي للمروحة السريعة، والنقطة LO للسرعة المنخفضة، في حين أن النقطتين A و B هما مأخذ للمصدر الكهربائي فحسب، النقطة الرباعية على يمين المفتاح لنقاط ربط ليس لها علاقة بعمل المفتاح، وعادة ما تستعمل لربط الخطوط الأخرى المحايدة وجمعها.

شكل 2-16 تحديد أطراف مفتاح انتقائي

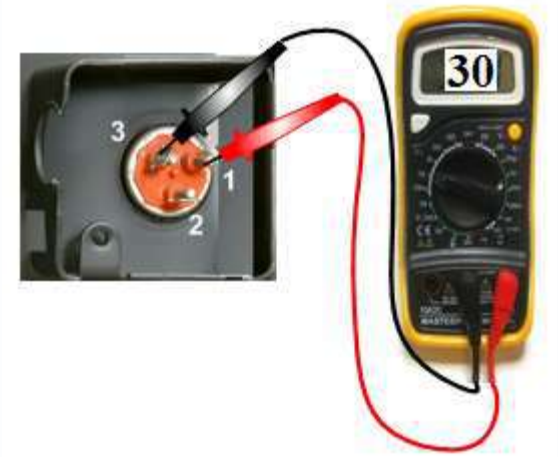
تمرين 2-18 تحديد الأطراف الثلاثة لضاغط مغلق

المواد والعُدد المطلوبة: 1- ضاغط مغلق صالح للعمل، 2- مقياس كهربائي متعدد الأغراض، 3- أوراق يمكن لصقها على الضاغط أو استعمال قلم تأشير دائمي.

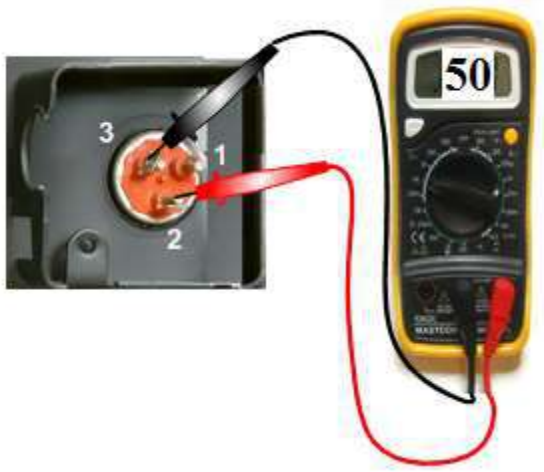
خطوات العمل:

1. ارفع غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط ورَقمها بالأرقام 1 و 2 و 3، والصق الأوراق على اطراف الضاغط.
2. ضع مؤشر المقياس متعدد الأغراض عند 10kΩ (يمكن إبدال هذه القيمة بحسب حجم الضاغط).
3. قِسْ المقاومة بين 1 و 2، كما مبين في الشكل (2-17-1) وسجل القيمة، ولتكن 20Ω مثلاً.
4. قِسْ المقاومة بين 1 و3 وسجل القيمة ولتكن 30Ω، كما مبين في الشكل (2-17-2).
5. أخيراً قِسْ المقاومة بين 2 و3 وسجلها ولتكن 50Ω، كما مبين في الشكل (2-17-3).
6. من القياس ظهرت لك ثلاث قيم للمقاومة هي قيمة صغرى وقيمة متوسطة وقيمة عظمى، وتمثل القيمة العظمى مجموع القيمتين الصغرى والوسطى.
7. كانت أقل قيمة للمقاومة (20Ω) بين 1 و 2 أي إنها بين R و C، كما مبين في الشكل (2-17-4).
8. في حين أن القيمة المتوسطة (30Ω) كانت بين 1 و 3 أي إنها تمثل المقاومة بين S و C
9. القيمة العظمى (50Ω) كانت بين 2 و 3 أي إنها تمثل المقاومة بين R و S.

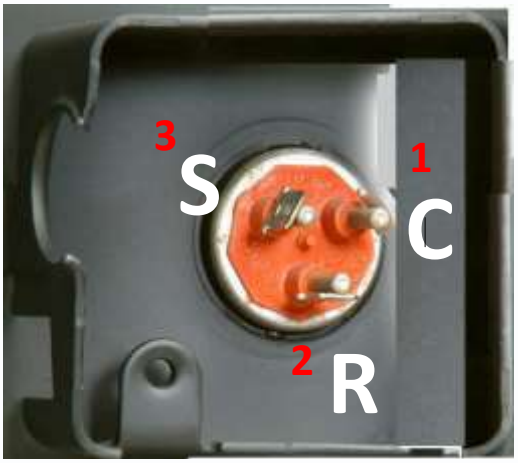
1- كانت أقل قيمة للمقاومة (20Ω) بين 1 و 2 أي إنها بين R و C



2- القيمة المتوسطة (30Ω) كانت بين 1 و 3 أي إنها بين S و C



3- القيمة العظمى (50Ω) كانت بين 2 و 3 أي إنها بين R و S.



4- حدد أطراف الضاغط وكما في أعلاه

شكل 2-17 تحديد أطراف ضاغط ترددي مغلق

5-2 فحص مكيف هواء جداري وشحنه Testing & Charging of an Air-Conditioner

تُعد شحنة مائع التثليج في مكيف هواء جداري كمية حرجة، لذا يجب اختيار الشحنة المناسبة عند شحن المكيف، ولغرض فحص ضغوط المكيف للتأكد من الشحنة، يجب استعمال صمامات ثاقبة، لأن دورة تثليج مكيف الهواء مغلقة ولا تحتوي على صمامات خدمة، ولغرض التأكد من كمية شحنة مائع التثليج في المنظومة يجب إجراء فحص أولي للمنظومة قبل فتح الدورة.

تمرين 2-19 فحص مكيف هواء جداري لأغراض معرفة كفاية شحنة مائع التثليج.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية اختبار مكيف هواء جداري لغرض معرفة كفاية شحنة مائع التثليج.

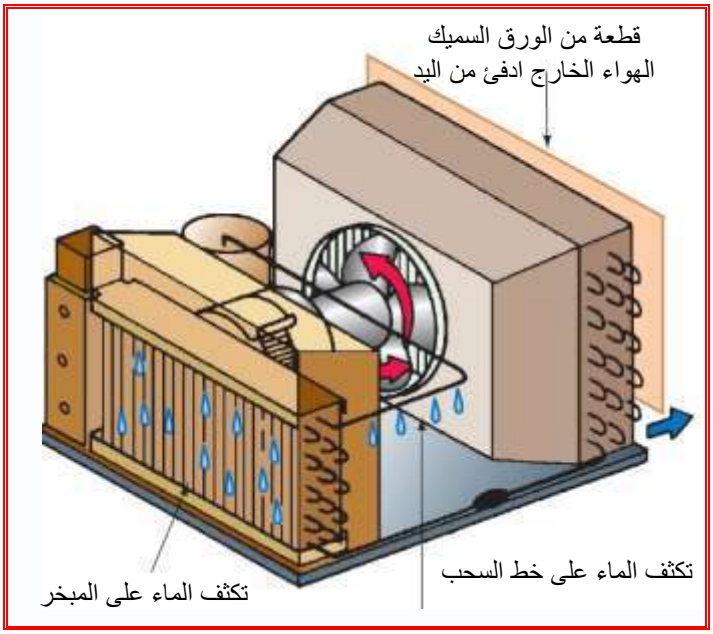
المواد والعُدد المطلوبة:

1- مكيف هواء جداري، 2- مقياس تيار ذو الفك، 3- محرار زجاجي، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. إسحب مكيف الهواء من غلافه.
2. تأكد من حرية حركة الهواء في كل من المبخر والمكثف.
3. شغل المنظومة عند أعلى تبريد Hi Cool.

4. دعْ المنظومة تعمل لمدة خمس دقائق في الأقل، وراقب تكثف بخار الماء على خط السحب وبالقرب من الضاغط، كما مبين في الشكل (2-18) ويجب أن يكون المبخر بارداً من الأسفل إلى الأعلى.
5. غطِ جزءاً من المكثف بقطعة من الورق السميك (الكارتون) لمنع مرور الهواء وذلك لزيادة ضغط الدفع، تصل درجة حرارة الهواء الخارج من المكثف بحدود 44˚C.
6. مع ارتفاع ضغط الدفع، دعْ المنظومة تعمل لمدة خمس دقائق أخرى، سوف تلاحظ انخفاضاً في كمية تكثف بخار الماء على خط السحب، وفي حال عدم وجود رطوبة كافية في الغرفة فإن التكثيف لن يحدث، وبدلاً منه نلاحظ برودة خط السحب.
7. يجب أن يكون المبخر بارداً من أسفله إلى أعلاه، عند ملاحظة تكون الثلج على أي جزء من المبخر في أثناء هذه العملية، فهذا يعني نقصاً في شحنة مائع التثليج، أو وجود انسداد في بعض أجزاء الدورة.
8. عند عدم برودة المبخر في أي جزء من أجزائه مع خروج هواء ببرودة قليلة برغم كفاية شحنة مائع التثليج، فهذا يدل على عجز الضاغط عن دفع بخار مائع التثليج، لذا يجب استعمال مقياس التيار ذي الفك، ووضعه على خط التيار المشترك C وقياس شدة التيار ومقارنتها بشدة التيار المسجلة على اللوحة التعريفية للمكيف، فإذا كان التيار المسحوب قليلاً جداً فمن المحتمل عطل أحد مكبسي الضاغط.



شكل 2-18 طريقة فحص مكيف الهواء

تمرين 2-20 الكشف عن مصدر التسرب في مكيف الهواء الجداري.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية الكشف عن مصدر تسرب بخار مائع التثليج.

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مكيف هواء جداري، 2- عُدة شحن، 3- رغوة صابون، 4- أسطوانة نيتروجين، 5- كاشف تسرب إلكتروني، 6- عُدة لحام أوكسي- أستيلين، 7- عُدة عمل كاملة، 8- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

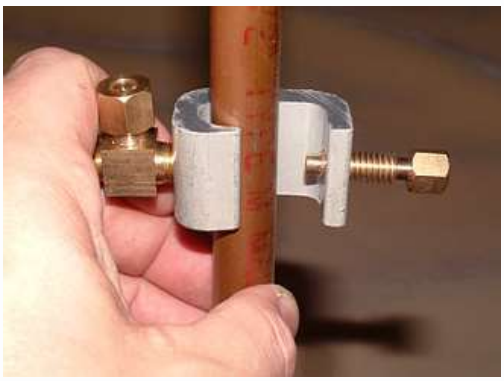
طريقة العمل:

عند التأكد من نقص شحنة مائع التثليج بواسطة التمرين أعلاه، وبحسب المعطيات التي لاحظناها منها عدم برودة أو عدم تكثف بخار الماء على خط السحب، فيجب أتباع الآتي:

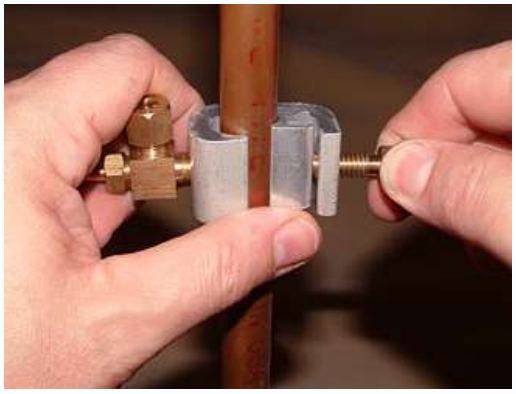
1. أحضرْ صماماً ثاقباً، كما مبين في الشكل (2-19-1)، ضع الصمام الثاقب حول الأنبوب كما مبين في الشكل (2-19-2).
2. أدخل الحشوة المناسبة التي تزود مع الصمام، كما مبين في الشكل (2-19-3)، أحكمْ غلق الصمام على الأنبوب كما مبين في الشكل (2-19-4)، ابدأ بلف عتلة الصمام باتجاه عقرب الساعة كما مبين في الشكل (2-19-5).
3. سيحدث الصمام ثقباً في الأنبوب وفي الوقت نفسه سوف تغلق إبرة الصمام الثقب الناتج بحيث لا يحدث تسرب في مائع التثليج، اربط مقياس الشحن على الصمام الثابت، كما مبين في الشكل (2-19-6).
4. إن مكيف الهواء لا يحتوي على صمامات خدمة، ولأن المكيف يعمل منذ مدة طويلة، فإن التسرب في الجهاز من المحتمل أنه وقع حديثاً، ويجب الإشارة هنا إلى أن إضافة شحنة إلى دورة التثليج دون إيجاد مصدر التسرب لا تحل المشكلة.
5. أوقف المكيف عن العمل، ثم انتظر وقتاً إلى حين تعادل الضغوط داخل دورة التثليج، وتأكد من وجود شحنة كافية في الدورة، ثم استعمل كاشف التسرب الإلكتروني للبحث عن مصدر التسرب.
6. عند عدم وجود شحنة كلياً في دورة التثليج استعمل النيتروجين الجاف لكشف منطقة التسرب، ويتم رفع الضغط داخل الدورة إلى ضغط مقياس بحدود 5Bar (75 psi).
7. استعمل رغوة الصابون، كما تعلمت سابقاً للكشف عن مصدر التسرب.

8. اطرد النيتروجين الجاف بعد معرفة مصدر التسرب، ثم عالج مصدر التسرب كما تعلمت سابقاً، **ويجب عدم تشغيل الدورة بوجود النيتروجين، إذ إن ضغوط عمله عالية جداً وتسبب ارتفاع درجة حرارة محرك الضاغط وعطبه.**
9. أعد الكشف عن التسرب مرة أخرى وتأكد من خلو الدورة من أي مصدر لتسرب الغاز.

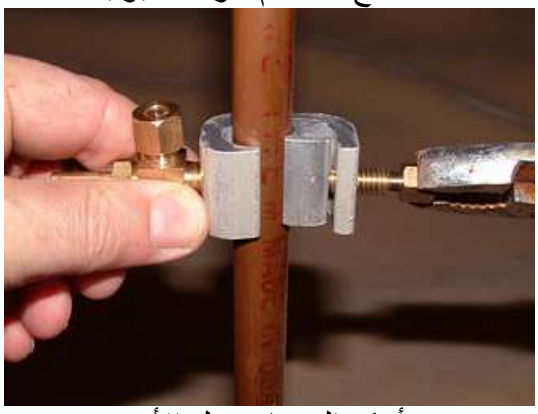
1- الصمام الثاقب



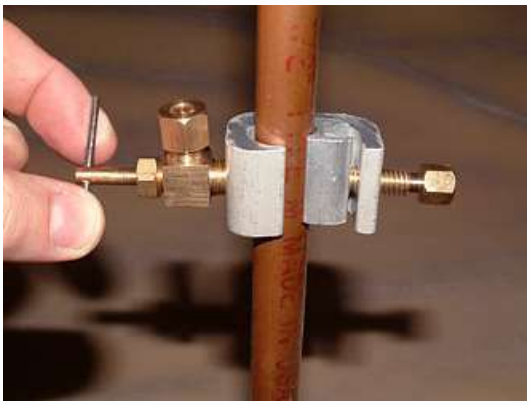
2- ضع الصمام حول الأنبوب



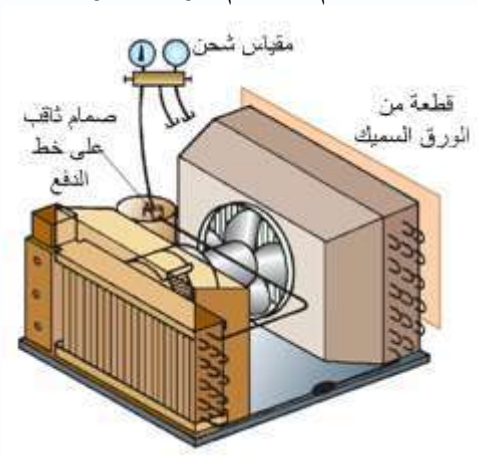
3- ضع الحشوة المناسبة



4- أحكم الصمام حول الأنبوب



5- لف عتلة الصمام باتجاه عقرب الساعة



6- ربط عُدة الشحن عند جهة الضغط العالي

شكل 2-19 طريقة فحص التسرب في مكيف هواء جداري

تمرين 2-21 تفريغ دورة تثليج مكيف هواء جداري

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تفريغ دورة تثليج لمكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:1- مضخة تفريغ، 2- صمام شحن، 3- عُدة شحن، 4- عُدة لحام أوكسي-أستيلين، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

ملاحظة: الربط التالي يُعتمد لغرض التفريغ والشحن في وقت واحد، وفي حال التفريغ فحسب يتم الاستغناء عن أسطوانة مائع التثليج، ويترك الأنبوب المطاطي المتصل بها فارغاً.

1. إفتح أبرة صمام الشحن، واسحب الإبرة منه قبل اللحام، إذ إن بقاء الإبرة داخل الصمام في أثناء عملية اللحام تؤدي إلى تلف حاكم التسرب حول الأبرة، كما مبين في الشكل (2-20-1).
2. الحمْ صمام الشحن على خط الخدمة للضاغط، كما مبين في الشكل (2-20-2)، وكما في تمارين اللحام التي تعلمتها سابقاً.
3. يبين الشكل (2-20-3) صمام الشحن بعد لحامه على خط الخدمة للضاغط.
4. أربط مضخة التفريغ (الخواء) على النقطة المشتركة لصمام الشحن وعلى النقطة العليا، ولغرض تهيئة الربط للشحن نربط أنبوباً مطاطياً في النقطة السفلى للصمام المشترك مع أسطوانة الشحن، في حين أن جهة الضغط الواطئ تربط إلى صمام الشحن الذي تم لحامه على خط الخدمة للضاغط، وكما في الشكل (2-20-4).
5. إفتح مقياس الشحن لطرد الغازات الباقية في الدورة، ثم أفحص مضخة التفريغ وتأكد من مستوى الزيت فيها.
6. صلْ مضخة التفريغ بالمصدر الكهربائي، ودعها تعمل لمدة 10 إلى 15 دقيقة، ثم أغلق صمام الفتحة المشتركة، ولاحظ مقياس الضغط الواطئ، وتأكد من عدم زيادة الضغط في الدورة، فإذا بدأ الضغط بالازدياد، فهذا يدل على وجود تسرب في الدورة، في هذه الحالة أفحص توصيلات الأنابيب المطاطية ومقياس الشحن، وتأكد من إحكام الربط، إذا استمر الضغط بالازدياد فهذا يعني وجود عيب في وصلات اللحام، إفصلْ الربط وأجر فحص التسرب مرة أخرى كما تعلمت.
7. في حالة عدم وجود تسرب، أكمل تشغيل مضخة التفريغ مرة أخرى واستمر بالإخواء لمدة 15 دقيقة أخرى ولاحظ المقياس، ثم 15 دقيقة أخرى.

8. أغلق جميع صمامات عُدة الشحن، واترك الدورة لمدة ساعة في الأقل، وراقب الضغط مرة أخرى، قد تحدث زيادة بسيطة في الضغط نتيجة لوجود بخار الماء في الدورة، في هذه الحالة أعدْ تشغيل مضخة التفريغ (الخواء)، ثم افتح صمام الفتحة المشتركة وصمام فتحة الضغط الواطئ، واستمر 15 دقيقة أخرى إلى أن يصل ضغط الخواء بحدود 100 kPa (29.8 in Hg).
9. عند عدم حدوث زيادة أخرى في الضغط هذا يعني أن المكيف أصبح جاهزاً للشحن.

1- إفتح أبرة صمام الشحن

2- إلحم صمام الشحن على خط الخدمة للضاغط

3- صمام الشحن بعد لحامه

4- طريقة الربط لأغراض الإخواء

شكل 2-20 عملية تفريغ دورة تثليج لمكيف هواء جداري

تمرين 2-22 شحن مكيف هواء جداري.

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مضخة تفريغ (إخواء)، 2- صمام شحن، 3- عُدة شحن، 4- عُدة لحام أوكسي-أستيلين، 5- أسطوانة مائع تثليج R-22، 6- عُدة عمل كاملة، 7- مقياس تيار ذو الفك، 8- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل: استعمل ميزان الشحن الحساس المبين في الشكل (2-20-4)، واتبع الخطوات التالية لشحن المنظومة بالشحنة المناسبة من مائع التثليج:

1. اربط أسطوانة مائع التثليج بالنقطة المشتركة لمقياس الشحن، ثم اربط طرف الضغط الواطئ لمقياس الشحن بصمام الشحن على خط الخدمة، كما مبين في الشكلين (2-21-1) و(2-21-2).
2. شغّلْ المنظومة عند التبريد العالي.
3. راقب ضغط السحب في أثناء عمل المنظومة، ولا تدعه ينخفض إلى ما دون الضغط الجوي، أضف كمية من بخار مائع التثليج بواسطة، خط السحب إذا انخفض الضغط في خط السحب بشكل كبير.
4. اضبط تدفق الهواء خلال المكثف إلى أن يكون الضغط المقاس لخط الدفع بحدود (260 psi– 300) وبحسب درجة حرارة الجو ولمائع التثليج R-22، ويمكن إضافة بخار مائع التثليج إذا دعت الحاجة لذلك. التيار المسحوب عند اكتمال الشحنة لمكيف سعة 2 TR بحدود (13 A-14) وبحسب نوع الجهاز.
5. استمرْ بإضافة بخار مائع التثليج بصورة دفعات بحيث تحافظ على الضغط المذكور ضغطاً مقاساً، ويتم التحكم بهذا الضغط عن طريق التحكم بكمية الهواء المارة على المكثف، استمرْ بإضافة بخار مائع التثليج إلى أن يتكثف بخار الماء على خط السحب، مع ملاحظة بدء برودة المبخر مع استمرار إضافة مائع التثليج من بدايته باتجاه نهاية المبخر.
6. يتم التعرف على كفاية شحنة مائع التثليج عن طريق رفع الحاجز عن المكثف الذي يعيق مرور الهواء، وترك المكيف يعمل لمدة 15 دقيقة، وعندها يجب أن يكون ضغط الدفع بالحدود المذكورة وضغط السحب بحدود 70 psi ضغط مقياس.
7. قارن التيار الذي يسحبه المكيف في أثناء العمل الأقصى له بالتيار التصميمي، ويجب أن يكون مقارباً للتيار التصميمي.

1- ربط أسطوانة مائع التثليج بالأنبوب الأصفر

2- ربط مقياس صمام الخدمة بالأنبوب الأزرق

شكل 2-21 ربط أسطوانة مائع التثليج والمكيف بواسطة عُدة الشحن لأغراض شحن مكيف هواء جداري

الفصل الثالث

وحدات تكييف الهواء المنفصلة

Split-Unit Air-Conditioners

وحدات تكييف الهواء المنفصلة

Split-Unit Air-Conditioners

1-3 مقدمة Introduction

تسمى المكيفات بالمكيفات المنفصلة إذا تم عزل وحدة التكثيف، (الضاغط والمكثف وأداة التمدد أحياناً)، عن وحدة التبخير، وفي هذا النوع من المكيفات يتم وضع منظومة التكثيف خارج الغرفة، وتسمى بالوحدة الخارجية (Out-Door Unit)، في حين أن الجزء الذي يحتوي على المبخر ومروحة المبخر داخل الغرفة، وتسمى بالوحدة الداخلية (In-Door Unit)، ويبين الشكل (3-1) المكيف المنفصل بوحدتيه الداخلية والخارجية.

شكل 3-1 مكيف الهواء المنفصل بوحدتيه الداخلية والخارجية

وسيتم التركيز في هذا الفصل على اعتبارات نصب وصيانة وحدات التكييف المنفصلة وطرائقها.

2-3 نصب وحدات التكييف المنفصلة Split-Units Installation

قبل شراء وحدات التكييف المنفصلة ونصبها يجب مراعاة الآتي:

- التأكد من وجود دليل الجهاز ومنه يمكن معرفة الملحقات التي تجهز مع وحدة التكييف، كما مبين في الشكل (3-2)، وأقصى تيار يجهز للوحدة.
- التأكد من لوحة الجهاز التي تثبت على الوحدة الخارجية ومنه يمكن معرفة سعة الجهاز والضغوط العاملة ومائع التثليج المستعمل.
- التأكد من سلامة جميع أجزاء الجهاز وعدم وجود كسر أو تلف بأية صورة، والتأكد من سلامة المراوح، وغلق جميع صمامات الوحدتين الداخلية والخارجية، وسلامة الأنابيب النحاسية، ويرفض الجهاز الذي لم يحكم غلق الصمامات أو الأنابيب النحاسية.
- التأكد من ملائمة أقطار الأنابيب النحاسية مع الصمامات.

شكل 3-2 ملحقات وحدة التكييف المنفصل

تمرين 3-1 نصب وحدة تكييف منفصلة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تثبيت وحدة تكييف منفصلة ونصبها وفحصها وشحنها.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- جهاز مكيف هواء من النوع المنفصل، 2- عُدة تفليج، 3- مقياس ضغط خواء إلكتروني (ثرمستور)، 4- مضخة تفريغ (إخواء)، 5- ميزان حساس، 6- عُدة شحن، 7- عُدة عمل.

خطوات العمل:

1. بعد التأكد من النقاط المذكورة أعلاه، نحدد الأبعاد المسموح بها للوحدة الداخلية، التي تساوي في الأقل 15 cm بين السقف والوحدة الداخلية، وترك مسافة بين الوحدة الداخلية والجدار لا تقل عن 30 cm وأقل ارتفاع للوحدة الداخلية عن الأرضية يجب أن لا يقل عن 225 cm، كما مبين في الشكل (3-3-7).
2. يبين الشكل (3-3-8) أقل أبعاد مطلوبة لنصب وحدة التكييف الخارجية، وهي 15 cm من الخلف و15 cm من الجانب الذي لا يحتوي على أنابيب، ولمتطلبات الصيانة والنصب تترك في الأقل مسافة مقدارها 60 cm على الجانب الذي يحتوي على أنابيب، و70 cm مسافة حرة أمام الجهاز لمتطلبات دفع الهواء.
3. افتح العلبة التي تحتوي على الوحدة الداخلية، وارفع اللوحة المعدنية المخصصة لتثبيت الوحدة الداخلية على الجدار، كما مبين في الشكل (3-3-9).
4. أستعمل مفك اللوالب لتحرير الأنابيب النحاسية من خلف الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-3-10).
5. ثبتْ فتحة تصريف بخار الماء المتكثف أسفل الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-3-11).
6. حدد مكان تثبيت الوحدة الداخلية اعتماداً على الأبعاد الموصى بها، ثم حدد مكان الثقوب المطلوب ثقبها في الجدار، كما مبين في الشكل (3-3-12).
7. بعد ثقب الجدار ثبت اللوحة المعدنية عليه بواسطة اللوالب، كما مبين في الشكل (3-3-13).
8. أثقب الجدار بقطر مناسب لغرض إمرار الأنابيب (غالباً ما يكون قطر الثقب المستعمل لمرور الأنابيب النحاسية والأنبوب المطاطي المستعمل لتصريف الماء المتكثف والأسلاك الكهربائية بقطر 5 cm، كما مبين في الشكل (3-3-14).

9. ابدأ بسحب الأنبوبين من خلف الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-3-15)، ثم اجعلهما بشكل قائم، كما مبين في الشكل (3-3-16).
10. استعمل القفيص لتثبيت الأنبوب المطاطي المستعمل لتصريف الماء، كما في الشكل (3-3-17).
11. ابدأ بإدخال الأسلاك الكهربائية من خلال الفتحة في الجدار، كما مبين في الشكل (3-3-18).
12. امرر الطرف الثاني للسلك من خلال الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-3-19)، ثم من خلال لوحة تثبيت الأسلاك الكهربائية في الوحدة الداخلية، كما في الشكل (3-3-20).
13. اجمع الأنبوب المطاطي لتصريف الماء المتكثف والأسلاك الكهربائية والأنبوبين النحاسيين خلف الوحدة الداخلية معاً، ثم احكم الربط بواسطة شريط مطاطي لاصق، كما مبين في الشكل (3-3-21).
14. ارفع الوحدة الداخلية، ومرَر مجموعة الأنابيب والأسلاك من خلال ثقب الجدار، ثم علّق الوحدة الداخلية على الجدار، كما في الشكل (3-3-22).
15. ابدأ التحضير لنصب الوحدة الخارجية، والخطوة الأولى هي تثبيت القاعدة المطاطية للوحدة الخارجية، كما مبين في الشكل (3-3-23).
16. اختر مكاناً صلباً وأفقياً لتثبيت الوحدة الخارجية بحيث تكون مستقرة، كما في الشكل (3-3-24).
17. افتح الصامولة من على صمام الدفع، كما في الشكل (3-3-25)، ثم ارفعها من مكانها، كما في الشكل (3-3-26).
18. قِسْ الطول المطلوب لإيصال الوحدة الداخلية بالوحدة الخارجية، ثم اقطع الجزء الفائض في حالة تضرره، كما مبين في الشكل (3-3-27). ثم استعمل نهاية أداة القطع في تنظيف القطر الداخلي من الرايش، كما مبين في الشكل (3-3-28). علماً أنه يتم تزويد الوحدات بأنابيب نحاسية بأطوال مختلفة لا تتجاوز 15م.
19. ادخل الأنبوب النحاسي خلال الصامولة، ثم ابدأ بتفليج الأنبوب النحاسي، كما في الشكل (3-3-29). ويجب أن يكون التفليج منتظماً، كما في الشكل (3-3-30).
20. صِلْ أنابيب الوحدة الداخلية بالأنابيب الخارجة من الوحدة الخارجية، كما في الشكل (3-3-31).
21. احكمْ الربط جيداً، كما في الشكل (3-3-32).
22. اربط نهاية طرفي الأنبوبين بالوحدة الخارجية، كما مبين في الشكل (3-3-33).
23. استعمل أسطوانة النيتروجين الجاف لأغراض فحص التسرب، كما مبين في الشكل (3-3-34).
24. اضبط ضغط النيتروجين عند ضغط (100 kPa)، ثم افحص وحدة التكييف لأغراض التسرب، كما مبين في الشكل (3-3-35).

25. أشحن المنظومة بغاز النيتروجين الجاف عند ضغط (100 kPa)، ثم افحص لأغراض التسرب، كما مبين في الشكل (3-3-36). **ملاحظة مهمة يجب عدم إطلاق مائع التثليج المحصور في الوحدة الخارجية، وإبقاء صمام الدفع وصمام السحب للوحدة الخارجية مغلقين.**

26. بعد التأكد من عدم وجود تسرب في وصلات الربط يُعمل على تسريب غاز النيتروجين الجاف من الدورة، كما مبين في الشكل (3-3-37).

27. بعد تسريب النيتروجين يجب إجراء تفريغ تام للدورة، وابدأ بربط الثرمستور كما تعلمت في المرحلة الثانية، ويبين الشكل (3-3-38) طريقة ربط الثرمستور، لتحقيق تفريغ تام للهواء والرطوبة إن وجدت.

28. أتبع طريقة التفريغ الثلاثي في تفريغ الدورة، ويبين الشكل (3-3-39) الضغوط التي يجب إجراء التفريغ عليها.

29. أعد فحص التسرب مرة أخرى في حالة عدم حصول التفريغ التام في الخطوة السابقة، والتأكد من عدم وجود أي تسرب، كما مبين في الشكل (3-3-40).

30. يبين الشكل (3-3-41) الشكل النهائي للوحدة الخارجية قبل إجراء عملية الربط الكهربائي.

31. أرفع غطاء التوصيلات الكهربائية للوحدة الخارجية، كما مبين في الشكل (3-3-42).

32. أربطْ أسلاك السيطرة التي تتحكم بتشغيل الوحدتين الداخلية والخارجية، مستعيناً بدليل الجهاز، كما في الشكل (3-3-43).

33. أربط أسلاك القدرة للوحدة الخارجية بالوحدة الداخلية، كما في الشكل (3-3-44).

34. أربط أسطوانة مائع التثليج إلى منظومة الشحن، كما تعلمت في المرحلة الثانية، كما مبين في الشكل (3-3-45).

35. إن موائع التثليج الحديثة مثل مائع التثليج R-410A يتكون من خليط من عدة موائع، وفي هذه الحالة **يجب ولا بد من شحن المنظومة بسائل مائع التثليج وتجنب شحنها ببخار مائع التثليج**. أما إذا استعمل مائع التثليج R-22 فلا يوجد فرق في شحن المنظومة ببخار أو سائل مائع التثليج، ويبين الشكل (3-3-46) إضافة الشحنة الإضافية عن طريق شحنها بسائل مائع التثليج، لأن مائع التثليج هو R-410A. علماً أن وحدات التكييف الحديثة تشحن بشحنة كاملة في المصنع، ويتم التأكد من كمية مائع التثليج بعد نصب الجهاز.

36. بعد الانتهاء من عملية الشحن، يتطلب الأمر إطلاق الشحنة المحصورة في الوحدة الخارجية، لذا أرفع غطاء صمام الدفع، كما مبين في الشكل (3-3-47).

37. أستعمل مفتاح حرف L (ألينكي) في فتح صمام الدفع، كما في الشكل (3-3-48)، ثم ارجع الغطاء كما مبين في الشكل (3-3-49). ثم أعد العملية على صمام السحب.

38. أوصلْ التيار الكهربائي إلى وحدة التكييف، ثم شغل الوحدة الداخلية، كما في الشكل (3-3-50).

39. تأكدْ من جودة الجهاز عن طريق استعمال مقياس درجة الحرارة يعمل بالأشعة فوق الحمراء، كما مبين في الشكل (3-3-51).

40. تؤخذ بعض الاعتبارات إذا تم نصب الوحدة الخارجية بمستوى أعلى من الوحدة الداخلية، وذلك عن طريق عمل مصيدة أو انحناء في الأنابيب الخارجة والداخلة إلى الوحدة الخارجية، كما مبين في الشكل (3-3-52).

1- عُدة مفاتيح

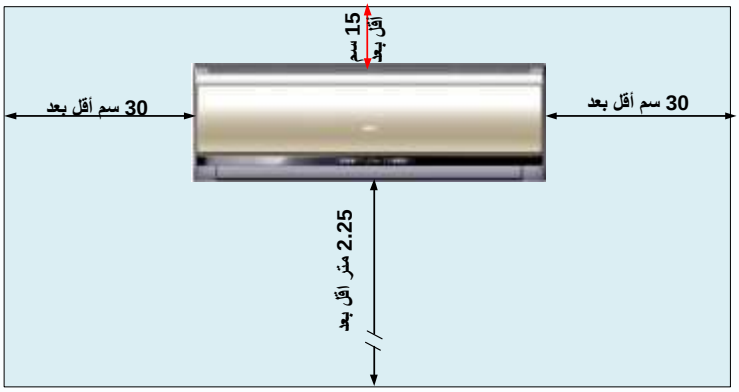
2- عُدة تفليج

3- مقياس ضغط خواء إلكتروني

4- مضخة تفريغ

5- ميزان حساس

6- عُدة الشحن



7- الأبعاد المسموح بها حول الوحدة الداخلية

8- الأبعاد المسموح بها للوحدة الخارجية

9- رفع قاعدة الوحدة الداخلية

10- تحرير أنابيب الوحدة الداخلية

11- تثبيت أنبوب التصريف

12- تعيين الثقوب على الجدار

13- ثقب الجدار وتثبيت قاعدة الوحدة الداخلية

14- ثقب الجدار

15- سحب أنبوب الوحدة الداخلية

16- تحرير الأنبوب النحاسي للوحدة الداخلية

17- تثبيت أنبوب التصريف

18- مد الأسلاك عبر الثقب في الجدار

19- تمرير الأسلاك الكهربائية للوحدة الداخلية

20- تمرير الأسلاك عبر لوحة تثبيت الأسلاك

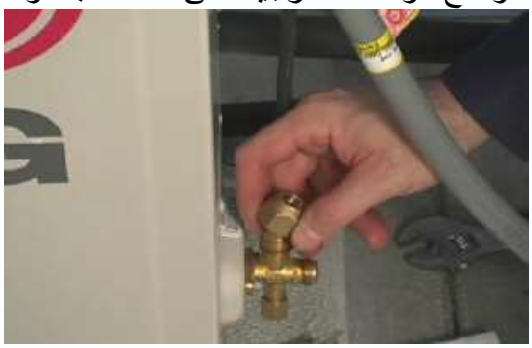
21- جمع أنبوب التصريف والأنبوب النحاسي والأسلاك الكهربائية معاً بواسطة شريط لاصق

22- تمرير مجموعة الأسلاك والأنابيب عبر فتحة الجدار وتثبيت الوحدة الداخلية

23- تثبيت مخمد الاهتزاز للوحدة الخارجية

24- وضع الوحدة الخارجية على قاعدة ثابتة وصلبة

25- فتح صامولة تثبيت الأنابيب لخطي الدفع والسحب



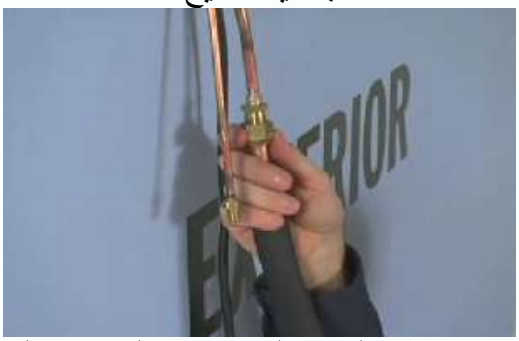
26- رفع الصامولة من الجهاز

27- قطع نهاية الأنبوب في حال تضررها

28- تنظيف منطقة قطع الأنبوب

29- إدخال الأنبوب النحاسي خلال الصامولة والبدء بعملية التفليج

30- تفليج الأنابيب



31- ربط خطي الدفع والسحب بين الوحدتين الداخلية والخارجية

32- إحكام ربط الأنابيب

33- ربط صامولتي خطي الدفع والسحب

34- استعمال النيتروجين الجاف لفحص التسرب

35- ضع الضغط عند ضغط 100 kPa

36- افتح القنينة وافحص التسرب

37- بعد التأكد من عدم التسرب سرب النيتروجين وأرفع الربط

38- ابدأ بعملية الإخواء واربط مقياس ضغط الخواء الإلكتروني

39- أستعمل الإخواء الثلاثي لعملية الإخواء

40- أفحص التسرب للمرة الأخيرة

41- الشكل النهائي للوحدة الخارجية

42- أرفع غطاء التوصيلات الكهربائية

43- أربط أسلاك السيطرة بين الوحدتين الخارجية والداخلية

44- أربط أسلاك الوحدة الخارجية بالوحدة الداخلية

45- أربط أسطوانة مائع التثليج

46- إذا كان مائع التثليج R-410A فيجب شحن مائع التثليج بطور السائل

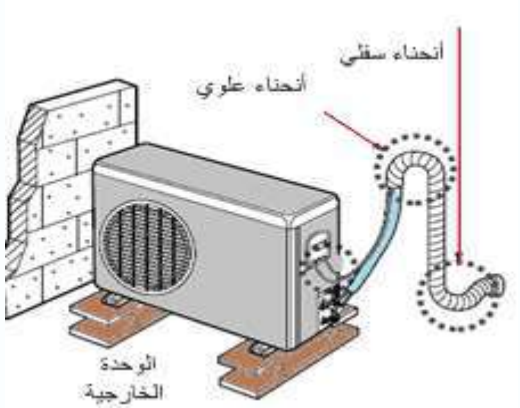
47- أرفع الغطاء عن صمام الدفع

48- أستعمل مفتاح L لفتح صمامي الدفع والسحب

49- أرجع غطاء الصمام

50- أوعز إلى الوحدة الداخلية بالعمل

51- قِسْ درجة حرارة المبخر بواسطة محرار الأشعة تحت الحمراء



52- في حال نصب الوحدة الخارجية بمستوى أعلى من الوحدة الداخلية

شكل 3-3 نصب وحدة تكييف منفصل

تمرين 3-2 تنظيف مبخر وحدة تكييف منفصل ميكانيكياً

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع الغطاء الخارجي لمبخر وحدة تكييف وتنظيفها ميكانيكياً.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- جهاز مكيف هواء من النوع المنفصل، 2- ملابس وعُدة سلامة مهنية، 3- مكنسة كهربائية، 4- فرشاة صغيرة، 5- عُدة عمل كاملة.

خطوات العمل:

تُتبع هذه الطريقة إذا لم يكن المبخر متسخاً بشكل كبير، إذ يمكن استعمال المكنسة الكهربائية والفرشاة بصورة أولية لشفط الأتربة من المبخر، كما مبين في الشكل (3-4).

1. يبين الشكل (3-4-1) الوحدة الداخلية لوحدة تكييف منفصل، افتح الغطاء الخارجي للوحدة الداخلية وارفعه إلى الأعلى ببطء، ثم حرر مكان اتصال الغطاء بالغلاف الخارجي، وغالباً ما يكون الاتصال من دون لوالب وعن طريق تعشيق الغطاء بالغلاف، كما مبين في الشكل (3-4-2).
2. أرفع الغطاء بشكل كامل، كما مبين في الشكل (3-4-3).
3. أرفع المرشح من الجهاز، كما مبين في الشكل (3-4-4).
4. أرفع موزعات الهواء، كما مبين في الشكل (3-4-5).
5. أستعمل مفك اللوالب لفتح غطاء اللوحة الكهربائية بغلاف الوحدة الداخلية، كما في الشكل (3-4-6)، ثم ارفع الغطاء كما مبين في الشكل (3-4-7).
6. افتح اللوالب التي تثبت غلاف الوحدة بجسم الوحدة، وتكون هذه اللوالب أسفل الوحدة وخلف زعانف توزيع الهواء، كما مبين في الشكل (3-4-8).
7. أرفع غلاف الوحدة إلى الأعلى قليلاً، كما في الشكل (3-4-9)، ولا تحاول أن ترفعه أكثر، إذ أن الغطاء متصل بجسم وحدة التكييف عن طريق التعشيق.
8. أستعمل مفك اللوالب لتحرير التعشيق بين الغلاف والوحدة الداخلية، وتكون نقاط التعشيق أعلى وحدة التكييف، كما مبين في الشكل (3-4-10).
9. يبين الشكل (3-4-11) الوحدة الداخلية بعد رفع الغطاء عنها، في حين أن الشكل (3-4-12) يبين المبخر ومدى إتساخه، ومن ملاحظة الشكل يتضح أن هنالك كمية قليلة من الأتربة يمكن إزالتها بواسطة المكنسة الكهربائية.
10. شغل المكنسة الكهربائية، وابدأ بعملية التنظيف الأولي لمبخر الوحدة، كما في الشكل (3-4-13).

11. أستعمل الفرشاة كمرحلة تنظيف ثانية، وتتم عن طريق تمشيط زعانف المبخر إلى الأعلى والأسفل مع تقريب خرطوم المكنسة من منطقة التنظيف لمنع تطاير الغبار، كما في الشكل (3-4-14).

12. بعد الانتهاء من تنظيف وجه المبخر بأكمله بواسطة الفرشاة تجرى عملية تنظيف شاملة للمبخر بواسطة المكنسة الكهربائية، كما مبين في الشكل (3-4-15).

13. أغسل الغطاء الخارجي وجسم الغطاء بالماء البارد بشكل دقيق، كما مبين في الشكل (3-4-16).

1- الوحدة الداخلية

2- افتح الغطاء

3- أزل الغطاء كلياً

4- أرفع المرشح

5- أرفع موزعات الهواء

6- استعمل المفك لفتح لوالب اللوحة الكهربائية

7- أرفع غطاء اللوحة الكهربائية

8- افتح اللوالب التي تثبت الغطاء بالجهاز

9- أرفع الغطاء قليلاً

10- استعمل المفك لفك الاشتباك بين الغطاء والجسم

11- الوحدة الداخلية بعد إزالة الغطاء

12- مبخر الوحدة الداخلية ويلاحظ مدى أتساخه

13- استعمال المكنسة الكهربائية أولاً

14- استعمال الفرشاة مع المكنسة

15- التنظيف النهائي للوحدة الداخلية

16- غسل غطاء الوحدة الداخلية بالماء

شكل 3-4 تنظيف مبخر الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل

تمرين 3-3 تنظيف الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل باستعمال المواد الكيميائية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال المواد الكيميائية في تنظيف مبخر الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- جهاز مكيف هواء من النوع المنفصل، 2- علبة مادة تنظيف كيميائية، 3- قطعة قماش.

خطوات العمل:

إن تجمع الأتربة على سطح المبخر مصحوباً بتكثف بخار الماء عليه يؤدي إلى تكون طبقة صلبة من الأتربة المتحجرة المتكلسة على سطح المبخر، وإن إزالة هذه الطبقة ميكانيكياً يؤدي إلى تلف زعانف المبخر أو حتى ثقب أنابيب المبخر، لذا يُعمد إلى استعمال مواد كيميائية تتفاعل مع هذه الطبقة من دون التفاعل مع معدن الأنبوب مثل حامض الهيدروكلوريك المخفف (HCl)، أو أية مادة ينصح باستعمالها لمثل هذه الحالات، وبالإمكان الحصول عليها من الأسواق بسهولة، وسيتم شرح طريقة تنظيف مبخر الوحدة الداخلية بواسطة المواد الكيميائية، كما في الشكل (3-5).

1. افتح غطاء الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-5-1).
2. أرفع مرشح الهواء من مكانه، كما مبين في الشكل (3-5-2).
3. تتكون علبة المادة الكيميائية من رشاش المادة فضلاً عن إلى أنبوبة من اللدائن تثبت على قاعدة مفتاح الرشاش، كما مبين في الشكل (3-5-3).
4. ابدأ برش المادة الكيميائية بانتظام على مبخر الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-5-4).
5. أستمر برش المادة الكيميائية إلى أن يتغطى سطح المبخر بالكامل، كما مبين في الشكل (3-5-5).
6. أترك المبخر على هذه الحالة مدة من الزمن إلى أن تبدأ المادة بالتسامي، كما في الشكل (3-5-6).
7. أستعمل قطعة قماش سميكة وجافة لإزالة المادة الكيميائية بالكامل من سطح المبخر، كما مبين في الشكل (3-5-7).
8. أغسل مرشح الهواء، وأعده إلى مكانه، كما مبين في الشكل (3-5-8).
9. أغلق غطاء الوحدة الداخلية، كما مبين في الشكل (3-5-9).
10. أنتظر مدة من الزمن بحدود 30 دقيقة، ثم أعد تشغيل مكيف الهواء، كما في الشكل (3-5-10).

1- ارفع غطاء الوحدة الداخلية

2- ارفع مرشح الوحدة الداخلية

3- استعمل رشاش المواد الكيميائية

4- رش المادة الكيميائية على مبخر الوحدة الداخلية

5- غمر المبخر بالمادة الكيميائية

6- انتظر مدة لحين تسامي المادة الكيميائية

7- امسح ما بقي من المادة الكيميائية بقطعة قماش جافة

8- أرجع المرشح إلى مكانه

9- أغلق غطاء الوحدة الداخلية

10- شغل الوحدة الداخلية

شكل 3-5 تنظيف الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل باستعمال المواد الكيميائية

تمرين 3-4 تهيئة الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل للربط الكهربائي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تهيئة الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل للربط الكهربائي.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مفك لوالب، 2- وحدة داخلية لمكيف هواء.

خطوات العمل:

1. افتح غطاء لوحة التوصيل الكهربائي الواقعة على جانب مرشح الهواء، كما في الشكل (3-6-1).
2. أرفع الغطاء المعدني، ستشاهد غطاءً مصنوعاً من اللدائن، كما مبين في الشكل (3-6-2).
3. أستعمل مفك اللوالب لرفع الغطاء اللدن، كما مبين في الشكل (3-6-3).

4. يبين الشكل (3-6-4) لوحة الربط الكهربائي، ومن الأخطاء الشائعة وضع الغلاف المعدني على مرشح الهواء مما يسبب تمزق المرشح وقصور أدائه في حجب الغبار، لذا يجب عدم وضع الغلاف المعدني على مرشح الهواء.
5. افتح الغلاف اللدن الذي يحتوي على ثقب مخصص لمرور السلك الكهربائي، كما مبين في الشكل (3-6-5).
6. أدخل السلك الكهربائي خلال الثقب، كما مبين في الشكل (3-6-6).
7. افتح القفيص اللدن بواسطة مفك اللوالب، كما مبين في الشكل (3-6-7).
8. ضع السلك الكهربائي تحت القفيص اللدن، واحكم ربط القفيص، كما مبين في الشكل (3-6-8)، وبهذا يكون مكيف الهواء المنفصل جاهزاً للربط.

1- ارفع الغطاء المعدني

2- ظهور غطاء من اللدائن

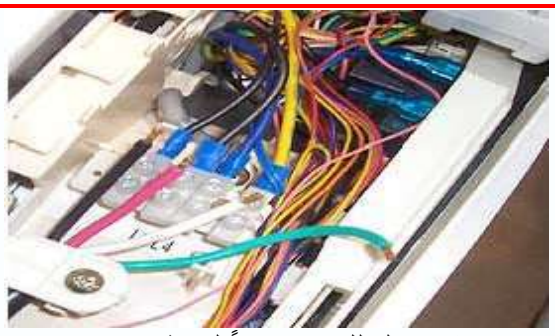
3-افتح اللولب الذي يثبت الغطاء

4- يجب عدم وضع الغطاء المعدني على المرشح

5- افتح الغطاء للسماح بالسلك للمرور من خلاله

6- ادخل السلك من خلال الثقب

7- افتح القفيص لتثبيت السلك الكهربائي



8- تثبيت السلك استعداداً لربطه في مكانه

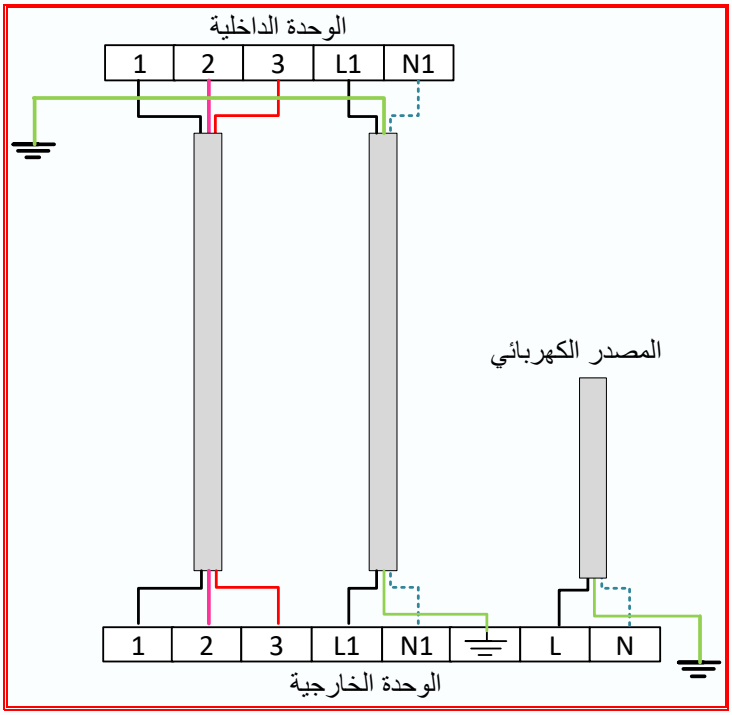
شكل 3-6 تهيئة الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل للربط الكهربائي

تمرين 3-5 ربط الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل بالوحدة الخارجية ربطاً كهربائياً.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على الربط الكهربائي للوحدة الداخلية لمكيف هواء بالوحدة الخارجية.
المواد والعُدد المطلوبة: 1- مفك لوالب، 2- مكيف هواء من النوع المنفصل.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (3-7-1) مخططاً لربط الوحدة الخارجية بالوحدة الداخلية الذي يتم الاعتماد عليه في الربط الكهربائي للتمرين.
2. ارفع العازل المطاطي من الأسلاك الكهربائية، كما مبين في الشكل (3-7-2).
3. أربط الأسلاك الكهربائية للوحدة الداخلية بحسب الألوان في مخطط الربط، كما مبين في الشكل (3-7-3).
4. بعد ربط الوحدة الداخلية استعد لربط الوحدة الخارجية، وابدأ برفع غطاء لوحة الربط الكهربائي، كما مبين في الشكل (3-7-4).
5. لاحظ مكان ربط الأسلاك الكهربائية بأرقام وحروف مشابهة لتلك التي في الوحدة الداخلية، مع زيادة نقطتي ربط المصدر الرئيس للكهرباء، كما مبين في الشكل (3-7-5).
6. أنجز الربط للوحدة الخارجية بحسب الألوان والمخطط، كما مبين الشكل (3-7-6).
7. تحتوي وحدة تكييف الهواء المنفصل على سلك إذابة الجليد، ويتكون السلك من جزأين احدهما في الوحدة الداخلية، كما في الشكل (3-7-7)، والآخر في الوحدة الخارجية، كما في الشكل (3-7-8)، وتتكون نهايتا السلكين من قفيصين يربطان بالضغط، كما في الشكل (3-7-9). بعد ربط سلك إذابة الجليد يكون مكيف الهواء المنفصل جاهزاً للعمل. علماً أن سلك إذابة الجليد موجود في المنظومات التي تحتوي على منظومة تدفئة باعتماد الدورة المعكوسة فحسب.



1- المخطط الكهربائي لربط الوحدة الداخلية بالوحدة الخارجية

2- رفع العازل من الأسلاك استعداداً للربط

3- ربط الأسلاك في الوحدة الداخلية

4- فتح غطاء لوحة الربط الكهربائي للوحدة الخارجية

5- أطراف الأسلاك الكهربائية للوحدة الخارجية

6- ربط الأسلاك الكهربائية للوحدة الخارجية

7- سلك منظومة إذابة الجليد للوحدة الداخلية

8- موقع سلك منظومة إذابة الجليد في الوحدة الخارجية

9- ربط طرفي سلك إذابة الجليد مع بعضهما

شكل 3-7 ربط الوحدة الداخلية لمكيف هواء منفصل بالوحدة الخارجية ربطا كهربائياً

تمرين 3-6 التعرف على صمام الخدمة الثلاثي لمكيف الهواء المنفصل.

الهدف من التمرين: التعرف على فتحات صمام الخدمة الثلاثي لوحدة تكييف منفصل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- صمام خدمة ثلاثي، 2- أسطوانة نيتروجين جاف.

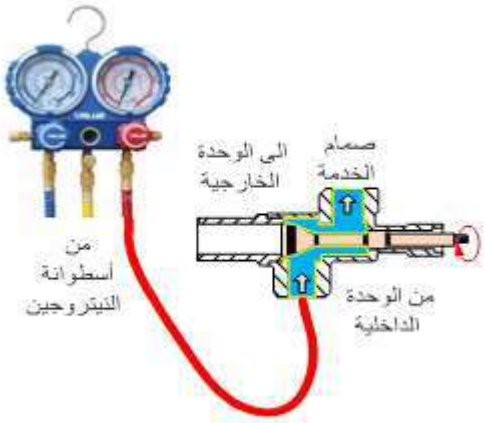
خطوات العمل:

يتكون صمام الخدمة الثلاثي، المبين في الشكل (3-8)، المستعمل في مكيف الهواء المنفصل من أربعة أجزاء، هي **1- مفتاح الصمام** عن طريقه يمكن التحكم بربط فتحتين من فتحات الصمام وغلق الفتحة الثالثة، 2- **أنبوب نحاسي** يُربط بخط السحب للضاغط أو بخط الدفع للمكثف، 3- **فتحة لغرض الإخواء أو الشحن** وتكون هذه الفتحة مزودة بإبرة ذات نابض يجب ضغطها للتمكن من استعمال هذه الفتحة، و**4- فتحة تربط إلى الوحدة الخارجية**، وسيتم في هذا التمرين التدريب على كيفية استعمال الصمام.

1. أربط أسطوانة النيتروجين على الصمام المشترك لعُدة الشحن (الأصفر)، وحدد ضغط منظم الضغط عند 100 kPa، ثم اربط الأنبوب المطاطي الأحمر إلى فتحة الوحدة الداخلية.
2. لفْ مفتاح الصمام باتجاه عقرب الساعة (أو باتجاه غلق) حتى يتوقف الصمام عن الحركة.
3. أرفعْ إبرة صمام الخدمة، ثم افتح صمام منظم الضغط، ستلاحظ خروج النيتروجين من صمام الخدمة، كما مبين في الشكل (3-9-1)، وهذا يعني ربط صمام الخدمة بفتحة الربط إلى الوحدة الداخلية.
4. أغلق صمام منظم الضغط، ثم لف مفتاح الصمام باتجاه عكس عقرب الساعة (اتجاه الفتح)، ثم افتح صمام منظم الضغط، ستلاحظ خروج النيتروجين من فتحة الوحدة الخارجية، كما مبين في الشكل (3-9-2).
5. أغلق صمام منظم الضغط، ثم لف مفتاح الصمام إلى نصف المسافة، ثم افتح صمام منظم الضغط، ستلاحظ خروج النيتروجين من كلا الفتحتين، وكما مبين في الشكل (3-9-3).

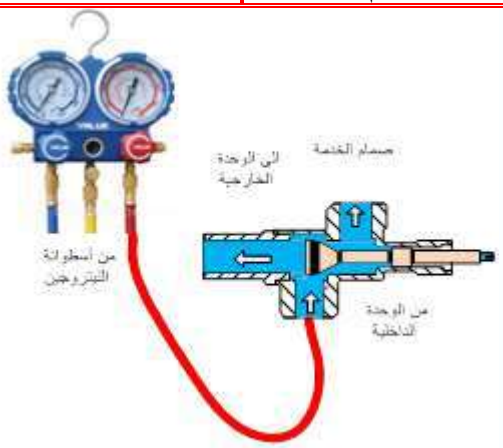
لتسهيل فهم الشرح أعلاه سنسمي الحالة التي تربط فتحة الوحدة الداخلية بصمام الخدمة بالحالة غلق، كما مبين في الشكل (3-10-1)، أما حالة ربط الوحدة الخارجية بالوحدة الداخلية فبحالة فتح، كما مبين في الشكل (3-10-2)، والشكل (3-10-3) إذ تبين حالة الصمام نصف مفتوح نصف مغلق.

شكل 3-8 صمام الخدمة الثلاثي



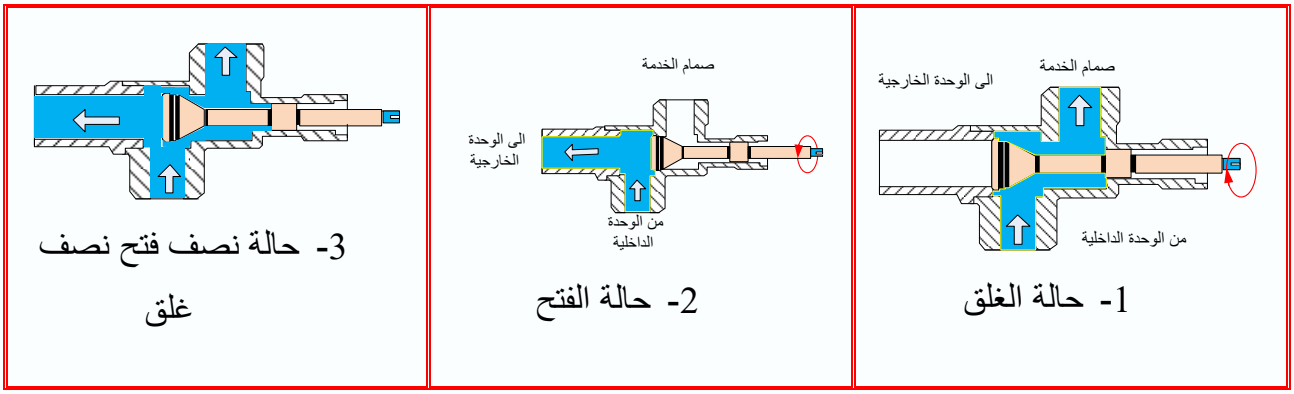
1- ربط فتحة الوحدة الداخلية بصمام الخدمة

2- ربط الوحدة الداخلية بالوحدة الخارجية



3- صمام خدمة نصف مفتوح نصف مغلق

شكل 3-9 كيفية استعمال صمام الخدمة الثلاثي



شكل 3-10 حالات صمام الخدمة الثلاثي

تمرين 3-7 تفريغ (إخواء) مكيف هواء منفصل (تم ربطه حديثاً).

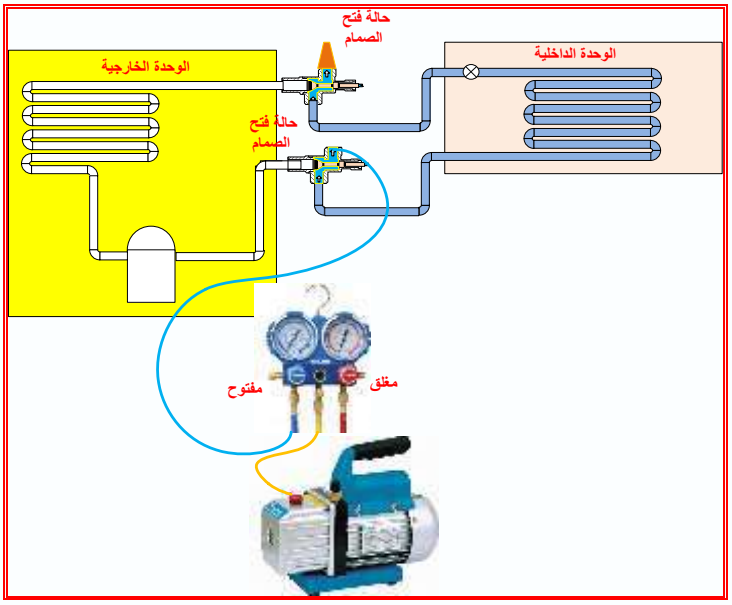
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تفريغ (إخواء) مكيف هواء منفصل ربط حديثاً.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة شحن، 2- مضخة إخواء، 3- مكيف هواء منفصل.

خطوات العمل:

عند ربط مكيف الهواء المنفصل لأول مرة لا حاجة إلى تفريغ المكيف، لأن الأنابيب النحاسية مغلقة الأطراف وتثقب عند ربطها، ولكن في بعض الأحيان يتطلب تفريغ مكيف الهواء المنفصل، ويتم تفريغ الوحدة الداخلية وأنابيب الربط فحسب، كما يأتي:

1. أربط مضخة التفريغ إلى الأنبوب المشترك في عُدة الشحن (أصفر اللون)، كما في الشكل (3-10).
2. أربط الأنبوب المطاطي لمقياس الشحن (الأزرق اللون) إلى صمام خدمة مكيف الهواء عند جهة الضغط الواطئ (القطر الأكبر).
3. ضع صمام الخدمة الذي ربط عليه الأنبوب المطاطي الأزرق في حالة الفتح، والثاني في حالة الغلق.
4. دع مضخة التفريغ تعمل لمدة ساعة كاملة في الأقل، حتى يصل مقياس الشحن التدريج 760 mm Hg (4 mm أو أقل)، ثم أغلق صمام الخدمة من جهة الضغط الواطئ (أزرق اللون).
5. أطفئ مضخة التفريغ، وتأكد من عدم ارتفاع الضغط وراقب مقياس الضغط لمدة 5 دقائق.



شكل 3-11 تفريغ (إخواء) مكيف هواء منفصل (تم ربطه حديثاً).

تمرين 3-8 خزن مائع التثليج في وحدة التكثيف لمكيف هواء منفصل لنقله من مكانه.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية خزن مائع التثليج في الوحدة الخارجية لمكيف هواء منفصل.

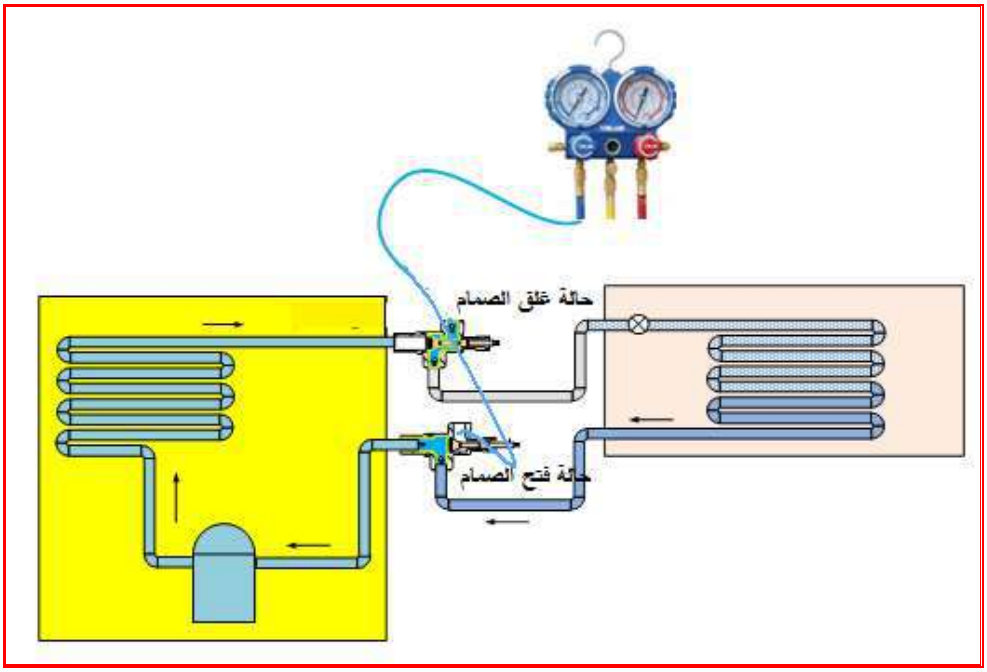
المواد والعُدد المطلوبة: - عُدة شحن، 2- مكيف هواء منفصل، 3- عُدة عمل كاملة.

خطوات العمل:

من المعروف عند رفع مكيف الهواء المنفصل من مكانه يجب إعادة تخزين مائع التثليج في وحدة التكثيف (القطعة الخارجية) مرة ثانية قبل فتح الأنابيب، كما يأتي:

1. اربط عُدة الشحن على صمام السحب لمكيف الهواء المنفصل، كما مبين في الشكل (3-12).
2. ضع صمام الخدمة الذي ربط عليه مقياس الشحن على وضع فتح الصمام.
3. دعْ صمام الدفع عند حالة غلق الصمام.
4. دعْ المكيف يعمل لمدة 15 دقيقة، ولاحظ هبوط الضغط في خط السحب، أوقف المكيف عن العمل لمدة 3 إلى 5 دقيقة.
5. دعْ المكيف يعمل على وضع التبريد إلى أن يهبط ضغط السحب لما يقارب 0 Psi .

6. أوقف المنظومة عن العمل، ولاحظ مقياس الضغط، إذا أرتفع ضغط السحب مرة أخرى أعد المنظومة إلى العمل لمدة خمس دقائق.
7. عند الانتهاء من خزن شحنة مائع التثليج في المكثف، ضعْ صمام السحب عند حالة الغلق. افحص الصمام لأغراض التسرب.
8. أرفع عُدة الشحن، في هذه الحالة تكون المنظومة جاهزة للفتح وإعادة التركيب.



شكل 3-12 خزن مائع التثليج في وحدة التكثيف (الوحدة الخارجية) لمكيف هواء منفصل.

تمرين 3-9 شحن مكيف هواء منفصل بعد نقله من مكانه.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية شحن مكيف هواء منفصل بعد نقله من مكانه.

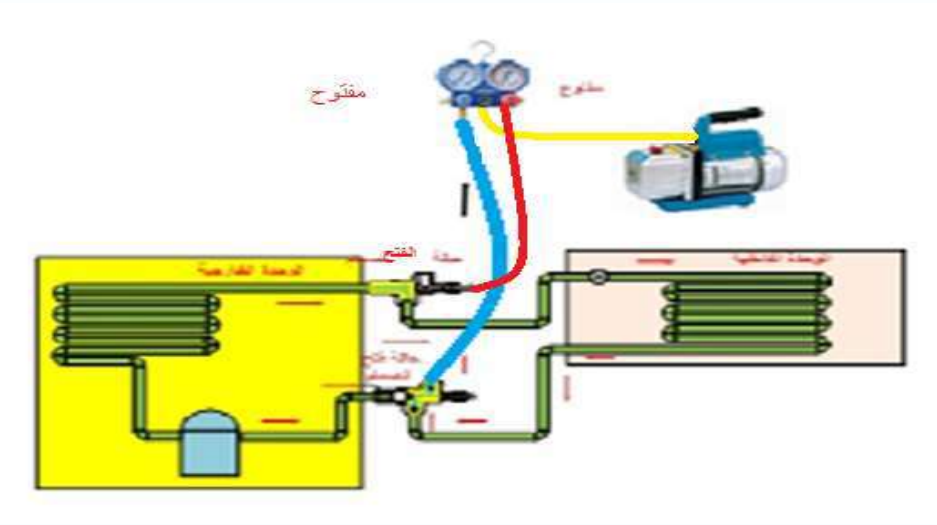
المواد والعُدد المطلوبة: - عُدة شحن، 2- مضخة إخواء، 3- مكيف هواء منفصل، 4- عُدة عمل كاملة.

خطوات العمل:

عند نقل مكيف الهواء المنفصل ونصبه في مكان جديد، ابدأ بإخواء القطعة الداخلية والأنابيب من الهواء، وفي بعض الحالات يكون المكثف خالياً من مائع التثليج، إما بسبب سوء النقل وعدم فهم القائم بالعمل طريقة خزن مائع التثليج في المكثف، وإما بسبب حدوث تسرب في مكثف الوحدة ولهذا يتطلب إخواء المكثف أيضاً، لذا سيتم في هذا التمرين التدريب على كيفية إعادة شحن مكيف هواء منفصل خالٍ من شحنة مائع التثليج.

أ- **إخواء مكيف هواء منفصل خالٍ من مائع التثليج.**

1. اربط الأنبوب المشترك لعُدة الشحن (أصفر اللون) الـــى مضخة التفريغ ، كمـا مبين في الشكل (3-13). ثم اربط الأنبوب الأزرق الى صمام خدمة خط السحب واخيرا اربط الانبوب الاحمر الى صمام خط الدفع .
2. افتح صمام مقياس الضغط باللون الاحمر، وافتح صمام مقياس الضغط باللون الأزرق.
3. دع مضخة التفريغ تعمل، ثم اتبع طريقة التفريغ الثلاثي التي سبق دراستها في المرحلة الثالثة.



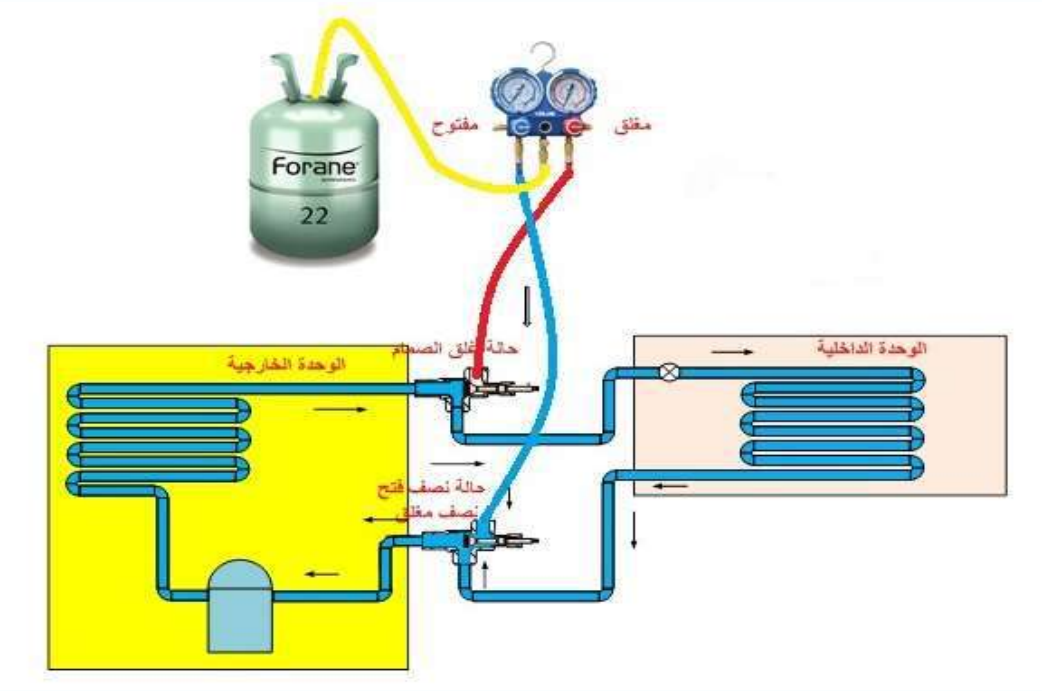
شكل 3-13 عملية إخواء مكيف هواء منفصل خال من مائع التثليج

ب- **شحن مكيف هواء منفصل خالي من مائع التثليج** (لاحظ الشكل 3-14)

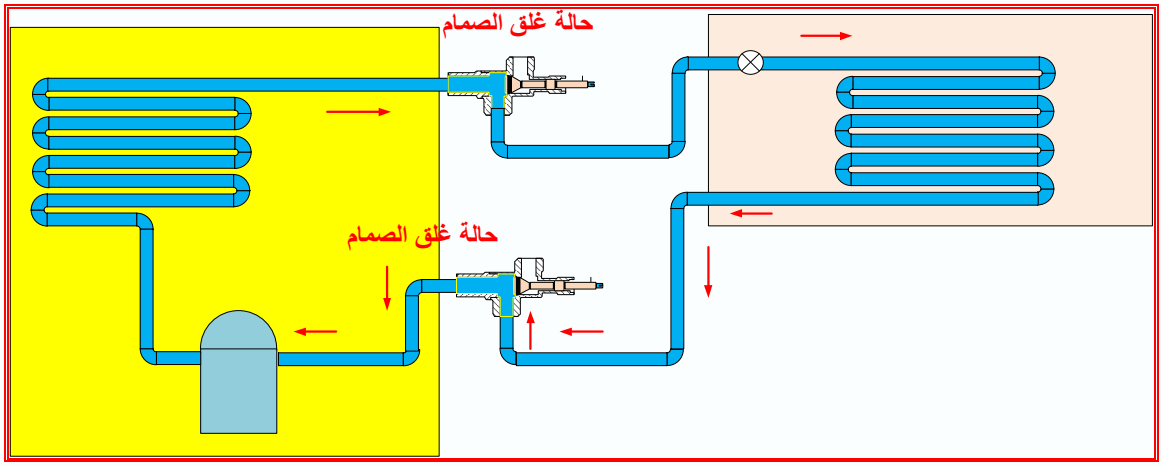
بعد الانتهاء من إخواء المنظومة من الهواء، ابدأ بشحن مكيف الهواء المنفصل كالآتي:

1. توصل انبوبة الخدمة الوسطى (الانبوبة الصفراء) بأسطوانة الشحن (المائع الملائم للمنظومة)وتوصل الانبوبة الحمراء للضغط العالي بين صمام خدمة الطرد وجهة الضغط العالي في عدة مقاييس الضغط للعدة , اما الانبوبة الزرقاء فتوصل بين صمام خدمة خط السحب وجهة الضغط الواطئ للمقياس .
2. فتح صمامات عدة مقاييس الضغط مع ابقاء صمامات الخدمة في المنظومة مغلقة .ثم فتح صمام الاسطوانة قليلا لطرد قسم من الغاز للخارج من خلال مناطق الربط لصمامات الخدمة والانابيب ,وذلك لضمان التخلص من الهواء والرطوبة الموجودة في الانابيب وعدة مقاييس الضغط ثم تحكم مناطق الربط للمنظومة اولا وبعدها تغلق صمامات المقاييس والاسطوانة.

3. بعد التاكد من طرد الهواء والرطوبة الواردة في الفقرة (2) اعلاه بشكل دقيق ,يتم فتح صمامات المقاييس ,الخدمة, والأسطوانة ,يلاحظ صوت جريان المائع في الانابيب وتوقف الصوت يدل على امتلاء المنظومة بالمائع بضغط الاسطوانة .
4. يغلق صمام الضغط العالي بمقياس الشحن ثم يتم تشغيل المنظومة مع استمرار الشحن على شكل دفعات الى ان يكتمل الشحن بالكمية التي تحتاجها المنظومة.
5. بعد التأكد من اكتمال الشحن تغلق صمامات الخدمة ثم صمام الاسطوانة, وبهذا تكون المنظومة جاهزة للعمل.



شكل 3-14 عملية شحن مكيف هواء منفصل خال من مائع التثليج



مكيف الهواء المنفصل بعد الانتهاء من شحنه وفي حالة عمل

الـفـصل الـرابـع

مـجـاري ومـخـارج الـهـواء

Air Ducting & Grills

مجاري ومخارج الهواء

Air Ducting and Grills

1-4 مقدمة Introduction

تستعمل مجاري الهواء لنقل الهواء من منظومات التكييف إلى الفضاءات المُكيفة، وتصنع مجاري الهواء من عدة مواد، منها الفولاذ المغلون، أو الألمنيوم، أو اللدائن، ولكل مادة يصنع منها مجرى الهواء طريقة خاصة لتشكيل المجرى، وسيتم التطرق في هذا الفصل إلى تشكيل مجاري الهواء المصنوعة من صفائح الفولاذ المغلون.

2-4 العُدد المستعملة في تشكيل مجاري الهواء Using Tools in Forming Air-Ducting

هناك عُدد كثيرة تستعمل لتشكيل مجاري الهواء، منها البسيطة، ومنها المعقدة، وتكون هذه العُدد يدوية أو كهربائية، وبصورة عامة يجب أن تحتوي ورشة السمكرة العُدد المبينة في الشكل (4-1).

1- مقص معدن

2- مطرقة من الخشب

3- مطارق من الفولاذ

4- مساطر مختلفة الأشكال

5- مسطرة قائمة الزاوية

6- ثنايَة يدوية

7- أداة عمل ثنية دائرية

8- ثنايَة معدن يدوية

9- مقص معدن يعمل بالقدم

10- ثنايَة كبيرة

11- منضدة العمل

شكل 4-1 بعض الأدوات المستعملة في ورشة السمكرة

4-3 تمارين عامة لتشكيل مجاري الهواء ووصلاتها

General Exercises to Form Air-Ducting & Fittings

تمرين 4-1: تشكيل مجرى هواء مستطيل المقطع.

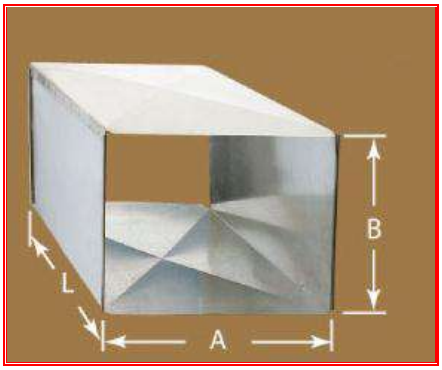
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إفراد مجرى هواء مستطيل المقطع على صفيحة فولاذ مغلون وتشكيل مجرى هواء مستطيل المقطع.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

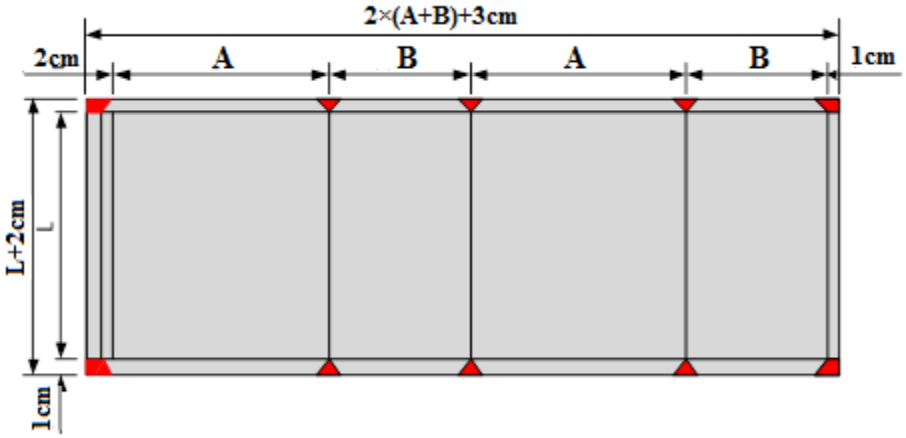
خطوات العمل:

لغرض إفراد مجرى هواء مستطيل ينبغي التعرف على أبعاد صفيحة الفولاذ المغلون المستعملة لهذا الغرض، ويبين الشكل (4-2-1) مجرى هواء مستطيلاً بارتفاع B وعرض A وطول L. في حين يبين الشكل (4-2-2) أبعاد صفيحة الفولاذ المغلون المطلوبة، إذ يساوي طول الصفيحة محيط مجرى الهواء مضافاً إليه 3 cm لغرض عمل وصلة الربط، أي إن طول الصفيحة يساوي $3\ cm + (B + A) \times 2$، أما

عرض الصفيحة فيساوي طول مجرى الهواء مضافاً إليه 2 cm، لغرض تشكيل أطراف ربط مجرى الهواء بآخر، أي إن عرض الصفيحة سيساوي L + 2 cm.



شكل 4-2-1 مجرى هواء مستطيل المقطع

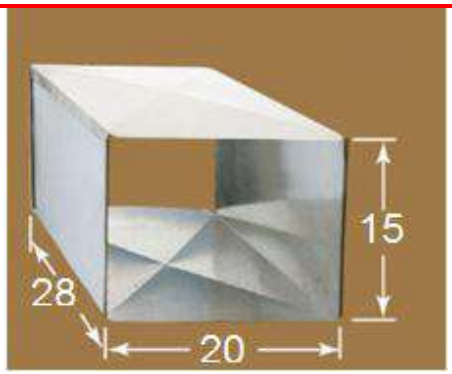


شكل 4-2-2 إفراد مجرى هواء مستطيل المقطع

إذاً لتشكيل مجرى هواء مستطيل المقطع بارتفاع 15 cm وعرض 20 cm وطول 28 cm، المبين في الشكل (4-3-1)، نتبع ما يأتي:

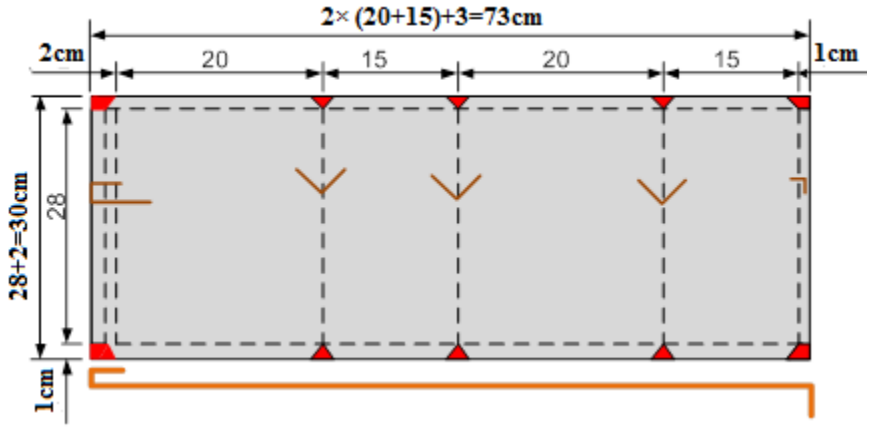
1. يبين الشكل (4-3-2) العُدد المستعملة لتنفيذ التمرين.
2. حدد أبعاد صفيحة الفولاذ المغلون بحيث تكون بأبعاد 73 cm× 30 cm، كما مبين في الشكل (4-3-3)، ويبين في الشكل اتجاه حني صفيحة الفولاذ المغلون باللون الأحمر، وكذلك اتجاه حني وصلة الربط بحيث تكون إحدى جهاتها إلى الأعلى والأخرى إلى الأسفل.
3. ابدأ برسم الإفراد على صفيحة الفولاذ المغلون، كما مبين في الشكل (4-3-4).

4. أرسم وصلة الربط ببعد 1cmعلى جانب الصفيحة و 2 cm على الجانب الآخر، وتقسم على قسمين متساويين كل منهما بعده 1 cm، كما مبين في الشكل (4-3-5).
5. يبين الشكل (4-3-6) صفيحة الفولاذ المغلون بعد إفراد مجرى الهواء.
6. اقطعْ المساحة الزائدة عن الحاجة، كما مبين في الشكل (4-3-7).
7. اقطعْ القطع الملونة باللون الأحمر، كما في الشكل (4-3-8).
8. ابدأ بحني وصلة الربط التي بعدها 1 cm، كما مبين في الشكل (4-3-9) وبزاوية 90˚ أو حرف L.
9. يبين الشكل (4-3-10) حني إحدى جهات وصلة الربط، في حين أن الشكل (4-3-11) يمثل الجهة الثانية لوصلة الربط محنية بصورة حرف U أو بزاوية مقدارها 180˚.
10. استعمل ثناية الصفيح لغرض تشكيل مجرى الهواء، كما مبين في الشكلين (4-3-12) و (4-3-13).
11. اربط بتعشيق نهايتي مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-3-14).
12. ادخل مجرى الهواء خلال الدعامة الفولاذية الموجودة في منضدة العمل، مع الضغط على منطقة اتصال طرفي مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-3-15).
13. ابدأ بالطرق على الطرفين الأيمن والأيسر بواسطة المطرقة الخشبية بحيث يتحكم بجانبي مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-3-16).
14. أكمل الطرق على وصلة الربط، كما مبين في الشكل (4-3-17)، عندها يكون مجرى الهواء قد تم تشكيله، كما مبين في الشكل (4-3-18).
15. ابدأ بتشكيل وصلة ربط المجرى بمجرى آخر، كما مبين في الشكل (4-3-19).
16. استمر بالطرق على وصلة الربط حتى يتم الحني بزاوية مقدارها 180 درجة، كما مبين في الشكل (4-3-20)، ويبين الشكل (4-3-21) الشكل النهائي لمجرى الهواء.



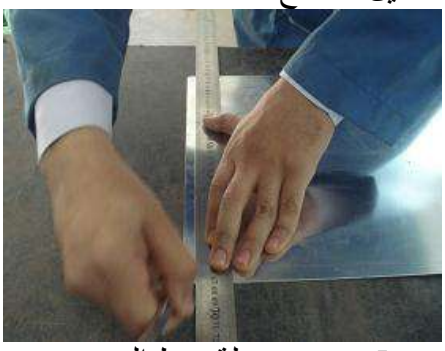
1- مجرى الهواء المستطيل

2- الأدوات المستعملة



3- إفراد مجرى الهواء مستطيل المقطع

4- رسم الإفراد على صفيحة الفولاذ المغلون

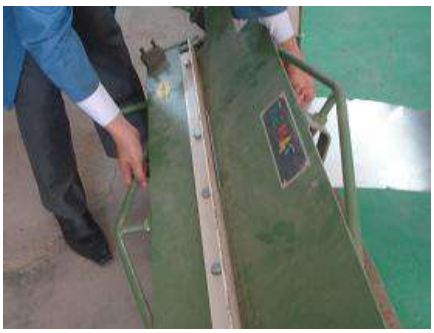


5- رسم وصلة ربط المجرى

6- إفراد مجرى الهواء على الصفيحة

7- قطع المساحة الزائدة عن الحاجة

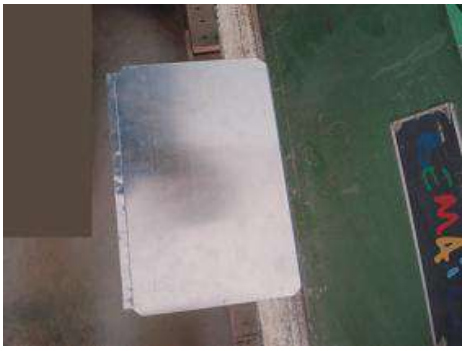
8- الصفيحة بعد قطعها لغرض تشكيلها



9- استعمال حانية الصفيح لتشكيل وصلة الربط

10- الجزء الأول لوصلة الربط

11- تشكيل الجزء الثاني لوصلة الربط



12- البدء بتشكيل مجرى الهواء

13- حني قطعة الصفيح

14- ربط مجرى الهواء

15- الطرق على حافة وصلة الربط لغرض إحكام الربط

16- الطرق على حافتي وصلة الربط بواسطة مطرقة خشب أو من اللدائن

17- وصلة الربط بعد إكمال تشكيلها

18- مجرى الهواء بعد تشكيله

19- الطرق على محيط مجرى الهواء لتشكيل وصلة الربط مع مجرى الهواء الآخر

20 – وصلة الربط بعد حنيها بزاوية 180°

21- الشكل النهائي لمجرى الهواء

شكل 4-3 تشكيل مجرى هواء مستطيل المقطع

تمرين 4-2 إفراد انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إفراد انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع على صفيحة فولاذ مغلون وتشكيل انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع.

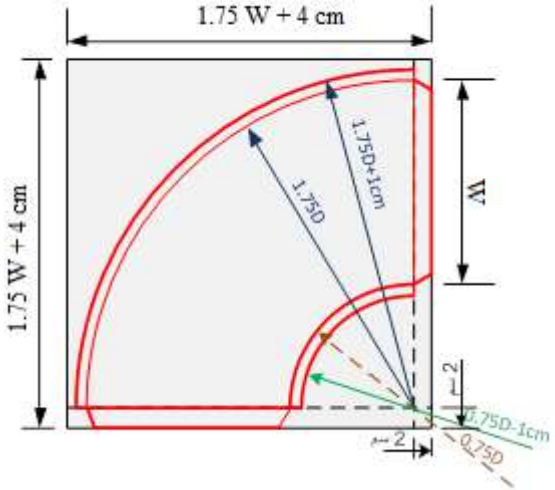
المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

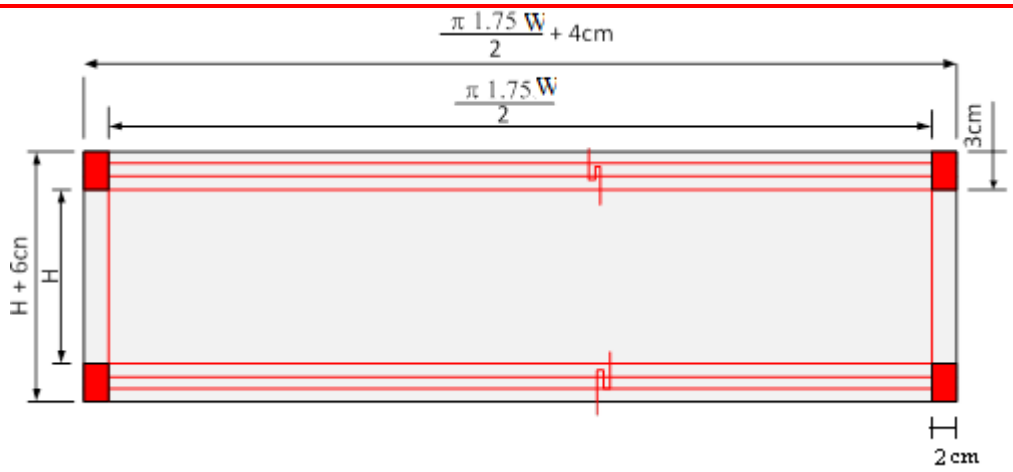
1. يبين الشكل (4-4-1) انحناء مجرى هواء مستطيل بارتفاع H وعرض W.
2. يتم إفراد قوس الانحناء على قطعة معدن مربعة أبعادها تساوي (1.75 W + 4 cm)، كما مبين في الشكل (4-4-2).

3. أترك مسافة مقدارها 2 cm على يمين وأسفل قطعة المعدن المربعة، تقاطع الخطين يمثل مركز رسم الأقواس.
4. أرسم القوس الخارجي بنصف قطر يساوي (1.75 W+ 1 cm)، والقوس الثاني بقطر (1.75 W).
5. أرسم القوس الداخلي بقطر (0.75 W - 1 cm)، والقوس الآخر بقطر (0.75 W).
6. أحضر قطعة معدن بطول ($\frac{\pi 1.75W}{2} + 4\ cm$) وعرض (H+6 cm)، كما في الشكل (4-4-3)، تمثل هذه القطعة الغلاف الخارجي للانحناء المراد تشكيله.
7. ارسم حدود وصلة الربط العليا، عن طريق رسم خط أفقي يبعد 1سم من أعلى الصفيحة، ثم ارسم خطين آخرين البعد بينهما 1 cm أعد العملية على الجزء السفلي للصفيحة، كما في الشكل (4-4-3).
8. أرسم خطاً عمودياً يبعد 2 cm عن كل من يمين الصفيحة ويسارها لتشكيل وصلة الربط بين مجاري الهواء، كما مبين في الشكل (4-4-3).
9. أحضر قطعة معدن بطول ($\frac{\pi 0.75W}{2} + 4\ cm$) وعرض (H+6 cm)، كما في الشكل (4-4-4)، تمثل هذه القطعة الغلاف الداخلي للانحناء المراد تشكيله.
10. ارسم حدود وصلة الربط العليا عن طريق رسم خط أفقي يبعد 1 cm من أعلى الصفيحة، ثم ارسم خطيين آخرين البعد بينهما 1 cm أعد العملية على الجزء السفلي للصفيحة، كما بالشكل (4-4-4).
11. أرسم خطاً عمودياً يبعد 2 cm عن كل من يمين الصفيحة ويسارها لتشكيل وصلة الربط بين مجاري الهواء، كما مبين في الشكل (4-4-4).

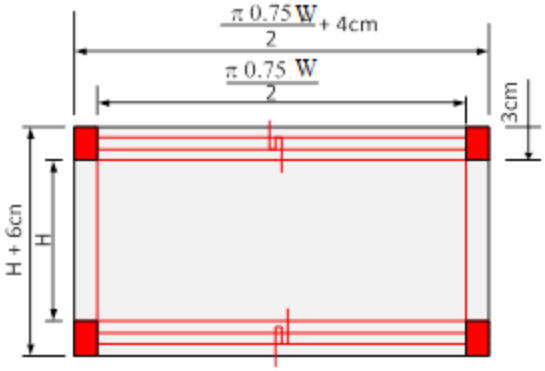
1- انحناء لمجرى هواء مستطيل



2- إفراد قوس الانحناء



3- الغلاف الخارجي للانحناء



4- الغلاف الداخلي للانحناء

شكل 4-4 إفراد انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع

تمرين 4-3: تشكيل انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تشكيل انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع على صفيحة فولاذ مغلون.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (4-5-1) انحناء لمجرى هواء مستطيل ارتفاعه 10 cm وعرضه 20 cm، سيتم الاعتماد على التمرين السابق في حساب أبعاد القطع التي يتكون منها التمرين.

2. أحضر قطعة من الصفيح المغلون مربعة الشكل بعدها (1.75×20+4)= 39 cm، كما مبين في الشكل (4-5-2)، ثم حدد مركز الأقواس عن طريق رسم خطين متعامدين على يمين الصفيحة وأسفلها.
3. حدد الأقطار المراد رسمها، كما يأتي:

- القطر الخارجي الأول (1.75 × 20 + 1 cm) = 36 cm، والقطر الخارجي الثاني (1.75×20) = 35 cm، كما مبين في الشكل (4-5-2).
- القطر الداخلي الأول (0.75 × 20) = 15 cm، القطر الداخلي الثاني (0.75 × 20 - 1 cm) = 14cm، كما مبين في الشكل (4-5-2).

4. أحضر قطعة من الفولاذ المغلون بطول $\left(\frac{\pi 1.75\times 20}{2}+4\ cm\right)$ = 55 cm، وعرض مقداره (6+10) = 16 cm، ارسم الخطوط الأفقية والعمودية التي تكون وصلتي الربط كما تعلمت في التمرين السابق، ويبين الشكل (4-5-3) قطعة الفولاذ المغلون بعد تحديد الأبعاد عليها.
5. أحضر قطعة من الفولاذ المغلون بطول $\left(\frac{\pi 0.75\times 20}{2}+4\ cm\right)$ = 27.5 cm، وعرض مقداره (6+10) = 16 cm، وارسم الخطوط الأفقية والعمودية التي تكون وصلتي الربط وكما تعلمت في التمرين السابق، ويبين الشكل (4-5-4) قطعة الفولاذ المغلون بعد تحديد الأبعاد عليها.
6. يبين الشكل (4-5-5) قطعة الفولاذ المغلون التي سيتم استعمالها لرسم قوس الانحناء.
7. أرسم الخطين الأفقي والعمودي، كما مبين في الشكل (4-5-6)، ثم حدد مركز الأقواس، كما مبين في الشكل (4-5-7).
8. حدد أبعاد الأقطار الخارجية والداخلية، كما مبين في الشكل (4-5-8)، ويبين الشكل (4-5-9) قطعة الفولاذ المغلون بعد تحديد الأبعاد عليها.
9. أرسم القوسين الرئيسين بواسطة الفرجال، كما مبين في الشكل (4-5-10)، والشكل (4-5-11).
10. أرسم القوسين المساعدين اللذين يمثلان وصلة الربط، كما مبين في الشكل (4-5-12).
11. أقطع القوس، كما مبين في الشكل (4-5-13)، ويبين الشكل (4-5-14) القوس بعد قطعه.
12. بما أن الانحناء يتكون من قوسين متناظرين، لذا يمكن رسم القوس الثاني بواسطة صفيحة مربعة بالأبعاد التي اعتمدت في رسم القوس الأول ذاتها، ثم وضع القوس الأول عليها، كما مبين في الشكل (4-5-15).
13. أرسم القوس الثاني بواسطة القوس الأول، كما مبين في الشكل (4-5-16).

14. يبين الشكل (4-5-17) القوسين بعد قطعهما.

15. استعمل ماكنة عمل الثنيات المقوسة، ويتم في البداية عمل انحناء بسيطة بحافة الماكنة، كما مبين في الشكل (4-5-19)، ومن ثم وضع الحنية بين أسطوانتي الماكنة لعمل الحنية، وتعمل الحنية الثانية بالطريقة نفسها، كما مبين في الشكل (4-5-20).

16. يبين الشكل (4-5-21) الشكل النهائي للقوس بعد تشكيل حنيتي الربط.

17. أحضر القطعة التي تمثل المحيط الخارجي للانحناء، وحدد مسافات الحني كما تعلمت في التمرين السابق، ويبين الشكل (4-5-22) قطعة الفولاذ المغلون المطلوبة.

18. ابدأ بحني الطرف الأول بصورة زاوية قائمة، كما مبين في الشكل (4-5-23)، واعد العملية على الطرف الثاني للصفيحة، كما مبين في الشكل (4-5-24).

19. أحنِ عند مسافة 2 cm من الطرف العلوي للزاوية القائمة، كما مبين في الشكل (4-5-25)، ويجب إحكام مسك الصفيحة بحيث لا تنزلق في أثناء العمل، كما مبين في الشكل (4-5-26).

20. أعد العملية على الطرف الثاني للصفيحة، كما مبين في الشكل (4-5-27).

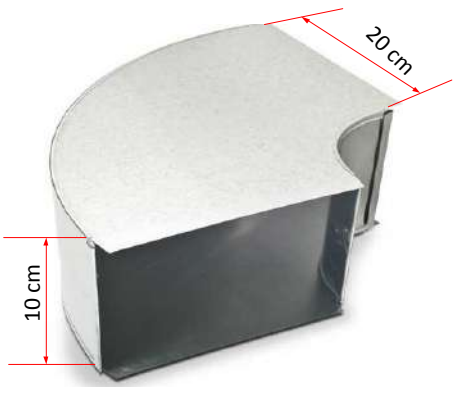
21. استعمل المطرقة لجعل زاوية الانحناء 180 درجة، كما مبين في الشكل (4-5-28).

22. استعمل ماكنة الحني لجعل الحنية منتظمة، كما مبين في الشكل (4-5-29)، يبين الشكل (4-5-30) الشكل النهائي لوصلة الربط.

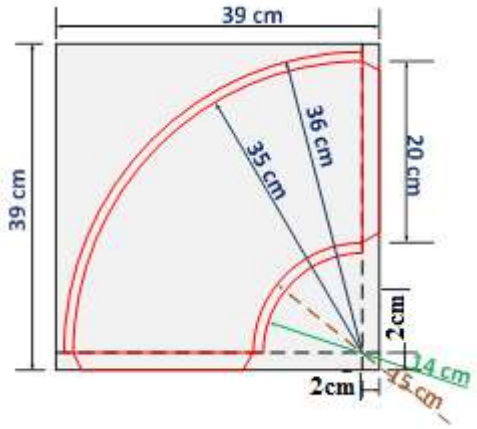
23. أعد العملية على الغطاء الداخلي للانحناء .

24. ابدأ بربط أجزاء مجرى الهواء الأربعة، كما مبين في الشكل (4-5-31)، ثم استعمل المطرقة لإحكام الربط كما تعلمت في التمرين السابق، وكما مبين في الشكلين (4-5-32) و(4-5-33).

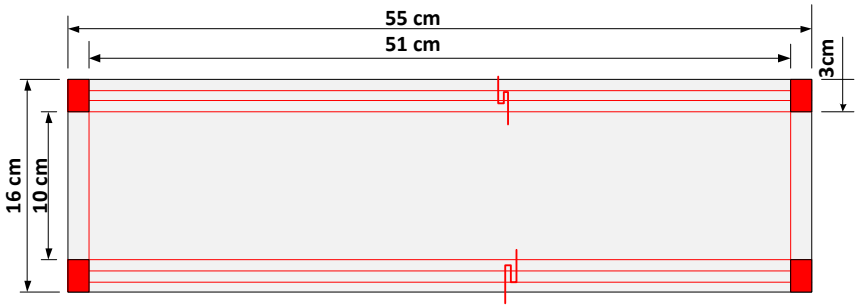
25. يبين الشكل (4-5-33) الشكل النهائي للانحناء بعد تشكيله.



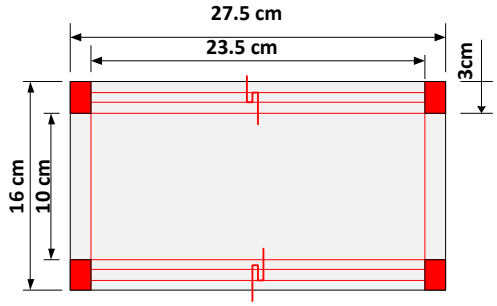
1- انحناء مجرى هواء مستطيل المقطع



2- رسم إفراد قوس الانحناء



3- إفراد الغلاف الخارجي للانحناء



4- إفراد الغلاف الداخلي للانحناء

5- قطعة الفولاذ المغلون المربع

6- تحديد الخطين الأفقي والعمودي

7- تحديد مركز الأقواس

8- تحديد أبعاد الأقطار الخارجية والداخلية

9- تعليم أبعاد الأقطار

10- استعمال الفرجال لرسم الأقواس

11- رسم القوس الخارجي والداخلي

12- تحديد الأقواس التي ستشكل وصلة الربط

13- قطع القوس الذي يمثل جانب الانحناء

14- القوس بعد قطعه

15- نسخ القوس الأول على قطعة ثانية

16- تحديد شكل القوس

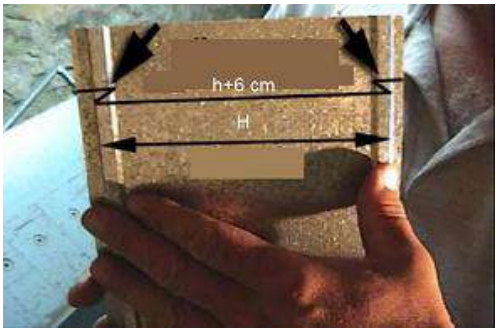
17- تحضير القوسين اللذين يمثلان جانبي الانحناء

18- حني بداية وصلة الربط بماكنة الحني

19- تشكيل الطرف الداخلي لوصلة الربط

20- تشكيل الطرف الخارجي لوصلة الربط

21- القوس بعد تشكيل وصلتي الربط



22- الغلاف الخارجي للانحناء

23 حني الجزء الأول

24- حني الجزء الثاني

25- إعادة حني مسافة 1سم من أحد أطراف القطعة

26- مسك القطعة بإحكام في أثناء الحني

27- حني الطرف الثاني للقطعة

28- استعمال المطرقة لجعل الانحناء بزاوية 180°

29- استعمال ماكنة الحني لجعل الحنية منتظمة

30- شكل وصلة الربط بعد انتهاء عملية التشكيل

31- ربط أجزاء الانحناء

32- استعمال المطرقة لإحكام الربط

33- الانحناء بعد الانتهاء من تشكيله

شكل 4-5 تشكيل انحناء لمجرى هواء مستطيل المقطع

تمرين 4-4: إفراد مأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إفراد مأخذ هواء مائل بزاوية **45°** لمجرى هواء دائري المقطع.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

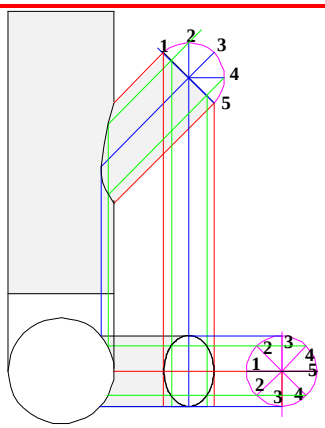
خطوات العمل:

1. يبين الشكل (4-6-1) مـأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع.
2. أرسم المسقط الأمامي والأفقي لمجرى الهواء بمقياس رسم 1:1، كما مبين في الشكل (4-6-2)، ويتم رسم دائرة إلى يمين المسقط الأفقي قطرها يساوي قطر مأخذ الهواء، ويتم تقسيم الدائرة إلى 8 أقسام ويتم ترقيمها من 1 إلى 5، كما مبين في الشكل (4-6-2)، ويتم رسم نصف دائرة ملامسة لمأخذ الهواء في المسقط الأمامي، ويتم تقسيمها إلى أربعة أقسام وترقم كما سبق من 1 إلى 5.
3. أرسم خطوطاً أفقية من دائرة المسقط الأفقي بحيث تتقاطع هذه الخطوط مع الخطوط العمودية النازلة من دائرة المسقط الأمامي، وتقاطع الخطين 1 و 5 النازلين مع الخط رقم 1 يكونان نقطتين هما الحدود الخارجية للشكل البيضوي لمسقط مجرى الهواء الفرعي، وهكذا بالنسبة للخطوط 2 و3 و4.
4. أعدْ العملية لرسم القوس الذي يمثل منطقة اتصال مجرى الهواء الفرعي بمجرى الهواء الرئيس، كما مبين في الشكل (4-6-2).
5. أفرد مجرى الهواء الرئيس، إذ إن عرض الإفراد يساوي ارتفاع مجرى الهواء الرئيس L، أما طول الإفراد فيساوي محيط مجرى الهواء الرئيس مضافاً إليه 3 cm لأغراض وصلة الربط.
6. أفرد مجرى الهواء الفرعي، إذ إن عرض الإفراد يمكن إيجاده عن طريق رسم خطوط موازية لكلا مجرى الهواء الفرعي من النقطتين 1 وa. أما طول الإفراد فيساوي محيط مجرى الهواء الفرعي مضافاً إليه 3 cm لأغراض وصلة الربط، كما مبين في الشكل (4-6-3).
7. قسَمْ إفراد مجرى الهواء الفرعي إلى ثمانية أقسام، وقم بترقيم الأقسام من 1 إلى 5 وبالعكس، كما مبين في الشكل (4-6-3).
8. يبين الشكل (4-6-4) رسم منطقة اتصال مجرى الهواء الفرعي على إفراد مجرى الهواء الرئيس، ويتم رسم الشكل عن طريق رسم خطوط أفقية من المسقط الأمامي مع خطوط أفقية أخرى من

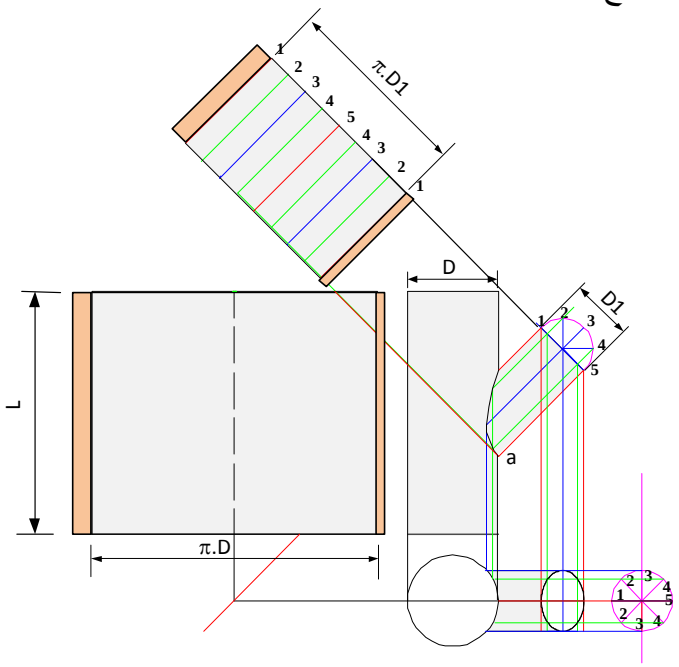
المسقط الأفقي تنعكس على خط مائل بزاوية 45°، إذ إن تقاطع خطين بالرقم نفسه يمثلان نقطة على البيضوي الذي يمثل منطقة اتصال المجرى المائل بالمجرى الرئيس، كما في الشكل (4-6-4).

9. لرسم الإفراد النهائي للمجرى الفرعي، نرسم خطوطاً متوازية مائلة بزاوية 45° بحيث تتقاطع مع الخطوط التي تقسم إفراد المجرى الفرعي على ثمانية أقسام، وتقاطع الخطوط بالرقم نفسه تمثل نقطة على منحني منطقة اتصال المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس، كما مبين في الشكل (4-6-4).

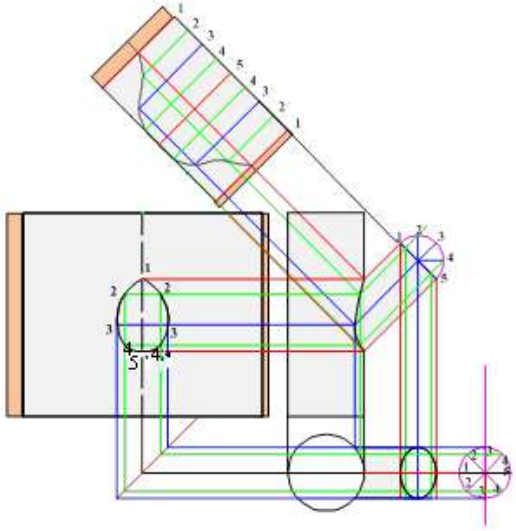
1- مأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع



2- رسم المسقط الأمامي والأفقي لمأخذ الهواء



3- إفراد مجرى الهواء الرئيس والمجرى الفرعي



4- تحديد فتحة المجرى الفرعي في المجرى الرئيس وشكل المجرى الفرعي

شكل 4-6 إفراد مأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع

تمرين 4-5: تشكيل مأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تشكيل مأخذ هواء مائل بزاوية 45° لمجرى هواء دائري المقطع.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

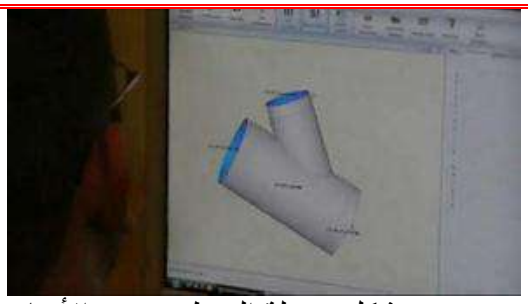
يستعمل في بعض الأحيان جهاز حاسوب مرتبط بماكنة قطع مبرمجة لغرض إفراده وقطعه على الفولاذ المغلون، وتتم العملية عن طريق اختيار شكل وصلة الربط، ومن ثم وضع الأبعاد عليها، كما مبين في الشكل (4-7-1)، وبعد الانتهاء من وضع الأبعاد يُعطى الأمر للحاسوب بإفراد الشكل بحسب الأبعاد المحددة، ومن ثم إعطاء الأمر لماكنة القطع عن طريق الحاسوب، كما مبين في الشكل (4-7-2). بعد ذلك تقوم الماكنة بعملية القطع بواسطة شُعلة الأوكسي- استيلين، كما مبين في الشكل (4-7-3)، وتُقطع أولاً منطقة اتصال المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس، كما مبين في الشكل (4-7-4). ثم بعد ذلك قطع إفراد مجرى الهواء الرئيس، كما في الشكل (4-7-5)، وأخيراً قطع إفراد مجرى الهواء الفرعي، وكما مبين في الشكل (4-7-6).

وفي كلتا الحالتين سواء أتم قطع أجزاء مأخذ الهواء الفرعي يدوياً أم بواسطة ماكنة القطع المبرمجة يتم اتباع الخطوات التالية لتشكيل مأخذ الهواء، وكما يأتي:

1. استعمل ماكنة عمل وصلة الربط أولاً لغرض تشكيل وصلة الربط على جهتي الصفيحة، كما مبين في الشكل (4-7-7).
2. استعمل ماكنة الدرفلة لغرض تشكيل قطعة الفولاذ المغلون إلى مجرى هواء دائري المقطع، كما مبين في الشكل (4-7-8).
3. افتح أسطوانة ماكنة الدرفلة لغرض إخراج مجرى الهواء الرئيس بعد تشكيله، كما مبين في الشكل (4-7-9).
4. ضَعْ مجرى الهواء على أنبوب سميك من الفولاذ لغرض ربط طرفي مجرى الهواء، واستعمل مطرقة مصنوعة من الفولاذ أو من الخشب، كما مبين في الشكل (4-7-10).
5. أقطعْ ثلاثة خطوط مستقيمة ومتوازية على جانبي قطعة الفولاذ المغلون التي سوف تشكل مجرى الهواء الفرعي، كما مبين في الشكل (4-7-11).
6. أعدْ استعمال ماكنة الدرفلة لتشكيل مجرى الهواء الفرعي، كما مبين في الشكل (4-7-12).
7. أربط طرفي مجرى الهواء الفرعي بالطرق كما في مجرى الهواء الرئيس، ثم استعمل ماكنة اللحام النقطي لإحكام الربط، كما مبين في الشكل (4-7-13).
8. استعمل ماكنة عمل الحزوز، لغرض ربط مجرى الهواء بمجرى آخر، كما في الشكل (4-7-14)، ثم اعد العملية لعمل الحزوز المطلوبة لمجرى الهواء الرئيس، كما مبين في الشكل (4-7-15).
9. استعمل ماكنة الحزوز لعمل الشفة الخارجية لمجرى الهواء الفرعي التي تستعمل لربط المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس، كما مبين في الشكل (4-7-16).
10. يبين الشكل (4-7-17) الشكل النهائي لمجرى الهواء الرئيس ومجرى الهواء الفرعي.
11. إن الهدف من قطع خطوط متوازية على إفراد المجرى الفرعي هو تشكيل حافة من المعدن تدخل داخل الشكل البيضوي الذي تم قطعه في المجرى الرئيس، كما مبين في الشكل (4-7-18).
12. تأكد من دخول الحافة الأمامية للمجرى الفرعي داخل الشكل البيضوي، كما مبين في الشكل (4-7-19).
13. احكم ربط مجرى الهواء الفرعي بالمجرى الرئيس، كما مبين في الشكل (4-7-20)، وأمسك المجريين بإحكام.

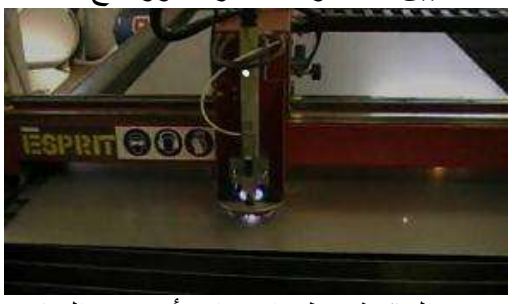
14.استعمل ماكنة اللحام النقطي لتثبيت المجريين أحدهما بالآخر، كما مبين في الشكل (4-7-21). ثم استمر بلحام منطقة الاتصال من عدة أماكن.

15. يبين الشكل (4-7-22) شكل مأخذ الهواء المائل لمجرى هواء دائري.



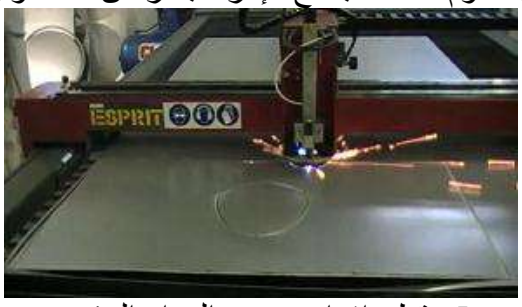
1- تعيين شكل وصلة الربط ووضع الأبعاد

2- إعطاء الأمر إلى الحاسوب المرتبط بماكنة القطع

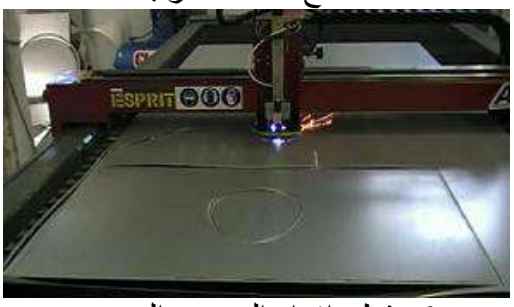


3- تقوم الماكنة بقطع الإفراد بأمر من الحاسوب

4- قطع منطقة الارتباط



5- قطع إفراد مجرى الهواء الرئيس



6- قطع إفراد المجرى الفرعي

7- تشكيل وصلة الربط

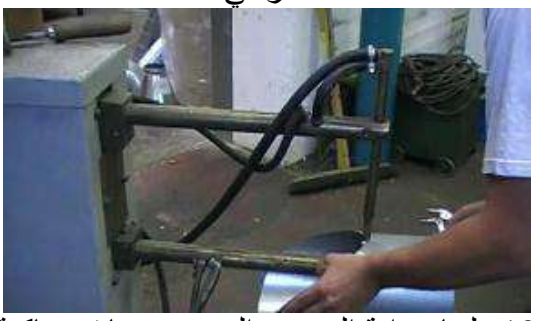
8- درفلة المجرى الرئيس بماكنة الدرفلة

9- فتح أسطوانة الماكنة وإخراج المجرى الرئيس

10- ربط المجرى الرئيس بالطرق

11- قطع خطوط متوازية لصفيحة المجرى الفرعي

12- درفلة المجرى الفرعي



13- لحام بداية المجرى الفرعي ونهايته بماكنة اللحام النقطي

14- عمل حز دائري للمجرى الفرعي

15- عمل حز علوي وسفلي للمجرى الرئيس

16- عمل وصلة ربط المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس

17- المجرى الفرعي والمجرى الرئيس قبل الربط

18- إدخال حد القطع في مجرى الهواء الرئيس

19- طريقة تثبيت المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس

20- ربط المجرى الفرعي بالمجرى الرئيس

21- استعمال ماكنة اللحام النقطي للربط

22- التفرع بعد تشكيله

شكل 4-7 تشكيل مأخذ هواء مائل بزاوية 45° درجة لمجرى هواء دائري المقطع.

تمرين 4-6: ربط مجريي هواء مع بعضهما بواسطة وصلة ربط منزلقة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مجرى هواء بآخر بواسطة وصلة ربط منزلقة

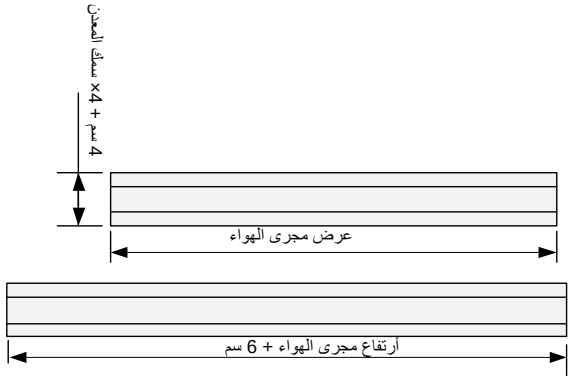
المواد والعُدد المطلوبة: 1- قطعة من صفيحة فولاذ مغلون، 2- عُدة عمل كاملة.

خطوات العمل:

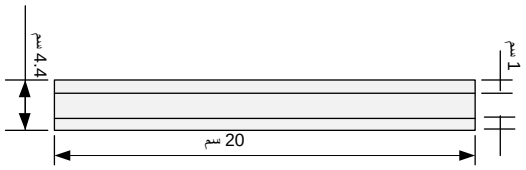
تكون قياسات وصلات الربط المنزلقة كما مبين في الشكل (4-8-1)، وتتكون من نوعين، هما وصلات ربط مناطق اتصال عرض مجرى الهواء، ويكون **طول هذه الوصلة مساوياً لعرض مجرى الهواء**، أما **عرضها** فيساوي **(4 cm + 4 × سمك معدن مجرى الهواء بالسنتمتر).** أما وصلة ربط ارتفاع مجرى الهواء **فطولها** يساوي **(ارتفاع مجرى الهواء + 6 cm)**، **وعرضها** يساوي **(4 cm + 4 × سمك معدن مجرى الهواء بالسنتمتر).**

ولغرض ربط مجريي هواء سمك معدن المجرى يساوي 1 mm، وبعرض 20 cm وارتفاع 15 cm، يتم إتباع الخطوات الآتية:

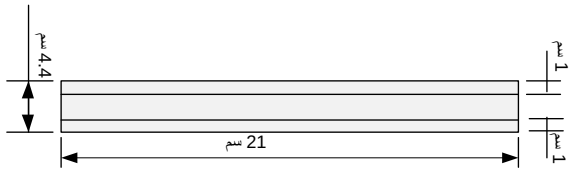
1. أقطع شريطاً بعدد 2 من صفائح الفولاذ المغلون بطول 20 cm وعرض 4.4 cm لغرض ربط منطقة اتصال عرض مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-8-2).
2. أقطع شريطاً بعدد 2 من صفائح الفولاذ المغلون بطول 21 cm وعرض 4.4 cm سم لغرض ربط منطقة اتصال ارتفاع مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-8-3).
3. أحنِ الشريط المعدني، كما مبين في الشكل (4-8-4)، وعلى مرحلتين أ و ب.
4. ابدأ بربط منطقة العرض أولاً كما مبين في الشكل (4-8-5)، ثم ابدأ بربط منطقة ارتفاع مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-8-6).
5. أترك مسافة 3 cm أعلى ارتفاع مجرى الهواء وأسفله، ثم احنِ البعد الزائد باتجاه أعلى مجرى الهواء وأسفله، كما مبين في الشكل (4-8-7).
6. يبين الشكل (4-8-8) الشكل النهائي لمجريي الهواء بعد ربطهما.



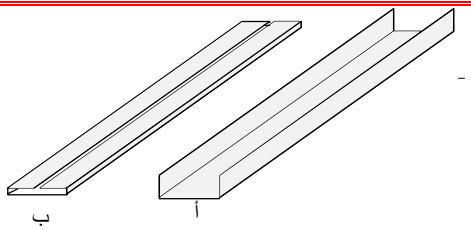
1- أبعاد وصلات الربط المنزلقة



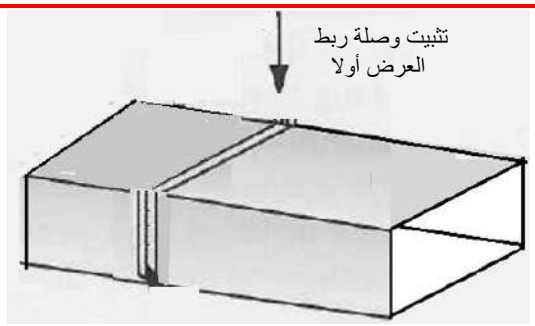
2- الشريط المكون لوصلة ربط عرض المجرى



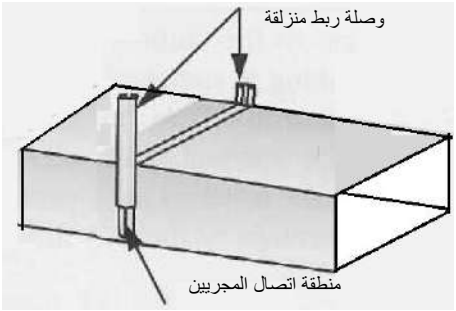
3- الشريط المكون لوصلة ربط ارتفاع المجرى



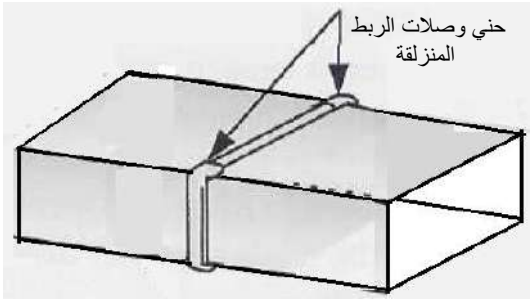
4- شريط الربط بعد حنيه ليكون وصلة ربط منزلقة



5- ربط عرض المجرى أولاً



6- ربط ارتفاع المجرى



7- حني البعد الزائد

8- مجريا الهواء بعد ربطهما ببعض

شكل 4-8 ربط مجريي هواء ببعضهما

تمرين 4-7: نصب مجاري الهواء وتعليقها

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب مجاري الهواء وتعليقها.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مثقب مطرقة، 2- لوالب تعليق، 3- زاوية فولاذ بقياسات مناسبة.

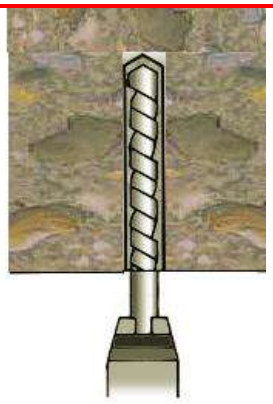
طريقة العمل:

تستعمل زاوية الفولاذ واللوالب الطويلة المسننة لتعليق مجاري الهواء، وتتراوح المسافة بين حاملات مجاري الهواء من 2.5 إلى 3 متر، وتختلف هذه المسافة اعتماداً على أبعاد مجاري الهواء، ونتبع الخطوات التالية لغرض تعليق مجاري الهواء.

1. في البداية يتم تحديد مسار مجاري الهواء اعتماداً على المخططات التصميمية للبناية، ومن ثم تحدد المسافات بين حاملات مجاري الهواء بموجب جداول المواصفات، بعد ذلك تُستعمل اللوالب التي تفتح نهاياتها عند إحكام لف الصامولة (Roll Bolt)، كما مبين في الشكل (4-9-1).

2. استعمل المثقاب الطارق الخاص بثقب السقوف والجدران الخرسانية لثقب السقف بحسب قطر اللوالب المستعملة، كما مبين في الشكل (4-9-2).
3. استعمل المطرقة لغرض إدخال اللولب في الثقب، كما مبين في الشكل (4-9-3).
4. ابدأ بإحكام لف صامولة اللولب إلى أن تكون مقاومتها كبيرة للف، وتأكد من تثبيت اللولب بقوة في السقف، كما مبين في الشكل (4-9-4)، ويبين الشكل (4-9-5) مقطعاً في سقف البناية بعد تثبيت اللولب خلاله.
5. يبين الشكل (4-9-6) نهاية المسننات التي تستعمل في تعليق مجاري الهواء، في حين يبين الشكل (4-9-7) زاوية الفولاذ المستعملة في حمل مجرى الهواء، ويتم ثقب أطراف زاوية الفولاذ بثقب يزيد قطره عن قطر المسنن بحدود 2 إلى 3 ملم.
6. استعمل صامولتين لغرض إحكام ربط زاوية الفولاذ، كما مبين في الشكل (4-9-8)، وقياسات هذه الزاوية تعتمد على حجم المجرى وليست ثابتة المقطع، ويبين الشكل (4-9-9) مجرى الهواء بعد تعليقه في سقف البناية.

1- اللولب المستعمل في السقف



2- اثقب السقف بواسطة المثقاب الكهربائي

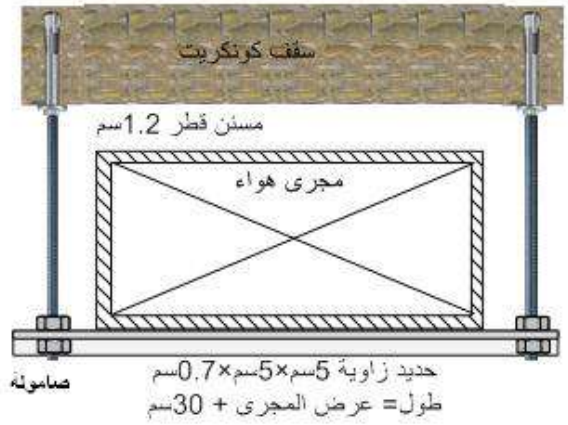
3- استعمل المطرقة لإدخال نهاية اللولب في الثقب

4- احكم لف الصامولة حتى يثبت اللولب في السقف

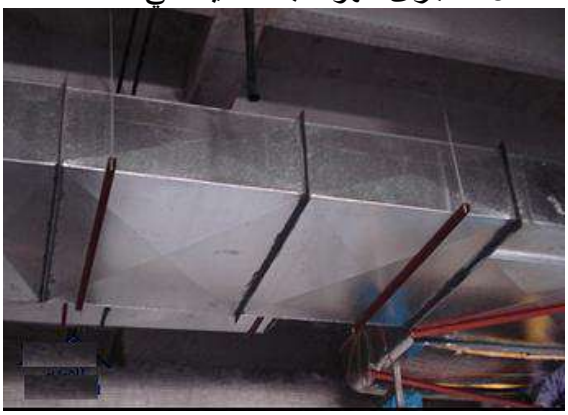
5- اللولب بعد تثبيته في السقف

6- نهاية اللولب والصامولة

7- الزاوية المصنوعة من الفولاذ



8- مجرى الهواء بعد تعليقه في السقف



9- مجرى هواء بعد تعليقه في سقف البناية

شكل 4-9 طريقة تعليق مجاري الهواء في سقف بناية

تمرين 4-8: إحكام التسرب في مناطق ربط مجاري الهواء

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إحكام التسرب في مناطق ربط مجاري الهواء.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- شريط لاصق، 2- معجون غلق الفتحات، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

قد تكون مناطق ربط مجاري الهواء ببعضها وربط مجاري الهواء بوصلات الربط غير محكمة، مما يؤدي إلى تسرب الهواء البارد أو الساخن من خلالها، ذلك ما يسبب هدراً في الطاقة وانخفاضاً في أداء منظومة التكييف، لذا يجب إحكام غلق هذه الفتحات، وكما يأتي:

1. يبين الشكل (4-10-1) منطقة ربط مجرى هواء بآخر، ولاحظ المناطق غير محكمة الربط.
2. استعمل قطعة قماش جافة وخشنة لتنظيف مناطق الربط، وكما مبين في الشكل (4-10-2).
3. استعمل شريطاً لاصقاً من النوع الجيد وابدأ من بداية منطقة الربط في السطح العلوي لمجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-10-3).
4. احكم منطقة لصق الشريط بقوة بحيث تكون خالية من الفقاعات، ويجب أن يزيد عرض الشريط اللاصق بما لا يقل على 5 cm عن عرض منطقة الربط، بحيث يتوزع العرض الزائد بالتساوي بين طرفي منطقة الربط، كما مبين في الشكل (4-10-4).
5. أستمر بلصق الشريط بحيث يشمل محيط منطقة الربط، كما مبين في الشكل (4-10-5).
6. بعض مناطق الربط تكون بارزة، ولا يمكن لصق الشريط عليها، كما مبين في الشكل (4-10-6).
7. أحضر معجوناً بطئ التصلب، كما مبين في الشكل (4-10-7).
8. استعمل المعجون لغلق مناطق التسرب في المناطق التي يصعب لصق الشريط عليها، كما مبين في الشكل (4-10-8). ويبين الشكل (4-10-9) مجرى الهواء بعد إحكام غلق فتحات التسرب.

1- مناطق تسرب الهواء من مناطق الربط

2- أمسح المناطق التي يجب لصقها

3- استعمل الشريط اللاصق من السطح العلوي لمجرى الهواء

4- احكم اللصق بحيث لا تتكون فقاعات

5- أستمر باللصق على محيط مجرى الهواء

6- مناطق يصعب لصقها

7- معجون خاص باللصق بطئ التصلب

8- الصق الفتحات التي يصعب الوصول لها

9- مجرى هواء بعد غلق فتحات التسرب فيه

شكل 4-10 إحكام ربط مناطق اتصال مجاري الهواء

تمرين 4-9: عزل مجاري الهواء حرارياً.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية عزل مجاري الهواء حرارياً.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- شريط لاصق، 2- عازل من الصوف الزجاجي، 3- أسلاك معدنية، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية (وتشمل نظارة واقية وكمامة وخوذة رأس وكفوف).

خطوات العمل:

تُعد عملية عزل مجرى الهواء من الخطوات النهائية في نصب مجاري الهواء، يوصى باعتماد المواصفات التالية للعوازل الحرارية، فالعوازل داخل الأبنية بسمك 1 in (2.5 سم) وكثافة 24 kg/m^3، وخارج الأبنية بسمك 2 in (5سم) وبكثافة 48 kg/m^3، ويستعمل الصوف الزجاجي في عزل مجاري الهواء، ويُعد التعامل بالصوف الزجاجي من العوامل الخطرة، إذ يسبب التماس المباشر بين جلد الإنسان

والصوف الزجاجي حساسية عالية للجلد والتهابه، لذا يجب استعمال القفازات المطاطية عند التعامل معه. كذلك فإن له تأثيراً سلبياً في المجاري التنفسية، ويسبب التعرض الطويل لهذه المادة أمراضاً خبيثة، لذا يجب لبس كمامة على الفم والأنف عند التعامل به، والنظارات الواقية لحماية العين، والخوذة لحماية قشرة الرأس من تغلغل شعيراته.

1. أحضر لفة الصوف الزجاجي، كما مبين في الشكل (4-11-1).
2. يبين الشكل (4-11-2) مجاري الهواء بعد تعليقها وإحكام مناطق التسرب.
3. قسْ طولاً من العازل الحراري بطول يساوي محيط مجرى الهواء مضافاً إليه 10 cm، ثم اقطع من إحدى نهايتي العازل مسافة بطول 10 cm مع بقاء رقائق الألمنيوم على حالها، كما مبين في الشكل (4-11-3).
4. لف العازل حول مجرى الهواء بإحكام والصق طرفيه بشريط لاصق، كما في الشكل (4-11-4).
5. استعمل سلكاً معدنياً لإحكام ربط العازل حول مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (4-11-5).
6. استعمل أشرطة من اللدائن لإحكام ربط العازل حول مجرى الهواء بمسافة تساوي 50 cm بين شريط وآخر، كما مبين في الشكل (4-11-6).
7. يبين الشكل (4-11-7) مجاري الهواء الداخلية بعد الانتهاء من عزلها حرارياً، في حين يبين الشكل (4-11-8) عزل مجاري الهواء الخارجية، ويبين فيه استعمال طبقات من البلاستك الشفاف لتغطية العازل الحراري لمنع تسرب الماء إليه، وكذلك تستعمل الرغوة العازلة في غلق فتحات دخول الهواء وخروج مجرى من خلال السقف.

1- لفة صوف زجاجي

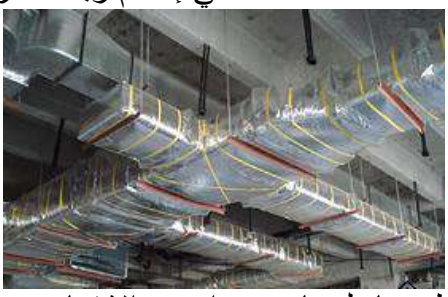
2- مجاري هواء مُعدة للعزل

3- قطع مسافة 10 سم من حافة العازل

4- لف مجرى الهواء بالعازل

5- استعمال الأسلاك في إحكام ربط العازل

6- مجرى الهواء بعد عزله


7- منظر عام لمجاري هواء بعد الانتهاء من عزلها

8- مجاري هواء خارجية معزولة

شكل 4-11 عزل مجاري الهواء حرارياً

تمرين 4-10: نصب ناشرة هواء سقفية لمجرى هواء مرن

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على نصب ناشرة هواء سقفية لمجرى هواء مرن.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- منشار كهربائي، 2- سقف ثانوي، 3- مجرى هواء مرن، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية، 5- ناشرة هواء سقفية.

خطوات العمل:

يتم تدريب الطالب على قطعة من السقف الثانوي وعلى منضدة مستقيمة، بحسب الخطوات الآتية:

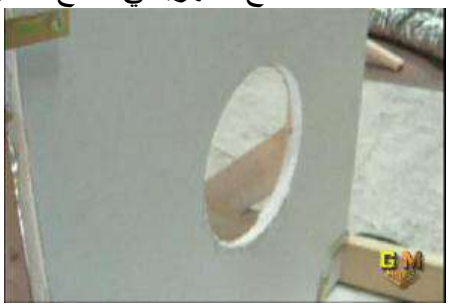
1. استعمل المنشار الكهربائي الخاص بعمل فتحات في السقوف الثانوية، ويتم ذلك عن طريق تحديد القطر الخارجي لناشرة الهواء، من ثم تحديد مركز نصب ناشرة الهواء، كما في الشكل (4-12-1).
2. ثبت مركز المنشار في الثقب الذي تم تحديده مسبقاً، ثم ثبت المنشار بقوة وحرِكه حركة دائرية اعتماداً على مركز ناشرة الهواء، كما مبين في الشكل (4-12-2).
3. يبين الشكل (4-12-3) الانتهاء من قطع ثقب دائري قطره يساوي القطر الخارجي لناشرة الهواء.
4. ارفع القطعة التي تم قطعها، كما مبين في الشكل (4-12-4).
5. اسحب مجرى الهواء المرن من خلال الثقب، كما مبين في الشكل (4-12-5).

6. ادخل القفيص المصنوع من اللدائن من خلال مجرى الهواء المرن، كما مبين في الشكل (4-12-6).
7. ادخل عنق ناشرة الهواء خلال مجرى الهواء المرن، كما مبين في الشكل (4-12-7).
8. احكم ربط قفيص اللدائن بحيث يحكم ربط مجرى الهواء المرن حول عنق ناشرة الهواء، كما مبين في الشكل (4-12-8).
9. استعمل قفيصاً آخر لإحكام ربط العازل حول عنق ناشرة الهواء، كما مبين في الشكل (4-12-9).
10. يبين الشكل (4-12-10) منظر خلفي لناشرة الهواء بعد تثبيته في السقف الثانوي، في حين يبين الشكل (4-12-11) تثبيت ناشرة الهواء في السقف.

1- تحديد مركز الثقب

2- استعمال القاطع الكهربائي لقطع الثقب

3- الانتهاء من قطع السقف الثانوي



4- الثقب بحسب القطر الخارجي لناشرة الهواء

5- سحب مجرى الهواء المرن من خلال الثقب

6- إدخال القفيص المطاطي خلال المجرى

7- تركيب ناشرة الهواء في مجرى الهواء

8- إحكام ربط مجرى الهواء على ناشرة الهواء

9- تثبيت العازل بواسطة القفيص

10- مجرى الهواء بعد تثبيته بناشرة الهواء

11- ناشرة الهواء بعد تثبيتها

شكل 4-12 تثبيت ناشرة هواء سقفية

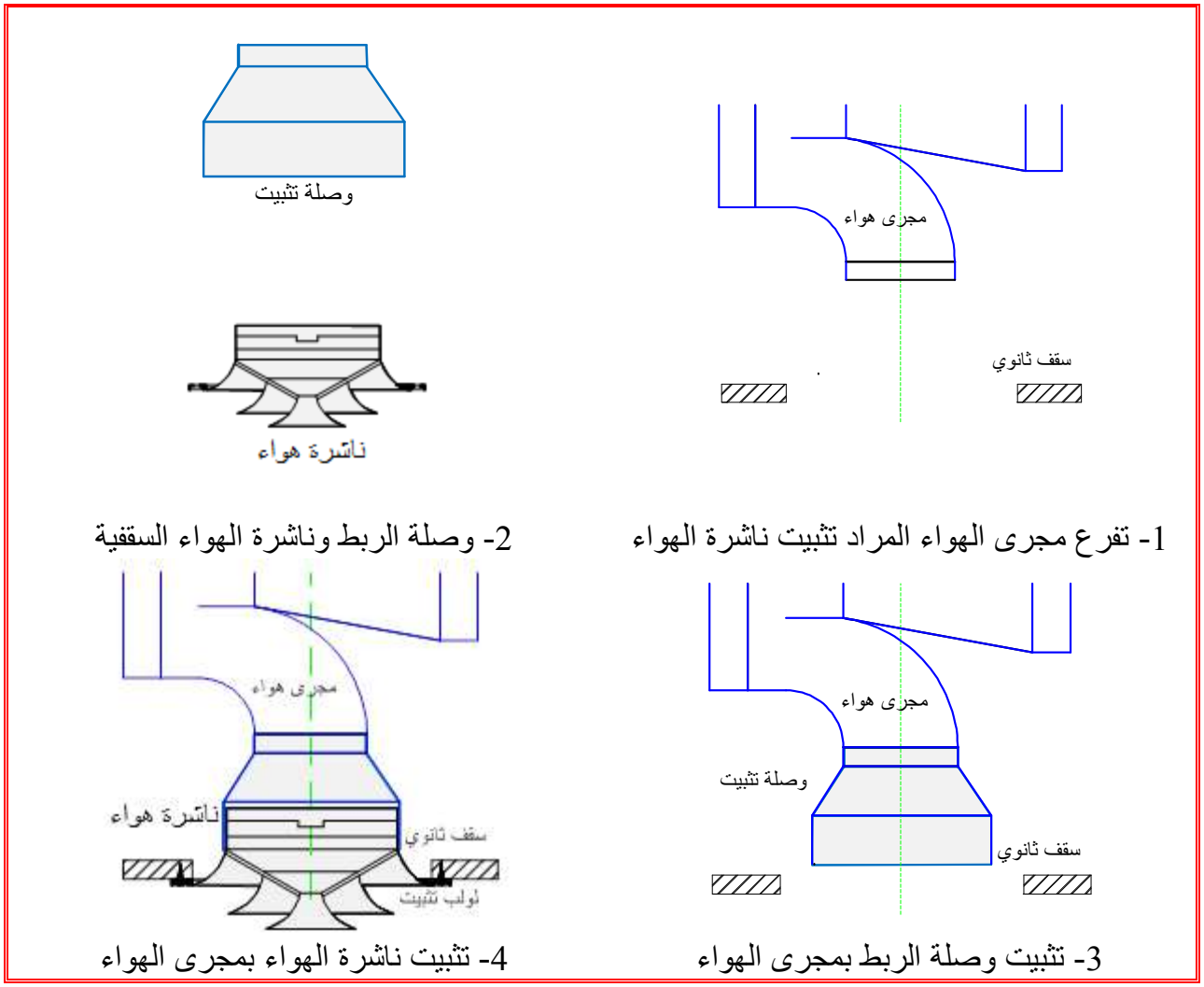
تمرين 4-11: نصب ناشرة هواء سقفية لمجرى هواء دائري المقطع مصنوع من المعدن.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على نصب ناشرة هواء سقفية لمجرى هواء دائري المقطع مصنوع من المعدن.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- منشار كهربائي، 2- سقف ثانوي، 3- مجرى هواء دائري المقطع مصنوع من المعدن، 4- - ملابس وعُدة السلامة المهنية، 5- ناشرة هواء سقفية.

خطوات العمل:

1. يتطلب أحياناً تثبيت ناشرة أو شباك هواء في مجرى هواء دائري المقطع مصنوع من المعدن تشكيل وصلة ربط مناسبة كي تكون رابطاً بين مجرى الهواء ووسيلة توزيع الهواء، وغالباً ما تستعمل هذه الوصلة لتوسيع منطقة ربط ناشرة الهواء بمجرى الهواء.
2. قسْ أبعاد مجرى الهواء المراد ربط ناشرة الهواء عليه المبين في الشكل (4-13-1).
3. قسْ أبعاد عنق ناشرة الهواء، واعتمد الأبعاد لغرض تشكيل وصلة الربط المناسبة لناشرة الهواء المبين في الشكل (4-13-2).
4. أربط وصلة الربط بمجرى الهواء، وكما مبين في الشكل (4-13-3).
5. أدخل عنق الناشرة خلال وصلة الربط وثبت الناشرة بمجرى الهواء بلوالب مناسبة، ثم ثبت ناشرة الهواء بالسقف بلوالب مناسبة للتثبيت، كما مبين في الشكل (4-13-4).



1- تفرع مجرى الهواء المراد تثبيت ناشرة الهواء

2- وصلة الربط وناشرة الهواء السقفية

3- تثبيت وصلة الربط بمجرى الهواء

4- تثبيت ناشرة الهواء بمجرى الهواء

شكل 4-13 نصب ناشرة هواء بمجرى هواء

تمرين 4-12: موازنة الهواء في شبكة توزيع مجاري الهواء.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية موازنة الهواء في شبكة توزيع مجاري الهواء.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مقياس سرعة الهواء، 2- شبكة مجاري هواء، 3- سجل لتسجيل البيانات.

خطوات العمل:

1. ثبت جميع مرشحات الهواء في أماكنها المخصصة وتأكد من نظافتها بشكل تام.
2. دع مروحة دفع الهواء وسحبه إن وجدت تعملان، وتأكد من التيار المسحوب بحيث تعملان بشكل طبيعي.
3. تأكد من خروج الهواء من جميع شبابيك وناشرات الهواء وعدم وجود ما يعوق تدفق الهواء.
4. يستعمل مقياس سرعة الهواء المبين في الشكل (4-14-1)، لقياس سرعة الهواء في المجرى، ويحتوي مقياس سرعة الهواء على ملحقات متعددة الأشكال لغرض قياس سرعة الهواء، كما مبين في الشكل (4-14-2).
5. باستعمال مقياس سرعة الهواء، تأكد من توزيع نسبة دفع الهواء وسحبه للمنظومة، فإذا كانت نسبة الهواء الراجع مثلاً تمثل 75% من الهواء الكلي والهواء الخارجي يمثل 25% فيجب قياس سرعة الهواء قبل الخانق 2 (Damper) في الشكل (4-14-3) وسرعة الهواء بعد الخانق 2، ومن ثم تنظيم فتحة كل خانق (Damper) بحيث تحقق نسبة الخلط أعلاه، ويبين الشكل (4-14-4) طريقة قياس سرعة الهواء خلال مجرى الهواء، إذ يبين الشكل مجس السرعة خارج المجرى، ولغرض قياس السرعة فيجب إدخال مجس القياس داخل مجرى الهواء من خلال الثقب.
6. قسْ سرعة الهواء عند فتحات تجهيز الهواء سواء أكانت ناشرات أم شبابيك هواء، كما مبين في الشكلين (4-14-5) و(4-14-6)، ومن ثم حوَل السرعة إلى معدل تدفق بحسب المعادلة (4-1) وقارن القيمة المستحصلة بالقيمة التصميمية، فإذا كان الفرق بنسبة 10% فلا داعي لإجراء موازنة، وبخلاف ذلك ينبغي التحكم بخانق معدل التدفق الموجود عند مدخل ناشرة الهواء أو شباك الهواء.
7. سجل القراءات المستحصلة لتكون دليل عمل المنظومة مستقبلاً.
8. أعد العملية على جميع فتحات تجهيز الهواء، وقد يحتاج الأمر إلى الرجوع إلى تنظيم تدفق الهواء لكل ناشرة أو شباك هواء أكثر من مرة.
9. بعد التأكد من أن توزيع الهواء مقارب للمخطط التصميمي اتبع ما يأتي:

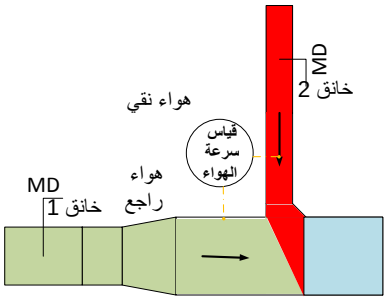
- سجل القراءة النهائية لكل ناشرة أو شباك هواء ولكل غرفة، وستكون هذه القراءات المصدر الرئيس للتنظيم لاحقاً، ثم علّم أماكن التنظيم لكل خانق بشكل واضح بحيث يتم الرجوع إليها في تغييرها بشكل غير مقصود أثناء عملية تنظيف مجاري الهواء وصيانتها.

$$\dot{V} = C \times A \quad \text{.....4-1}$$

$\dot{V}$	معدل تدفق الهواء	m^3/s
C	سرعة الهواء خلال مجرى الهواء	m/s
A	مساحة مقطع مجرى الهواء	m^2

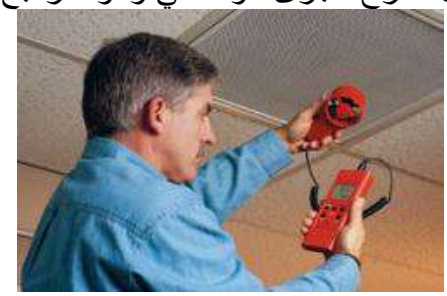
1- مقياس سرعة الهواء

2- ملحقات مقياس سرعة الهواء



3- تفرع مجرى هواء نقي وهواء راجع

4- قياس سرعة الهواء خلال مجرى الهواء



5- قياس سرعة الهواء الخارج من ناشرة هواء سقفية

6- استعمال عصى تُربط بملحق قياس السرعة

شكل 4-14 موازنة هواء في شبكة مجاري الهواء

الفصل الخامس

وحدات التكييف المجمعة

Packaged Units

وحدات التكييف المجمعة

Packaged Units

1-5 مقدمة Introduction

تسمى وحدات التكييف بالوحدات المجمعة إذا احتوت على جميع أجزاء منظومة التثليج في مكان وغلاف واحد، أي أن الضاغط والمكثف والمبخر وأداة التمدد والدائرة الكهربائية ومنظومة السيطرة توجد معاً في هيكل واحد، وتقسم وحدات التكييف المجمعة من حيث كيفية تبريد المكثف على نوعين، أحدهما وحدات التكييف المجمعة المبردة بالهواء، والآخر وحدات التكييف المجمعة المبردة بالماء.

2-5 وحدات التكييف المجمعة المبردة بالهواء Air-Cooled Packaged Units

تختلف سعات وحدات التكييف المجمعة المبردة بالهواء إذ تبدأ من 4 TR صعوداً، وسيتم التطرق في هذه الفقرة إلى كيفية نصب الدائرتين الميكانيكية والكهربائية لوحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء.

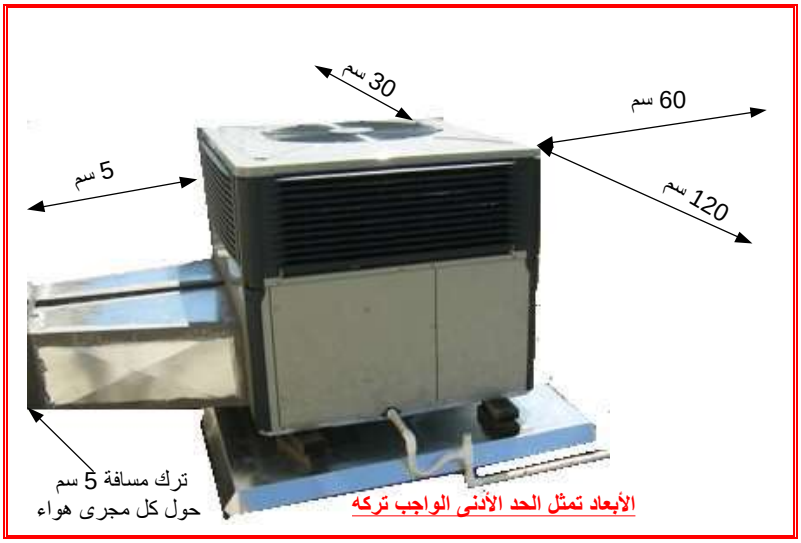
تمرين 5-1 الاستعداد لنصب وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية الاستعداد واختيار موقع نصب وحدة تكييف مجمعة.

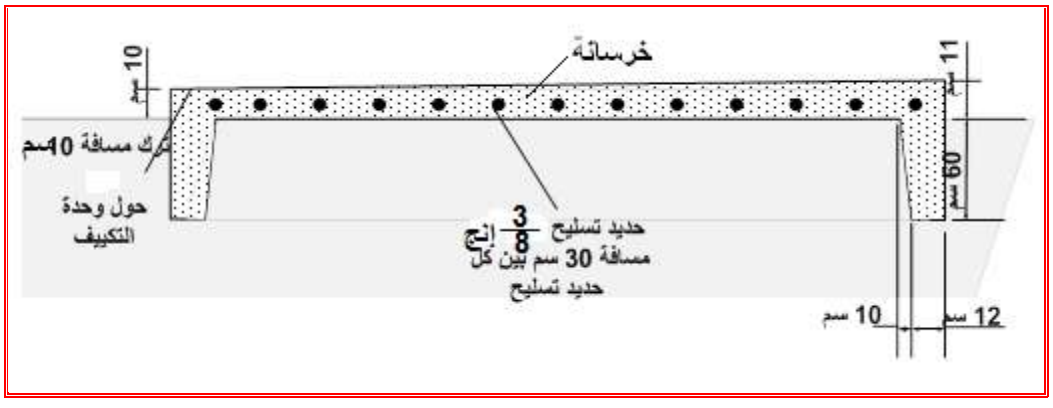
خطوات العمل:

1. تأكد من سلامة وحدة التكييف قبل فتحها، وفي حال وجود أي ضرر يجب عدم تسلم وحدة التكييف وإبلاغ الجهات المتخصصة بذلك.
2. تأكد من اللوحة التعريفية لوحدة التكييف ومدى مطابقتها للسعة التصميمية.
3. تأكد من أن تردد وفرق جهد القوة الكهربائية تلائم ما معمول به في المكان الذي تنصب به الوحدة، علماً أن تردد وفرق جهد القوة الكهربائية في العراق هو 50 Hz، 380 V ثلاثي الأطوار.
4. اختيار المكان المناسب لنصب وحدة التكييف وكما يأتي:
   - ترك مجالات مناسبة لأغراض تبريد المكثف والصيانة، كما مبين في الشكل (5-1).
   - عدم تجمع الماء المتكثف حول وحدة التكييف.
   - عدم تأثير صوت وحدة التكييف في أثناء العمل في الساكنين والجيران.
   - بعدها عن تأثير الظروف الجوية كالأمطار والأتربة.

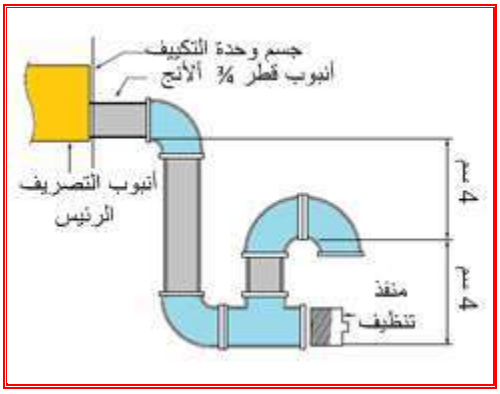
5. نصب قاعدة من الخرسانة المسلحة سواء أكان تثبيت وحدة التكييف على الأرض أم على سطح البناية، وضبط ميل القاعدة بزاوية بسيطة باتجاه مجمع الماء المتكثف، كما في الشكل (5-2).
6. تجهيز مأخذ القوة الكهربائي بالقرب من مكان نصب وحدة التكييف.
7. تجهيز مجاري الهواء لكل من خطي السحب والدفع لغرض ربطهما بشبكة مجاري الهواء الرئيسة في البناية.
8. تجهيز أنابيب تصريف الماء المتكثف ووسيلة الربط، كما مبين في الشكل (5-3).
9. تجهيز مخمدات الاهتزاز لنصبها أسفل وحدة التكييف.



شكل 5-1 الحد الأدنى من الأبعاد الواجب تركها حول وحدة التكييف



شكل 5-2 قاعدة من الخرسانة المسلحة لنصب وحدة تكييف مجمعة



شكل 5-3 أنبوب تصريف وحدة التكييف

تمرين 5-2 نصب وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء على القاعدة الخرسانية.

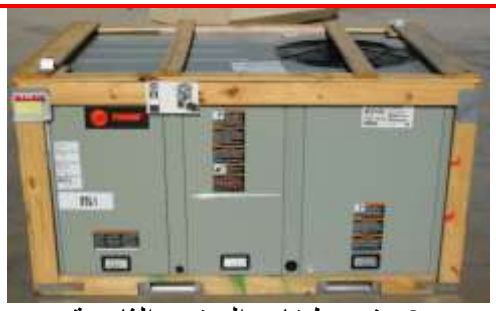
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء على القاعدة الخرسانية.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- رافعة ميكانيكية أو هيدروليكية، 2- حبل من الفولاذ أو سلسلة من المعدن، 3- عوارض حديدية، 4- عارضة حديد ذات مقطع حرف U.

خطوات العمل:

1. يبين الشكلان (5-4-1) و(5-4-2) وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء قبل فتح غلافها الخشبي.
2. افتح الغلاف الخشبي للوحدة استعداداً لنصبها، كما مبين في الشكل (5-4-3).
3. ارفع وحدة التكييف، كما مبين في الشكل (5-4-4)، ويجب إمرار السلك أو السلسلة المعدنية عبر الثقوب الموجودة في عارضة الرفع، كما مبين في الشكل (5-5-5).
4. اربط الأطراف الأربعة للسلك أو السلسلة المعدنية في ثقوب وحدة التكييف المخصصة لرفع الوحدة.
5. يجب أن لا يقل ارتفاع عارضة الرفع بحدود 1.8 m عن سطح وحدة التكييف.
6. ضع عارضة معدنية بين كل جهة من جهتي السلسة المعدنية، لمنع انبعاج جسم وحدة التكييف.
7. ارفع وحدة التكييف من الأرض، ثم ضعها على القاعدة المخصصة لها، مع الأخذ بالحسبان اتجاه فتحات مجاري الهواء نسبة إلى الفتحات الرئيسة لمجاري الهواء في البناية.
8. وضع وحدة تكييف الهواء على القاعدة الخرسانية مباشرة ولا حاجة إلى مخمدات الاهتزاز، كما مبين في الشكل (5-4-6).

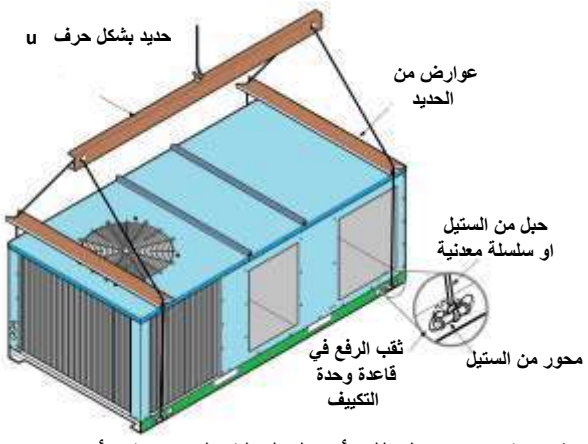
1- وحدة تكييف هواء مجمعة فتح فيها الغلاف الأولي



2- فتح طبقات الخشب الثانوية

3- وحدة التكييف مهيأة للرفع

4- رفع وحدة التكييف



5- طريقة تثبيت السلك أو السلسلة المعدنية لأغراض الرفع

6- وحدة تكييف الهواء المجمعة بعد وضعها على القاعدة الخرسانية

شكل 5-4 نصب وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء على القاعدة الخرسانية.

تمرين 5-3 تهيئة وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء قبل التشغيل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تهيئة وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء قبل التشغيل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. أزل العوارض التي تثبت الضاغط في مكانه في أثناء عملية الشحن، وتتم إزالة المثبتات اعتماداً على دليل الجهاز.
2. أزل العوارض التي تثبت المراوح في أثناء عملية الشحن، وكما مثبت في دليل الجهاز.
3. تأكد من مصدر تجهيز التيار الكهربائي من ناحية الطور، ويتم ذلك عن طريق الاطلاع على اللوحة التعريفية المثبتة على الجهاز.
4. تأكد من مصدر التيار الكهربائي الذي يستعمل لتجهيز وحدة التكييف ومدى ملائمته لمتطلبات الجهاز، وكذلك يجب التأكد من قياسات الأسلاك الكهربائية المجهزة لوحدة التكييف.

تمرين 5-4 استكمال نصب وحدة تكييف مجمعة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استكمال نصب وحدة تكييف مجمعة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

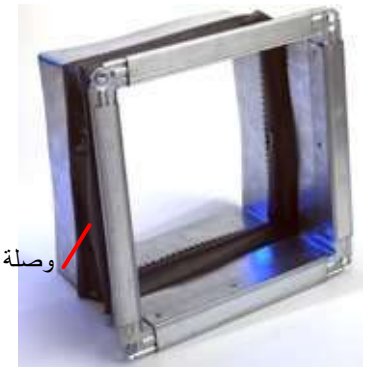
خطوات العمل:

1. أنصب مجاري الهواء بشكل نظامي، بحيث يكون سطح مجرى الهواء محدباً، كي لا يجمع مياه الأمطار، كما مبين في الشكلين (5-5-1) و (5-5-2).
2. استعمل وصلة ربط مرنة (چادر) مضادة للحريق لغرض ربط مجرى الهواء بوحدة التكييف لمنع نقل الاهتزازات إلى شبكة الهواء الرئيسة داخل البناية.
3. أعزل مجاري الهواء بشكل مستقل، مع استعمال رقائق الألمنيوم وطبقة من مانع تسرب الماء.
4. يمكن أن يكون مجرى هواء الدفع ومجرى الهواء الراجع مستقيماً عند تثبيت وحدة تكييف الهواء على الأرض، كما مبين في الشكل (5-5-4)، أو بصورة منحنٍ إذا تم تثبيت وحدة تكييف الهواء على سطح البناية، كما مبين في الشكل (5-5-5).

5. أعزل منافذ مجاري الهواء في البناية بمعجون مناسب بحيث يمنع تسرب الهواء ودخول الحشرات والقوارض من خلال الفتحات.
6. اربط أنابيب التصريف عند زاوية وحدة التكييف، ويجب ملئ أنابيب التصريف بالماء قبل تشغيل وحدة التكييف لمنع سحب الهواء من خلال أنابيب التصريف.
7. اربط مرشحات الهواء في مكانها، كما مبين في دليل الجهاز، ويجب عدم تشغيل المنظومة قبل تثبيت جميع المرشحات في مكانها.

1- مجرى هواء نظامي محدب من الأعلى

2- مجرى هواء غير نظامي يجمع ماء المطر



4- وصلة تثبيت مرنة

5- ثبيت وحدة التكييف على الأرض

6- تثبيت وحدة التكييف على سطح البناية

شكل 5-5 استكمال نصب وحدة تكييف مجمعة.

تمرين 5-5 نصب متحسس درجة الحرارة والمتحسس عن بعد والأسلاك الكهربائية.

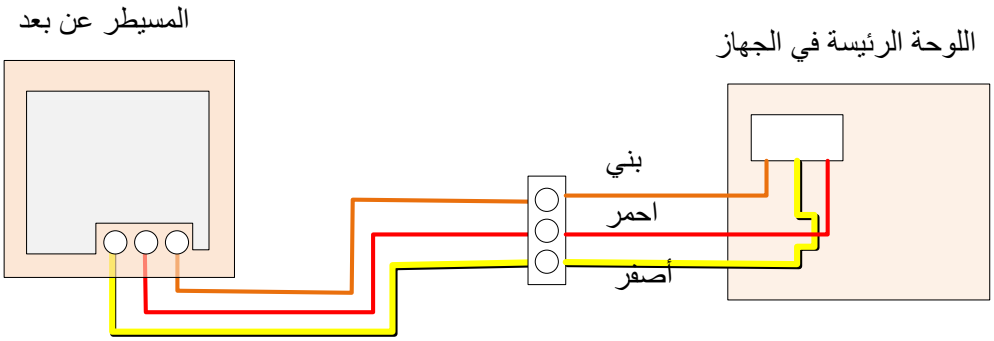
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب متحسس درجة الحرارة والمتحسس عن بعد والأسلاك الكهربائية.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

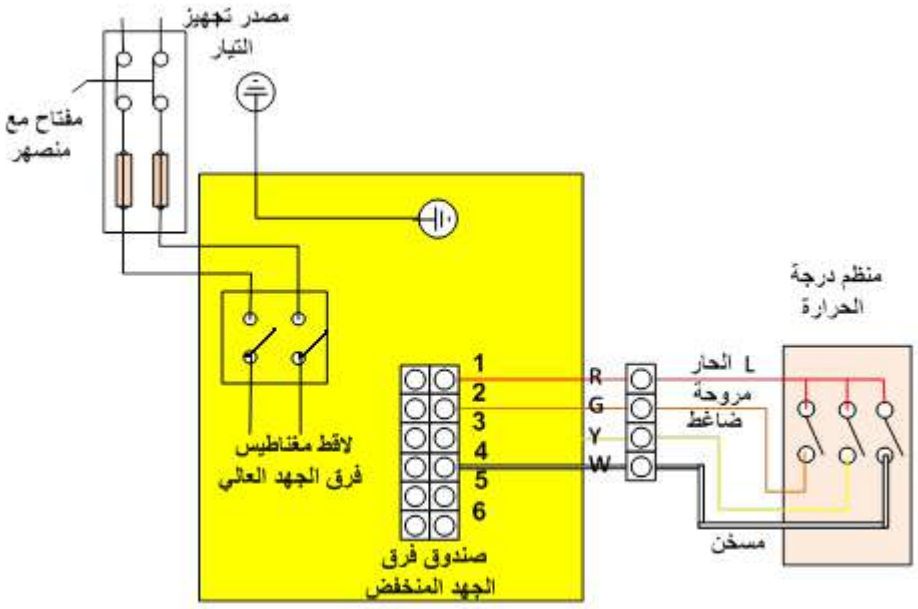
خطوات العمل:

1. يحتوي متحسس درجة الحرارة على منظومة السيطرة عن بعد، ويتم نصب متحسس درجة الحرارة بعيداً عن الضوء المباشر للشمس، وعن مناطق الرطوبة العالية وتيار الهواء البارد.
2. أنصب المسيطر عن بعد على ارتفاع بحدود 1.5 m عن سطح الأرض، وهذا الارتفاع يمثل منطقة الإشغال المعتمدة في الحسابات والقياسات، فضلاً عن أن المسيطر عن بعد قد يحتوي على شاشة رقمية لذا يصعب مشاهدة قيم درجات الحرارة إذا كان ارتفاع المنظم يزيد على 1.5 m ، كما مبين في الشكل (5-6-1).
3. اربط الأسلاك الكهربائية بحسب الألوان، كما مبين في الشكل (5-6-2)، ويجب أن لا يزيد طول الأسلاك بين لوحة الجهاز الرئيس والمسيطر عن بعد على 70 m ، وإذا كان لا بد من الزيادة فيجب أن تكون مساحة مقطع السلك $1.5\ mm^2$
4. أبعد أسلاك المسيطر عن بعد عن أنابيب مائع التثليج وبعيداً عن أنابيب تصريف الماء. ولمنع تأثير الأسلاك الكهربائية الخاصة بأجهزة العرض والتلفاز أبعد سلك المسيطر عن بعد عن هذه الأسلاك بمسافة لا تقل عن 5 cm
5. اربط الأسلاك الكهربائية، كما مبين في الشكلين (5-6-2) و(5-6-3)، إذا كانت الوحدة تعمل أحادية الطور، لا تحتاج إلى أكثر من هذا الربط، لأن وحدة التكييف المجمعة تكون متكاملة من ناحية الربط الكهربائي، ولا تحتاج إلا إلى ربط منظم درجة الحرارة ومصدر التيار الرئيس، علماً أن الشكلين يمثلان على التوالي دائرة سيطرة إلكترونية ودائرة سيطرة كهربائية تقليدية.
6. اربط الأسلاك الكهربائية، كما في الشكل (5-6-4) إذا كانت وحدة التكييف تعمل على تيار ثلاثي الطور.

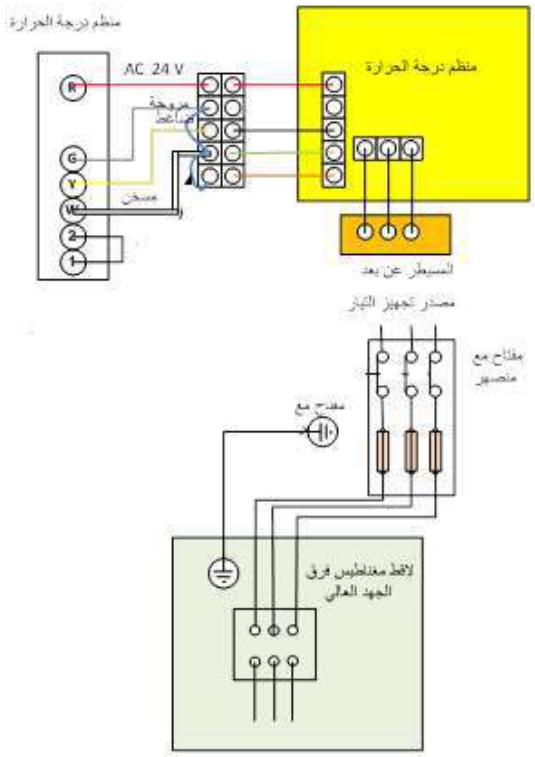
1- جهاز السيطرة عن بعد وفيه شاشة رقمية



2- ربط المتحسس عن بعد بوحدة التكييف



3- الربط الكهربائي لوحدة التكييف بمصدر أحادي الطور



4- ربط وحدة التكييف بمصدر كهربائي ثلاثي الطور

شكل 5-6 نصب متحسس درجة الحرارة والمتحسس عن بعد والأسلاك الكهربائية.

تمرين 5-6 فحص ما قبل تشغيل وحدة التكييف المجمعة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إجراء فحص ما قبل تشغيل وحدة التكييف المجمعة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. تأكد من الفضاءات المحيطة بوحدة التكييف ومدى مطابقتها لدليل عمل الجهاز.
2. تأكد من مجاري الهواء قد شُكلت بحسب القياسات المطلوبة، وتم عزلها بعازل حراري ومانع رطوبة مع تثبيت مانع الاهتزاز بين الوحدة والمجاري الرئيسة.
3. تأكد من نصب أنبوب تصريف الماء المتكثف وملئه بالماء.
4. تأكد من الربط الكهربائي وحجم الأسلاك الكهربائية المستعملة ومدى مطابقة الربط لدليل الجهاز، وتأكد من إحكام ربط الأسلاك الكهربائية بلوحة الجهاز.

5. تأكد من ربط سلك التسريب الأرضي وهل إن الوحدة جُهزت بمنصهرات كهربائية.
6. تأكد من مكان المسيطر عن بعد ومطابقة الربط الكهربائي لدليل الجهاز.
7. تأكد من عدم وجود تسرب شحنة مائع التثليج في المنظومة.
8. تأكد من حرية حركة مروحة المكثف ومروحة المبخر وهل تم إحكام ربطها.
9. تأكد من حرية حركة الهواء خلال المكثف، وعدم حدوث دائرة قصر لهواء المكثف.
10. تأكد من إعادة ربط جميع الأغطية الكهربائية والميكانيكية.
11. بعد التأكد من النقاط أعلاه يمكن تشغيل الوحدة تشغيلاً تجريبياً.

تمرين 5-7 تشغيل وحدة التكييف المجمعة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تشغيل وحدة التكييف المجمعة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. **حالة التدفئة (اذا كانت الوحدة من نوع تدفئة - تبريد)**

- تأكد من أن جميع شبابيك وناشرات الهواء مفتوحة، وأن جميع بوابات بدن منظومة التكييف في مكانها.
- أضغط على تدفئة Heater في جهاز السيطرة عن بعد.
- لغرض الفحص ضع منظم درجة الحرارة عند درجة حرارة أعلى بمقدار 5˚C من درجة حرارة الغرفة، أو بحسب تعليمات الشركة المصنعة للجهاز.
- تحسس من دفء الهواء الخارج من وحدة التكييف.
- أطفئ وحدة التكييف بعد التأكد من عمل المنظومة عند حالة التدفئة.

2. **حالة التبريد**

- ضع المسيطر عن بعد عند حالة التبريد Cool.
- ضع منظم درجة الحرارة عند درجة حرارة أقل بمقدار 5˚C من درجة حرارة الغرفة.
- استعمل مروحة المبخر مباشرة عند التشغيل، في حين تعمل مروحة المكثف والضاغط تلقائياً بعد مرور ثلاث دقائق.

- تحسس درجة حرارة الهواء الخارج من الجهاز.
- أطفئ الجهاز بعد التأكد من عمله بشكل صحيح.

3. التأكد من الضغوط العاملة

- أعد خطوات حالة التبريد ودعْ الجهاز يعمل لمدة 10 دقائق.
- اربط مقياس الشحن على كل من خطي السحب والدفع.
- سجل قراءة ضغط الدفع وضغط السحب وتأكد من توافقهما مع الضغوط المبينة في دليل الجهاز.

4. التأكد من فرق الجهد الكهربائي

- قسْ فرق الجهد الكهربائي في أثناء عمل الضاغط.
- قارن فرق الجهد بفرق الجهد التصميمي الموجود في دليل الجهاز.
- في حال انخفاض فرق الجهد عن الحد التصميمي تأكد من أن أقطار الأسلاك الكهربائية المجهزة للتيار ضمن المقاسات الصحيحة، وكذلك الطول المفرط للأسلاك قد يسبب هبوطاً في فرق الجهد.

تمرين 5-8 بناء جدول الحالة النهائية لوحدة تكييف مجمعة.

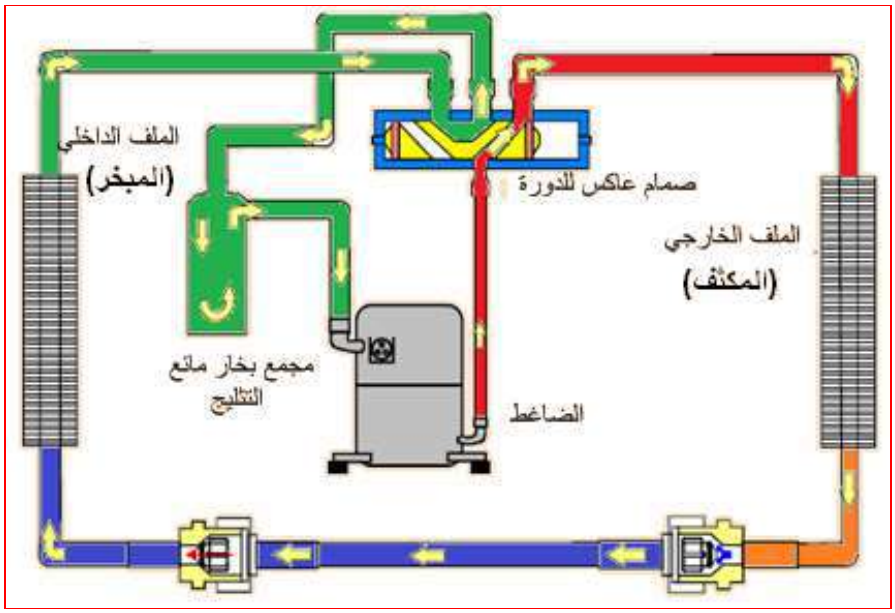
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على بناء جدول الحالة النهائية لوحدة تكييف مجمعة.

خطوات العمل:

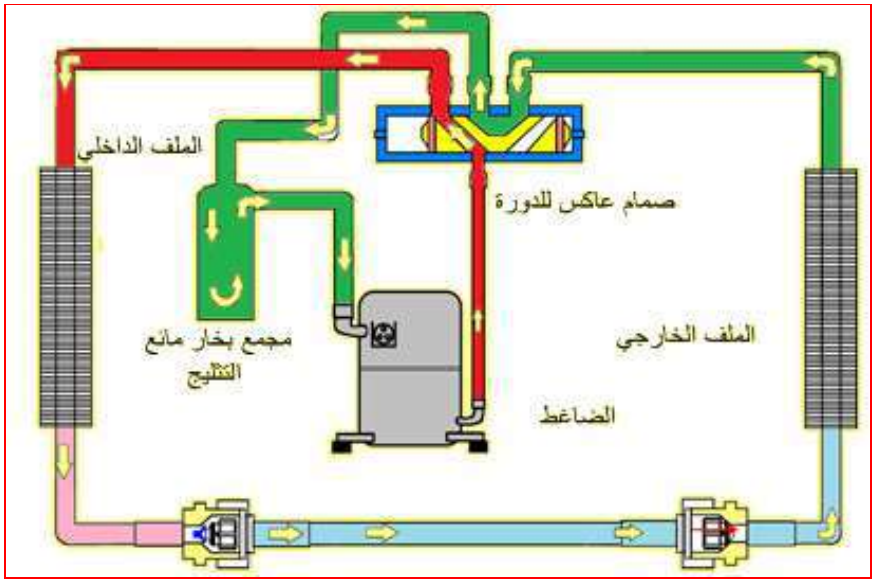
بعد الانتهاء من التشغيل التجريبي يتطلب إعداد جدول لحالة الوحدة قبل تسليمها، لذا خطط الجدول التالي وأشر بالعلامة √ في حالة العمل بشكل مناسب وبعلامة ✗ في حالة عدم تطابق المواصفة

ت	المواصفة	الحالة
1	هل إن الوحدة تعمل ضمن خطوات العمل كما مبين في دليل الجهاز	
2	هل إن مروحتي المكثف والمبخر تعملان ضمن السرع المطلوبة وبدون ضوضاء	
3	هل إن الضاغط يعمل بشكل مناسب، وإن ضغوط العمل ضمن الحدود المطلوبة.	
4	هل تم تدقيق فرق الجهد وتيار الوحدة وهل هي ضمن الحدود التصميمية.	
5	هل تم موازنة كمية الهواء في كل غرفة بحسب المخطط التصميمي.	
6	هل تم فحص مجاري الهواء لأغراض التسرب وتكثف بخار الماء خلالها.	
7	هل تم تدقيق كمية الهواء النقي المجهزة للوحدة وهل هي ضمن الحد التصميمي.	
8	هل تم التأكد من ربط أجزاء المنظومة بشكل محكم وعدم صدور ضوضاء.	
9	هل تم إعادة ربط الأغطية التي سبق فتحها وإنها محكمة الغلق.	
10	هل تم إعداد جدول صيانة دوري لوحدة التكييف المجمعة	

قد تعمل وحدة تكييف الهواء المجمعة كوحدة تبريد فحسب، كما مبين في الشكل (5-7-1)، أو يمكن أن تعمل كوحدة تدفئة - تبريد عن طريق عكس دورة التثليج، كما مبين في الشكل (5-7-2)، ولكل من الحالتين أعلاه دائرة كهربائية خاصة بها، لذا سيتم التعلم في التمرينين اللاحقين كيفية تتبع الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة مبرد بالهواء.



شكل 5-7-1 دورة التثليج لوحدة تكييف هواء مجمعة تعمل تبريد - تدفئة، حالة التبريد



شكل 5-7-2 دورة التثليج لوحدة تكييف هواء مجمعة تعمل تبريد - تدفئة، حالة التدفئة

تمرين 5-9 بناء دائرة كهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة مبردة بالهواء – نظام تبريد فحسب

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على بناء دائرة كهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة مبردة بالهواء، نظام تبريد فحسب.

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مروحة مكثف، 2- ضاغط، 3- مفتاح ضغط واطئ، 4- مروحة مكثف، 5- متسعة دوران، 6- محولة 220-24 فولت، 7- لوحة سيطرة، 8- لاقط مغناطيسي، 9- متسعة بدء حركة ودوران، 10- نقاط توصيل كهرباء، 11- منصهر، 12- عُدة عمل كهرباء، 13- ملابس وعُدة سلامة مهنية.

خطوات العمل:

1. هيء مكان العمل، وانصب لوحة السيطرة.
2. قسْ الأطوال المناسبة لأطوال الأسلاك، ثم أزل العازل من أطراف الأسلاك.
3. أتبع المخطط المبين في الشكل (5-8-1)، واربط بحسب المخطط.
4. دعْ مدربك يرى عملك قبل التشغيل.

تمرين 5-10 بناء دائرة كهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة مبردة بالهواء – نظام تدفئة / تبريد.

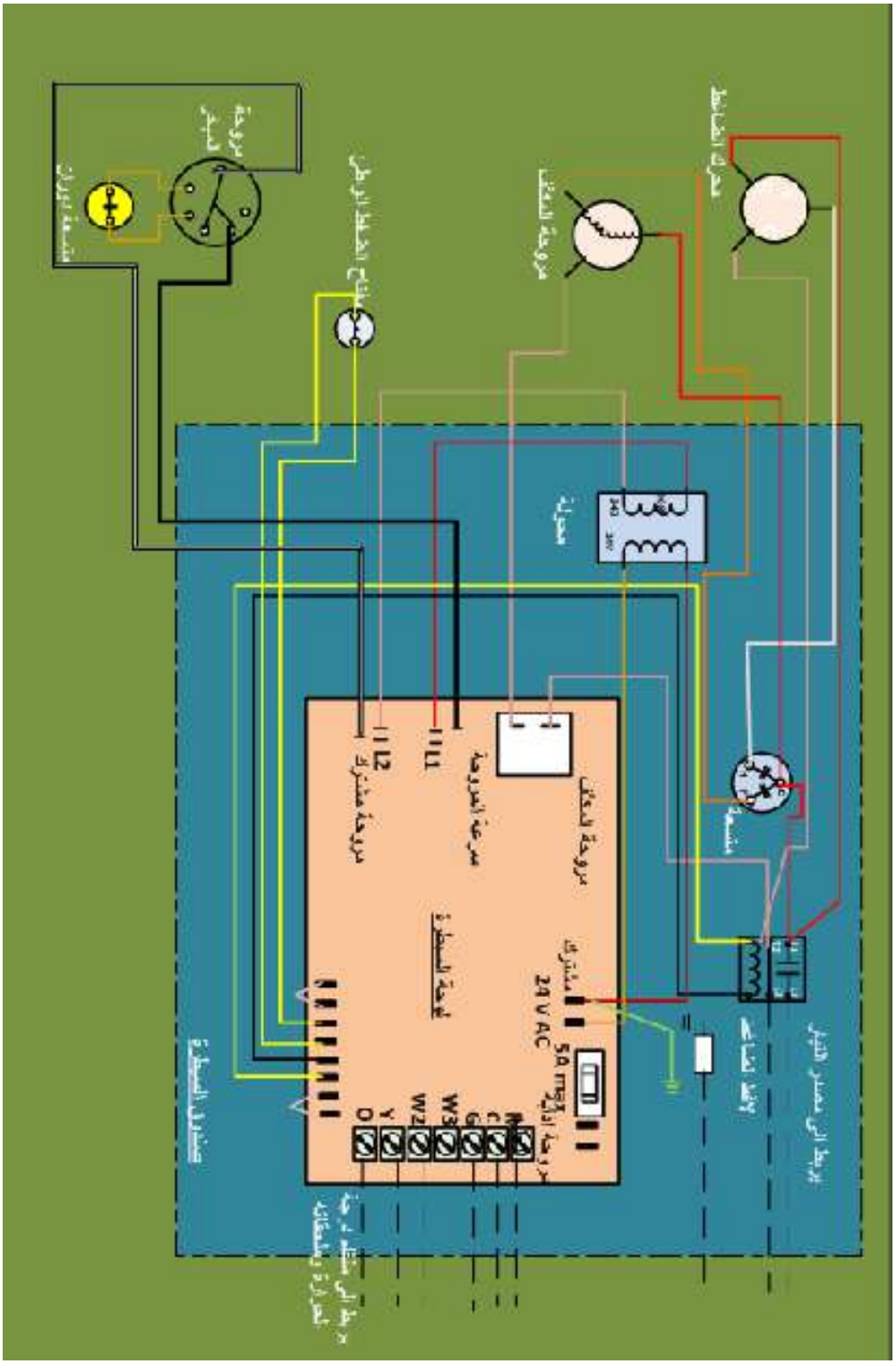
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على بناء دائرة كهربائية لوحدة تكييف هواء مجمعة مبردة بالهواء، نظام تدفئة - تبريد.

المواد والعُدد المطلوبة:

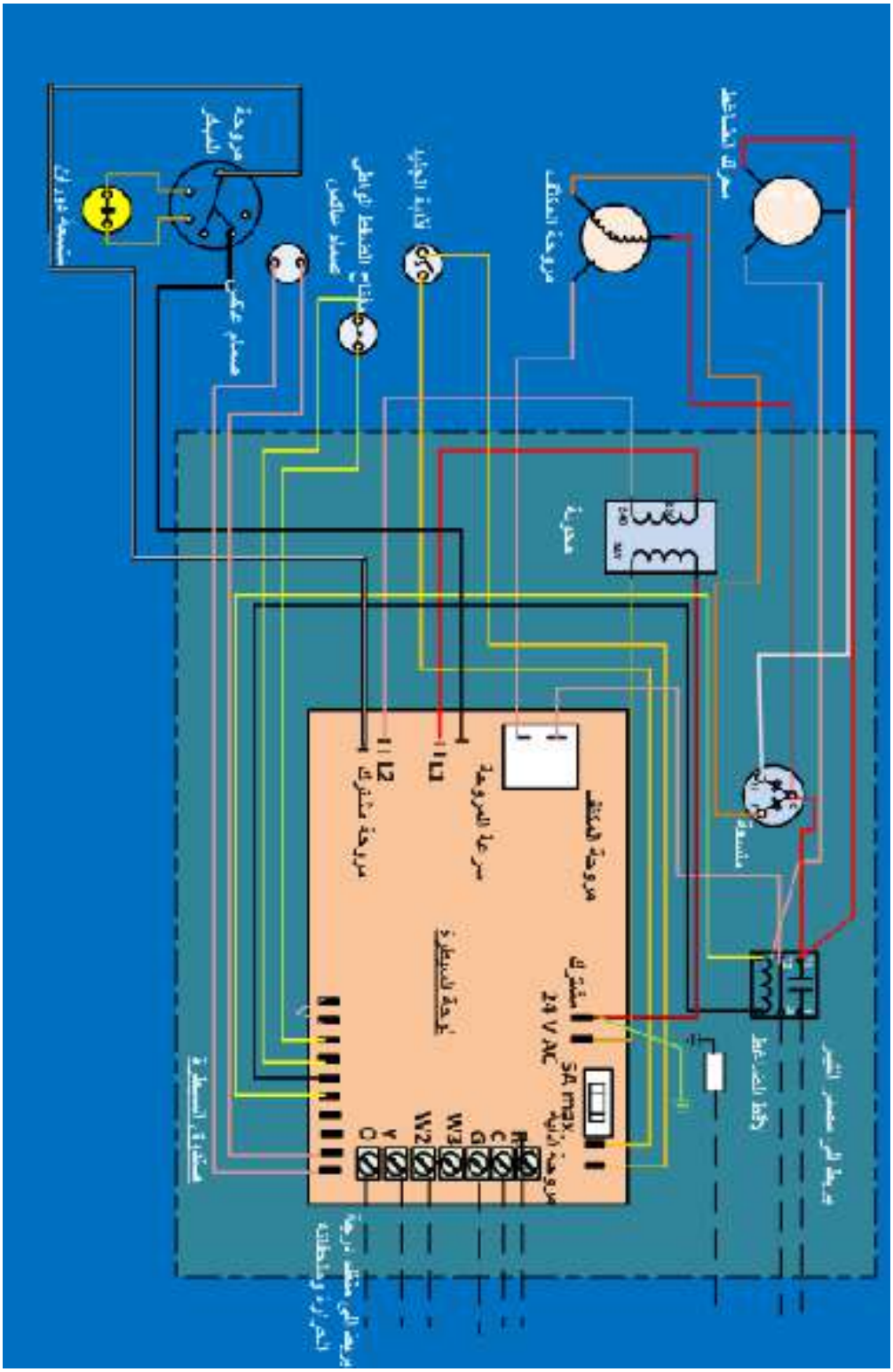
1- مروحة مكثف، 2- ضاغط، 3- مفتاح ضغط واطئ، 4- مروحة مكثف، 5- متسعة دوران، 6- محولة 220-24 فولت، 7- لوحة سيطرة، 8- لاقط مغناطيسي، 9- متسعة بدء حركة ودوران، 10- نقاط توصيل كهرباء، 11- منصهر، 12- منظم إذابة الجليد، 13- عُدة عمل كهرباء، 14- ملابس وعُدة سلامة مهنية.

خطوات العمل:

اتبع الخطوات أعلاه، واعتماداً على الشكل (5-8-2)، ثم اربط الدائرة الكهربائية.



شكل 5-8-1 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء نظام تبريد فحسب



شكل 5-8-2 الدائرة الكهربائية لوحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء، نظام تدفئة - تبريد

تمرين 5-11 استرجاع مائع تثليج وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استرجاع مائع تثليج وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مضخة تفريغ، 2- ثرمستور، 3- عُدة شحن،3- أسطوانة نيتروجين جاف، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

سبق أن تعلمت طريقتي الاسترجاع، وهما الاسترجاع الفائق، المبين في الشكل (5-9-1)، والاسترجاع الثلاثي المبين في الشكل (5-9-2)، وإن طريقة الاسترجاع الفائق تختلف عن طريقة الاسترجاع الثلاثي، بأن الأولى يمكن أن تزيل الرطوبة من المنظومة بشكل تام، في حين الطريقة الثانية لا تزيل الرطوبة بشكل تام من المنظومة، وعلى هذا الأساس تتبع الطريقة الأولى لشحن منظومات التثليج الكبيرة، ونتبع الخطوات الآتية:

1. اضبط صمام منظم الضغط لأسطوانة النيتروجين عند 1300 kPa. ويجب عدم تسخين أسطوانة النيتروجين أو ثاني أوكسيد الكاربون مطلقاً، وأن لا تزيد درجة حرارة أسطوانة النيتروجين وثاني أوكسيد الكاربون على 45˚C
2. افحص المنظومة، بغاز النيتروجين الجاف أو غاز ثاني أوكسيد الكاربون، عند 1150 kPa، والتأكد من خلوها من التسرب قبل استعمال الاسترجاع الثلاثي.
3. راقب منظومة التثليج، ويمكن القول إن المنظومة خالية من التسرب إذا استمرت على المحافظة على ضغط ثابت لمدة 3 إلى 4 ساعات.
4. اربط المنظومة ومعدات الإخواء، كما مبين في الشكل (5-9-1)
5. استعمل مقياس ثرمستور مع مضخة التفريغ، إذ يتحسس مقياس ثرمستور ضغط الإخواء ولغاية 0.5 mm Hg ، ويمكنه أن يتحسس خلو المنظومة من الرطوبة وكذلك خلوها من التسرب، ويمكن القول بأن مقياس ثرمستور يستعمل كدليل على جاهزية المنظومة لعملية الشحن.
6. اربط مقياس ثرمستور كجزء من مضخة التفريغ باستعمال وصلة ربط على شكل حرف T.
7. اربط الثرمستور مع مضخة التفريغ ومقياس الشحن، كما مبين في الشكل (5-9-1).
8. دعْ مضخة التفريغ تعمل، ثم افتح صمام مقياس الضغط العالي في مقياس الشحن.

9. راقب مقياس الضغط الواطئ وعند هبوط الضغط إلى حدود 29 in Hg، افتح الصمام الواصل إلى الثرمستور.

10. يجب أن يقرأ الثرمستور ضغطاً مقداره 250 ميكرون في الأقل.

11. يمكن معرفة خلو المنظومة من الرطوبة وكذلك خلوها من التسرب باتباع الطرائق الآتية:

- اغلق الصمام الذي يربط المضخة بالمنظومة، وأوقف مضخة التفريغ عن العمل.
- راقب مقياس ضغط الخواء الفائق، فإذا أشر المقياس زيادة في الضغط، فهذا يدل على احتواء المنظومة على بعض الرطوبة، هذا على أساس أن المنظومة قد فحصت مسبقاً وتم التأكد من عدم احتوائها على فتحات التسرب.

12. استعمل فتحات عديدة لغرض تحقيق ضغط خواء فائق، إذ إن سحب الهواء من المنظومة من فتحة واحدة يُعد غير كاف، يتم سحب 94% من الرطوبة فحسب تحت ضغط خواء يعادل 50 mm Hg .

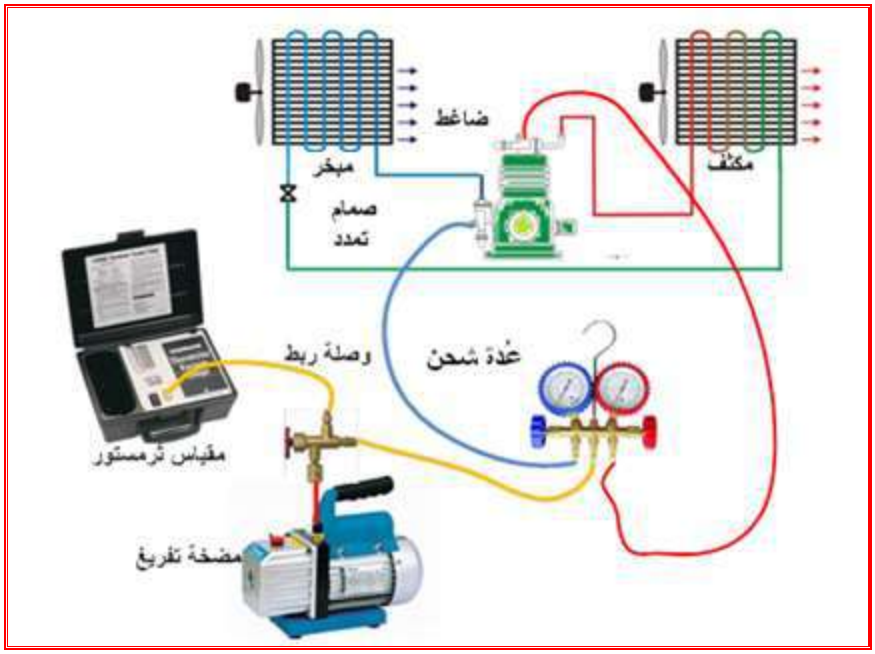
13. سخن المنظومة إلى درجة حرارة مقدارها 38˚C (درجة غليان الماء عند ضغط 50 mm Hg).

14. شغل المنظومة بشكل متقطع في أثناء عملية الإخواء لغرض تحرير الهواء المحتجز في بعض أجزاء المنظومة فضلاً عن تسخين الملفات الكهربائية لمحرك الضاغط التي يمكن أن تحجز بعض الهواء والرطوبة خلالها.

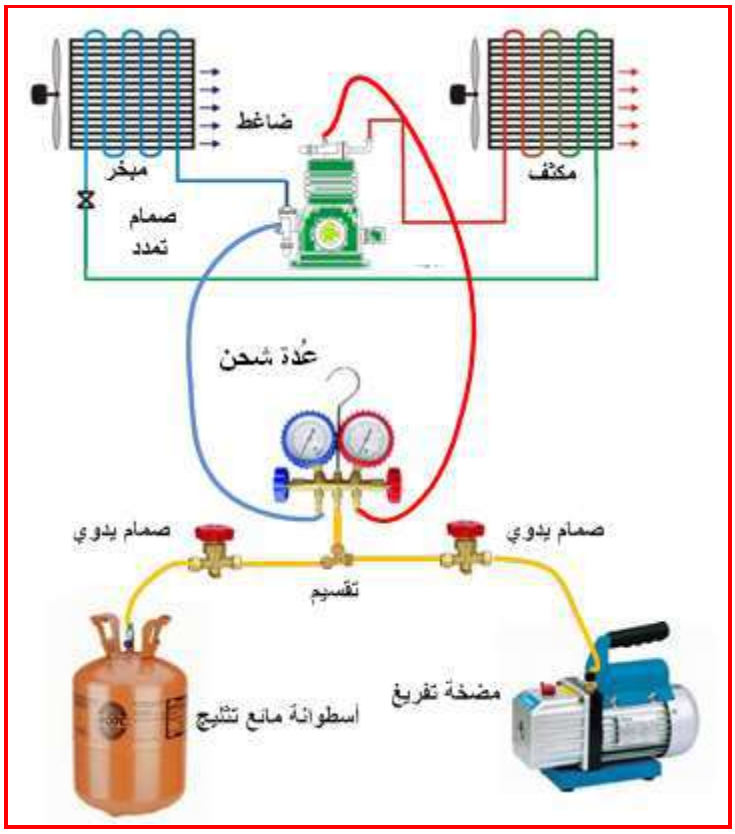
15. استمر بالإخواء حتى يقرأ الثرمستور ضغطاً أدنى مقداره 250 ميكرون.

16. اغلق الصمام الواصل إلى مضخة التفريغ، وراقب ارتفاع الضغط، فإذا لم يرتفع الضغط إلى أكثر من 1500 ميكرون في غضون 5 دقائق فإن المنظومة خالية من التسرب وأن عملية التفريغ قد تمت بنجاح. وفي حالة ارتفاع ضغط الثرمستور ليكون أكبر من 500 ميكرون فهذه يعني بقاء الرطوبة والغازات غير المتكثفة في المنظومة. في هذه الحالة يجب اتباع ما يأتي:

- اشحن المنظومة ببخار مائع التثليج، ثم استرجعه مرة أخرى بواسطة منظومة إعادة تأهيل مائع التثليج.
- اعد العملية مرة أخرى، ولغرض إزالة ما بقي من الهواء والرطوبة في الداخل، وعندها يمكن القول بأن ما بقي من هواء داخل المنظومة يمثل 0.01% من مجمل الهواء الكلي الذي تحتويه المنظومة.



شكل 5-9-1 الربط الميكانيكي لإخواء منظومة تثليج إخواءً فائقاً



شكل 5-9-2 الربط الميكانيكي لإخواء منظومة تثليج ثلاثياً

تمرين 5-12 شحن وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء عن طريق الضغط العالي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية شحن وحدة تكييف مجمعة مبردة بالهواء عن طريق الضغط العالي.

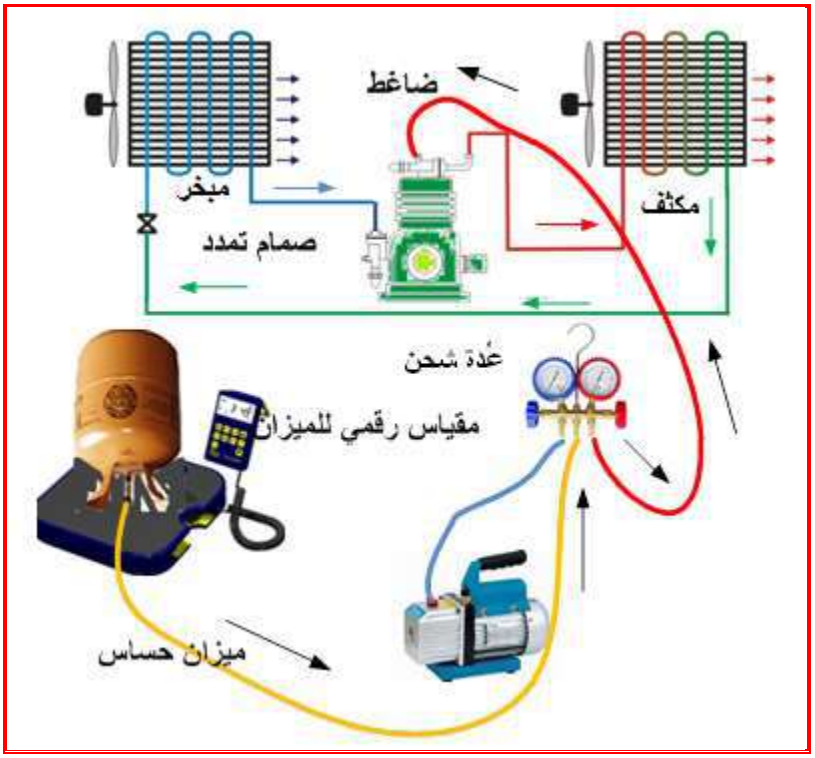
المواد والعُدد المطلوبة: 1- مضخة تفريغ، 2- أسطوانة مائع تثليج، 3- عُدة شحن، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

في الأنظمة القديمة لشحن منظومات التثليج يتم الاعتماد على تسريب قسم من شحنة مائع التثليج لغرض طرد الهواء في عُدة الشحن، ولكن مع ظهور مفهوم الحفاظ على البيئة من ناحية الاحترار العالمي واضمحلال طبقة الأوزون تبدلت مفاهيم شحن منظومات التثليج، وصار من الواجب الابتعاد عن تسريب أية كمية من موائع التثليج، وعلى هذا الأساس يجب استعمال مضخة تفريغ لغرض تفريغ عُدة الشحن قبل البدء بعملية الإخواء.

1. اربط أسطوانة مائع التثليج بشكل مقلوب إلى نقطة المشترك لعُدة الشحن، ونربط جهة الضغط العالي لعُدة الشحن إلى صمام الدفع لضاغط منظومة التثليج، كما مبين في الشكل (5-10).
2. دعْ مضخة التفريغ تعمل مع بقاء جميع صمامات عُدة الشحن مغلقة، وافتح صمامي عُدة الشحن مع بقاء صمام أسطوانة مائع التثليج مغلقة.
3. أغلق صمام الضغط الواطئ في عُدة الشحن، ليتم عزل مضخة التفريغ، ثم أوقفها عن العمل.
4. تأكد من سلامة صمام خدمة الضغط العالي، إذ إن التسرب في صمام خدمة الضغط العالي يؤدي إلى تلف الضاغط، وذلك بسبب مرور سائل مائع التثليج مباشرة إلى أسطوانة الانضغاط مما يؤدي إلى تكسر صمامات الدفع للضاغط.
5. مرر كمية قليلة من مائع التثليج إلى داخل المنظومة.
6. دعْ الضاغط يعمل مدة قصيرة من الزمن إلى أن يصل ضغط الدفع بحدود (240-300 kPa).
7. أوقف الضاغط عن العمل، ثم أقلب أسطوانة مائع التثليج، بحيث تضمن تجهيزها بمائع التثليج بالحالة السائلة.
8. افتح صمام أسطوانة مائع التثليج جزئياً، سيندفع سائل مائع التثليج إلى المنظومة مع صدور صوت يشير إلى تدفق السائل.

9. راقب الميزان الحساس، عند تدفق الكمية الموصى بها من مائع التثليج، واغلق صمام الضغط العالي في عُدة الشحن.
10. تُتبع هذه الطريقة عند شحن منظومة تثليج مفرغة كلياً من مائع التثليج فحسب، ولا تُتبع عند إضافة مائع تثليج إلى المنظومة.
11. دعْ منظومة التثليج تعمل لحين استقرار الضغوط.
12. يتم التعرف على كفاية شحنة مائع التثليج عن طريق الآتي، درجة حرارة خط السائل مساوية أو مقاربة لدرجة حرارة الغرفة، واختفاء الفقاعات من زجاجة البيان، وعدم صدور صوت تسريب في أثناء مرور مائع التثليج من خلال صمامات الدورة.
13. يمكن أيضاً التعرف على كفاية شحنة مائع التثليج بالطريقة ذاتها التي تم توضيحها بالتفصيل في المرحلة الثانية التي تتعلق باعتماد جداول الخواص الحرارية لموائع التثليج.
14. أغلق صمام أسطوانة مائع التثليج، عندها ستبقى كمية من مائع التثليج محصورة في الأنبوب المطاطي الواصل بين أسطوانة مائع التثليج ومقياس الشحن.
15. اربط منظومة استرجاع مائع التثليج بدلاً من مضخة التفريغ، واستعد مائع التثليج.



شكل 5-10 شحن وحدة تكييف مجمعة عن طريق الضغط العالي

تمرين 5-13 فحص وحدة تكييف هواء مجمعة وصيانتها.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص وحدة تكييف هواء مجمعة وصيانتها.

المواد والعُدد المطلوبة:1- عُدة فحص كهربائية وميكانيكية متكاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

يجب عزل جميع المفاتيح الكهربائية وفصلها بشكل تام مع التأكد من عدم وصول التيار الكهربائي في أثناء الفحص ولا يتم إيصال التيار الكهربائي مطلقاً إلا بإشراف الفني الذي يقوم بالفحص.

اتبع الجدول 5-1 لتشخيص العطل أعلى الجدول، وسببه في العمود الأيمن وعلاجه في العمود الأيسر.

مثلا: النقطة 8 في الجدول

ك	احتمالية العطل ♦ دورة التدفئة فحسب • دورة تدفئة – تبريد	ضغوط المنظومة				عدم كفاءة التبريد- التدفئة							لا يوجد تبريد							مناطق الفحص
		زيادة ضغط الدفع	ارتفاع ضغط السحب	انخفاض ضغط الفع	هبوط ضغط السحب	عدم إذابة الجليد	عدم عمل منظومة إذابة الجليد	تعمل المنظومة مع دفع هواء بارد في أثناء حالة	مناطق في الغرفة باردة جدا وأخرى دافئة جدا	عجز المنظومة عن العمل في الأجواء الساخنة جدا	برودة عالية ثم حرارة عالية	عمل المنظومة مع عدم كفاءة التدفئة- التبريد	يعمل الضاغط على مفتاح زيادة الحمل	دوران الضاغط وفصل و عمل عند مفتاح زيادة الحمل	عدم دوران مروحة المكثف	عدم دوران مروحة المبخر	عدم عمل الضاغط ومروحة المكثف	عدم دوران الضاغط دوران المروحة	عدم عمل المنظومة	
8	فتح مفتاح زيادة الحمل الداخلي للضاغط							♦										•		أفحص مفتاح زيادة الحمل

إذا كان العطل "تعمل المنظومة مع دفع هواء بارد في أثناء حالة التدفئة" يكون السبب فتح مفتاح زيادة الحمل الداخلي للضاغط، العلاج، أفحص مفتاح زيادة الحمل للضاغط، أما إذا كانت الوحدة تعمل في حالة تبريد والعطل هو" عدم دوران الضاغط- دوران المروحة" أيضاً السبب هو فتح مفتاح زيادة الحمل الداخلي للضاغط، العلاج افحص مفتاح زيادة الحمل للضاغط، وهكذا.

جدول 5-1 تشخيص أعطال وحدة تكييف مجمعة والحلول الملائمة لها

ك	احتمالية العطل ♦ دورة التدفئة فحسب • دورة تدفئة – تبريد	ضغوط المنظومة				عدم كفاءة التبريد- التدفئة									لا يوجد تبريد							الإجراءات المتخذة
		زيادة ضغط الدفع	ارتفاع ضغط السحب	انخفاض ضغط الفع	هبوط ضغط السحب	عدم إذابة الجليد	عدم عمل منظومة إذابة الجليد	تعمل المنظومة مع دفع هواء بارد أثناء حالة التدفئة	ضوضاء في الضاغط أثناء العمل	مناطق في الغرفة باردة جدا وأخرى دافئة جدا	عجز المنظومة عن العمل في الأجواء الساخنة جدا	برودة عالية ثم حرارة عالية	عمل المنظومة مع عدم كفاءة التدفئة- التبريد	يعمل الضاغط على مفتاح زيادة الحمل	دوران الضاغط وفصل و عمل عند مفتاح زيادة الحمل	عدم دوران مروحة المكثف	عدم دوران مروحة المبخر	عدم عمل الضاغط ومروحة المكثف	عدم دوران الضاغط دوران المروحة	عدم عمل المنظومة	
1	عدم توازن الأطوار الكهربائية الثلاثة												•	•					•		قس فرق الجهد
2	رخاوة في وصلات الربط الكهربائي															•		•			أعد ضبط شد اللوالب
3	دائرة قصر أو قطع الأسلاك الكهربائية														•	•	•	•	•	•	استعمل المقياس للفحص
4	فتح مفتاح زيادة الحمل للمروحة																•	•			أفحص مفتاح زيادة الحمل
5	عطل المسيطر على درجة الحرارة											•						•	•	•	أفحص أسلاك المنظم
6	عطل المحولة																		•	•	أفحص المحولة وأبدلها
7	عطل المتسعة													•	•	•	•	•		•	عطل المتسعة
8	فتح مفتاح زيادة الحمل الداخلي للضاغط							♦												•	أفحص مفتاح زيادة الحمل
9	دائرة قصر في الضاغط														•					•	أفحص وأبدل الضاغط
10	حشر مكبس الضاغط							♦						•	•	•				•	افحص تيار بدء العمل
11	عطل اللاقط المغناطيسي للضاغط														•	•	•		•		أفحص وأبدل اللاقط
12	عطل المسيطر على المروحة																	•			أفحص ملف دائرة السيطرة
13	قطع في دائرة السيطرة																	•			أفحص استمرارية دائرة السيطرة
14	هبوط فرق الجهد														•	•				•	قس فرق الجهد
15	عطل محرك مروحة المبخر	♦			•													•			افحص محرك المروحة
16	نقصان شحنة مانع التثليج			•	•			♦					•	•							افحص التسرب ثم عوض النقص
17	انسداد في خط السائل	•			•								•	•							أبدل الجزء المسدود
18	قطع أو ضعف في ملف التسخين							♦					♦								أبدل ملف التسخين
19	انسداد أو عدم نظافة مرشح الهواء	♦			•					•	•		•								أبدل المرشح
20	عدم نظافة المبخر	♦			•					•	•		•								نظف المبخر
21	عدم كفاية الهواء المار على المبخر	♦			•					•	•		•								أفحص سرعة المروحة والمرشحات
22	زيادة مفرطة في الهواء المار على المبخر		•	♦						•											قلل سرعة المروحة
23	زيادة شحنة مانع التثليج	•	•						•						•	•					أسترجع جزء من الشحنة
24	أتساخ المكثف	•			♦					•					•	•					نظف المكثف
25	وجود غازات غير متكثفة	•						♦		•						•					أسترجع الشحنة واشحن مجددا
26	دائرة قصر في هواء المكثف	•								•						•					تأكد من الفضاءات حول المكثف
27	تسرب الهواء الخارجي إلى الداخل									•	•		•								تأكد من فتحات الأبواب والشبابيك
28	سوء اختيار مكان منظم درجة الحرارة											•				•					أعد اختيار مكان المنظم
29	عدم توازن الهواء في تجهيز الهواء									•		•									أعد تنظيم شبابيك وناشرات الهواء
30	سعة المنظومة أقل من الحد التصميمي												•	•							أعد حساب الأحمال وبدل المنظومة
31	كسر في الأجزاء الداخلية للضاغط							♦	•												أبدل الضاغط
32	عدم كفاءة الضاغط		•	•				♦					•								قس كفاءة الضاغط
33	رخاوة في لوالب تثبيت الضاغط								•												اعد ضبط اللوالب
34	عطل الصمام العاكس	♦	♦	♦		♦	♦	♦								•					افحص الملف إبدل الصمام
35	عطل المسيطر على منظومة إذابة الجليد	♦		♦	♦	♦	♦	♦									•				افحص دائرة السيطرة
36	عطل في متحسس منظومة إذابة الجليد	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦													أفحص وابدل المتحسس

3-5 وحدات التكييف المجمعة المبردة بالماء Water-Cooled Packaged Units

تتشابه وحدات التكييف المجمعة المبردة بالماء مع تلك المبردة بالهواء في أمور كثيرة، والاختلاف الوحيد هو طريقة تبريد مكثف دورة التثليج، إذ إن وحدات تكييف الهواء المبردة بالماء تستعمل مكثفاً مبرداً بالماء، وغالباً ما يكون من نوع الأنابيب المزدوجة (أنبوب داخل أنبوب)، وإذ إن وحدة تكييف الهواء المبرد بالماء تحتاج إلى ماء باستمرار لغرض تبريد المكثف، لذا يجب وجود برج تبريد لغرض تبريد الماء الخارج من المكثف، ومن ثم إعادة استعماله مرة ثانية في تبريد المكثف. ومن الجدير بالذكر أن وحدات تكييف الهواء المجمعة المبردة بالماء تنصب غالباً داخل البناية وذلك لعدم حاجتها إلى الهواء في تبريد المكثف.

تمرين 5-14 نصب منظومة ماء لتبريد مكثف مبرد بالماء.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية اختيار منظومة ماء لتبريد مكثف مبرد بالماء ونصبها.

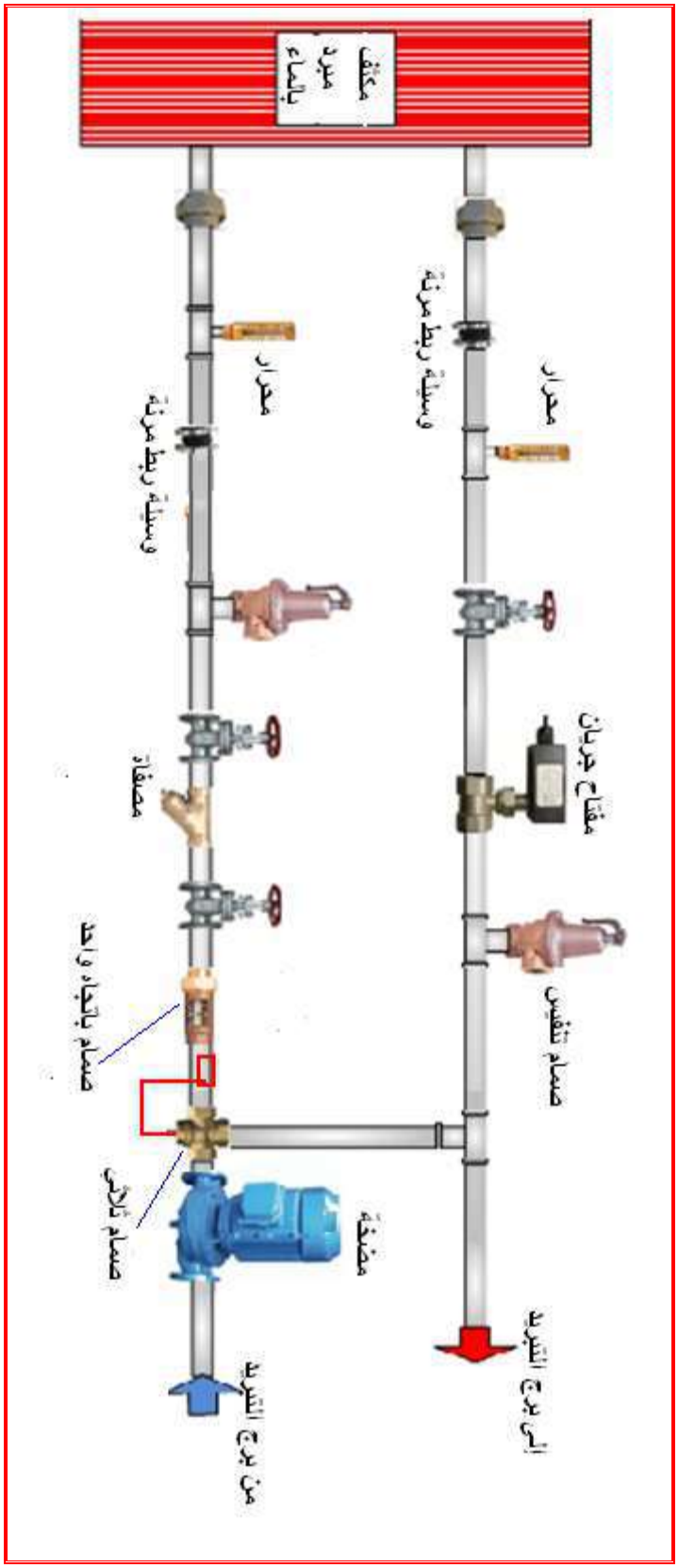
المواد والعُدد المطلوبة:

اعتماداً على السعة الحرارية للمنظومة يتم اختيار برج التبريد، ومنه يتم اختيار الأنابيب والملحقات الأخرى التي تتكون من: 1- وصلة ربط مرنة عدد 2، 2- محارير كحولية أو زئبقية تدريج من 0 إلى 60°س عدد 2، 3- صمام ذي اتجاه واحد عدد 2، 4- صمام تصريف، 5- مصفاة، 6- مفتاح جريان، 7- صمام ثلاثي ذي متحسس حراري، 8- صمام بوابة عدد 3، 9- مضخة ماء، 10- أنابيب ماء مختلفة القياسات مع وصلات ربط.

خطوات العمل:

يبين الشكل (5-11) الطريقة المُثلى لربط برج التبريد بالمكثف المبرد بالماء، ويمكن اتباع الشكل نفسه لغرض نصب الشبكة.

1. أقطع الأطوال المناسبة للأنابيب مع عمل تسنين لنهايتي الأنبوب الواحد.
2. استعمل وصلات الربط المناسبة لربط الأجزاء المبينة في الشكل (5-11).
3. أفحص لأغراض كشف التسرب.
4. دعْ مدربك يرى عملك قبل التشغيل.



شكل 5-11 تفاصيل ربط برج التبريد بمكثف مبرد بالماء

4-5 مُعدات ترطيب الهواء Humidifier Equipment

تزداد قابلية الهواء على امتصاص الرطوبة مع ارتفاع درجة حرارته، لذا فعند تسخين الهواء مثلاً من (-1˚C) ورطوبة نسبية مقدارها 90% إلى درجة حرارة مقدارها 22˚C، تنخفض رطوبته النسبية إلى حوالي 18%، وهذه النسبة تُعد بعيدة جداً عن متطلبات راحة الإنسان، أي إن الهواء يكون جافاً بشكل يزعج ساكني البناية، فضلاً عن تأثير الجفاف العالي في الأثاث الخشبية والمواد الأخرى للبناية. لذا يتوجب الأمر إضافة كمية من الرطوبة إلى الهواء لغرض تحقيق راحة الإنسان داخل البناية، وهذه العملية تتم عادة في فصل الشتاء (عند التدفئة). ويتم ذلك عن طريق حقن بخار الماء عند درجات حرارة منخفضة نسبياً، وهنالك عدة أنواع من أجهزة إضافة الرطوبة، أهمها نوعان هما:

1. **إضافة بخار الماء عن طريق تسخين الماء بواسطة مسخن كهربائي.**
2. **إضافة بخار الماء عن طريق تجهيز بخار الماء من مرجل خارجي.**

تمرين 5-15 التعرف على أجزاء مرطب هواء ذي مسخن كهربائي.

الهدف من التمرين: تعريف الطالب بأجزاء مرطب هواء ذي مسخن كهربائي.

المواد والعُدد المطلوبة: مرطب هواء ذو مسخن كهربائي.

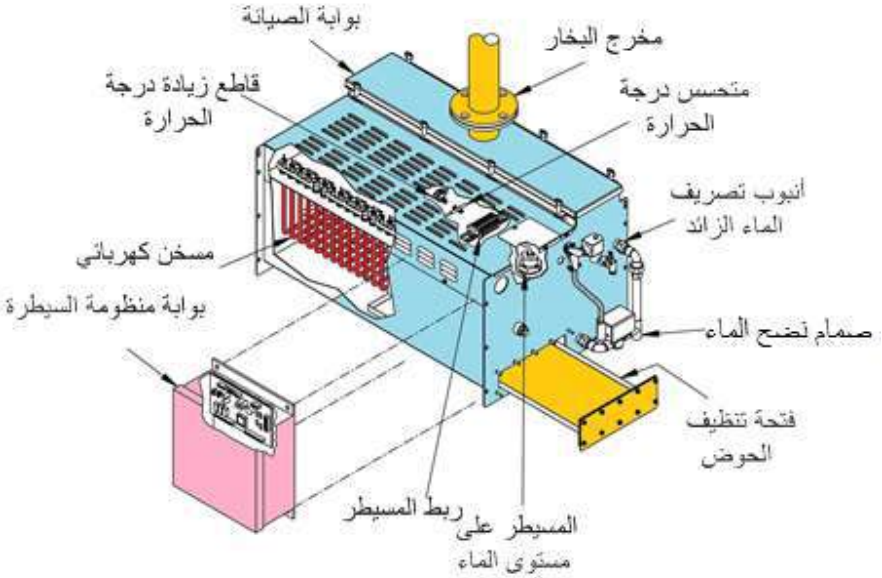
خطوات العمل:

يستعمل هذا النوع من المرطبات عند استعمال التيار الكهربائي والمسخن الكهربائي في تدفئة الهواء، أي عدم وجود مصدر خارجي لبخار الماء، وتبين الأشكال (5-12-1) و(5-12-2) و(5-12-3) مرطب هواء ذا مسخن كهربائي مع تفاصيل مكوناته، وكما يأتي:

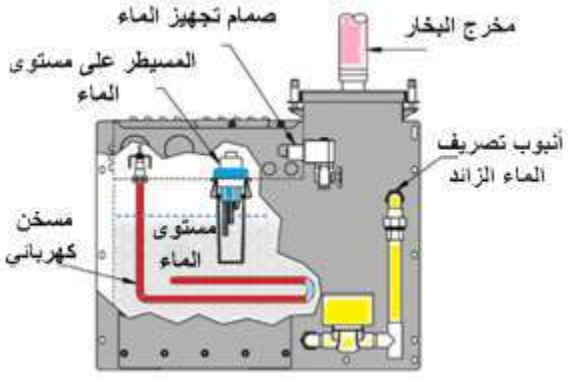
1. **بوابة منظومة السيطرة:** التي تحتوي على الدائرة الكهربائية والدائرة البسيطة للمرطب.
2. **صمام السيطرة على مستوى الماء في المرطب،** إذ يتحسس هذا الصمام ارتفاع مستوى الماء فعند انخفاض مستوى الماء يقوم المسيطر بفتح صمام تجهيز الماء، وعند انخفاض مستوى الماء، دون الحد الطبيعي يقوم المسيطر بقطع تجهيز التيار الكهربائي إلى المسخن الكهربائي، كما مبين في الشكل (5-12-4).

3. **صمام نضح الماء**: الفائدة منه لتصريف الماء لغرض عدم نمو البكتريا، ويتم تصريف الماء آنياً عند عدم عمل المرطب لمدة 72 ساعة مستمرة، وبعدها يتم إعادة ملئ الخزان.
4. **أنبوب تصريف الماء**: ويتم عن طريقه نضح كمية بسيطة من الماء وتعويضها بماء نقي لغرض تقليل نسبة الأملاح في خزان المرطب.
5. **مسخن كهربائي قليل القدرة**: يستعمل المسخن الكهربائي لرفع درجة حرارة الماء وتحويله إلى بخار مشبع عند الضغط الجوي، أي أن درجة حرارة البخار الخارج لا تزيد على 100˚C.
6. **وصلة ربط المسيطر**: وتستعمل لربط منظومة السيطرة بوحدة تكييف الهواء.
7. **متحسس درجة الحرارة**: الفائدة منه للسيطرة على ما يأتي:
   - **أعلى قيمة لدرجة الحرارة.**
   - **تسخين مسبق للماء عند عدم عمل المرطب.**
   - **احتمالية انجماد الماء.**
8. **قاطع زيادة درجة الحرارة**: يستعمل لقطع التيار الكهربائي عن المرطب في حال ارتفاع درجة الحرارة إلى ما فوق درجة الحرارة التصميمية، وتحدث هذه الحالة عند عطل المسيطر على مستوى الماء في الحوض.
9. **بوابة الصيانة**: تستعمل للصيانة الدورية للمرطب.
10. **فتحة تنظيف الحوض**: تستعمل لغرض تنظيف حوض الماء دورياً للتخلص من الأملاح المتجمعة في الحوض.
11. **مخرج البخار**: يتم إيصال مخرج البخار بشبكة توزيع البخار داخل مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (5-12-5).
12. تراعى الأبعاد المبينة في الشكل (5-12-6) في أثناء نصب مرطب الهواء.

1- الشكل الخارجي لمرطب هواء ذي مسخن كهربائي

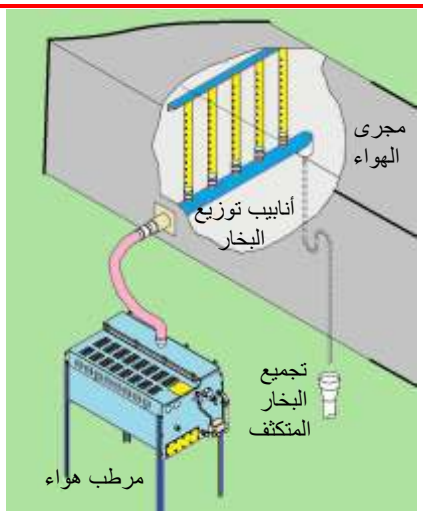


2- شكل تفصيلي لمرطب هواء ذي مسخن كهربائي

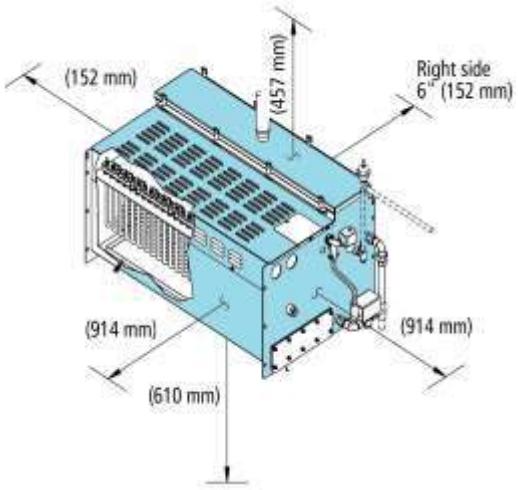


3- مقطع جانبي لمرطب هواء ذي مسخن كهربائي

4- مسيطر على مستوى الماء



5- ربط المرطب بمجرى الهواء



6- الأبعاد الموصي بها لنصب مرطب الهواء

شكل 5-12 أجزاء مرطب هواء ذي مسخن كهربائي.

تمرين 5-16 التعرف على أجزاء مرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي.

الهدف من التمرين: تعريف الطالب بأجزاء مرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي.

المواد والعُدد المطلوبة: مرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي.

خطوات العمل:

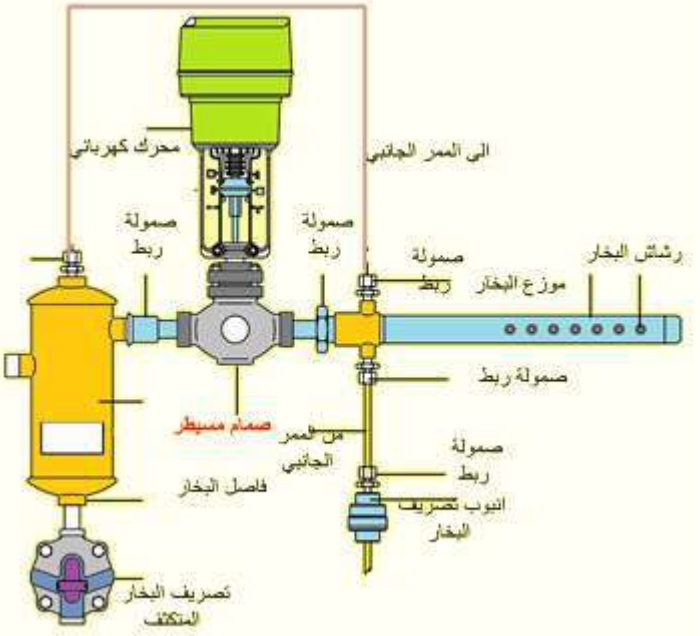
يبين الشكل (5-13-1) شكلاً عاماً لمرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي، في حين أن الشكل (5-13-2) يبين شكلاً تفصيلياً للمرطب، يستعمل هذا النوع من المرطبات في حال وجود مصدر

بخار خارجي يمكن الإفادة منه في تجهيز مرطب الهواء. ويجب ألا يقل ضغط تجهيز البخار عن 0.5Bar، ولا يزيد على 4Bar، ويتكون المرطب بصورة عامة مما الآتي:

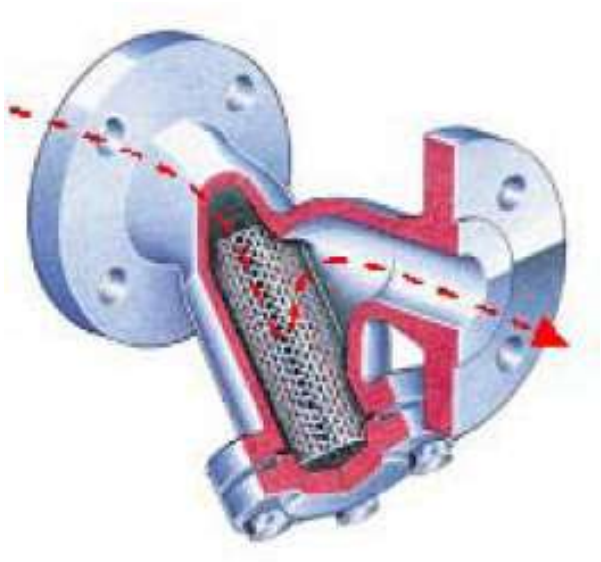
1. **مدخل البخار**: يحتوي مدخل البخار، كما مبين في الشكل (5-13-3) على مصفاة لغرض التأكد من دخول البخار فحسب إلى فاصل البخار.
2. **فاصل البخار**: يدخل البخار من مصفاة البخار إلى فاصل البخار بشكل حلزوني وسرعة عالية، كما في الشكل (5-13-4)، وبسبب الحركة الحلزونية للبخار تندفع قطرات الماء العالقة بالبخار بفعل قوة الطرد المركزي إلى جدار الفاصل، ومنه إلى الأسفل حيث يتجمع الماء، وعند تجمعه ترتفع عوامة الصمام لغرض تفريغ الماء. أما البخار الجاف فيقسم على قسمين، أحدهما جزء قليل من البخار يندفع إلى الممر الجانبي حول أنبوب توزيع البخار، والآخر الجزء الأكبر إذ يدخل صمام السيطرة ومنه إلى أنبوب توزيع البخار ومن ثم إلى رشاشات البخار.
3. **صمام السيطرة**: يتسلم صمام السيطرة البخار بعد خروجه من فاصل البخار، ويتكون صمام السيطرة كما مبين في الشكل (5-13-5) من مكبس مرتبط بنابض، ويتم التحكم بحركة المكبس عن طريق محرك كهربائي أعلى الصمام، فعند حركة المكبس إلى الأعلى يسمح بزيادة كمية البخار المار، ونزوله إلى الأسفل يقلل كمية البخار، وعند استقراره على قاعدة الصمام يمنع دخول البخار.
4. **المحرك الكهربائي**: يتسلم المحرك الكهربائي، المبين في الشكل (5-13-6)، إشارة من مسيطر الرطوبة النسبية، كما مبين في الشكل (5-13-7)، وبحسب الإشارة الواصلة يتحرك المحرك الكهربائي حركة دورانية بطيئة جداً، يتم عن طريق هذه الحركة إما حركة مكبس صمام السيطرة إلى الأعلى إذا كان الهواء جافاً، وإما إلى الأسفل إذا كان الهواء رطباً، أما عند عدم الحاجة إلى ضخ البخار، يستقر المكبس إلى الأسفل قاطعا تجهيز البخار.
5. **صمام التشغيل**: إن الهدف من استعمال صمام التشغيل المبين في الشكل (5-13-8)، هو فصل منظومة الترطيب في حال تجمع بخار متكثف في مجرى الهواء، إذ تدل هذه الحالة على وجود عطل في المرطب مما يؤدي إلى ضخ الماء بدلاً من البخار.
6. **أنبوب توزيع البخار**: يتكون أنبوب توزيع البخار المبين في الشكل (5-13-9)، من ممرين، أحدهما يسمى بالممر الجانبي للبخار، والهدف منه هو تسخين أنبوب توزيع البخار على الدوام لتبخير أي ماء متجمع في الأنبوب، ويطرد البخار المستعمل في التسخين المسبق للأنبوب باستمرار إلى

الخارج، أما الممر الثاني فهو الممر الرئيس الذي يستعمل لنقل البخار عبر الأنبوب إلى منفثات البخار التي تقوم بنفث البخار إلى مجرى الهواء، كما مبين في الشكل (5-13-10).

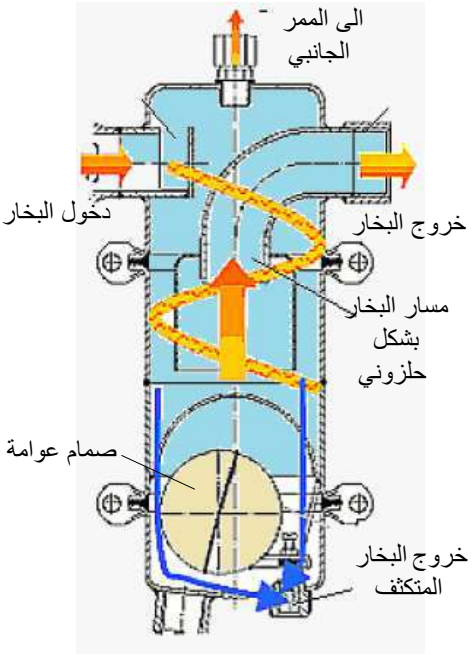
1- الشكل العام لمرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي.



2- المقطع التفصيلي لمرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي.



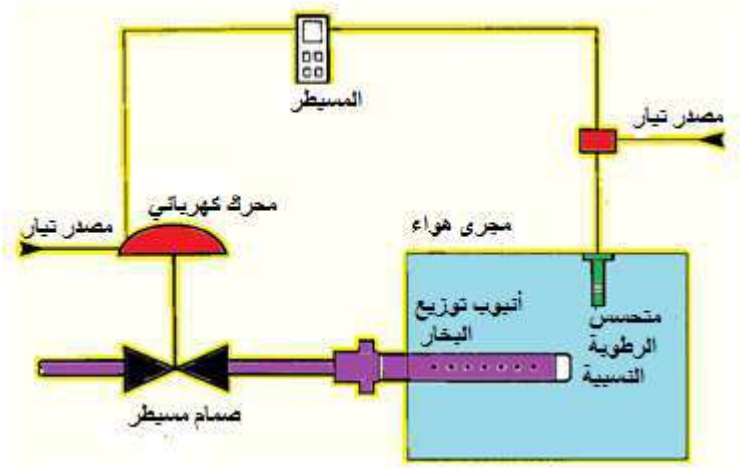
3- مصفاة البخار



4- فاصل البخار

5- صمام سيطرة

6- المحرك الكهربائي



7- ربط المحرك الكهربائي بمتحسس الرطوبة النسبية

8- صمام التشغيل

9-أنبوب توزيع البخار

10- نفث البخار خلال مجرى الهواء

شكل 5-13 مرطب هواء مجهز ببخار من مصدر خارجي

الفصل السادس

أنـظمة التـدفئة بـالماء الساخن

Hot Water Heating Systems

أنظمة التدفئة بالماء الساخن

Hot Water Heating Systems

1-6 مقدمة Introduction

تُعد أنظمة التدفئة المركزية من وسائل التدفئة غير المباشرة، إذ يتم نقل الطاقة الحرارية بالماء الذي يُعد الوسيط الأساس، إلى مبادلات حرارية داخل الحيز المكيف، إذ يتم تسخين الماء في المراجل، ومنها يُنقل بواسطة مضخات الماء من المرجل إلى المبادلات الحرارية.

ويُعد المرجل من أهم مكونات نظام التدفئة المركزي، وفيه يتم احتراق الوقود داخل غرفة الاحتراق، وتُفيد من اللهب الناتج في تسخين الماء الذي يمر عبر أنابيب المرجل إذا كان المرجل من نوع أنابيب الماء، أو يمر الماء خارج الأنابيب إذا كان المرجل من نوع أنابيب اللهب، وسيتم في هذا الفصل التعرف على صيانة أجهزة حرق الوقود في المراجل فضلاً عن ربطها هي والمبادلات الحرارية في المنظومة.

2-6 صيانة حارق الوقود في المراجل

Maintenance of Boiler Burners

سيتم تغطية هذه الفقرة عن طريق تمارين متعددة لغرض إعطاء نظرة شاملة وعملية على طرائق صيانة حارق الوقود في المراجل.

تمرين 6-1: تنظيف غرفة الاحتراق ومسارات اللهب في مرجل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تنظيف غرفة الاحتراق ومسارات اللهب في مرجل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- فرش بأحجام مختلفة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

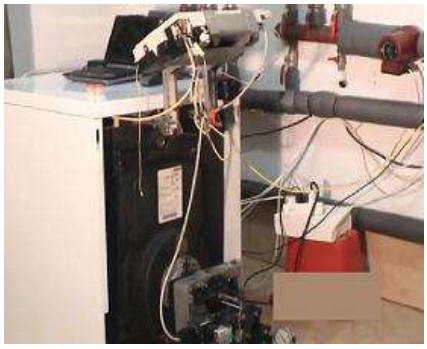
1. افتح الغطاء الخارجي لمنظومة اللهب التي تكون أسفل منظومة السيطرة، كما في الشكلين (6-1-1) و(6-1-2).
2. يبين الشكل (6-1-3) منظومة السيطرة وأسفلها منظومة الاحتراق، ارفع منظومة السيطرة إلى الأعلى، كما مبين في الشكل (6-1-4).

3. يبين الشكل (6-1-5) منظومة الاحتراق والسلك الذي ينقل التيار الكهربائي إلى مولد الشرر.
4. انزع السلك من منطقة اتصاله بمنظومة الاشتعال، كما مبين في الشكل (6-1-6).
5. تثبت منظومة الاشتعال عن طريق طوق مركب في جسم المرجل، ويمكن سحب المنظومة بعد أن يُفتح اللولب الذي يحكم الطوق على عنق منظومة الاشتعال قليلاً، كما مبين في الشكل (6-1-7).
6. استعمل مفك اللوالب لغرض توسيع الطوق، ثم اسحب منظومة الاشتعال، كما في الشكل (6-1-8).
7. اسحب منظومة الاشتعال، كما مبين في الشكل (6-1-9).
8. استعمل مفتاح الصامولات لفتح الصامولتين اللتين تحكمان غلق البوابة، كما مبين في الشكل (6-1-10).
9. افتح البوابة وستشاهد غرفة الاحتراق ومسارات اللهب، كما في الشكل (6-1-11)، ويمكن مشاهدة مدى اتساخ مسارات اللهب وغرفة الاحتراق، كما في الشكلين (6-1-12) و (6-1-13).
10. استعمل مكنسة شفاطة كمرحلة أولية لتنظيف غرفة الاحتراق ومسار اللهب، كما مبين في الشكل (6-1-14).
11. استعمل فرشاة سلكية طولها أكبر من طول مسارات اللهب ونظف جيداً جميع المسارات، كما في الشكل (6-1-15)، ويجب أن تكون مسارات اللهب بعد التنظيف كما في الشكل (6-1-16).
12. استعمل فرشة كبيرة لتنظيف غرفة الاحتراق مع مدً خرطوم المكنسة الشفاطة داخل غرفة الاحتراق، كما مبين في الشكل (6-1-17).
13. استعمل فرشاة سلكية لتنظيف حاضن اللهب، كما مبين في الشكل (6-1-18).
14. أعد ربط منظومة الاشتعال إلى مكانها، كما مبين في الشكلين (6-1-19) و (6-1-20).

1- افتح غطاء منظومة الاحتراق

2- منظومة الاحتراق

3- منظومة السيطرة على الاحتراق

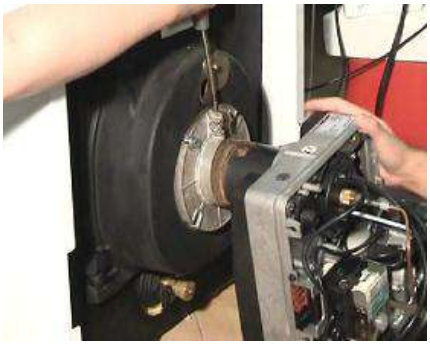


4- ارفع منظومة السيطرة إلى الأعلى

5- منظومة الاحتراق جاهزة للتنظيف

6- انزع السلك من نقطة اتصاله بالمنظومة

7- أرخ اللولب العلوي



8- استعمل مفك اللوالب لتوسيع الطوق

9- اسحب منظومة الاحتراق

10- افتح بوابة غرفة الاحتراق

11- غرفة الاحتراق ومسار اللهب

12- اتساخ مسار اللهب

13- تجمع مخلفات الاحتراق في غرفة اللهب

14- استعمل المكنسة الشفاطة في التنظيف الأولي

15- استعمل فرشاة سلكية لتنظيف مسار اللهب

16- مسارات اللهب بعد التنظيف

17- استعمل فرشاة ومكنسة لغرفة الاحتراق

18- استعمل فرشاة سلكية لتنظيف حاضن اللهب

19- أعد منظومة الاحتراق إلى مكانها

20 – أعد الغطاء إلى مكانه

شكل 6-1 تنظيف غرفة احتراق ومسارات اللهب لمرجل

تمرين 6-2: فتح النافث (Nozzle) من منظومة الاحتراق وإبدالها.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح نافث من منظومة الاحتراق وإبدالها.

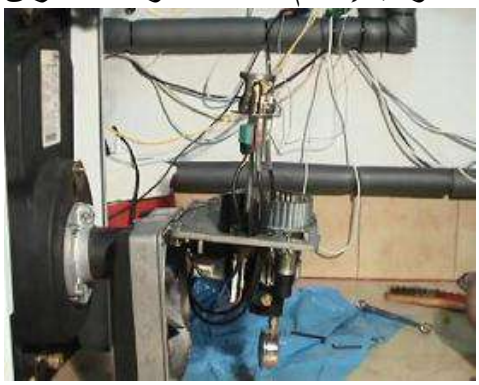
المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- فرش بأحجام مختلفة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

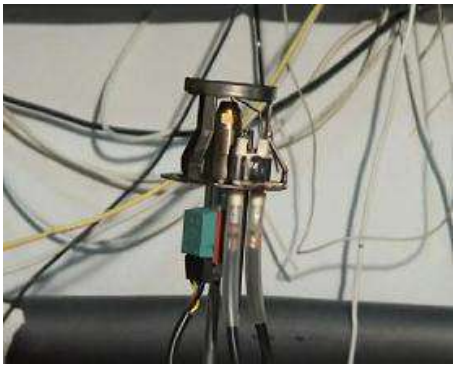
1. يبين الشكل (6-2-1) اللوالب التي تحكم إغلاق غطاء منظومة الاشتعال، افتح اللوالب الأربعة.
2. أسحب منظومة الاشتعال، كما مبين في الشكل (6-2-2)، ثم ضعها بصورة مقلوبة، كما في الشكل (6-2-3)، في حين يبين الشكل (6-2-4) مجموعة النافث ومولد الشرر وحامل مولد الشرر.
3. أنزع الأسلاك الكهربائية من موزع الشرر، كما مبين في الشكل (6-2-5)، ثم استعمل مفتاح L (ألنكي) لفتح اللولبين اللذين يثبتان حامل مولد الشرر، كما مبين الشكل (6-2-6).
4. يبين الشكل (6-2-7) النافث بعد رفع مولد الشرر وحامل مولد الشرر، استعمل مفتاحي صامولات، الأول لمنع الأنبوب الرئيس من الحركة والثاني لفتح النافث، كما مبين في الشكل (6-2-8).
5. ارفع النافث من مكانه، كما مبين في الشكل (6-2-9)، ويفضل إبداله بعد كل مدة عمل ولا يحبذ تنظيفه، لأن سعره رخيص جداً.
6. يبين الشكل (6-2-10) النافث القديم والجديد موضوع في غلاف خاص يبين فيه مواصفات النافث.
7. شد النافث في مكانه كما في الشكل (6-2-11)، ثم احكم ربطه بمفتاحي صامولات، كما مبين في الشكل (6-2-12).

1- لوالب إحكام غطاء منظومة الاحتراق

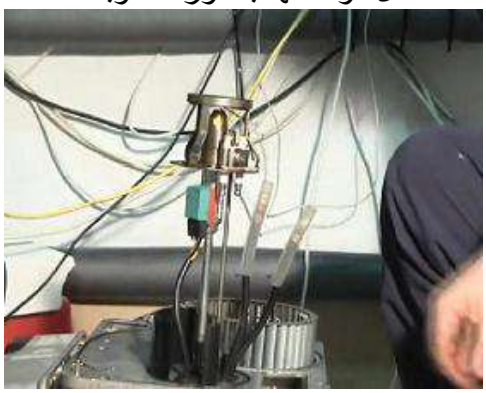
2- سحب منظومة الاشتعال



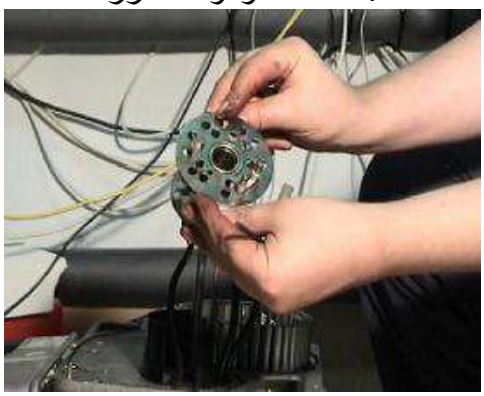
3- وضعها بصورة مقلوبة



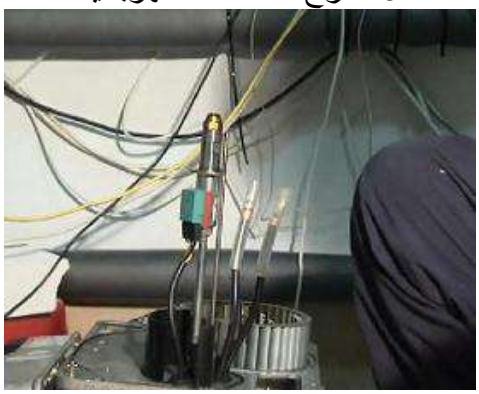
4- النافث ومولد الشرر



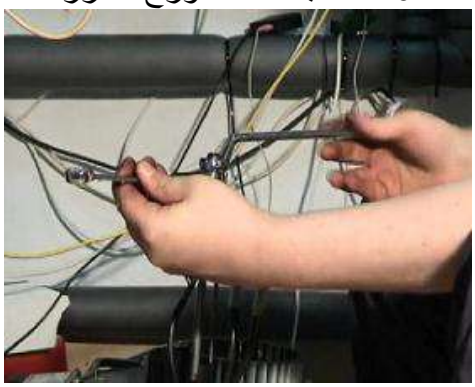
5- انزع الأسلاك الكهربائية



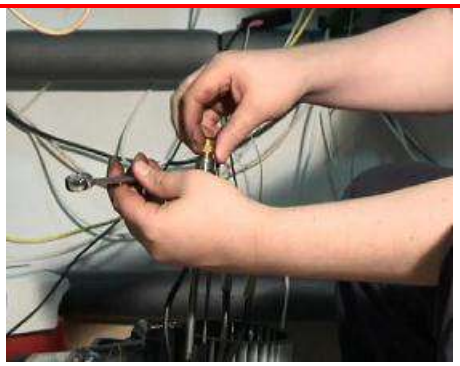
6- اسحب حامل موزع الشرر

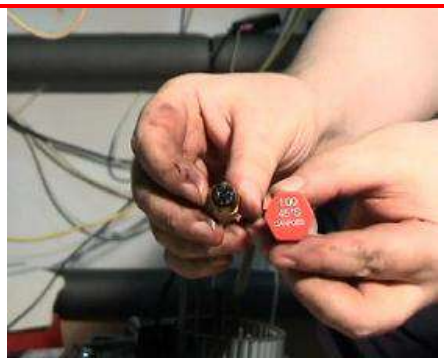


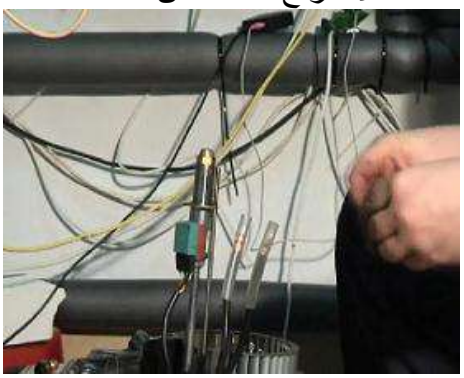
7- النافث بعد رفع حامل موزع الشرر



8- افتح النافث بواسطة مفتاحي الصامولات


9- ارفع النافث من مكانه


10- النافث الجديد والقديم


11- نصب النافث الجديد

12- إحكام ربط النافث

شكل 6-2 إبدال نافث منظومة اشتعال

تمرين 6-3: فتح موزع الشرر من منظومة الاحتراق وتنظيفه.

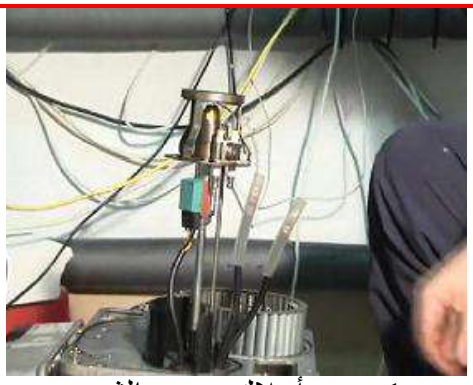
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح موزع الشرر من منظومة الاحتراق وتنظيفه.

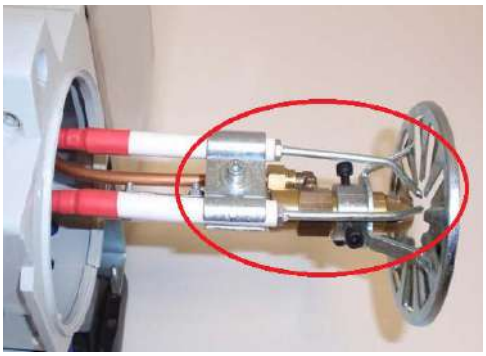
المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- فرش بأحجام مختلفة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (6-3-1) موزع الشرر بعد نزع الأسلاك منه.
2. ارفع حامل موزع الشرر، كما مبين في الشكل (6-3-2) ستلاحظ سلكين رفيعين يخرجان من أسطوانتين خزفيتين، يسمى هذا التركيب بموزع الشرر.
3. يثبت موزع الشرر بالحامل بواسطة لولب، كما مبين في الشكل (6-3-3)، استعمل مفتاح الصامولات لفتح اللولب. اسحب موزع الشرر باتجاه الأسفل بعناية لعدم انحناء الأسلاك الرفيعة.
4. نظف الأسلاك بعناية بواسطة قطعة خشنة من القماش، كما مبين في الشكل (6-3-4).
5. نظف مرة ثانية بعناية بالغة بواسطة فرشاة سلكية، كما مبين في الشكل (6-3-5).

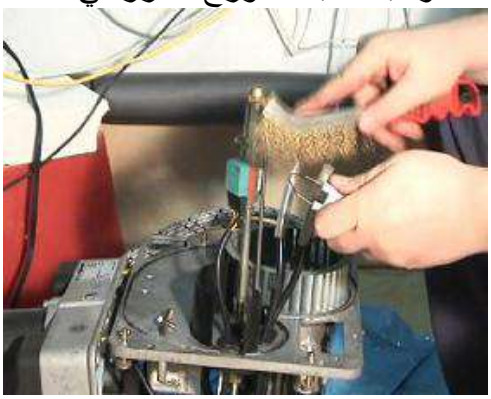
6. أعد موزع الشرر إلى حامل الموزع، كما مبين في الشكل (6-3-6).
7. ثبت موزع الشرر على الحامل بواسطة اللولب تثبيتاً أولياً بحيث يكون حر الحركة إلى الأعلى والأسفل، كما في الشكل (6-3-7)، وأعد حامل موزع الشرر إلى مكانه، كما في الشكل (6-3-8).
8. احكم حامل الموزع بالأنبوب بواسطة مفتاح L (ألنكي)، كما مبين في الشكل (6-3-9).
9. احكم ربط موزع الشرر بعد ضبط المسافة بينه وبين الفالة، كما مبين في الشكل (6-3-11).
10. يبين الشكل (6-3-12) موزع الشرر بعد تنظيفه، والشكل (6-3-13) موزع الشرر في حالة عمل.


1- نزع أسلاك موزع الشرر


2- موزع الشرر مثبت على الحامل

3- اللوالب المثبت لموزع الشرر في الحامل

4- نزع موزع الشرر وتنظيفه


5- استعمال فرشاة سلكية للتنظيف

6- إعادة موزع الشرر إلى مكانه

7- موزع الشرر مثبت بصورة أولية على الحامل

8- إعادة حامل الشرر إلى مكانه

9- ثبت الحامل على الأنبوب بصورة نهائية

10- أحكم ضبط موزع الشرر

11- موزع الشرر بعد التنظيف

12- عمل موزع الشرر

شكل 6-3 فتح وتنظيف موزع الشرر

تمرين 6-4: فتح نافخ الهواء (Air Blower) لمنظومة احتراق مرجل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح نافخ الهواء لمنظومة احتراق مرجل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- فرش بأحجام مختلفة، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. افتح نافخ الهواء من منظومة الاحتراق، كما مبين في الشكل (6-4-1).

2. استعمل قلم تعليم لتعيين موقع المحرك الكهربائي نسبة إلى جسم النافخ، كما في الشكل (6-4-2)، وتُعدَ هذه الخطوة مهمة وذلك لضمان الاتزان السابق لمحرك دافعة الهواء عند إعادة ربط المحرك الكهربائي بعد صيانته.
3. افتح الصامولة التي تثبت ريَش الدافعة لمحور دوران المحرك، كما مبين في الشكل (6-4-3).
4. استعمل ورق سنفرة لتنظيف الجزء البارز من محور الدوران، كما مبين في الشكل (6-4-4).
5. استعمل مادة كيميائية مذيبة للتأكسد والدهون استعداداً لسحب محور المحرك الكهربائي، كما مبين في الشكل (6-4-5).
6. اقطع القفيص الذي يثبت الأسلاك الكهربائية للمحرك بجسم النافخ، كما في الشكل (6-4-6).
7. تثبت قاعدة المحرك الكهربائي بجسم نافخ الهواء بثلاثة لوالب أو أربعة، كما في الشكل (6-4-7).
8. استعمل مفتاح لوالب مناسباً لفتح اللوالب، كما مبين في الشكل (6-4-8).
9. أسحب المحرك الكهربائي من جسم نافخ الهواء، كما مبين في الشكل (6-4-9).
10. يثبت المحرك الكهربائي بقفيص يحيط المحرك ويتم إحكامه بلولب، كما في الشكل (6-4-10).
11. افتح المحرك الكهربائي وكما تعلمت سابقاً، كما مبين في الشكل (6-4-11).
12. اسحب الجزء الدوار وغطاء المحرك الأمامي، كما مبين في الشكل (6-4-12).
13. يبين الشكل (6-4-13) الملف الكهربائي للمحرك، في حين يبين الشكل (6-4-14) الجزء الدوار والغطاء الأمامي للمحرك.
14. لإخراج ريش نافخ الهواء يتم فتح اللوالب التي تثبت أجزاء الحاكمة، كما في الشكل (6-4-15).
15. اسحب الغطاء الأمامي للحاكمة، كما مبين في الشكل (6-4-16)، ثم اخرج ريش نافخ الهواء، كما مبين في الشكلين (6-4-17) و(6-4-18).

1- نافخ الهواء الخاصة بالمرجل

2- علَم موقع المحرك الكهربائي على جسم النافخ

3- افتح الصامولة التي تثبت ريش النافخ

4- استعمل ورق سنفرة لتنظيف محور الدوران

5- استعمل مذيباً كيميائياً لتنظيف المحور

6- أقطع مثبت الأسلاك الكهربائية بجسم النافخ

7- لوالب تثبيت المحرك بجسم النافخ

8- افتح اللوالب

9- اسحب المحرك الكهربائي

10- لولب تثبيت المحرك الكهربائي بالقاعدة

11- افتح الغطاء الأمامي للمحرك الكهربائي

12- اخرج الجزء الدوار ويبين الغطاء الخلفي

13- ملفات المحرك الكهربائي

14- الجزء الدوار مع الغطاء الأمامي

15- افتح اللوالب التي تثبت حاكمة الهواء للنافخ

16- اسحب الغطاء الأمامي لحاكمة الهواء

17- اخرج ريش نافخ الهواء

18- اخرج الريش

شكل 6-4 فتح أجزاء نافخ هواء لمنظومة احتراق مرجل.

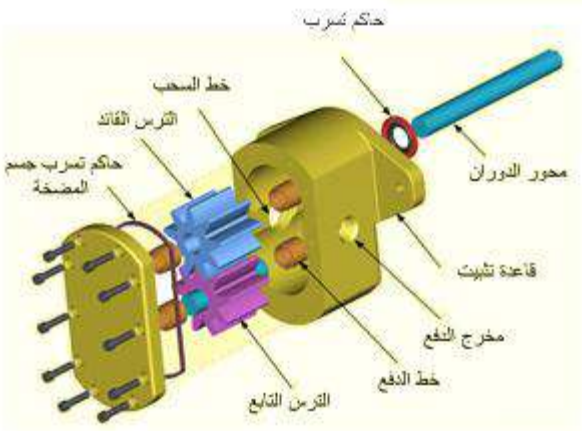
تمرين 6-5: فتح أجزاء مضخة حقن الوقود (من النوع الترسي) في منظومة الاحتراق لمرجل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح أجزاء مضخة حقن الوقود (من النوع الترسي) في منظومة الاحتراق لمرجل.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- مضخة من النوع الترسي، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (6-5-1) أجزاء مضخة تروس لحقن الوقود إلى المرجل، ومواقع الترس الذي يتسلم الحركة من محور الدوران الذي يسمى بالترس القائد والترس الثاني الذي يدور نتيجة حركة الترس القائد، ويسمى بالترس التابع.
2. افتح اللوالب التي تثبت أجزاء المضخة، كما مبين في الشكل (6-5-2).
3. ارفع الغطاء العلوي بعد فتح جميع اللوالب، كما مبين في الشكل (6-5-3).
4. يثبت الترسان القائد والتابع بواسطة جلبتين (بوشة) لغرض منع الحركة الجانبية للترسين، ابدأ برفع جلبة الترس التابع، كما مبين في الشكل (6-5-4).
5. ارفع جلبة الترس القائد، كما مبين في الشكل (6-5-5).
6. اسحب الترسين القائد والتابع، كما مبين في الشكل (6-5-6).
7. ارفع الجلبة السفلى للترس التابع، كما مبين في الشكل (6-5-7).
8. ارفع الجلبة السفلى للترس القائد، كما مبين في الشكل (6-5-8).
9. يبين الشكل (6-5-9) أجزاء مضخة التروس وفيها يُلاحظ حاكما التسرب.



1- أجزاء مضخة من النوع الترسي

2- افتح اللوالب التي تثبت الغطاء الأمامي للمضخة

3- ارفع الغطاء الأمامي للمضخة

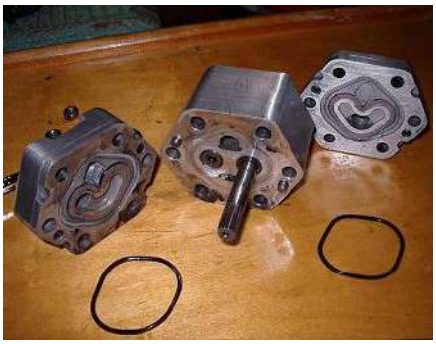
4- ارفع الجلبة (البوشة) للترس التابع

5- ارفع جلبة الترس القائد

6- ارفع الترس القائد والترس التابع

7- ارفع الجلبة السفلى للترس التابع

8- ارفع الجلبة السفلى للترس القائد



9- أجزاء المضخة ويوضح فيها حاكما التسرب

شكل 6-5 فتح مضخة (من النوع الترسي) لحقن الوقود في منظومة الاحتراق لمرجل

3-6 مرشحات الوقود في منظومة الاحتراق Fuel Filters of Burner System

تتكون مرشحات الوقود في منظومة الاحتراق من ثلاثة أجزاء هي على التوالي، المرشح الأولي الذي يوضع في خزان الوقود، والمرشح الرئيس الذي يوضع في الأنبوب الواصل بين الخزان والمضخة، وأخيراً مرشح مضخة الوقود، وسنتعلم في التمارين التالية كيفية فتح المرشحات أعلاه وصيانتها.

تمرين 6-6: فتح وصيانة المرشح الأولي لوقود منظومة احتراق مرجل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح المرشح الأولي لوقود منظومة احتراق مرجل وصيانته.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- منظومة احتراق مرجل، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. استعمل مفتاح وصلة ربط أنابيب الوقود بمضخة الوقود، كما مبين في الشكل (6-6-1).
2. اكمل فتح جامع الربط (Union) باليد، كما مبين في الشكل (6-6-2).
3. المرشح الأولي أسفل الأنبوب موضح في الشكل (6-6-3).
4. اقلب شبكة الأنابيب إلى الأسفل في وعاء لجمع الوقود، بحيث يكون المرشح الأولي إلى الأعلى، كما في الشكل (6-6-4).
5. امسك وصلة ربط المرشح الأولي بواسطة الملزمة، كما في الشكل (6-6-5)، ثم استعمل مفتاح الصامولات لفتح الربط بين المرشح الأولي والأنبوب، كما في الشكل (6-6-6).
6. ارفع المرشح، ستلاحظ صماماً في أسفله يسمح بمرور الوقود باتجاه واحد فحسب، كما مبين في الشكل (6-6-7)، ويتكون الصمام من جزأين، النابض والبوابة، كما في الشكل (6-6-8). وفائدة الصمام ذي أتجاه واحد هو السماح للوقود بالبقاء ضمن أنبوب سحب الوقود عند توقف المضخة عن العمل، وفي حال عمل المضخة مرة ثانية يتم سحب الوقود من الأنبوب مباشرة من دون السماح للهواء بالتغلغل خلال الوقود. ويبين الشكل (6-6-9) الجزء الثاني من الصمام وهي قاعدة الصمام.
7. نظف الصمام بعناية بواسطة النفط الأبيض، وابدل المرشح اذا كان متسخاً، ثم ضع الصمام في مكانه واضغط عليه بواسطة الأصبع، كما مبين في الشكل (6-6-10).
8. ارفع إصبعك قليلاً ثم أعد المرشح إلى مكانه، كما مبين في الشكل (6-6-11)، ثم أعد ربط المرشح، كما في الشكل (6-6-12).

1- استعمل مفتاح الصامولات لفتح أنبوب الوقود

2- افتح جميع الأنابيب باليد

3- أنبوب الوقود أسفل المرشح الأولي

4- اقلب الأنبوب لتفريغ الوقود

5- ثبت وصلة ربط المرشح في الملزمة

6- استعمل مفتاح الصامولات لفتح المرشح

7- صمام ذو اتجاه واحد أسفل المرشح

8- الجزء العلوي من الصمام النابض والبوابة

9- قاعدة الصمام

10- أضغط على الصمام قبل الربط

11- ارفع يدك قليلا ثم ضع المرشح الجديد

12- أعد ربط المرشح

شكل 6-6 فتح المرشح الأولي لمنظومة وقود مرجل وصيانته

تمرين 6-7: فتح وصيانة المرشح الرئيس لوقود منظومة احتراق مرجل.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح المرشح الرئيس لوقود منظومة احتراق مرجل وصيانته.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- منظومة احتراق مرجل، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. استعمل مفتاح الصامولات لفتح غطاء المرشح الرئيس، كما مبين في الشكل (6-7-1).
2. أسحب اللولب الذي يحكم الغطاء ستلاحظ احتواء اللولب على حاكم تسرب بشكل حرف O، اسحبه بعناية، كما مبين في الشكل (6-7-2).
3. ارفع غطاء حاوية المرشح الرئيس، وارفع حاكم التسرب، كما في الشكل (6-7-3).
4. أسحب المرشح الرئيس وتأكد من نظافته، وابدله إذا كان متسخاً، كما في الشكل (6-7-4).
5. يبين الشكل (6-7-5) قاعدة حاوية المرشح، يجب التأكد من نظافتها وخلوها من الترسبات والدهون.
6. أسحب النابض أسفل قاعدة المرشح، كما مبين في الشكل (6-7-6)، فائدة النابض هو لدفع مرشح مانع التسرب المصنوع من السيراميك الذي يمنع تسرب الوقود أسفل المرشح.

7. أقلب المرشح إلى الأسفل ستلاحظ وجود حاكم تسرب، كما في الشكل (6-7-7)، استعمل مفك اللوالب لرفع حاكم التسرب من مكانه.
8. ارفع حاكم التسرب وتأكد من سلامته، كما مبين في الشكل (6-7-8).
9. يبين الشكل (6-7-9) أجزاء المرشح الرئيس بعد تنظيفه، وتهيئته لإعادة الربط.
10. ارجع حاكم التسرب إلى مكانه ثم أمسك المرشح وأرجعه إلى غطاء الحاوية، كما مبين في الشكل (6-7-10).
11. أعد حاكم التسرب إلى اللولب ثم ادخل اللولب في الثقب أعلى غطاء حاوية المرشح، ثم ادفعه خلال المرشح، كما مبين في الشكل (6-7-11).
12. أعد النابض في قاعدة حاوية المرشح، ثم أرجع القاعدة إلى مكانها، كما مبين في الشكل (6-7-12) ولا تنسَ مانع التسرب.
13. أعد ربط اللولب باليد أولاً، كما مبين في الشكل (6-7-13).
14. استعمل مفتاح الصامولات لإحكام ربط غطاء الحاوية، كما مبين في الشكل (6-7-14).

1- افتح غطاء حاوية المرشح الرئيس

2- أسحب حاكم التسرب من اللولب

3- اسحب حاكم التسرب أسفل غطاء الحاوية

4- اسحب المرشح من الحاوية

5- قاعدة حاوية المرشح

6- النابض أسفل القاعدة

7- اسحب مانع التسرب المصنوع من السيراميك

8- مانع التسرب المصنوع من السيراميك

9- أجزاء المرشح الرئيس

10- أعد المرشح إلى الغطاء العلوي

11- أعد النابض إلى مكانه

12- أرجع الغطاء إلى مكانه

13- اربط الغطاء بواسطة النابض

14- استعمل مفتاح الصامولات لإحكام ربط الغطاء

شكل 6-7 فتح المرشح الرئيس لمنظومة الوقود وتنظيفه

تمرين 6-8: فتح مرشح مضخة الوقود لمنظومة احتراق مرجل وصيانته.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح مرشح مضخة الوقود لمنظومة احتراق مرجل وصيانته.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- منظومة احتراق مرجل، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (6-8) مضخة وقود منظومة احتراق مرجل.
2. استعمل مفتاح اللوالب حرف L، ثم ارفع اللوالب، وغطاء حاوية المرشح، كما في الشكل (6-8-2).
3. ارفع مرشح المضخة، كما مبين في الشكل (6-8-3)، ثم تأكد من نظافته وابدله في حال إتساخه.
4. ارفع حاكم التسرب بين غطاء حاوية المرشح وقاعدتها، كما مبين في الشكل (6-8-4)، ويجب إبدال حاكم التسرب في كل مرة تُفتح بها حاوية المرشح، لأنه من النوع شبه الورقي.
5. أبدل حاكم التسرب وأعده إلى مكانه، كما مبين في الشكل (6-8-5).
6. أعد غطاء حاوية المرشح إلى مكانه، ثم أعد ربط اللوالب بشكل متوازن، كما مبين في الشكل (6-8-6).

1- مضخة الوقود

2- افتح اللوالب التي تثبت حاوية مرشح المضخة

3- مرشح المضخة

4- ارفع حاكم التسرب

5- اعد حاكم التسرب بعد إبداله

6- أعد غطاء حاوية المرشح

شكل 6-8 فتح مرشح مضخة وقود وتنظيفه

تمرين 6-9: فتح صمام الملف لمنظومة احتراق مرجل وصيانته.

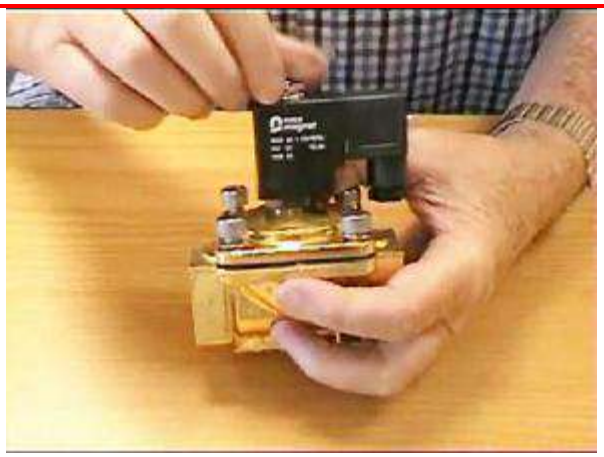
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح صمام الملف لمنظومة احتراق مرجل وصيانته.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- صمام ملف، 3- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

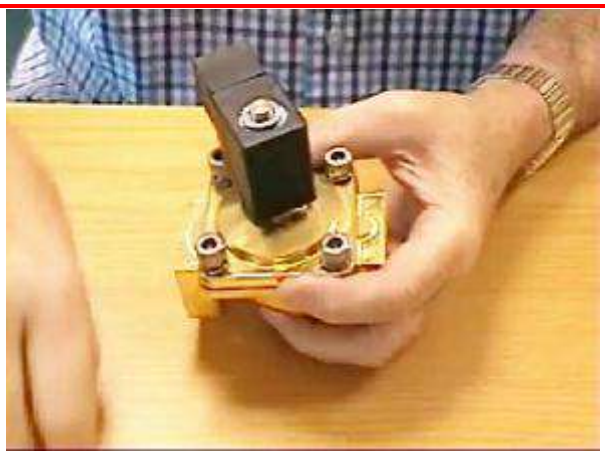
خطوات العمل:

1. استعمل مفتاح الصامولات لفتح الصامولة التي تثبت الملف الكهربائي بجسم الصمام، كما مبين في الشكل (6-9-1).

2. ارفع الصامولة ستلاحظ وجود جلبة نابضة لمنع فتح الصامولة في حال تعرض الصمام لاهتزاز مستمر، كما مبين في الشكل (6-9-2).
3. أسحب المحرك الكهربائي إلى الأعلى وستلاحظ محور الصمام، كما مبين في الشكل (6-9-3).
4. افتح اللوالب الأربعة التي تثبت غطاء الصمام، كما مبين في الشكل (6-9-4).
5. أكمل فتح اللوالب باليد، كما مبين في الشكل (6-9-5).
6. ارفع غطاء الصمام ستلاحظ وجود نابض أعلى الغشاء المطاطي المرن للصمام، كما مبين في الشكل (6-9-6).
7. ارفع النابض وتأكد من سلامته وشدَته، كما مبين في الشكل (6-9-7).
8. في بعض الصمامات يكون موضع الغشاء المطاطي المرن حرجاً جداً، لذا يوضع ثقب في الغشاء المرن يقابله ثقب في قاعدة الصمام، كي يمنع تغير الغشاء المرن عن موقعه، كما مبين في الشكل (6-9-8).
9. ارفع الغشاء المطاطي المرن عن موقعه، وتأكد من نظافته ومن سلامته وعدم وجود تشققات أو ثقوب فيه، وفي حال وجود ثقوب أو تشققات يجب إبداله بآخر جديد ومن النوع والقياس أنفسهما، ويبين الشكل (6-9-9) الغشاء المطاطي في حالة جيدة.
10. ارفع الغشاء المطاطي من مكانه، وتأكد من نظافة قاعدة الصمام، كما مبين في الشكل (6-9-10)، في حال إتساخ قاعدة الصمام يجب تنظيفها قبل إعادة ربط الصمام.



1- افتح اللولب الذي يثبت المحرك بجسم الصمام



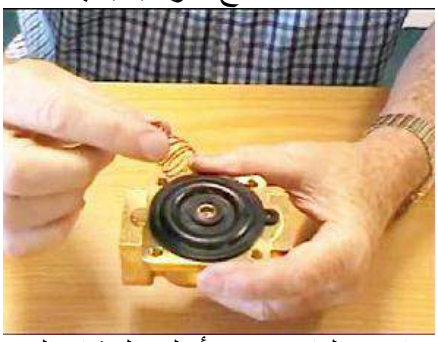
2- الجلبة النابضية فوق المحرك

3- ارفع المحرك الكهربائي للنابض

4- استعمل مفتاح اللوالب لفتح لوالب النابض

5- اكمل فتح اللوالب باليد

6- ارفع الغطاء العلوي للصمام



7- ارفع النابض من أعلى الغشاء المرن

8- الثقب الذي يثبت الغشاء المرن

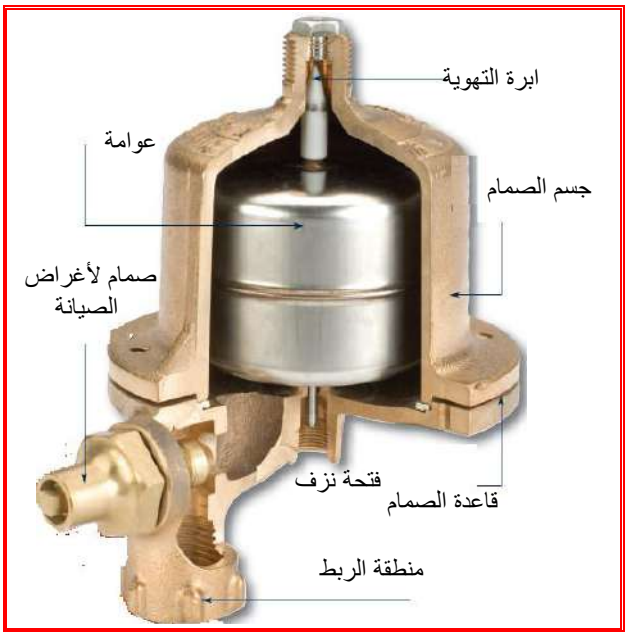
9- ارفع الغشاء المرن

10- قاعدة الصمام

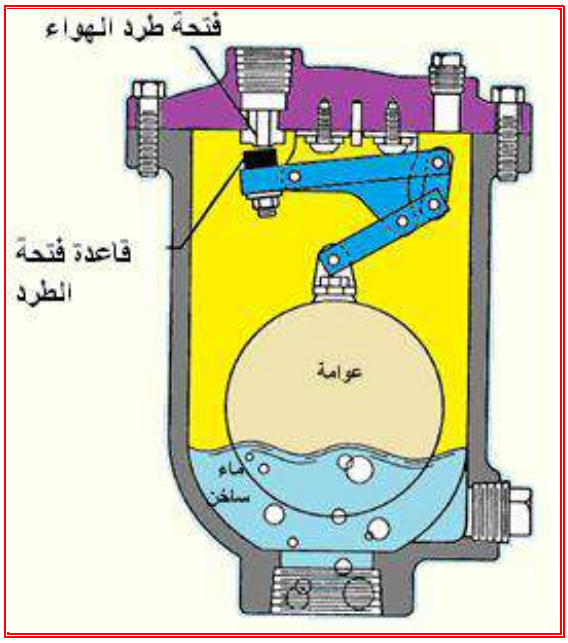
شكل 6-9 فتح صمام الملف وتنظيفه

4-6 طاردة الهواء ذاتية العمل Automated Air-Purger

الغرض من استعمال طاردة الهواء ذاتية العمل هو لطرد الهواء المتجمع في أنابيب الماء الساخن، والخروج من المرجل أو في المشعات الحرارية في الغرف. تتكون طاردة الهواء من صمام عوامة وأبرة لغلق فتحة إخراج (طرد) الهواء، كما مبين في الشكل (6-10-1)، فعند غمر الأنبوب بالماء الساخن ترتفع العوامة لتغلق صمام الطرد، أما عند هبوط مستوى الماء في الأنبوب فتهبط العوامة إلى الأسفل مما يؤدي إلى نزول أبرة الصمام وطرد الهواء المحصور، كما مبين في الشكل (6-10-2).



شكل 6-10-1 طاردة الهواء ذاتية العمل



شكل 6-10-2 فتح فتحة طرد الهواء

تمرين 6-10: ملاحظة مدى حاجة طاردة الهواء ذاتية العمل إلى الصيانة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ملاحظة مدى حاجة طاردة الهواء ذاتية العمل إلى الصيانة.

خطوات العمل:

1. **تحديد مكان طاردة الهواء ذاتية العمل**: تنصب طاردة الهواء ذاتية العمل مباشرة عند المرجل أو قريبة منه، كما مبين في الشكل (6-11-1)، أو تنصب أعلى صمام الجريان ذي الاتجاه الواحد، كما مبين في الشكل (6-11-2)، وفي بعض الأحيان تنصب واحدة إضافية عند أعلى نقطة في شبكة الماء الساخن، كما مبين في الشكل (6-11-3).

2. يمكن تحديد مدى صلاح طاردة الهواء بواسطة النظر، إذ يبين الشكل (6-11-4) طاردة هواء متسخة، وفيها يلاحظ انغلاق فتحة تسريب الهواء بسبب تراكم الأملاح والتكلسات. عادة يتم إبدال طاردة الهواء، ولا تتم صيانتها لرخص ثمنها وخطورة عملها.
3. عند ملاحظة نضوح طاردة الهواء للماء باستمرار، كما مبين في الشكل (6-11-5) فهذ يدل على عطل طاردة الهواء، لذا يجب إغلاقها أولاً ومن ثم إبدالها.
4. عند ملاحظة تجمع التكلسات على جسم طاردة الهواء، كما مبين في الشكل (6-11-6)، فهذ يدل على عدم صلاح طاردة الهواء، ويجب إبدالها بأخرى جديدة.
5. أدفع الماء الساخن عبر الشبكة، وأنتظر ثلاث دقائق إلى خمس، ثم تحسس المشعة، فإذا كانت درجة حرارتها عالية بحيث لا يمكن لمسها، فهذا يدل على عطل طاردة الهواء بحيث إن الهواء فيها يمنع تدفق الماء، أبدل الطاردة بأخرى جديدة.

1- طاردة هواء أعلى المرجل

2- طاردة هواء عند صمام ذي اتجاه واحد

3- طاردة هواء عند أعلى نقطة في الشبكة

4- تجمع الأملاح والتكلسات على طاردة الهواء

5- نضوح الماء باستمرار من طاردة الهواء

6- طاردة تجمع التكلس على جسمها

شكل 6-11 الأعطال التي تحدث لطاردة الهواء ذاتية العمل

6-5 الأعطال الشائعة للحارقات Common Default of Burners

تجهز الحارقات بأحجام مختلفة، وأن الاختيار الأمثل لسعة الحارق يضمن احتراقاً تاماً ونظيفاً للوقود، ويبين الشكل (6-12-1) لهباً نظيفاً واحتراقاً تاماً، في حين يبين الشكل (6-12-2) احتراقاً غير تام ولهب يولد الدخان.

1- احتراق تام ولهب نظيف

2- احتراق غير تام ولهب يسبب تولد الدخان

شكل 6-12 أنواع اللهب في الحارقات

وبصورة عامة يجب تجنب تغيير نسبة الهواء إلى الوقود في الحارقات، إذ إن المصنع للحارقات يقوم بحساب وموازنة هذه النسبة، وإذا وجد خللاً في اللهب، فهذا يعود إلى أسباب أخرى لا تتعلق بنسبة الخلط، وأدناه بعض المشكلات التي قد تحدث للحارقات:

تأخر الاشتعال:

تأكد مما يأتي:

- قطر الشرر.
- عازل موزع الشرر بحالة جيدة، وإن نظافة قطبي موزع الشرر غير مغطى بالسخام.
- فتحة تجهيز الهواء غير مفتوحة بشكل كبير.

خروج روائح من غرفة الاحتراق

في حال خروج روائح من غرفة الاشتعال يُتبع ما يأتي:

- تأكد من نظافة مدخنة غرفة الاحتراق ومن سرعة الغازات الخارجة من المدخنة.
- تأكد من عدم ارتفاع درجة حرارة غرفة الاحتراق بصورة عالية.
- تأكد من عدم زيادة كمية الهواء المدفوع إلى غرفة الاحتراق.
- تأخر الاشتعال قد يولد روائح.

لهب بدخان كثيف:

هنالك أسباب عديدة تؤدي إلى انبعاث دخان كثيف من اللهب، يجب التأكد من عدة عوامل منها:

- تأكد من سلامة غرفة الاحتراق وعدم وجود تشققات فيها.
  - في حال غرفة الاحتراق المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ، قد تكون أن الغرفة احترقت من عدة أماكن.
  - أما في حال الغرفة المبنية من الحجر الحراري، فأن تهدم قسماً من الأحجار يؤدي إلى حدوث فتحات يدخل الهواء منها ويسبب توليد الدخان.
- تأكد من حالة الحارق، فإن انسداد الفتحة يؤدي إلى عدم ترذيذ الوقود بشكل جيد، أو خروج اللهب عن محوره.

- تأكد من عدم ترذيذ الوقود مباشرة على جدران غرفة الاحتراق أو أبوابها أو حتى على نهاية أنبوب الاحتراق، إذ إن التماس المباشر بين الوقود والأجسام الساخنة يؤدي إلى تولد دخان.

- تأكد من سلامة مروحة دفع الهواء.

خروج اللهب عن مركزه

يمكن أن يخرج اللهب عن مركزه للأسباب الآتية:

- عدم تمركز الفالة: ويعود هذا إلى انحناء الأنبوب الحامل للفالة.
- سوء توزيع الهواء في غرفة الاحتراق: يمكن تشخيص هذه الحالة عن طريق ملاحظة خروج دخان من مكان واحد باستمرار، وهذا يعني انحراف اللهب عن محوره بسبب سوء توزيع الهواء، يمكن تقويم هذه الحالة عن طريق اختيار فالة بحجم أصغر.
- وجود أجسام عالقة في فتحة الفالة أو انسداد الفتحة بشكل جزئي.

لهب طويل:

يعود سبب هذه الحالة إلى ما يأتي:

- ضيق زاوية ترذيذ الوقود، تحل عن طريق زيادة زاوية الترذيذ بإبدال النافث، لأن المواصفات المثبتة على النافث تتضمن أمرين مهمين أحدهما قطر فتحة النافث، والآخر زاوية الانتشار.
- لزوجة عالية للوقود، إبدال نوع الوقود أو تسخينه تسخيناً مسبقاً قبل الترذيذ، أو زيادة ضغط المضخة.

الفصل السابع

منظومات التكييف المركزي

Central Air-Conditioning Systems

منظومات التكييف المركزي

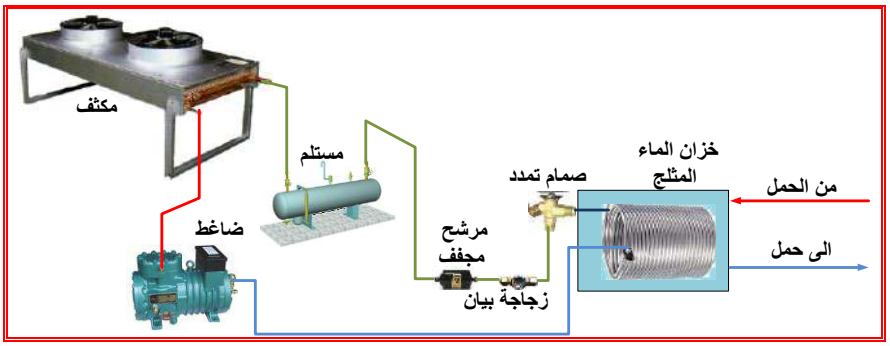
Central Air-Conditioning Systems

1-7 مقدمة Introduction

تسمى منظومات التكييف بالمركزية إذا كان هنالك مكيف واحد رئيس يقوم بتجهيز الهواء المكيف أو الماء المثلج، وتقوم منظومة رئيسة بتوزيع الهواء أو الماء المثلج إلى شتى أنحاء البناية. وفي منظومات التكييف باستعمال الماء المثلج أو الماء الساخن، إذ يقوم مثلج الماء أو المرجل بتوفير الماء المطلوب، وبعد ذلك يتم توزيع الماء إما إلى وحدات دفع الهواء Air Handling Unites (AHU)، إذ تقوم دافعة الهواء بتوفير الهواء المكيف إلى كل طابق أو كل منطقة بحسب طبيعة التصميم، وفي نظام آخر يتم دفع الماء المثلج أو الماء الساخن إلى وحدات مروحة وملف (Fan Coil) في حالتي التبريد أو التدفئة.

2-7 مثلجات الماء Water Chillers

تُعد مثلجات الماء إحدى منظومات التكييف المركزي، ويقوم مبخر منظومة التثليج الرئيسة بتثليج وسيط ثانوي لنقل الحرارة مثل الماء (عبارة تثليج هنا تعني تبريد الماء (Chilled Water) إلى درجة حرارة تساوي تقريباً 5°C)، والمبخر (Chiller) عبارة عن أسطوانة يتجمع بها الماء المثلج وفي داخلها أنابيب يجري بها مائع التثليج ويتبخر داخل تلك الأنابيب عن طريق امتصاص الحرارة من الماء وبالتالي انخفاض درجة حرارته، ويتم سحب الماء من الخزان ودفعه إلى دافعة الهواء أو إلى وحدات المروحة والملف في البناية. وبعد أن يقوم الماء المثلج بامتصاص الحرارة من البناية يتم إعادته إلى خزان الماء المثلج (المبخر) وإعادة الدورة مرة ثانية، ويبين الشكل (7-1) دورة الماء المثلج ومائع التثليج لمنظومة تكييف مركزية.



شكل 7-1 منظومة تكييف مركزي

تمرين 7-1 اعتبارات تسلَم مثلج الماء.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تسلم اللوحة التعريفية للجهاز وقراءتها.

خطوات العمل:

عند تسلمك مثلج الماء تأكد مما يأتي:

1. عدم وجود تلف أو عطب في الجسم الخارجي لمثلج الماء.
2. معدات الرفع والنصب الموجودة في موقع العمل تناسب ما ذكر في دليل الجهاز، وإن المعدات مهيئة لرفع الوزن المحدد في اللوحة التعريفية للجهاز (Name plate).
3. تأكد من أن جميع ملحقات الجهاز المبينة في دليل الجهاز قد جلبت إلى موقع نصب الجهاز.
4. استعمل جهاز فحص التسرب للتأكد من عدم وجود تسرب في شحنة مائع التثليج المحصورة في مثلج الماء.
5. تأكد من مواصفات المُعدات المجهزة مع مثلج الماء ومدى ملائمتها للنصب ومدى ملائمة سعتها وحجمها مع مثلج الماء.
6. الإبلاغ عن أي عطب أو مخالفة لشروط التجهيز في غضون الوقت المبين في شروط التجهيز.
7. رفض أي جزء يخل بالاتفاق الموَقع مع الجهة المجهزة وعدم نصبه بأي حال من الأحوال.
8. الالتزام باللوحة التعريفية للجهاز المبينة في الشكل (7-2-1) باللغة الإنكليزية، وتم ترجمتها إلى اللغة العربية كما في الشكل (7-2-2) عند نصب الجهاز.
9. عند عدم نصب المثلج مباشرة ينبغي حفظه، وفقاً للشروط الآتية:
   - تأكد من عدم وجود ماء أو رطوبة في مكان الخزن.
   - غطِ جميع المبادلات الحرارية بعناية لحمايتها من الأتربة والأوساخ والحشرات والطيور.
   - إبقاء الغطاء الرقيق المصنوع من اللدائن في مكانه وعدم نزعه إلا عند نصب الجهاز.
   - تأكد من أن جميع مناطق ربط الوصلات الكهربائية مغطاة جيداً لمنع الصدأ.
   - احفظ جميع المعدات والملحقات الأخرى في صناديقها في مكان نظيف وجاف.

Factory name :									
Unit type:									
Serial NR.:									
	Volt V		Phase Ph		Frequency Hz		Current A		
Elect. supply	400		3		50		nominal 322	starting 530	
Elect. Auxiliary	24		1		50				
			Min.				Max.		
			Test	Service			Test	Service	
Pressure (Bar)			0	0			41	43	
Temperature (°C)			-20				50		
Capacity (kW)		Refrig. Charge (kg)					Dates		
Cooling	Heating	C1	C2	C3	C4		Prod.	Test	
271	312	43	43	0	0		2010	16/3/2011	
Fluid		Fluid group		Energy class			Weight (kg)		
R 410A		2		C			2990		

شكل 7-2-1 اللوحة التعريفية لمثلج ماء، المكثف يتبرد بالهواء باللغة الإنكليزية

إسم الشركة									
نوع الوحدة									
التسلسل									
	فرق الجهد V		الطور Ph		التردد Hz		التيار A		
تجهيز التيار	400		3		50		اعتيادي 322	عند البدء 530	
التيار الثانوي	24		1		50				
			أقل				الأكبر		
			فحص	شحن			فحص	شحن	
ضغط (Bar)			0	0			41	43	
درجة حرارة (°C)			-20				50		
السعة (kW)		وزن شحنة مائع التثليج (kg)					التاريخ		
تبريد	تدفئة	C1	C2	C3	C4		إنتاج	الفحص	
271	312	43	43	0	0		2010	16/3/2011	
نوع مائع التثليج		تصنيف المائع		نوع الطاقة			وزن الوحدة (kg)		
R 410A		2		C			2990		

شكل 7-2-2 اللوحة التعريفية لمثلج ماء، المكثف يتبرد بالهواء مترجمة إلى اللغة العربية

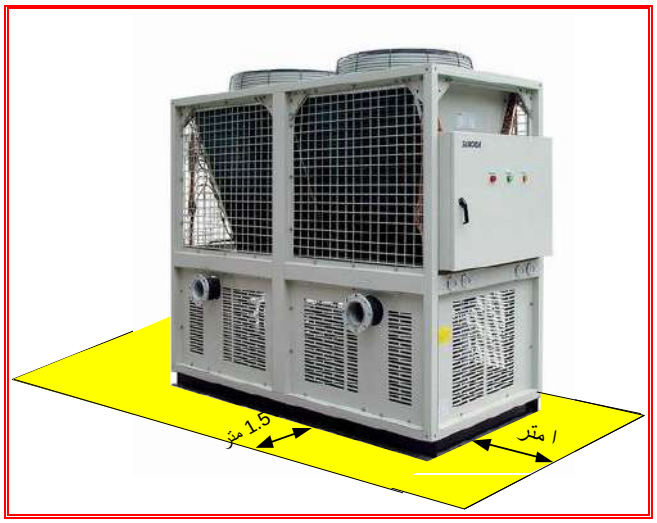
تمرين 7-2 اعتبارات نصب مثلج ماء مبرد مكثفه بالهواء

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على مراعاة الشروط الأولية لنصب مثلج ماء مبرد مكثفه بالهواء.

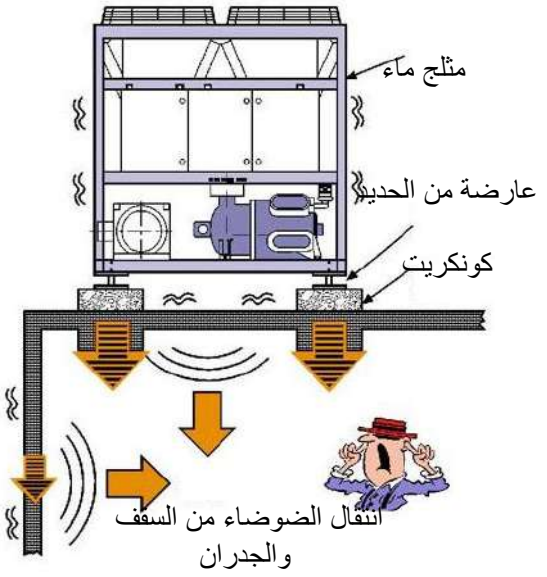
خطوات العمل:

مثلجات الماء التي يتم تبريد مكثفها بالهواء مخصصة للنصب خارج البناية، ويجب اتباع ما يلي لنصبها:

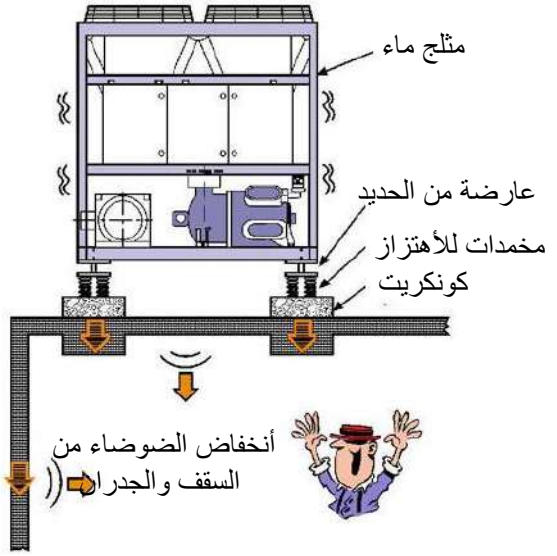
1. التأكيد على ترك فضاءات كافية حول مثلج الماء، كما مبين في الشكل (7-3)، لمنع حدوث دائرة قصر في الهواء الخارج من المكثف ومن ثم إعادة سحبه مرة ثانية من قبل مروحة المكثف.
2. صب أرضية من الخرسانة مستوية ويجب الأخذ بالحسبان الوزن الكامل لمثلج الماء مع كامل شحنته من الماء، وأن تكون مستقلة عن البناية لمنع نقل الاهتزاز والضوضاء إلى البناية.
3. التأكيد على استعمال مخمدات الاهتزاز عند نصب مثلج الماء على سطح البناية، كما مبين في الشكلين (7-4-1) و(7-4-2).
4. استعمل وصلات الربط المرنة لربط أنابيب مثلج الماء مع شبكة أنابيب البناية.
5. التأكيد على ترك فضاءات كافية حول مثلج الماء لأغراض الصيانة.
6. بناء جدران أو وضع صندوق كامل مانع للصوت (ويسمى بالكاتم وهو نادر جداً وباهض الثمن) لحجب الضوضاء الناتجة من عمل مثلج الماء عند نصبه قريباً من الأبنية السكنية، كما مبين في الشكلين (7-4-3) و(7-4-4).
7. عند زيادة سرعة الهواء خارج البناية عن 2.2 m/s فيجب نصب مصدات للريح حول المثلج.



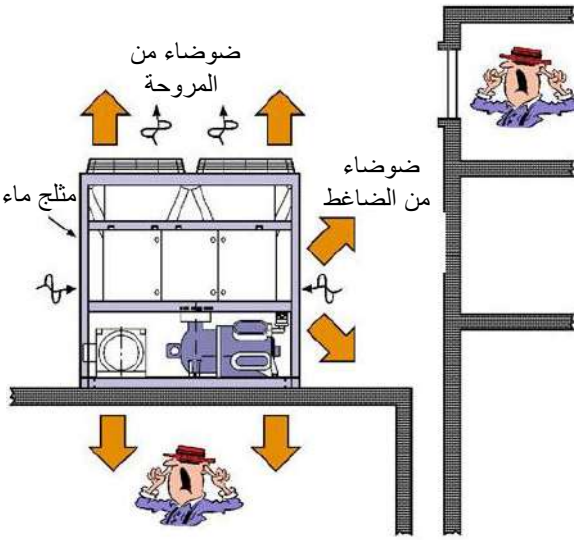
شكل 7-3 الفضاءات المسموح بها حول مثلج الماء



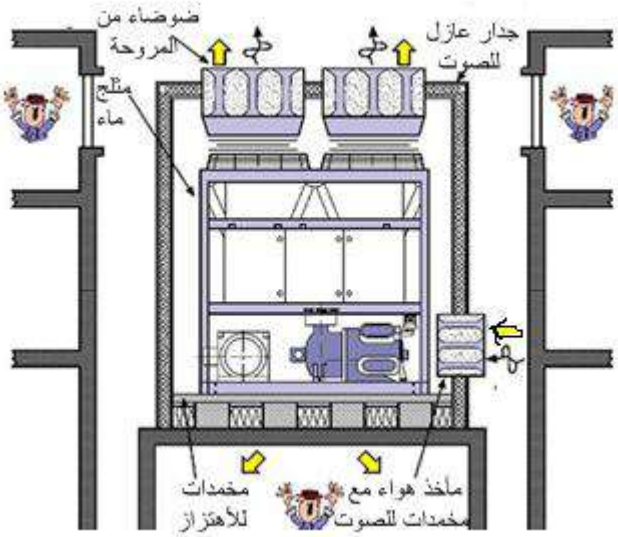
1- عدم استعمال مخمدات لنصب مثلج الماء



2- استعمال مخمدات للاهتزاز تقلل من الضوضاء



3- ضوضاء مثلج الماء القريب من الأبنية السكنية



4- بناء جدار عازل للصوت حول مثلج الماء

شكل 7-4 اعتبارات تقليل الضوضاء الناتجة من عمل مثلج الماء المبرد مكثفه بالهواء

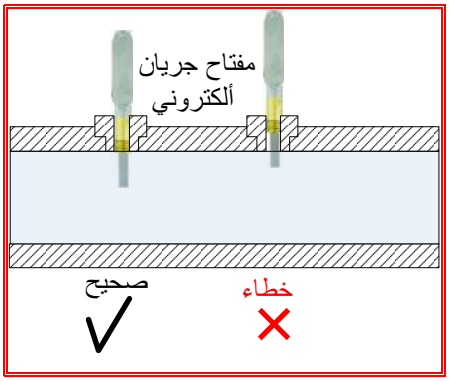
تمرين 7-3 اعتبارات أنابيب المكثف والمبخر لمثلج ماء مكثفه مبرد بالهواء

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على الأخذ بالملاحظات الخاصة بنصب أنابيب المكثف والمبخر لمثلج ماء مكثفه مبرد بالهواء.

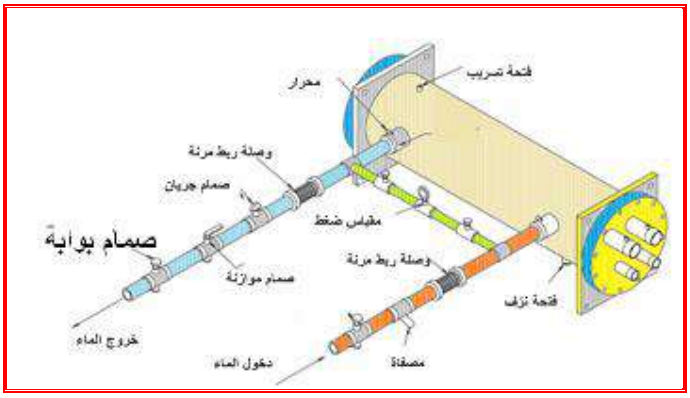
خطوات العمل:

نصب شبكة أنابيب الماء

1. انصب مضخة الماء في خط الدفع للمبخر بحيث يكون ضغط المبخر أكبر من الضغط الجوي.
2. يجب نصب مفتاح الجريان بحيث يُغمر المتحسس بأكمله في الماء، في الشكل (7-5-1) متحسس إلكتروني تم نصبه بشكل صحيح عن طريق غمر المتحسس بأكمله في الماء، ومفتاح جريان نُصب بشكل خاطئ بسبب عدم غمر المتحسس بالماء بشكل كامل.
3. اتبع المخطط المرفق في دليل الجهاز لنصب ملحقات شبكة الأنابيب، وغالباً ما يكون الربط كما مبين في الشكل (7-5-2).
4. انصب طاردات الهواء اليدوية أو ذاتية العمل في أعلى نقطة من شبكة الأنابيب.
5. انصب محارير لقراءة درجات الحرارة في مدخل ومخرج المبخر.
6. انصب صمام بوابة في مدخل ومخرج المبخر.
7. اربط مثلج الماء بوصلة ربط مرنة مع شبكة أنابيب البناية.
8. عند نصب شبكة الأنابيب خارج البناية ومن المحتمل أن تصل درجة حرارة المحيط الخارجي دون الصفر السيليزي، فيجب عزل الأنابيب عزلاً حرارياً أكثر من عزل الأنابيب داخل البناية.
9. استعمال صمام نضح أسفل المبخر إذا كان من النوع الأسطوانة والأنابيب (Shell and Tube).



شكل 7-5-1 الطريقتان الصحيحة والخاطئة لنصب مفتاح الجريان الإلكتروني



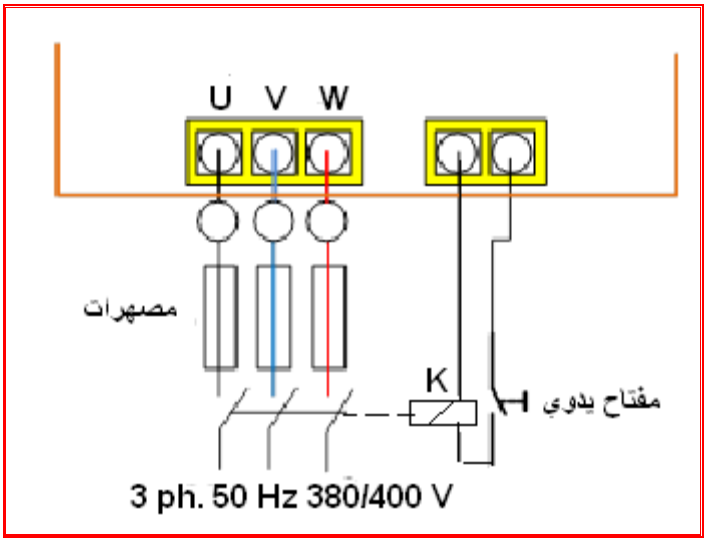
شكل 7-5-2 ملحقات الأنابيب لمبخر مثلج الماء

تمرين 7-4 اعتبارات نصب مجهز القدرة الكهربائي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فهم ملاحظات عن نصب مجهز القدرة الكهربائي لمثلج ماء.

خطوات العمل:

1. تأكد من أن مجهز التيار الكهربائي من البناية يحتوي على ما يأتي:
   - نقطة تجهيز التيار قريبة من مكان نصب مثلج الماء.
   - نقطة تجهيز الكهربائي قد نصبت جيداً، وعُزلت تماماً عن تأثيرات المحيط الخارجي من رطوبة وأمطار وغبار وسلامة مهنية.
   - حجم الأسلاك الكهربائية تتحمل تيار بدء العمل فضلاً عن تيار العمل لزيادة الأمان.
2. تأكد من إحكام ربط الأسلاك الكهربائية، إذ إن الربط غير المحكم يمكن أن يتسبب بإحداث شرارة كهربائية باستمرار مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة منطقة الربط وبالتالي تآكل الأسلاك الكهربائية بمرور الزمن.
3. التأكد بشكل تام من أن مواصفات مصدر تجهيز الكهرباء مشابهة تماما لتلك الموجودة على اللوحة التعريفية، وفي حال وجود اختلاف في فرق الجهد بين الأطوار الثلاثة بمقدار $\pm$ 3% وفي التيار بحدود $\pm$ 1% يجب عدم إيصال التيار الكهربائي لمثلج الماء، إلا في حال إصلاح الخلل.
4. تجهيز خط الربط بين المصدر الرئيس ومثلج الماء بقاطع دورة ومصهرات تناسب الحد الأعلى للتيار الموصى به في اللوحة التعريفية للجهاز، كما مبين في الشكل (7-6) لضمان فصل التيار الكهربائي عن الوحدة بالكامل في أثناء الصيانة وحدوث الأعطال.



شكل 7-6 الطريقة القياسية لإيصال التيار الكهربائي لمثلج الماء

تمرين 7-5 ربط مكثف خارجي مبرد بالهواء لمثلج ماء

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مكثف خارجي مبرد بالهواء لمثلج ماء.

خطوات العمل:

يربط المكثف المبرد بالهواء الخارجي لمثلج ماء على وفق المواصفات الآتية:

1. يربط المكثف الخارجي مع الضاغط، كما في الشكل (7-7)، ويلاحظ في الشكل أيضاً مصائد الزيت التي عن طريقها يتم إعادة الزيت إلى خزان الزيت في الضاغط والتي تم شرح طريقة عملها سابقاً.
   إن طريقة ربط المكثف لا بد أن تحقق الأمور الآتية:
   - سرعة مناسبة لبخار مائع التثليج في خط السحب ليحقق رجوع الزيت إلى الضاغط مرة أخرى.
   - منع رجوع سائل مائع التثليج إلى رأس الضاغط وذلك لمنع تكسر صمامات الدفع.
2. اختيار أنابيب السحب بحيث تحقق السرعة المطلوبة عند عمل المنظومة بالحمل الأدنى.
3. يصمم خط السائل بحيث يخطط ما يأتي:
   - عمل المنظومة عند أقصى حمل.
   - يجب أن لا تزيد خسائر الضغط في خط السحب عن 100 kPa.
   - يجب أن تكون سرعة سائل مائع التثليج في خط السائل أقل من 2 m/s لمنع حدوث اهتزازات في الأنابيب.
4. يصمم خط الدفع بحيث يحقق ما يأتي:

- حساب أقطار الأنابيب بعناية بحيث يحقق رجوع الزيت إلى الضاغط، والاعتماد على الجدولين (7-1) و (7-2) في تصميم أقطار الأنابيب.
- يجب أن يكون هبوط الضغط في خط الدفع يساوي أو اقل من 1˚C عن خط تشبع الضغط عند ضغط السحب.
- أعزل أنابيب مائع التثليج عن الأبنية لمنع نقل الاهتزازات الناتجة من عمل منظومة التثليج إلى الأبنية.

5. في أثناء فحص التسرب للمنظومة يجب اتباع ما يأتي:

- عند لحام الأنابيب النحاسية يجب ضخ غاز النيتروجين الجاف خلال الأنابيب لمنع تأكسد الأنابيب من الداخل.
- استعمال الأنابيب مغلقة النهايات والخالية من الأكسدة الداخلية، وعدم استعمال الأنابيب مفتوحة النهايات.
- عدم استعمال الأوكسجين أو الأستيلين أو مائع التثليج في فحص التسرب واستعمال النيتروجين الجاف بدلاً من ذلك.
- استعمل صمامات منظمة للضغط دائماً وصمامات غلق ومقاييس ضغط للسيطرة على النيتروجين في أثناء فحص التسرب.
- ألتزم بضغط الفحص المخصص في اللوحة التعريفية للجهاز، إذ إن استعمال الضغط المفرط يؤدي إلى تلف الصمامات وتشوه الأنابيب.

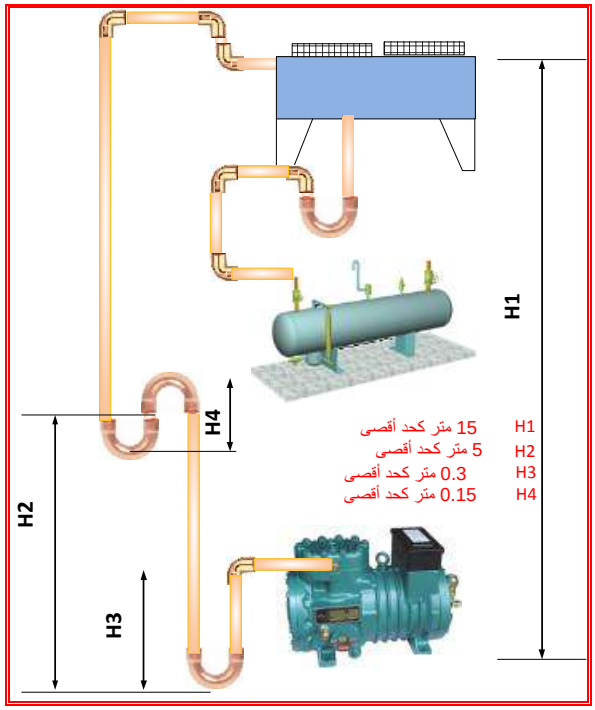
جدول 7-1 أقل سعة تثليج بوحدات الكيلوواط لتحقيق عودة الزيت إلى الضاغط في خط الدفع
(مائع التثليج R-407C)

قطر الأنبوب ملم													
درجة حرارة التشبع °C	درجة حرارة خط السحب °C	12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
-5	0	0.39	0.71	1.20	2.04	3.88	6.88	11.11	21.31	36.85	55.86	115.24	199.30
	10	0.37	0.68	1.14	1.94	3.68	6.53	10.54	20.20	34.94	52.95	109.25	189.14
5	10	0.47	0.86	1.45	2.47	4.69	8.33	13.44	25.77	44.58	67.56	139.39	241.30
	20	0.44	0.81	1.36	2.31	4.39	7.79	12.58	24.13	41.73	63.25	130.49	225.90

جدول 7-2 أقل سعة تثليج بوحدات الكيلو واط لتحقيق عودة الزيت إلى الضاغط في خط السحب

(مائع التثليج R-407C)

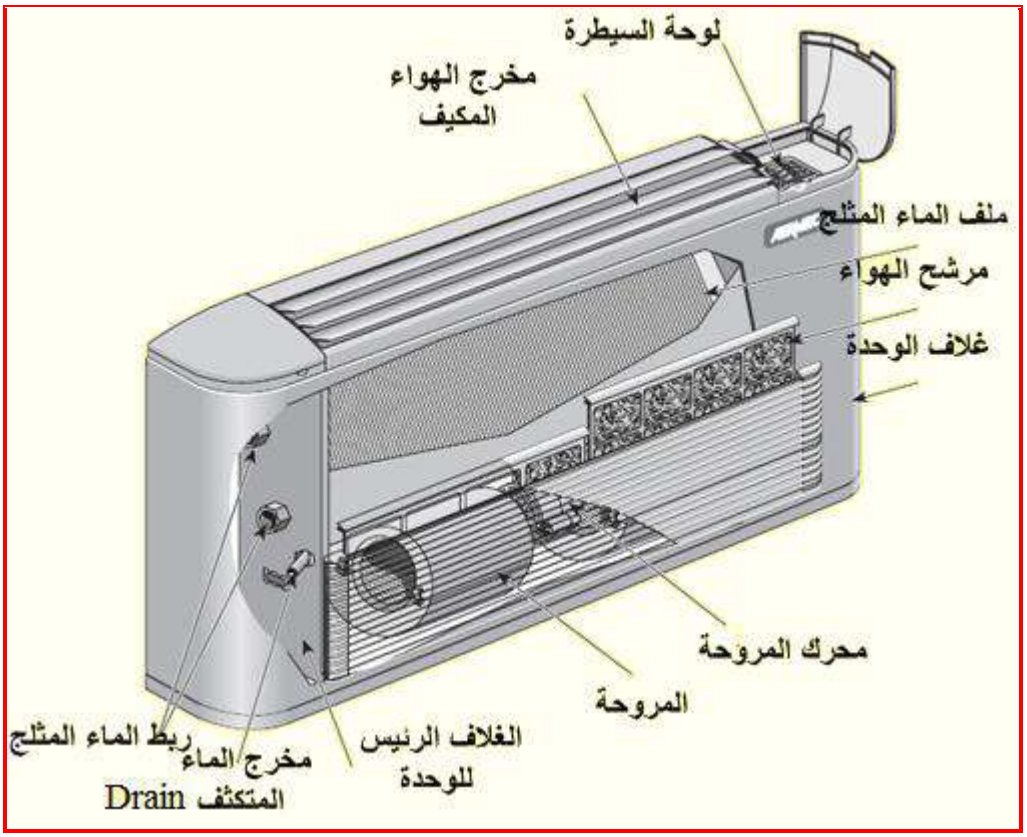
قطر الأنبوب ملم													
درجة حرارة التشبع °C	درجة حرارة خط الدفع	12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
30	70	0.60	1.09	1.84	3.13	5.95	10.55	17.03	32.65	56.47	85.59	176.5	305.70
	80	0.58	1.06	1.79	3.04	5.78	10.25	16.55	31.74	54.90	83.21	171.6	297.19
	90	0.57	1.04	1.74	2.96	5.64	10.00	16.14	30.95	53.53	81.13	167.3	289.77
40	80	0.62	1.13	1.90	3.24	6.16	10.93	17.65	33.85	58.55	88.73	183.0	316.92
	90	0.60	1.10	1.85	3.16	6.00	10.65	17.19	32.96	47.01	86.40	178.2	308.60
	100	0.58	1.07	1.80	3.07	5.83	10.34	16.70	32.02	55.38	83.94	173.1	299.79
50	90	0.63	1.16	1.94	3.31	6.29	11.16	18.02	34.55	59.77	90.58	186.8	323.52
	100	0.61	1.12	1.88	3.21	6.10	10.82	17.47	33.50	57.95	87.83	181.2	313.70
	110	0.60	1.09	1.83	3.13	5.94	10.54	17.02	32.63	56.44	85.53	176.4	305.49



شكل 7-7 الربط القياسي بين المكثف وضاغط مثلج الماء

3-7 وحدة المروحة والملف Fan Coil Unit

تُعد وحدة المروحة والملف من الوحدات الفرعية، إذ يتم تجهيز وحدة مروحة وملف أو أكثر في المكان المكيف، وتتسلم وحدة المروحة والملف الماء المثلج من مثلج الماء، إذ يمر الماء المثلج في ملف التبريد في وحدة المروحة والملف، وتستعمل مروحة لسحب الهواء من الغرفة وتبريده وإعادة دفعه، وتستمر عملية سحب الهواء من الغرفة وإمراره على ملف التبريد ودفعه إلى الغرفة. تتم السيطرة على عمل وحدة المروحة والملف بواسطة منظم درجة حرارة يوضع على الجهاز، إذ يقوم منظم درجة الحرارة بالتحكم بكمية الماء المثلج المار إلى الملف أو إيقافه في حال هبوط درجة حرارة الغرفة إلى الحد التصميمي. وقد تحتوي وحدة المروحة والملف على مسخن كهربائي لأغراض التدفئة، ونادراً ما تحتوي وحدة المروحة والملف على ملفي ماء مثلج وماء ساخن في وقتٍ واحد، وإنما يستعمل الملف نفسه لأغراض التدفئة والتبريد إلا في حالات خاصة جداً. ويبين الشكل (7-8) تفصيلات وحدة المروحة والملف.



شكل 7-8 تفصيلات وحدة المروحة والملف

تمرين 7-6 نصب وحدة المروحة والملف

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب وحدة المروحة والملف.

المواد والعُدد المطلوبة: 1-وحدة مروحة وملف. 2- الملحقات المبينة في الجدول(7-3)، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

جدول 7-3 وصلات الربط الخاصة بربط وحدة المروحة والملف.

1- صمام يدوي

2- صمام سيطرة ثنائي

3- أنابيب مطاطية مرنة

4- مصفي ماء

5- صمام مرور جانبي

6- وصلة ربط جامعة

7- صمام ثلاثي

8- صمام موازنة

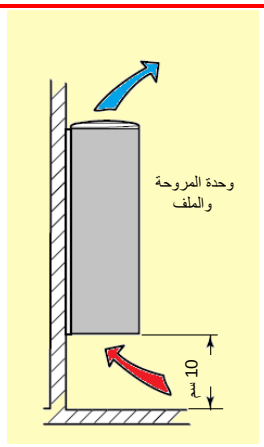
9- حنفية يدوية

10- عكس قائم

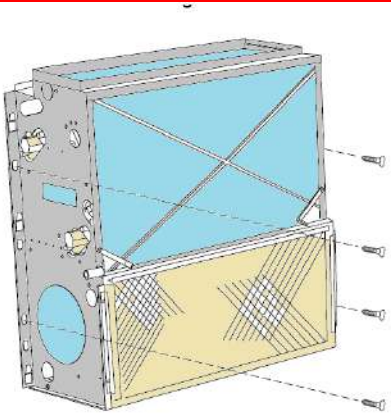
11- صمام تنفيس

خطوات العمل:

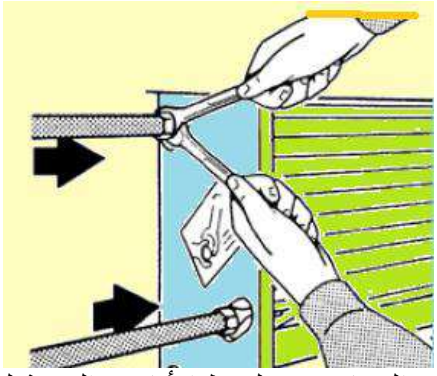
1. استعمل أنابيب مطاطية تتحمل ضغطاً عالياً لربط وحدة المروحة والملف بشبكة الأنابيب الرئيسة، كما مبين في الجدول (7-3)، واترك الأبعاد الموصى بها في دليل الجهاز، كما في الشكل (7-9-1).
2. بعد فتح وحدة المروحة والملف من صندوق الشحن يتم تثبيتها في الجدار بواسطة أربعة لوالب، كما مبين في الشكل (7-9-2).
3. استعمل مفتاحي الصامولات معاً لربط الأنابيب إلى وحدة المروحة والملف، كما مبين في الشكل (7-9-3).
4. في حال استعمال صمام ثنائي اربط شبكة الأنابيب، كما مبين في الشكل (7-9-4). أما في حال استعمال المنظومة للتدفئة والتبريد فيستعمل صمام ثلاثي، كما مبين في الشكل (7-9-5).



1- الأبعاد الموصى بها لنصب وحدة المروحة والملف

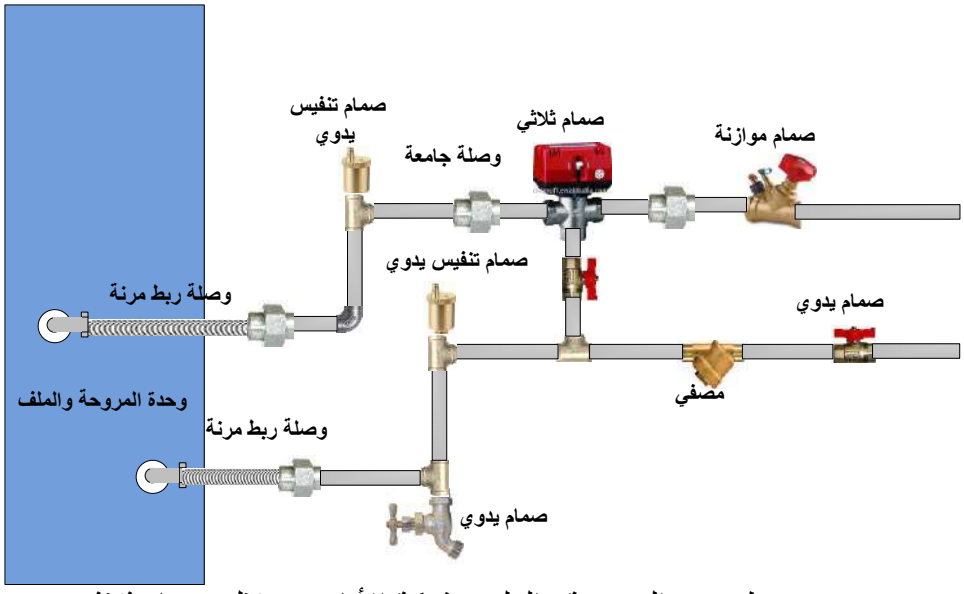


2- ثبت وحدة المروحة والملف في الجدار



3- استعمل مفتاحي الصامولات لربط الأنابيب المرنة لوحدة المروحة والملف

4- ربط وحدة المروحة والملف بشبكة أنابيب المياه بصمام ثنائي



5- ربط وحدة المروحة والملف بشبكة الأنابيب خلال صمام ثلاثي

شكل 7-9 ربط وحدة المروحة والملف إلى شبكة الأنابيب

تمرين 7-7 بناء شبكة أنابيب لربط أربع وحدات مروحة وملف.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية بناء شبكة أنابيب لربط أربع وحدات مروحة وملف.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- وحدة مروحة وملف عدد/4، 2-، أنابيب مياه من الفولاذ المغلون، 3- الملحقات المبينة في الجدول (7-3)، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

يتم أتباع ربط وحدات المروحة والملف مع بعضها باستعمال شبكة تتكون من أنبوبين مع إرجاع عكسي للماء الراجع، وكما يأتي:

1- ثبت وحدات المروحة والملف في أماكنها مع ترك مسافة كافية بينها.

2- قس المسافة بين الأنابيب، واقطع الأنابيب بحسب الأطوال المقاسة، ثم استعمل ماكنة التسنين لتسنين أطراف الأنابيب.

3- اربط ملحقات كل وحدة بشكل مستقل، كما مبين في الشكل (7-9-5).

4- استعمل الأنابيب المرنة لربط وحدة المروحة والملف بشبكة الأنابيب، لتلافي نقل الاهتزازات الصادرة من المضخات وضاغط مثلج الماء.

5- اربط خط الدفع لكل وحدة مروحة وملف بأنبوب التجهيز الرئيس، كما مبين في الشكل (7-10)، وبهذا تتسلم جميع الوحدات ماء مثلج عند درجة حرارة ثابتة تقريباً.

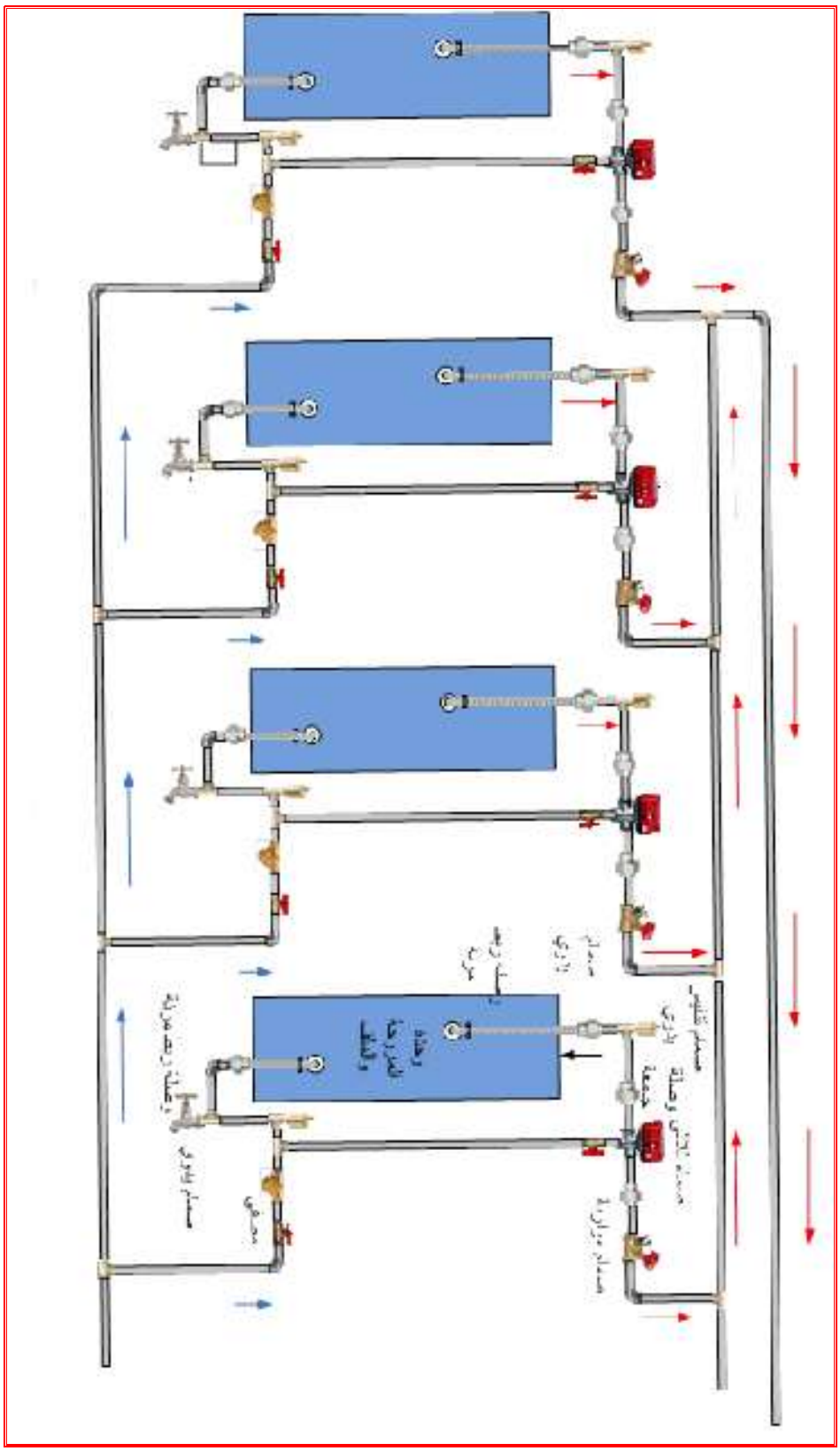
6- اربط الخط الراجع لكل وحدة مروحة وملف بخط الراجع الرئيس، لإعادة الماء الراجع إلى مثلج الماء، وذلك لتلافي حدوث اختلاط بين الماء المجهز والماء الراجع.

7- استعمل أنبوباً آخر بحيث يتم تصميم ترجيع الماء عكسياً لضمان مسارٍ متساوٍ لجميع تفرعات الماء المجهز والراجع من وحدة المروحة والملف، وبهذا تقل الحاجة إلى إجراء معايرة لوحدات المروحة والملف العاملة.

8- أوصل وحدات المروحة والملف بالتيار الكهربائي، مع التأكد من فصل قاطع الدورة الكهربائية في أثناء العمل.

9- تأكد من عدم وجود تسرب في شبكة المياه التي قمت بربطها.

10- دع مدربك يرى عملك قبل تشغيل المنظومة.



شكل 7-10 شبكة الأنابيب لربط أربع وحدات مروحة وملف بأنبوبين مع إرجاع عكسي للماء الراجع

تمرين 7-8 فحص عام لمنظومة التثليج وشبكة الأنابيب قبل التشغيل النهائي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص منظومة التثليج وشبكة الأنابيب قبل التشغيل النهائي.

خطوات العمل:

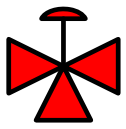
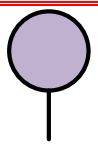
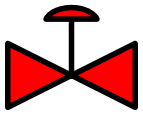
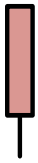
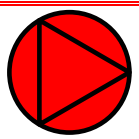
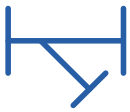
1. تأكد من أن جميع صمامات منظومة التثليج مفتوحة بشكل تام ولا سيَما صماما الدفع والسحب، إذ إن عمل الضاغط في أثناء غلق صمام الدفع يؤدي إلى فصل المنظومة بمفتاح الضغط العالي أو تلف حاكم التسرب عند رأس الأسطوانة أو حتى كسر صمامات الدفع، فضلاً عن أن المثلج لا يعمل في حالة غلق صمامات الماء للدفع والسحب، لأن متحسس التدفق يمنع ذلك عبر منظومة السيطرة.
2. دعْ مضخات دفع الماء المثلج والوحدات الداخلية تعمل بشكل تام قبل تشغيل منظومة التثليج، وتأكد من أن جميع الخزانات وأنابيب الماء قد ملئت بالماء قبل عمل المنظومة.
3. تأكد من نظافة ربط خطوط تجهيز الطاقة الكهربائية وإحكامها سواء أكانت ربطت في الموقع أم من الشركة المجهزة.
4. تأكد من ربط بصلة صمام التمدد في مكانها، وكذلك تأكد من إحكام ربط جميع المتحسسات في مكانها المناسب.
5. تأكد من كفاءة مصدر تجهيز الطاقة الكهربائية، وكذلك ربط الأطوار الثلاثة بشكل صحيح، إذ إن الربط الخاطئ يجعل الضاغط يدور بصورة معكوسة، علماً أن الضواغط الترددية لا تتأثر بالدوران المعاكس، ولكن تكمن المشكلة في الضواغط الدورانية واللولبية والطاردة المركزية.
6. تأكد من أن جميع مفاتيح الضغط ودرجات الحرارة في حالة عمل، وأعد عملها في حالة فصلها.
7. أوصل التيار الكهربائي إلى الضاغط، وتأكد من مستوى الزيت في الضاغط عن طريق زجاجة البيان ويجب أن يكون مستوى الزيت ضمن الحدود التصميمية.
8. أوصل التيار الكهربائي إلى مسخن الزيت في حوض عمود المرفق قبل 24 ساعة من تشغيل المنظومة، وذلك لتبخير ما بقي من مائع التثليج في الخزان، فضلاً عن تقليل لزوجة الزيت قبل عمل الضاغط.
9. راقب ضغوط الدفع والسحب للماء ودرجات الحرارة للماء الداخل والخارج من المنظومة.

تمرين 7-9 ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات ثلاثة أنابيب.

الهدف من التمرين: التدريب على كيفية ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات ثلاثة أنابيب.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مثلج ماء، 2- مرجل، 3- الملحقات المبينة في الجدول (7-4)، 5- أنابيب مياه من الحديد المغلون بحسب القياسات المطلوبة، 6- وصلات ربط الأنابيب 7- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

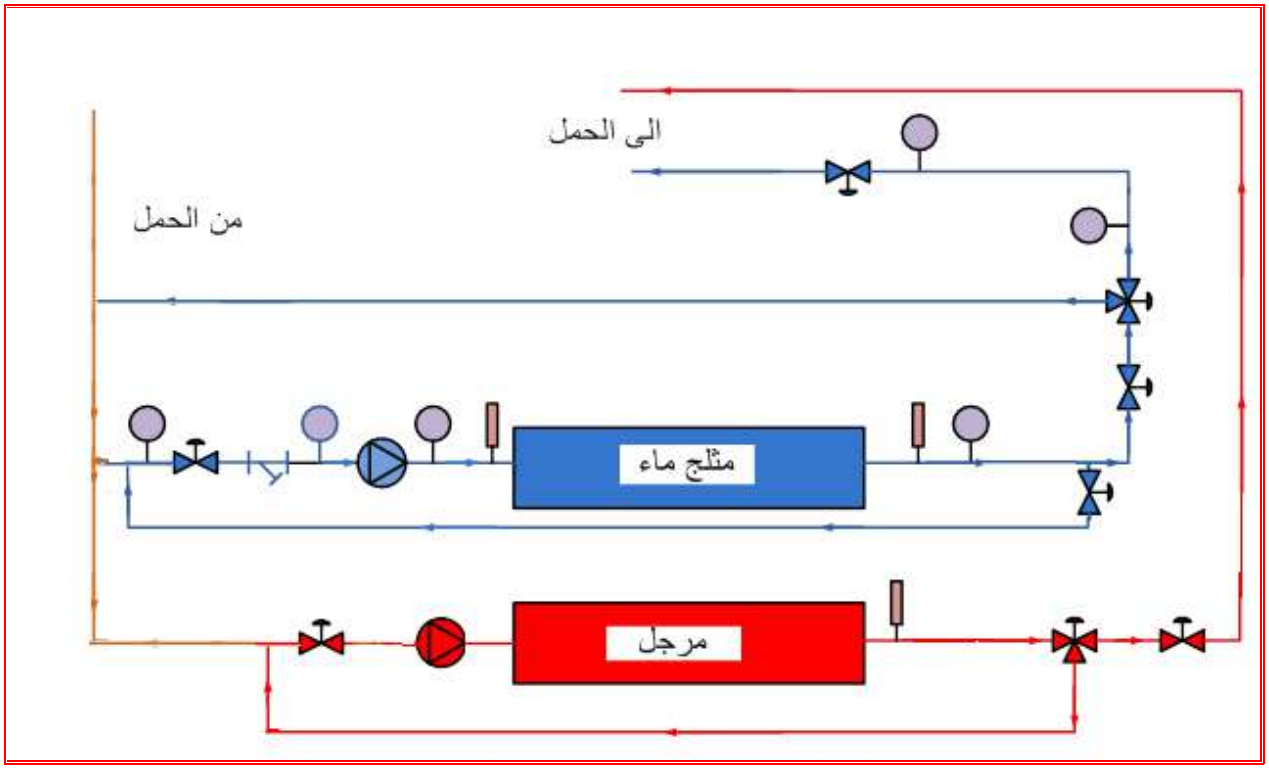
جدول 7-4 الملحقات المستعملة لربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات ثلاثة أنابيب

الرمز	الاسم	العدد	الرمز	الاسم	العدد
	صمام ثلاثي	2		مقياس ضغط	6
	صمام ثنائي	7		محرار	3
	مضخة ماء	3		مصفي	1

خطوات العمل:

تُبنى شبكة المياه ذات الأنابيب الثلاثة لغرض خدمة البناية في فصلي الصيف والشتاء بشكل مستقل، أو في الفصول الانتقالية التي قد تكون الحاجة فيها إلى التبريد نهاراً والتدفئة ليلاً، وتحتوي وحدة المروحة والملف العاملة في هذا النظام على ملف ممكن أن يتسلم ماءً مثلجاً أو ماءً ساخناً أو الاثنين معاً، ويمكن أن يعود الماء الراجع ضمن أنبوب واحد ويؤدي إلى ضياع في الطاقة ويفضل أن يعود الماء بالخطين الساخن أو البارد.

1. رتب معدات الشبكة، كما مبين في الشكل (7-11).
2. قس الأبعاد بين الأجزاء بشكل دقيق.
3. أقطع أنابيب المياه بحسب الأطوال التي قمت بقياسها، وسنن أطراف الأنابيب.
4. أستعمل مانع تسرب (شريط تفلون) في أثناء ربط الأنابيب .
5. دع مدربك يرى عملك.



شكل 7-11 ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات ثلاثة أنابيب.

تمرين 7-10 ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات أربعة أنابيب.

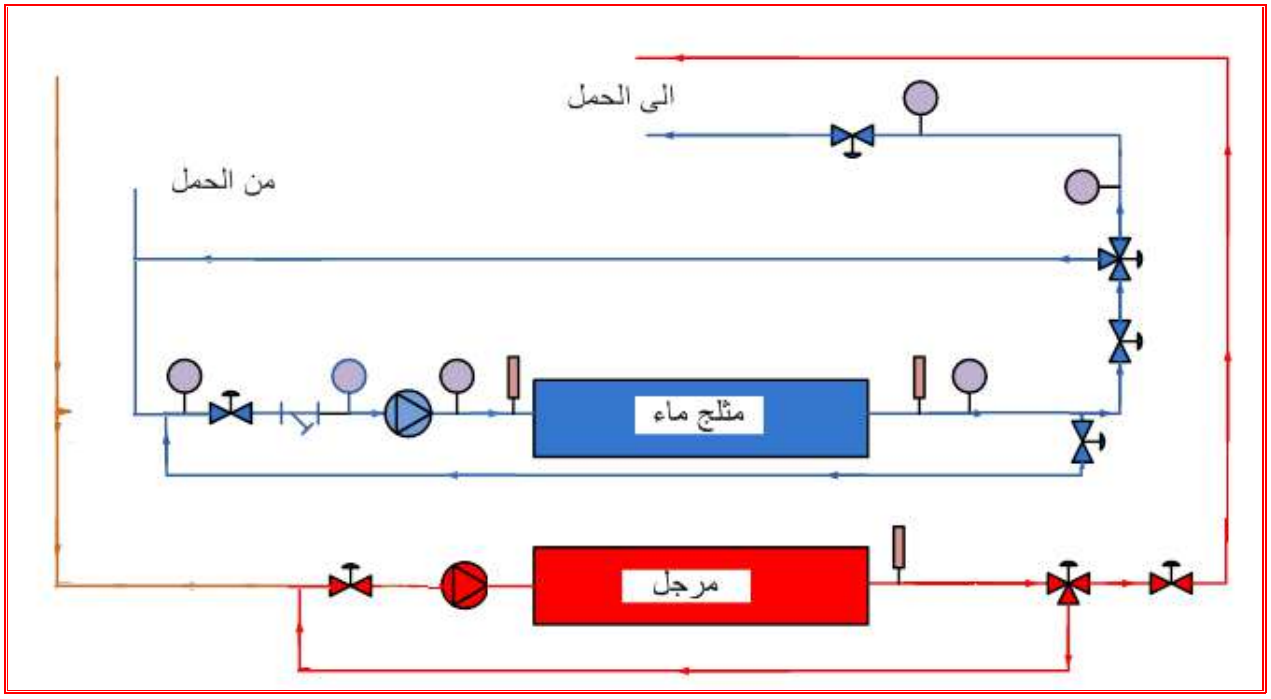
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات أربعة أنابيب.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مثلج ماء، 2- مرجل، 3- الملحقات المبينة في الجدول (7-4)، 5- أنابيب مياه من الحديد المغلون بحسب القياسات المطلوبة، 6- وصلات ربط الأنابيب 7- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

تختلف شبكة المياه ذات الأنابيب الأربعة عن ذات الأنابيب الثلاثة، إذ إن في الشبكة ذات الأنابيب الأربعة لا يختلط الماء الراجع من ملفات الماء المثلج مع الماء الراجع من ملفات الماء الساخن، إذ يوجد ملف مستقل لكل منهما في وحدة المروحة والملف. وبهذا يكون إما ماءً مثلجاً إلى ملف التثليج، وإما ماءً ساخناً إلى ملف التسخين، أو ماءً مثلجاً إلى ملف التثليج، وماءً ساخناً إلى ملف التسخين في وقت واحد.

وللربط يتم اتباع الخطوات ذاتها التي اعتمدت في نصب مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات ثلاثة أنابيب، مع الأخذ بالحسبان اعتماد الشكل (7-12) في الربط.

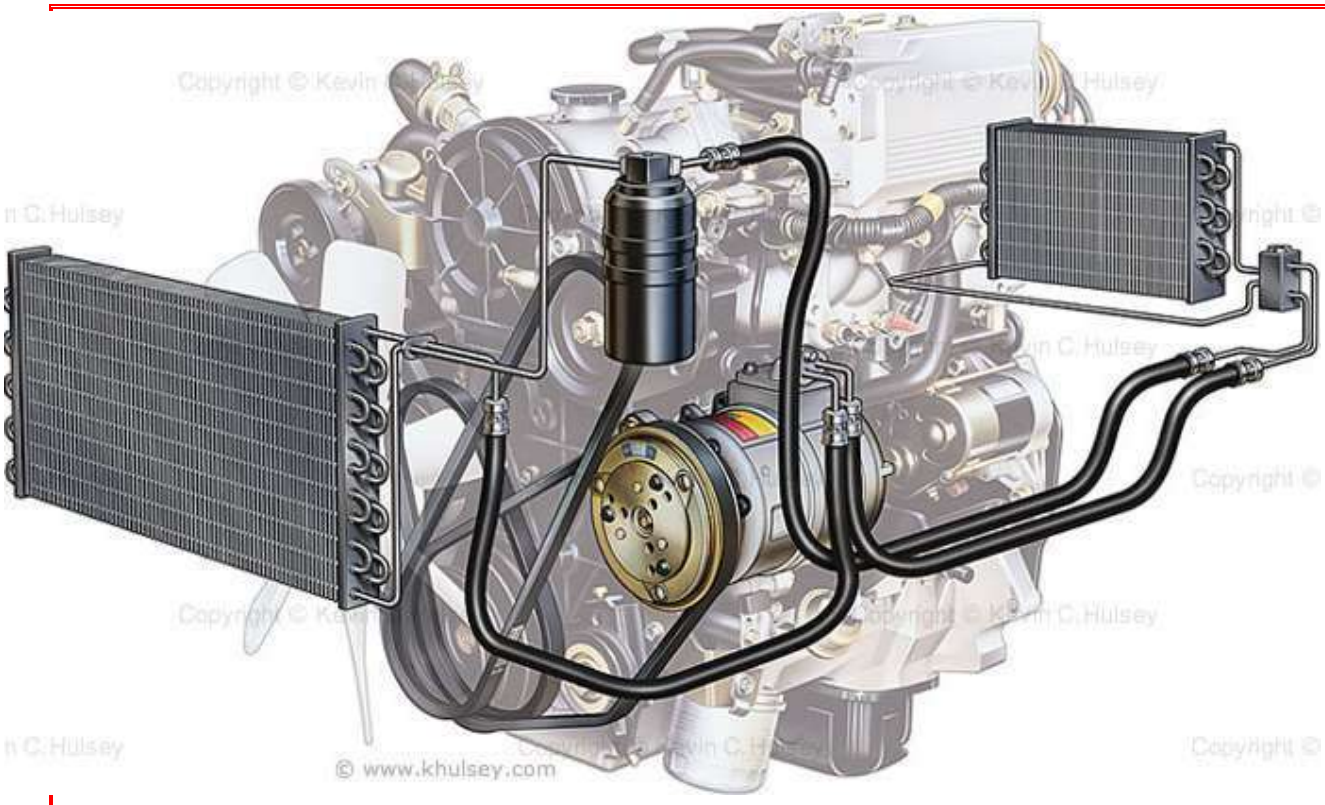


شكل 7-12 ربط مثلج الماء مع المرجل لخدمة شبكة مياه ذات أربعة أنابيب.

الفصل الثامن

صيانة مكيف السيارة

Car Air-Conditioning Maintenance



صيانة مكيف السيارة

Car Air-Conditioning Maintenance

1-8 مقدمة Introduction

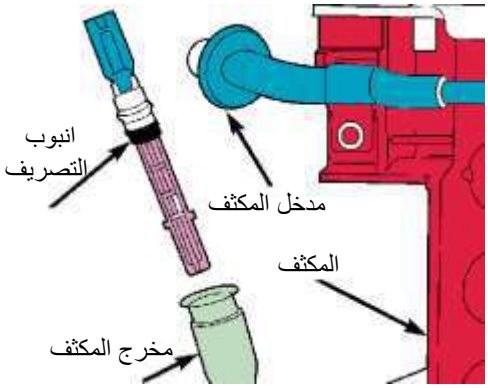
طرأت تغييرات كثيرة على مكيفات هواء السيارة من ناحية تصميمها وطريقة عملها والسيطرة على عملها منذ أن بدأ العمل بها وإلى الآن، ولكن التغييرات الجوهرية بدأت في ثمانينيات القرن الماضي، وشملت حجم المنظومة، والمواد المصنوعة منها، وطريقة السيطرة على درجات الحرارة، وكذلك في مهارات الفنيين العاملين عليها. وفي التسعينيات بدأ العمل بمنظومة السيطرة ذاتية العمل على درجات الحرارة، إذ بدأ استعمال السيطرة الرقمية في السيطرة على منظومة التكييف فضلاً عن السيطرة على معظم أجزاء السيارة. وفي هذه الأيام تُعد الأجزاء الرئيسة الخمسة التي تتكون منها منظومة تكييف السيارة هي الضاغط، والمكثف، والمبخر، وصمام التمدد الحراري أو أنبوب فوّهة (أنبوب تصريف) (Orifice Tube) فضلاً عن وعاء التسلم المجفف اعتماداً على نوع مكيف السيارة. ويبين الشكل (8-1-1) أنبوب تصريف (أداة التمدد) مع ملحقاته، ويبين الشكل (8-1-2) تفصيلات أنبوب التصريف. ويربط أنبوب التصريف، كما في صمام التمدد الحراري بين الأنبوب الخارج من المكثف والأنبوب الداخل إلى المبخر، كما مبين في الشكل (8-1-3)، ويحتوي أنبوب التصريف على سهم يبين اتجاه السريان.

2-8 طريقة عمل مكيف السيارة Car Air-Conditioner Procedure Method

تختلف السيطرة على عمل مكيف السيارة عن المكيف الجداري بطريقة إيقاف الضاغط وتشغيله عند انخفاض درجة حرارة الحيز المكيف أو ارتفاعها، إذ يتم إيقاف الضاغط في المكيفات الاعتيادية عن طريق فصل القوة الكهربائية عنه بواسطة منظم درجة الحرارة. أما في مكيف السيارة فإن منظومة نقل الحركة إلى الضاغط التي تتكون من المغناطيس الكهربائي والبكرة الناقلة للحركة وقابض نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-2). فعند انخفاض درجة الحرارة في حيز السيارة يقوم منظم درجة الحرارة بقطع تجهيز التيار الكهربائي عن المغناطيس الكهربائي، وبهذا يتوقف المجال المغناطيسي الذي يجذب قابض نقل الحركة إلى بكرة نقل الحركة، مما يؤدي إلى ابتعاد قابض نقل الحركة عن بكرة نقل الحركة، وبهذا تدور البكرة منفردة دون أن تنقل الحركة الدورانية إلى الضاغط، فيتوقف الضاغط عن الدوران. أما عند ارتفاع درجة الحرارة في حيز السيارة فيقوم منظم درجة الحرارة بإيصال التيار الكهربائي إلى المغناطيس، فيتولد مجال مغناطيسي يقوم بجذب قابض نقل الحكة فيحدث تماس مع بكرة نقل الحركة، وبهذا يبدأ الضاغط بالدوران.

1- أنبوب التصريف مع ملحقاته (أداة تمدد)

2- تفصيلات أنبوب التصريف



3- موقع أنبوب التصريف في منظومة التكييف في السيارة

شكل 8-1 أنبوب التصريف (أداة تمدد) المستعمل في مكيف السيارة

شكل 8-2 منظومة نقل الحركة في مكيف السيارة

3-8 خطوات السلامة المهنية في صيانة مكيف السيارة

Vocational Safety in Car Air-Conditioner Procedures

عند قيامك بصيانة مكيف السيارة يجب اتباع خطوات السلامة المهنية المبينة أدناه:

1. ارتدِ ملابس السلامة المهنية بشكل تام، وتذكر أن ضغط مائع التثليج داخل منظومة التثليج قد يصل إلى 2750 kPa، فإذا انفجر أحد أجزاء منظومة التثليج فقد يؤدي هذا إلى جروح خطيرة في العين وإن اندفاع مائع التثليج قد يؤدي إلى انجماد العين وحدوث العمى الدائم للعين.
2. ارتدِ القفازات الواقية، إذ إن حافات المكثف والمبخر تؤدي إلى حدوث جروح عميقة في اليد.
3. ابتعد عن حزام نقل الحركة والزعانف الموجودة على الأجزاء الدوارة.
4. استعمل دائماً مُعدات استرجاع مائع التثليج المخصصة، ولا تستعمل أسطوانات مائع التثليج الفارغة.
5. استعمل التهوية الجيدة عند فحص الأجزاء كهربائياً واسترجاع مائع التثليج، إذ إن التعرض الدائم لبخار مائع التثليج وأبخرة زيوت موائع التثليج تؤذي العين والأغشية المخاطية للأنف.
6. أتبع تعليمات استرجاع مائع التثليج بدقة واستصلاحه، إذ إن الاستعمال الخاطئ لهذه المعدات يؤدي إلى تلفها أو انفجارها.
7. عند استرجاع موائع تثليج قابلة للانفجار يجب التأكد من أن معدات الاسترجاع المستعملة مخصصة لاسترجاع موائع التثليج قابلة للانفجار.
8. لا تستعمل الهواء مطلقاً في فحص التسرب، ولا سيَما في منظومات التثليج التي تستعمل مائع التثليج R-134a، إذ إن خليط الهواء وبخار مائع التثليج من هذا النوع قد يؤدي إلى حدوث انفجار.
9. تتبع الدائرة الكهربائية لمنظومة التثليج بدقة.
10. استعمل مفرغاً للشحنات الكهربائية المستقرة عند العمل، إذ إن التفريغ المفاجئ للشحنات الكهربائية المستقرة يؤدي إلى تلف منظومة السيطرة الإلكترونية للسيارة.
11. استعمل الزيوت المعدنية Mineral Oil لتزيت موانع التسرب بصورة حرف O (O-Ring) وجميع أجزاء المنظومة اذا تطلب الأمر حتى وإن كان مائع التثليج المستعمل هو R-134a.
12. لا تستعمل اللهب المباشر أو الأسطح المعدنية الحارة مع مائع التثليج R-12 مباشرة، إذ إن تعرض مائع التثليج R-12 إلى اللهب مباشرة يؤدي إلى تحلله إلى مواد سامة جداً قد تؤدي إلى الوفاة.
13. أتبع هذه التعليمات دائما وبدقة عند قيامك بصيانة منظومات تكييف السيارة.

4-8 تمارين خاصة بصيانة بعض أجزاء منظومة التكييف في السيارة

Special Exercises of Car Air-Conditioner Maintenance

سيتم عرض بعض التمارين التي تتعلق بصيانة وشحن منظومة تكييف السيارة، وتُعد هذه التمارين بداية لكسب الطالب بعض المهارات التي تؤهله للعمل على صيانة منظومة التكييف في السيارة وإصلاحها.

تمرين 8-1 فتح منظومة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة وصيانته.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح منظومة نقل الحركة في ضاغط مكيف سيارة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة، 2- ملابس وعُدة السلامة المهنية، 3- سيارة تحتوي على منظومة تكييف.

خطوات العمل:

1. ارفع سلك البطارية من مكانه، وتأكد من عدم وجود تيار كهربائي، كما مبين في الشكل (8-3-1).
2. افتح اللولب الخلفي الذي يثبت الضاغط في السيارة، ثم ضع قطعة من الخشب أسفل الضاغط لتثبيته في مكانه، لا تسلط أي ضغط على الضاغط والمنظومة، ولا تفتح أية لوالب أخرى، كما مبين في الشكل (8-3-2).
3. - استعمل مفتاح الصامولات أو مسدس الهواء لفتح اللولب الرئيس في منظومة نقل الحركة لمنظومة التكييف، كما مبين في الشكل (8-3-3).
4. افتح اللولب إلى أقصى حدٍ يمكن فتحه، كما مبين في الشكل (8-3-4).
5. استعمل مفتاحي صامولات لفتح اللولب الرئيس بصورة نهائية، كما مبين في الشكل (8-3-5).
6. ارفع قابض الحركة من مكانه، كما مبين في الشكل (8-3-6)، ستظهر البكرة الناقلة للحركة التي تُثبت بحلقة معدنية نابضية، يتم إزالتها بمفتاح رفع الحلقات المعدنية، كما مبين في الشكل (8-3-7).
7. اسحب الحلقة المعدنية المؤشر عليها باللون الأحمر في الشكل (8-3-8).
8. استعمل محوراً معدنياً لسحب بكرة نقل الحركة، ويجب أن لا يسلط أي ضغط على الضاغط لمنع كسره، كما مبين في الشكل (8-3-9).
9. استعمل فخة سحب البكرات لسحب بكرة نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-3-10).
10. استمر بشد لولب الفخة لحين خروج بكرة نقل الحركة، كما في الشكل (8-3-11).

11. اسحب الحلقة المعدنية التي تثبت المغناطيس الكهربائي عبر محور نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-3-12).

12. ارفع الحلقة المعدنية من مكانها لإمكانية رفع المغناطيس الكهربائي، كما في الشكل (8-3-13).

13. ارفع المغناطيس الكهربائي من مكانه، كما في الشكل (8-3-14).

14. يبين الشكل (8-3-15) بكرة نقل الحركة المؤشر عليها باللون الأزرق وقابض نقل الحركة المؤشر عليه باللون الأحمر.

15. يبين الشكل (8-3-16) نوابض قابض نقل الحركة ومؤشر عليها باللون الأزرق.

16. استعمل ورق سنفرة ناعماً لتنظيف أطراف ملف المغناطيس الكهربائي، كما في الشكل (8-3-17).

17. افحص صلاح ملف المغناطيس الكهربائي بواسطة المقياس متعدد الأغراض، كما مبين في الشكل (8-3-18)، وكما تعلمت سابقاً، لأن حالة دائرة القصر تؤدي إلى قراءة مقاومة مقدارها صفراً، وإن حدوث قطع في الملف يؤدي إلى قراءة كبيرة جداً.

1- ارفع سلك البطارية

2- افتح اللولب الخلفي للضاغط

3- استعمل مسدس الهواء لفتح اللولب

4-افتح اللولب إلى أقصى حد يمكن فتحه

5- استعمل مفتاحي صامولات لفتح اللولب الرئيس

6- ارفع قابض الحركة من مكانه

7- أزل الحلقة المعدنية بمفتاح رفع الحلقات المعدنية

8- اسحب الحلقة المؤشر عليها باللون الأحمر

9- استعمل محوراً معدنياً لسحب بكرة نقل الحركة

10- استعمل فخة سحب البكرات لسحب البكرة

11- استمر بشد لولب الفخة لحين خروج البكرة

12- اسحب الحلقة المعدنية التي تثبت المغناطيس

13- ارفع الحلقة المعدنية من مكانها لإمكانية رفع المغناطيس الكهربائي

14 - ارفع المغناطيس الكهربائي من مكانه

15- بكرة نقل الحركة المؤشر عليها باللون الأزرق وقابض نقل الحركة المؤشر عليه باللون الأحمر

16- نوابض قابض نقل الحركة ومؤشر عليها باللون الأزرق

17- نظف أطراف ملف المغناطيس الكهربائي

18- افحص صلاح ملف المغناطيس الكهربائي

شكل 8-3 فتح منظومة نقل الحركة في مكيف سيارة

تمرين 8-2 إبدال كرسي تحميل ذو الكرات (مَحْمل) (Ball Bearing) لبكرة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إبدال كرسي تحميل ذو الكرات (Ball Bearing) لبكرة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة وعُدة السلامة المهنية، 2- بكرة نقل الحركة لمكيف سيارة، 3- كرسي تحميل ذو الكرات جديد.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (8-4-1) بكرة نقل الحركة، في حين يبين الشكل (8-4-2) موقع كرسي تحميل ذو الكرات في قابض نقل الحركة.
2. احضر قطعتي معدن سميكتين (سمك 2.5 cm)، وضعها على ماكنة الضغط الهيدروليكية، كما مبين في الشكل (8-4-3).
3. ضع بكرة نقل الحركة على قطعتي المعدن، وثبت محوراً معدنياً قطره يساوي القطر الخارجي للمحمل، وحرك عتلة ماكنة الضغط إلى أن يتحرك المحمل ويمس القطعة المعدنية، كما مبين في الشكل (8-4-4).
4. أبعد قطعتي المعدن بحيث تكون المسافة بينهما أكبر من قطر المَحْمل، وابدأ بتحريك عتلة ماكنة الضغط الهيدروليكية إلى أن يخرج كرسي التحميل ذو الكرات من مكانه، كما في الشكل (8-4-5).
5. يبين الشكل (8-4-6) بكرة نقل الحركة بعد إخراج كرسي تحميل ذو الكرات من مكانه.
6. أبدل كرسي التحميل ذو الكرات بآخر جديد من القياس نفسه، وأعده إلى مكانه في بكرة نقل الحركة، ثم ارجع قطعتي المعدن إلى مكانها، كما مبين في الشكل (8-4-7).
7. ضع قرصاً من المعدن خلف بكرة نقل الحركة، كما في الشكل (8-4-8)، فائدة القرص المعدني منع تخدش سطح بكرة نقل الحركة.
8. ضع مجموعة بكرة نقل الحركة وكرسي التحميل ذو الكرات والقرص المعدني على قطعتي المعدن، كما مبين في الشكل (8-4-9).
9. حرك عتلة ماكنة الضغط ببطء إلى أن يتم التأكد من دخول كرسي التحميل ذو الكرات إلى مكانه بسهولة، كما مبين في الشكل (8-4-10).
10. أستمر بتحريك العتلة إلى أن يستقر كرسي التحميل ذو الكرات في مكانه، كما في الشكل (8-4-11).
11. يبين الشكل (8-4-12) عودة كرسي التحميل ذو الكرات إلى مكانه.

1- بكرة نقل الحركة لمكيف سيارة

2- كرسي التحميل في مركز بكرة نقل الحركة

3- أحضر قطعتي معدن سميكتين (سمك 2.5 cm)

4- ضع بكرة نقل الحركة على قطعتي المعدن

5- أبعد قطعتي المعدن بحيث تكون المسافة بينهما أكبر من قطر كرسي التحميل

6- بكرة نقل الحركة بعد إخراج كرسي التحميل ذو الكرات من مكانه.

7- أبدل كرسي التحميل بآخر جديد من القياس نفسه

8- ضع قرصاً من المعدن خلف بكرة نقل الحركة

9- ضع بكرة قابض نقل الحركة وكرسي التحميل والقرص المعدني على قطعتي المعدن

10- حرك عتلة ماكنة الضغط ببطء إلى أن يتم التأكد من دخول كرسي التحميل إلى مكانه بسهولة

11-أستمر بتحريك العتلة إلى أن يستقر كرسي تحميل في مكانه

12- عودة كرسي تحميل إلى مكانه.

شكل 8-4 فتح كرسي تحميل ذو الكرات وتبديلها لبكرة نقل الحركة لمكيف سيارة.

تمرين 8-3 نصب منظومة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب منظومة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- عُدة عمل كاملة وعُدة السلامة المهنية، 3- قابض نقل الحركة لمكيف سيارة.

خطوات العمل:

1. نظف محور نقل الحركة بشكل بسيط بواسطة ورقة سنفرة ناعمة، ولا تبالغ في تنظيف المحور بحيث تتم إزالة طبقة كبيرة من سطح المحور الدوار، كما مبين في الشكل (8-5-1).
2. أرجع المغناطيس الكهربائي إلى مكانه، ستلاحظ ثلاثة ثقوب في حامل المغناطيس الكهربائي، مؤشر على أحدها باللون الأحمر، كما في الشكل (8-5-2)، يتم إرجاع المغناطيس الكهربائي بحيث تتطابق الثقوب الثلاثة الموجودة عليه مع الثقوب على قاعدة حامل المغناطيس الكهربائي.
3. أرجع الحلقة المعدنية التي تحكم المغناطيس الكهربائي في مكانه، كما مبين في الشكل (8-5-3).

4. نظف بكرة ناقل الحركة ثم أعدها إلى مكانها، كما في الشكل (8-5-4).
5. استعمل حلقة معدنية يناسب قطرها قطر حامل المحور (مؤشر عليها باللون الأحمر)، اطرق عليها بلطف حتى يدخل كرسي تحميل ذو الكرات في محور نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-5-5).
6. أرجع الحلقة المعدنية التي تحكم بكرة نقل الحركة في مكانها، ويجب التأكد من أن الحلقة قد دخلت في الشق الموجود في المحور، واستعمل مفتاح اللوالب للتأكد من استقرار الحلقة في مكانها، كما مبين في الشكل (8-5-6).
7. نظف قابض الحركة وأرجعه إلى مكانه، ستلاحظ وجود مفتاح على محور الدوران مؤشر عليه باللون الأحمر في الشكل (8-5-7)، ويقابله أخدود في محور القابض، قُم بإدخال الأخدود في المفتاح.
8. أرجع اللولب إلى مكانه وستلاحظ اللولب المؤشر عليه باللون الأصفر في الشكل (8-5-8)، ومسنناً داخلياً في اللولب الرئيس مؤشر عليه باللون الأزرق، وجُلبة (مؤشر عليها باللون الأحمر)، عند لف المحور الرئيس ستقوم الجُلبة بدفع قابض نقل الحركة إلى مكانه، ومع استمرار الشد سيرجع قابض الحركة إلى مكانه.
9. أستمر في شد اللولب الرئيس، كما في الشكل (8-5-9) حتى يرجع قابض نقل الحركة إلى مكانه، كما مبين في الشكل (8-5-10).
10. أستمر في شد اللوالب، وعند توقف الحركة استعمل مفتاحي صامولات لإحكام ربط اللولب في مكانه، كما مبين في الشكل (8-5-11).
11. تُعد المسافة بين قابض نقل الحركة وبكرة نقل الحركة حساسة جداً، لذا يجب ضبطها ضمن حدود (0.25 إلى 0.35) مليمتر، وتستعمل رقائق معدنية قياسية لضبط هذه المسافة، كما مبين في الشكل (8-5-12).
12. أضبط المسافة المحددة من عدة جهات، وعند التأكد من دقتها أحكم ربط اللولب الرئيس، كما مبين في الشكل (8-5-13).
13. ارجع الصامولة الخارجية إلى مكانها، كما مبين في الشكل (8-5-14).
14. أحكم ربط الصامولة النهائية على محور نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-5-15).
15. يبين الشكل (8-5-16)، الحالة النهائية لمنظومة نقل الحركة بعد فتحها وفحصها وإعادة ربطها.
16. أعد حزام نقل الحركة إلى مكانه، وأعد شد اللوالب الأربعة التي تثبت الضاغط في جسم السيارة، ثم أحكم ضبط حزام نقل الحركة، كما مبين في الشكل (8-5-17).

1- نظف محور نقل الحركة بشكل بسيط بواسطة ورقة سنفرة ناعمة

2- أرجع المغناطيس الكهربائي إلى مكانه.

3- أرجع الحلقة المعنية التي تحكم المغناطيس الكهربائي في مكانها.

4- نظف بكرة ناقل الحركة ثم أعدها إلى مكانها

5- استعمل حلقة معدنية يناسب قطرها قطر حامل المحور ومؤشر عليها باللون الأحمر.

6- أرجع الحلقة المعدنية التي تحكم بكرة نقل الحركة في مكانها

8- نظف قابض الحركة وأرجعه إلى مكانه

9- أرجع اللولب إلى مكانه

10- أستمر في شد اللولب الرئيس حتى يرجع قابض نقل الحركة إلى مكانه

11- استعمل مفتاحي صامولات لإحكام ربط اللولب في مكانه

12- استعمل رقائق معدنية لضبط المسافة بين 0.25 مليمتر إلى 0.35 مليمتر

13-أضبط المسافة المحددة من عدة جهات

14- ارجع الصامولة الخارجية إلى مكانها.

15-أحكم ربط الصامولة النهائية على محور نقل الحركة.

16- الحالة النهائية لمنظومة نقل الحركة بعد فتحها وفحصها وإعادة ربطها.

17- أحكم ضبط حزام نقل الحركة

شكل 8-5 إعادة نصب منظومة نقل الحركة لضاغط مكيف سيارة.

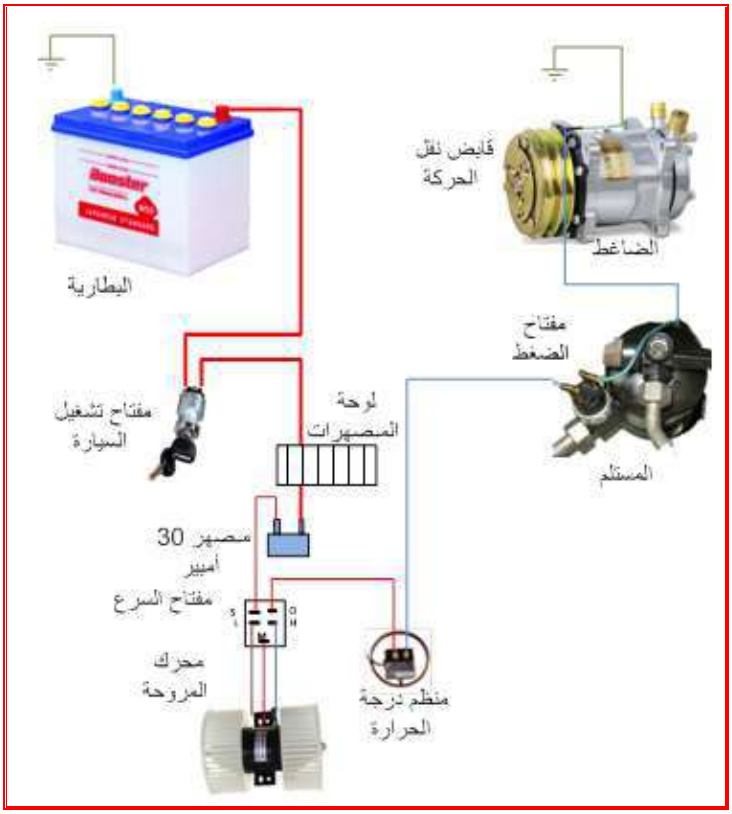
تمرين 8-4 ربط الدائرة الكهربائية لمكيف السيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على ربط الدائرة الكهربائية لمكيف سيارة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- ضاغط مكيف سيارة، 2- منظم درجة حرارة، 3- متسلم مجهز بمفتاح ضغط، 4- لوحة مصهرات، 5- مصهر 30 A، 5- مروحة مكيف سيارة، 6- مفتاح سُرع، 7- أسلاك كهربائية، 8- عُدة عمل كاملة، 9- ملابس وعُدة سلامة مهنية.

خطوات العمل:

1. رتب الأدوات المطلوبة كما في الشكل (8-6).
2. قسْ الأطوال المناسبة للأسلاك الكهربائية، ثم ارفع العازل عند أطرافها.
3. تأكد من صحة الربط، ثم قس المقاومات بين الأسلاك وتأكد من عدم وجود دائرة قصر بين أطراف الربط والجزء المعني.
4. عند الانتهاء من الربط دعْ مدربك يرى عملك، وأترك تشغيل الدائرة الكهربائية للمدرب.



شكل 8-6 الدائرة الكهربائية لمكيف السيارة

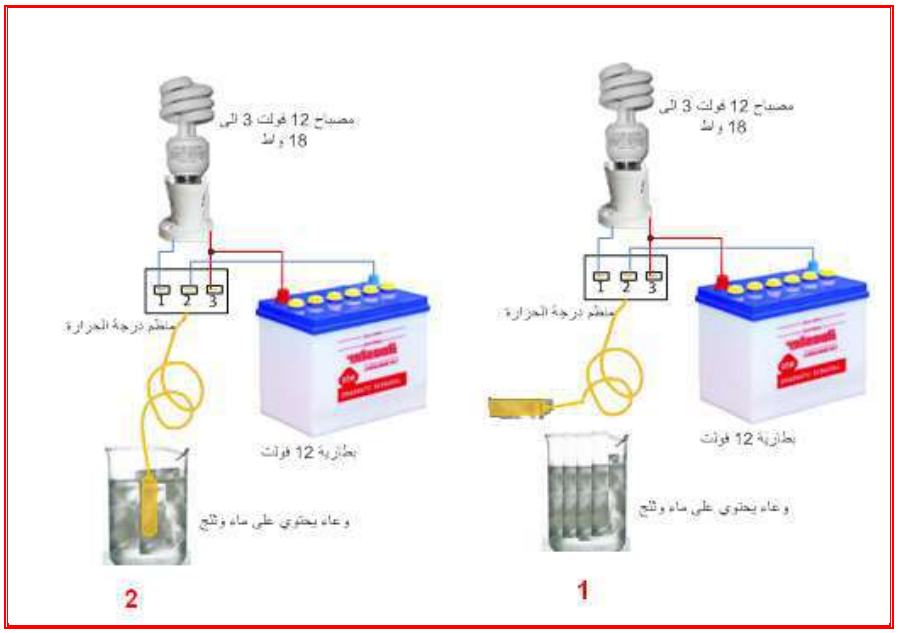
تمرين 8-5 فحص منظم درجة الحرارة لمكيف السيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص منظم درجة الحرارة لمكيف السيارة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- منظم درجة حرارة تبريد- تدفئة، 2- بطارية 12 V، 3- مصباح كهربائي 12 V-W(3-4)، 4- أسلاك كهربائية، 5- عُدة عمل كاملة، 6- ملابس وعُدة سلامة مهنية.

خطوات العمل:

1. أربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل (8-7-1)، في هذه الحالة المفروض أن يتوهج المصباح إذا كان منظم درجة الحرارة صالحاً للعمل.
2. عند عدم توهج المصباح دقق الربط الكهربائي، إذا كان صحيحاً فهذا يدل على عطل منظم درجة الحرارة.
3. ضع بصلة منظم درجة الحرارة في وعاء فيه ماء وثلج. بهذا سوف ينقطع تجهيز التيار الكهربائي عن المصباح وينطفئ إذا كان منظم درجة الحرارة صالحاً للعمل، كما مبين في الشكل (8-7-2).
4. إذا لم ينطفئ المصباح فهذا يدل على عطل منظم درجة الحرارة.
5. ارفع بصلة منظم درجة الحرارة من محلول الماء والثلج، وانتظر مدة قصيرة، من المفروض أن يعود المصباح إلى التوهج مرة ثانية، وعند عدم عودة المصباح للتوهج، نستدل على عطل المنظم.



شكل 8-7 فحص منظم درجة الحرارة لمكيف سيارة

5-8 إبدال موائع التثليج القديمة بأخرى حديثة صديقة لطبقة الأوزون

Replacement of Old Refrigerant by New Ozone-Friendly Refrigerants

يُعد إخراج مائع التثليج R-12 من الخدمة أحد أهم الأهداف الرئيسة في مجال الحفاظ على طبقة الأوزون ضمن إتفاقية فيّنا وبوتوكول مونتريال، إذ أن مائع التثليج R-12 له تأثير سلبي على طبقة الأوزون فضلاً عن ظاهرة الاحترار العالمي، لذا يجب البدء من الآن بإزاحة مائع التثليج من جميع المنظومات العاملة في العراق. سيتم شرح خطوات إبدال مائع التثليج R-12 بمائع التثليج R-134a لمنظومة تكييف سيارة بسلسلة من التمارين، وكالآتي:

تمرين 8-6 استرجاع مائع التثليج R-12.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استرجاع مائع التثليج R-12 من منظومة تكييف سيارة.

المواد والعُدد المطلوبة:1- مكيف سيارة، 2- منظومة استرجاع مائع التثليج، 3- عُدة عمل كاملة، 4- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1. أتبع خطوات استرجاع مائع التثليج التي تدربت عليها في المرحلة الثانية، من ناحية استرجاع أكبر كمية ممكنة من مائع التثليج من منظومة التثليج.
2. وجود الزيت المعدني (Mineral Oil) في دورة التثليج يعمل على احتواء جزءً من مائع التثليج R-12 خلاله، لذا يجب توخي الدقة في عمليات استرجاع مائع التثليج R-12، ولاسترجاع مائع التثليج بصورة كاملة أطفئ منظومة استرجاع مائع التثليج وراقب مقاييس الضغط لمدة 5 دقائق، فإذا أرتفع الضغط أعد تشغيل المنظومة لمدة 2 دقيقة في الأقل، ثم أعد العملية مرة أخرى حتى يتم التأكد من استرجاع مائع التثليج بصورة كاملة.
3. تذكر أن أية قراءة لمقياس الضغط أكثر من الضغط الجوي يعني وجود مائع تثليج في الدورة.
4. يجب عدم السماح لمنظومة التثليج بالانجماد، إذ أن هذا يؤدي إلى تأخير عملية استرجاع مائع التثليج، ومن أكثر الأجزاء التي ممكن أن يحدث لها انجماد هو مجمع السائل، لذا يجب تدفئة مجمع السائل في أثناء عملية الاسترجاع، ويمكن استعمال مجفف الشعر لهذا الغرض أو حوض من الماء الدافئ.

ملاحظة مهمة: عدم استعمال اللهب في تسخين مجمع السائل.

تمرين 8-7 نظرة على الأجزاء الواجب إبدالها مع إبدال مائع التثليج R-12.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية الكشف على أجزاء منظومة تكييف سيارة والحكم على تبديل الأجزاء أو إبقائها مع صيانة الباقي منها.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف سيارة، 2- أجزاء مختلفة من أجزاء مكيف سيارة، 3- عُدة عمل كاملة، 4- عُدة وملابس السلامة المهنية.

خطوات العمل:

سيتم الاطلاع على كل جزء من أجزاء مكيف السيارة والحكم على إبقاء هذا الجزء أو إبداله.

1. **حاكمات التسرب**: تُعد أغلبية حاكمات التسرب التي تكون بصورة حرف O (O-Ring) التي صُنَعت بعد عام 1994 متوافقة مع مائع التثليج R-134a فضلاً عن مائع التثليج R-12، لذا فإن إبدال حاكمات التسرب هو لإعادة تجديدها فحسب وليس لأنها لا تتوافق مع مائع التثليج R-134a، ويجب إبدال أي حاكم تسرب يتم فتحه، وبالنسبة إلى منظومات التكييف التي صُنعت قبل عام 1994 فيجب إبدال جميع حاكمات التسرب، إذ إنها صممت للعمل مع مائع التثليج R-12، وإنها ستتأثر بمائع التثليج R-134a وتسبب تسرب مائع التثليج من المنظومة.
2. **أنبوب التصريف (أداة تمدد)**: إن إعطاء وقت كافٍ لتنظيف مصفي أنبوب التصريف قد يوفر الكثير من الجهد مستقبلاً، إذ إن مصفي أنبوب التصريف قد يحتوي على كتل متصلبة من الزيت أو على جزءٍ من السليكاجل الموجودة في المرشح المجفف للمنظومة، لذا يوصى بتنظيف أنبوب التصريف أو إبداله بعد إبدال مائع التثليج R-12.
3. **المرشحات المجففة**: يوصى بإبدالها جميعاً ليس لعدم توافقها مع المائع الجديد، وإنما لأغراض الصيانة المتقدمة.
4. **أنابيب الربط المطاطية**: تحتوي أنابيب الربط المطاطية العاملة مع R-12 على طبقة من الزيت تبطن الطبقة الداخلية لأنابيب الربط، ولهذه الطبقة فائدة كبيرة، إذ إن جزيئات مائع التثليج R-134a صغيرة جداً نسبة إلى جزيئات R-12، لذا يصعب احتواؤها خلال الأنابيب المطاطية، لذا تعمل طبقة الزيت على منع تسرب جزيئات مائع التثليج الجديد خلال مادة الأنابيب المطاطية، لذا ينصح باستعمال الأنابيب المطاطية القديمة إذا كانت سليمة ميكانيكياً. وإذا دعت الحاجة إلى إبدال أنابيب الربط المطاطية يجب

اختيار الأنابيب المطاطية المصممة لمائع التثليج R-134a، إذ إن الأنابيب الجديدة المخصصة لمائع التثليج R-12 غير صالحة مع مائع التثليج R-134a.

5. **المسيطرات على مائع التثليج:** من المفروض إبدال بعض أجزاء السيطرة على مائع التثليج وذلك لاختلاف درجات الحرارة والضغوط العاملة بعد إبدال مائع التثليج، فعلى سبيل المثال مفتاح الضغط العامل مع R-134 يجب أن يُعيَر بمقدار 14 kPa أقل من مفتاح الضغط العامل مع R-12. يُنصح بإبدال أنبوب التصريف أو صمام التمدد عند إبدال مائع التثليج R-12 بمائع التثليج R-134a، إذ إن اختلاف الخواص الحرارية بين مائعي التثليج تؤدي إلى اختلاف درجة حرارة تحميص البخار، فضلاً عن أن الشركات المصنعة أخذت بالتوقف عن إنتاج صمامات تمدد تناسب مائع التثليج R-12.

6. **الضاغط:** تُعد أغلب الضواغط المصنعة حديثاً تتوافق مع مائعي التثليج R-134a وR-12، لذا يمكن استعمال الضاغط القديم عند إبدال مائع التثليج في حال كونه صالحاً للعمل، ولكن بعض الضواغط القديمة قد لا تتوافق مع مائع التثليج R-134a، لذا يعمد إلى إبدال الضواغط القديمة عند إبدال مائع التثليج.

7. **المجففات والمرشحات المجففات ومجمعات السائل:** عند إبدال مائع التثليج R-12 بمائع التثليج R-134a ينصح دائماً بإبدال المجففات، إذ إن المجففات من النوع XH-5 لا تتوافق مع مائع التثليج R-134a، إذ يقوم بتكسيرها مما يؤدي إلى حدوث انسداد في الدورة، **لذا يجب عدم استعمال مجففات تحتوي على المادة المجففة XH-5 مع مائع التثليج R-134a حتى وإن كانت جديدة. ويستعمل بدلاً عنها المادة المجففة XH-7.**

8. **المكثف:** يجب أن تكون سعة المكثف المستعمل مع مائع التثليج R-134a أكبر من المكثف المستعمل مع مائع التثليج R-12، ويمكن معالجة النقص الحاصل في سعة مكثف R-12 بدلاً من إبدال المكثف وذلك عن طريق استعمال مروحة كهربائية بدلاً من المروحة القديمة بحيث توفر سحب هواء أكثر من المروحة القديمة. وقسماً من هذه المراوح تستمر بالعمل عند عمل المكيف ولا تتوقف ما دام المكيف عاملاً، وتنصب المروحة الكهربائية بحسب الشروط الآتية:

- إن الفائدة من المروحة الكهربائية الإضافية هي لزيادة كمية الهواء المار على مكثف دورة التثليج وليس للحد من عمل المروحة الرئيسة.
- عدم ربط المروحة كهربائياً مع منظومة نقل الحركة للضاغط أو الدائرة الكهربائية للمروحة الرئيسة.
- يجب أن يكون الربط الكهربائي للمروحة الإضافية إلى مُرَحل من النوع المفتوح اعتيادياً، ثم يربط المُرَحل إلى الدائرة الكهربائية لمنظومة نقل الحركة.

- إضافة منصهر إلى دائرة المروحة الإضافية.
- بعض الفنيين يضعون قطعة من الورق على وجه المكثف فإذا فشلت المروحة في جعل الورقة في مكانها فهذا يعني عدم كفاية المروحة لأغراض تبريد المكثف ويجب إبدالها بأخرى جديدة.

9. الزيت

- **نوع الزيت**: تستعمل منظومات التثليج العاملة بمائع التثليج R-12 زيوتاً معدنية، في حين أن جميع منظومات تكييف السيارات الحالية تعمل بزيت بولي ألكلين، إذ إن الزيوت المعدنية لا تختلط مع مائع التثليج R-134a مما يسبب قصوراً في تزييت الضاغط، فتم تصنيع زيوت صناعية، لذا يجب إبدال زيت الضاغط بآخر عند إبدال مائع التثليج.
- **كمية الزيت**: تُعد كمية الزيت من العوامل المهمة في منظومة التثليج، إذ إن عملية إبدال مائع التثليج تتطلب إبدال نوع الزيت المستعمل، ومعرفة كمية الزيت التي يجب إضافتها تُعد من الأمور الصعبة، وكذلك كمية الزيت القديمة الموجودة في دورة التثليج تسبب مشكلات في كمية الزيت المضافة فضلاً عن احتمال اختلاطها بالزيت الجديد.

في السابق كان الضاغط يسوق مع شحنة كاملة من الزيت وكانت هذه العملية تسبب مشكلات، إذ إن كمية الزيت الموجودة في الدورة مع شحنة الزيت الكاملة في الضاغط تسبب زيادة في مستوى الزيت مما يؤدي إلى غمر المبخر بالزيت وبالتالي انخفاض كفاءة التبريد. لذا يجب تنظيف جميع أجزاء دورة التثليج من الزيت القديم بصورة تامة قبل إعادة شحن المنظومة، ويُعد استعمال النيتروجين الجاف لهذا الغرض غير مجدٍ، إذ إن كل جزء يجب أن ينظف بمفرده.

10. نصب صمامات الخدمة ولوحات تعريفية

- **صمامات الخدمة**: من المهم جداً نصب صمامات خدمة جديدة ولوحات تعريفية تبين أن المنظومة قد تم إبدال مائع التثليج فيها، والهدف من إبدال صمامات الخدمة القديمة بأخرى جديدة تختلف كلياً عن القديمة هو لمنع حدوث تشابه بين أدوات الشحن المستعملة مع مائع التثليج R-12، وذلك لمنع الخطأ في شحن المنظومة بمائع تثليج آخر، ويجب أن يتم إبدال الصمامات قبل البدء بشحن المنظومة بمائع التثليج الجديد. وتتميز صمامات الخدمة الجديدة باختلاف أقطار صمام خدمة الضغط الواطئ الذي يكون بقطر أقل من صمام خدمة الضغط العالي، ويبين الشكل (8-8) طريقة نصب الصمامات.
- **اللوحات التعريفية**: يجب وضع لوحات تعريفية جديدة على مكيف السيارة، وتثبت أو تلصق بإحكام في مكان واضح بحيث تبين الآتي:

1- إن المنظومة قد تم إبدال مائع التثليج فيها إلى R-134a.

2- وضع لون أزرق سمائي يبين نوع مائع التثليج R-134a.

3- وضع أسم الشركة التي قامت بعملية إبدال مائع التثليج وعنوانها إن أمكن.

4- تاريخ عملية الإبدال.

5- بيان كمية مائع التثليج المستعمل (تكون كتلة مائع التثليج R-134a بحدود 80 إلى 90% من مائع التثليج R-12).

6- بيان نوع الزيت المستعمل مع المنظومة وكميته.

1- صمام خدمة خطي السحب والدفع

2- الفرق بين صمامي الخدمة

3-تهيئة صمام الخدمة القديم

4- تنظيف صمام الخدمة القديم

5- الشكل الداخلي لصمام الخدمة الجديد

6- ربط الصمام الجديد على خط السحب

7- ربط صمام الخدمة الجديد على خط الدفع

8- الصمامان بعد تحديثهما

شكل 8-8 طريقة ربط الصمامات الجديدة

تمرين 8-8 فحص منظومة تكييف سيارة لأغراض كشف التسرب.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص دورة التثليج لمنظومة تكييف سيارة لأغراض كشف التسرب.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- كاشف تسرب إلكتروني، 2- مقياس شحن، 3- أسطوانة مائع تثليج من النوع الموجود في منظومة التثليج، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

بعد الانتهاء من إبدال منظومة التكييف وصيانتها وإعادة ربطها يجب فحص التسرب استعداداً لشحن المنظومة، وتُعتمد هذه الطريقة مع منظومات التثليج العاملة على مائعي التثليج R-12 و R-134a. **ويمكن إجراء الفحص التالي لمنظومة تكييف عاملة أيضاً، ويستعمل النيتروجين الجاف ورغوة الصابون لفحص المنظومات الخالية من مائع التثليج.**

1. أطفئ محرك السيارة وانتظر مدة من الزمن لحين تعادل الضغوط داخل منظومة التثليج.
2. أربط عُدة الشحن ولاحظ أن مقياس الضغط يعطي قراءة للضغط بين (345-415) kPa (50-60 psi).
3. إذا كان الضغط داخل المنظومة أقل من 345 kPa بقليل فمن الصعوبة إجراء الكشف عن التسرب، وقد يتطلب الأمر إضافة كمية من مائع التثليج لجعل الضغط داخل المنظومة أكبر من 345 kPa

4. أما إذا كان الضغط داخل منظومة التثليج قليلاً جداً فلا داعي لإضافة أية كمية من مائع التثليج، ويتم إجراء الفحص باستعمال النيتروجين الجاف.
5. راقب مناطق الربط لغرض البحث عن وجود زيت حولها، إذ إن وجود الزيت يدل على منطقة تسرب في مائع التثليج.
6. لاحظ سلامة مكونات منظومة التثليج وكذلك الأنابيب المطاطية التي تصل مكونات الدورة.
7. أستعمل كاشف التسرب الإلكتروني لفحص ما يأتي: مناطق ربط الأنابيب المطاطية، وأدوات السيطرة على تدفق مائع التثليج من صمام تمدد أو وعاء تسلم السائل، وصمامات الخدمة، وأماكن اللحام .
8. تتبع الدورة من بدايتها إلى نهايتها لغرض التأكد من عدم إهمال أية منطقة ربط أو لحام.
9. عند وجود تسرب واحد يجب متابعة الفحص، إذ إن المنظومة قد تحتوي على اكثر من مكان لتسرب مائع التثليج.
10. يجب تحريك مجس كاشف التسرب الإلكتروني ببطء وبمسافة لا تزيد على 5 mm، لإعطاء المجال للمتحسس بتحسس بخار مائع التثليج إن وجد، أبعد مجس كاشف التسرب عن مناطق تجمع الأوساخ للحفاظ على مجس المتحسس.
11. نظف الأماكن التي تحتوي على دهون أو تكلسات أو غبار بقطعة قماش جافة ولا تستعمل المذيبات أو الكحول لأغراض التنظيف، إذ إن تبخرها يعطي إشارة خاطئة بوجود تسرب.
12. أفحص منظومة نقل الحركة للضاغط لأغراض كشف التسرب، كما مبين في الشكل (8-9).

شكل 8-9 فحص منظومة ناقل الحركة لأغراض كشف التسرب

تمرين 8-9 فحص مبخر مكيف سيارة لأغراض كشف التسرب.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص مبخر مكيف سيارة لأغراض كشف التسرب.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- كاشف تسرب إلكتروني، 2- مقياس شحن، 3- أسطوانة مائع تثليج من النوع الموجود في منظومة التثليج، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

يُعد فحص التسرب في المبخر من الأمور الصعبة بسبب ضيق المسافة وعدم إمكانية الوصول إلى جميع أجزاء المبخر، لذا يستدعي الأمر أخذ عينة من الهواء حول المبخر وكما يأتي:

1. شغل منظومة التكييف عند أعلى تبريد لمدة 15 ثانية.
2. أطفئ المحرك، وانتظر مدة من الزمن تحدد بواسطة دليل السيارة أو دليل جهاز فحص التسرب، عند عدم وجود ما يشير إلى ذلك انتظر لمدة دقيتين قبل إجراء الفحص.
3. أدخل متحسس كاشف التسرب في حاضن مروحة المبخر أو منطقة جمع الماء المتكثف للمبخر بعد التأكد من عدم وجود تجمع للماء هناك.
4. عند وجود تسرب للمبخر يجب إصلاح المبخر إذا كان ذلك ممكناً قبل عملية شحن المنظومة، في حال عدم وجود إمكانية لإصلاح المبخر فيجب إبداله بآخر من النوع ذاته.

تمرين 8-10 إخواء منظومة تكييف سيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إخواء منظومة تكييف سيارة من الهواء.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- منظومة تكييف سيارة، 2- مضخة إخواء، 3- مقياس شحن، 4- عُدة عمل كاملة، 5- ملابس وعُدة السلامة المهنية.

خطوات العمل:

1- يبين الشكل (8-10-1) صمام الخدمة المنصوب على خط الدفع للضاغط، في حين يبين الشكل (8-10-2) صمام الخدمة على خط السحب. اربط مضخة الإخواء على الأنبوب المطاطي المشترك لعُدة الشحن الذي يكون باللون الأصفر، كما مبين في الشكل (8-10-3).

2- أربط الأنبوب الأزرق (على جهة الضغط الواطئ لعُدة الشحن) إلى صمام الخدمة على خط السحب، كما مبين في الشكل (8-10-4)، ودع الأنبوب المطاطي الأحمر (على جهة الضغط العالي) حراً، كما مبين في الشكل (8-10-5).

3- أغلق الصمام الأحمر لمقياس الضغط، ثم افتح الصمام الأزرق، كما مبين في الشكل (8-10-6).

4- صلْ التيار الكهربائي لمضخة التفريغ، ستلاحظ بعد مدة هبوط الضغط في المنظومة ومقياس الضغط إلى 101 kPa (29.9 in Hg)، كما في الشكل (8-10-7)، دعْ مضخة الإخواء تعمل لمدة 45 دقيقة متواصلة لسحب الهواء وبخار الماء وما بقي من بخار مائع التثليج R-12.

5- أغلق الصمام الأزرق، وأوقف مضخة الإخواء عن العمل، وانتظر لمدة 5 دقائق في الأقل، يجب أن تثبت قراءة مقياس الضغط في أثناءها، ويدل ارتفاع الضغط في المنظومة على وجود تسرب. عند التأكد من عدم وجود تسرب في المنظومة، ومع بقاء صمامات مقياس الشحن مغلقة، افصل مضخة الإخواء من مقياس الشحن.

1- صمام خدمة الضغط العالي

2- صمام خدمة الضغط الواطئ

3- اربط مضخة الإخواء بالأنبوب الأصفر

4- اربط الأنبوب الأزرق إلى خط السحب

5- دع الأنبوب الأحمر حراً

6- افتح صمام الضغط الواطئ

7- انخفاض الضغط إلى ما دون الضغط الجوي

شكل 8-10 إخواء منظومة تكييف سيارة

تمرين 8-11 شحن منظومة تكييف سيارة بمائع تثليج R-134a.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية شحن مكيف سيارة بمائع تثليج R-134a.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مكيف سيارة، 2- جهاز شحن يدوي، 3- علبة مائع التثليج R-134a، 4- عُدة عمل كاملة، 5- عُدة وملابس السلامة المهنية. لاحظ الشكل (8-11-1)

1- جهاز شحن يدوي 2- وصلة ربط 3- علبة مائع تثليج

شكل 8-11-1 المواد المطلوبة لشحن مكيف سيارة

خطوات العمل:

1- عيَن صمامي الخدمة الخاصين بمكيف السيارة التي ترغب في شحن مكيفها، كما مبين في الشكل (8-11-2) الذي يبين دورة تثليج مكيف سيارة يستعمل فيها صمام تمدد، في حين يبين الشكل (8-11-3) دورة تثليج مكيف سيارة يستعمل فيها أنبوب تصريف.

2- يبين الشكل (8-11-4) وصلة الربط في نهاية أنبوب جهاز الشحن اليدوي، ويبين الشكل (8-11-5) جهاز الشحن اليدوي، ثبت علبة مائع التثليج عن طريق الضغط إلى الأعلى ولفها باتجاه عقرب الساعة إلى أن تثقب أبرة جهاز الشحن اليدوي علبة مائع التثليج، كما مبين في الشكل (8-11-6).

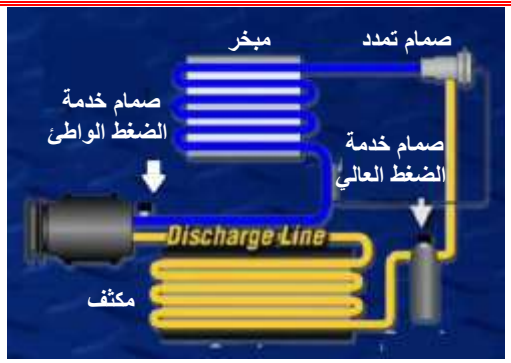
3- أضغط على إطار وصلة الربط بالإبهام ليرجع إلى الوراء، كما في الشكل (8-11-7)، ثم ادفع وصلة الشحن خلال صمام خدمة الضغط الواطئ، واترك العتلة لتستقر وصلة الشحن في مكانها، كما في الشكل (8-11-8).

4- شغل محرك السيارة، ودعْ المكيف يعمل عند أعلى تبريد، كما في الشكل (8-11-9).

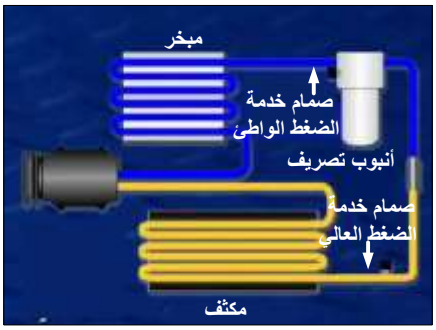
5- يحتوي جهاز الشحن اليدوي على مقياس ضغط مقسم على أربعة ألوان، كما مبين في الشكل (8-11-10) وهي، الأخضر ويدل على نقص الشحنة، والأزرق يدل على كفاية الشحنة، والأصفر يدل على زيادة الشحنة وعندها لن يستطيع الضاغط العمل، وأخيراً الأحمر يدل على أن الضاغط سوف يعطل إذا عمل ضمن هذه المنطقة.

6- أضغط على عتلة جهاز الشحن اليدوي ستلاحظ تدفق بخار مائع التثليج وزيادة في مقياس الضغط، ارفع يدك عن العتلة حال وصول المؤشر إلى اللون الأزرق، ستلاحظ انخفاض الضغط إلى اللون الأخضر أو دونه، أضغط مرة أخرى، وراقب مقياس الضغط، كرر العملية إلى أن يستقر المؤشر عند منتصف اللون الأزرق بعد رفع يدك عن عتلة جهاز الشحن اليدوي، كما في الشكل (8-11-11). ويبين الشكل (8-11-12) مقياس الضغط بعد انتهاء عملية الشحن.

7- ارفع يدك عن عتلة جهاز الشحن اليدوي، ثم ارجع عتلة وصلة الربط إلى الوراء بالإبهام واسحبها من صمام خدمة الشحن، وارجع الأغطية المطاطية لصمامي الخدمة إلى مكانها، كما مبين في الشكل (8-11-13).



2-موقع صمامي الخدمة في منظومة التكييف التي تستعمل صمام تمدد



3- موقع صمامي الخدمة في منظومة التكييف التي تستعمل أنبوب تصريف

4- وصلة الربط في الأنبوب المطاطي

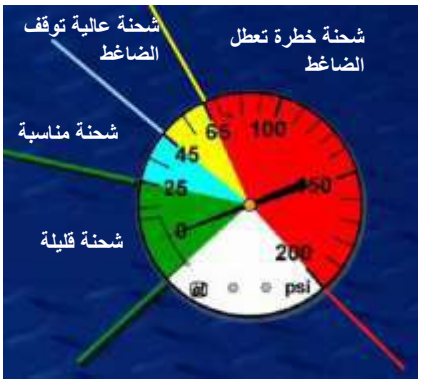
5- جهاز الشحن اليدوي

6- ربط علبة مائع التثليج

7- ركب أنبوب الشحن على صمام خدمة خط السحب

8- أترك عتلة الأنبوب

9- دع المكيف يعمل عند أعلى تبريد



10- مخطط كمية الشحنة

11- اضغط على عتلة تغذية مائع التثليج

12- انتهاء عملية الشحن

13-اعد الأغطية المطاطية إلى مكانها

شكل 8-10 شحن مكيف سيارة بمائع التثليج R-134a

تمرين 8-12 متابعة الأعطال المحتملة لمكيف سيارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على متابعة أعطال مكيف سيارة وتشخيصها.

خطوات العمل: اعتماداً على الجدولين (8-1-1) و (8-1-2) يمكن إنجاز التمرين.

جدول 8-1-1 تشخيص الأعطال المحتملة لمكيف سيارة وإصلاحها

العطل	السبب	الإصلاح
انخفاض ضغط الدفع	تسرب في المنظومة	أصلح التسرب وأشحن مائع تثليج
	عطل صمام التمدد	أبدل الصمام
	غلق صمام السحب	افتح الصمام
	نقص في شحنة مائع التثليج	أضف مائع تثليج
	انسداد المرشح المجفف	أبدل المرشح المجفف
زيادة ضغط الدفع	وجود هواء في منظومة التثليج	أسترجع مائع التثليج واعد شحن المنظومة
	انسداد المكثف	نظف المكثف
	غلق صمام الدفع	أفتح صمام الدفع
	زيادة في شحنة مائع التثليج	أسترجع جزءا من الشحنة
	نقص في تجهيز الهواء للمكثف	أفحص المروحة
	رخاوة في حزام نقل الحركة للمروحة	اضبط شد حزام نقل الحركة
	عدم تمركز المكثف أمام المروحة	أعد ضبط مكان المكثف
	بعد المكثف عن المروحة	أضبط المسافة بين المكثف والمروحة
انخفاض ضغط السحب	نقص في شحنة مائع التثليج	أضف شحنة إلى المنظومة
	استهلاك (سوفان) في مكابس الضاغط	أبدل المكابس
	تسرب في حاكم التسرب رأس الضاغط	أبدل حاكم التسرب
	فشل صامولات ربط الأنابيب المطاطية	أبدل الأنابيب المطاطية
	تسرب في صمام السحب	أبدل لوحة الصمامات
	رطوبة في شحنة مائع التثليج	أسترجع الشحنة وابدل المرشح و اعد الشحن
	انسداد في مصفي صمام التمدد	أبدل مصفي صمام التمدد
توقف الضاغط عن العمل	تلف حزام نقل الحركة	أبدل حزام نقل الحركة
	قطع سلك الضاغط	أبدل السلك الكهربائي للضاغط
	انخفاض فرق الجهد عن 12 فولت	أفحص فرق الجهد المسلط على الضاغط
	كسر مكابس الضاغط	أبدل المكابس
	عطل منظم درجة الحرارة	أبدل منظم درجة الحرارة
	قطع ملف المغناطيس الكهربائي	أفحص وابدل المغناطيس الكهربائي
	فصل صمام الضغط بسبب نقص الشحنة	أضف مائع تثليج

تابع جدول 8-1-1 تشخيص الأعطال المحتملة لمكيف سيارة وإصلاحها		
العطل	السبب	الإصلاح
الضاغط يعمل دون حدوث تبريد	انجماد المبخر	اعد ضبط موقع منظم درجة الحرارة
	انزلاق في حزام نقل الحركة	أبدل حزام نقل الحركة
	تسرب هواء ساخن إلى حيز السيارة	تأكد من فتحات التسرب والنوافذ
	انسداد المرشح المجفف	أبدل المرشح المجفف
	نقص في شحنة مائع التثليج	أضف شحنة إلى المنظومة
	كسر الأنبوبة الشعرية لصمام التمدد	أبدل صمام التمدد
	انجماد صمام التمدد	استرجع الشحنة واشحن من جديد
انجماد المبخر	فشل في صمام التمدد	أبدل صمام التمدد
	عدم ضبط موقع منظم درجة الحرارة	أضبط موقع منظم درجة الحرارة
	عدم كفاية الهواء المار على المبخر	أفحص مجاري الهواء ومروحة المحرك

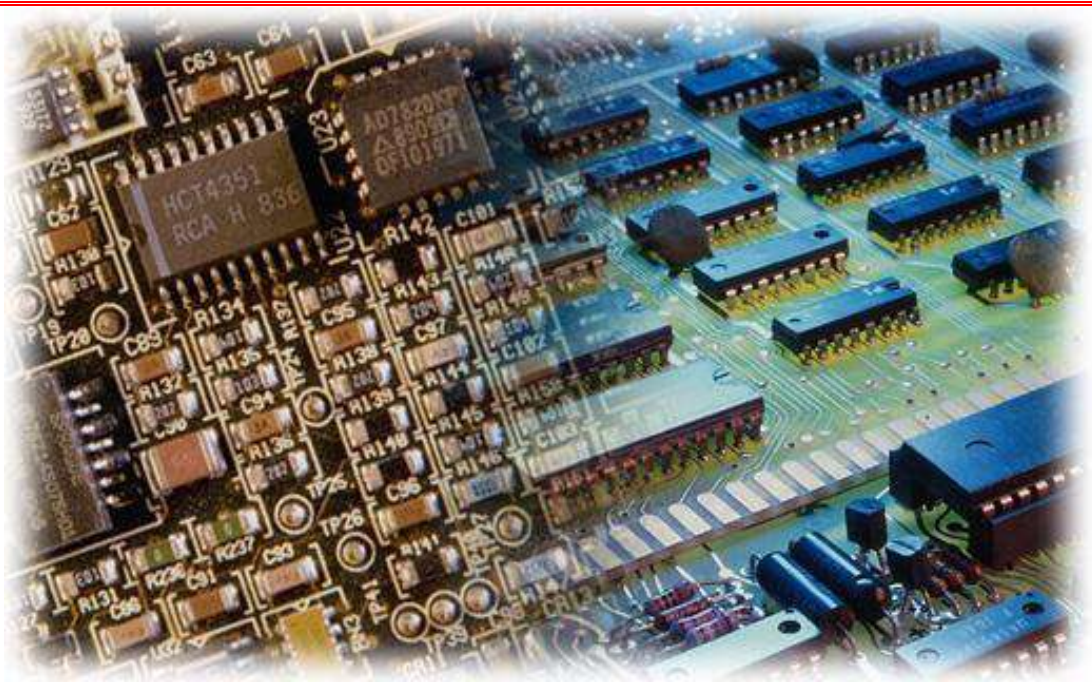
جدول 8-1-2 تشخيص الأعطال المحتملة لمكيف سيارة وإصلاحها

الضغط الواطئ	الضغط العالي	درجة حرارة الهواء	السبب المحتمل
واطئ	واطئ	دافئ	نقص في شحنة مائع التثليج
عالي	عالي	دافئ	زيادة في شحنة مائع التثليج
عالي	عالي	تبريد بسيط	وجود هواء في الشحنة أو زيادة في شحنة مائع التثليج
اعتيادي	اعتيادي	دافئ	عطل صمام التمدد الحراري أو انسداد خط الدفع
واطئ	واطئ	دافئ	وجود رطوبة داخل منظومة التثليج
واطئ	واطئ	دافئ	انسداد فتحة التصريف أو انسداد خط الدفع
عالي	واطئ	دافئ	عطل الضاغط أو صمامات الضاغط

الـفـصل الـتـاسع

أساسيات إلكترونية

Electronic Principles



أساسيات إلكترونية

Electronic Principles

1-9 مقدمة Introduction

كما هو معلوم تستعمل منظومات التثليج وتكييف الهواء أجهزة التحكم والسيطرة الإلكترونية بصورة واسعة جداً، نظراً لما تتمتع به هذه المنظومات من مزايا فنية واقتصادية جعلتها تنافس جميع منظومات السيطرة الأخرى، ويوجب ذلك على فني التكييف والتثليج الإلمام بموضوع السيطرة الإلكترونية.

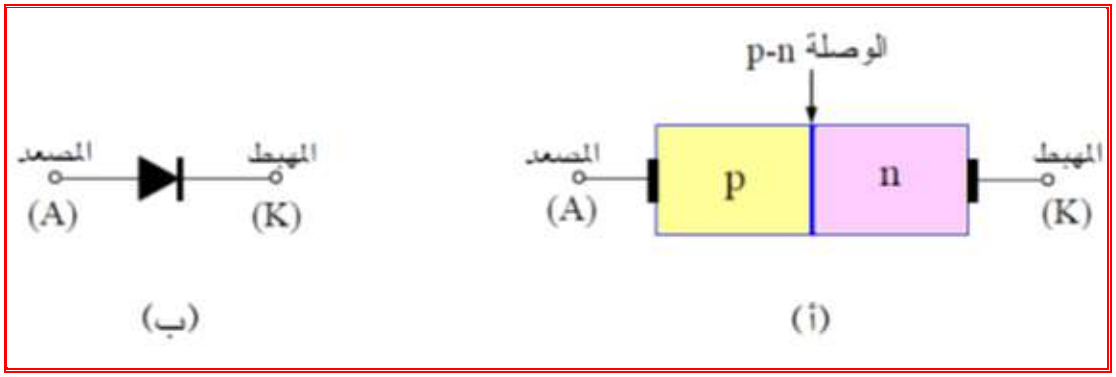
وفي هذا الفصل يتعرف الطالب ببعض خواص العناصر الإلكترونية المستعملة في مجال التكييف والتثليج وعمليات فحصها فضلاً عن التدريب على بناء الدوائر الإلكترونية المتكونة منها عن طريق إجراء مجموعة تمارين عملية. في البدء سيتم التذكير بعناصر الدوائر الإلكترونية الفعالة التي تشمل الثنائي (الدايود)، والصمام (الترانزستور)، والمقاومات بأنواعها المختلفة، والثايرستور، ثم سنتطرق لعملية لحام هذه العناصر وربطها، وبعد ذلك مجموعة تمارين تتعلق بالفحص والاستعمالات.

2-9 العناصر الإلكترونية Electronic Components

إن العناصر الإلكترونية الفعالة هي عناصر صُنعت لغرض التحكم بجريان التيار الكهربائي بصورة أو بأخرى، وهي قادرة على القيام بعملية التبديل، أي الانتقال من التوصيل إلى القطع وبالعكس، أو عملية التضخيم أو كليهما، ومثال ذلك الترانزستورات، الدايودات، والثايرستور، والدوائر المتكاملة IC. ويمكن تلخيص تراكيب هذه العناصر وعملها كما يأتي:

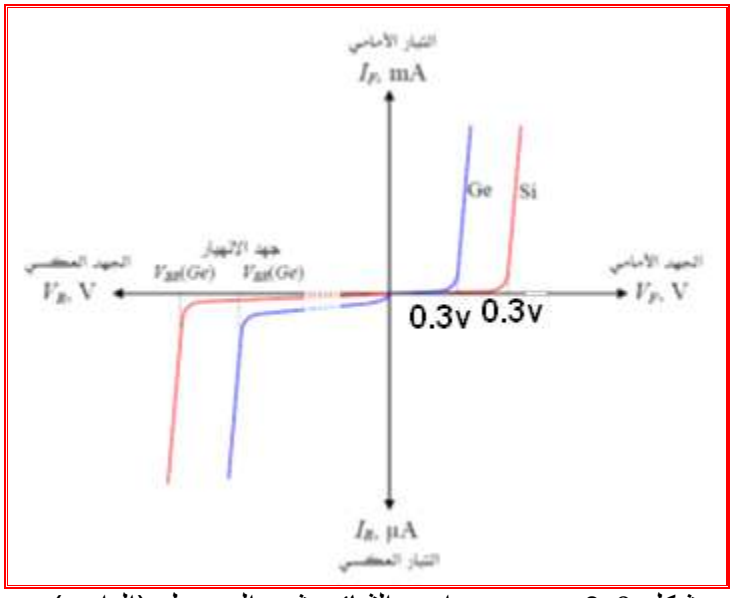
1-2-9 الثنائيات (الدايودات) Diodes

يتركب الدايود من ثنائي أشباه الموصلات P-N تُربط على شريحة واحدة، إذ يسمى الطرف المتصل بشبه الموصل P^- بالمصعد أو الأنود Anode، ويرمز له بالحرف A، في حين يسمى الطرف المتصل بشبه الموصل N^- المهبط أو الكاثود Cathode ويرمز له بالحرف K، (أما في الدايودات الصغيرة فيمثل الكاثود بحلقة بيضاء، وفي الدايودات الزجاجية يُشار إلى الدايود بحلقة سوداء)، كما مبين في الشكل (1-9). ومن المعروف أن الدايود يسمح بمرور التيار باتجاه معين ويمنع مروره بالاتجاه الآخر.

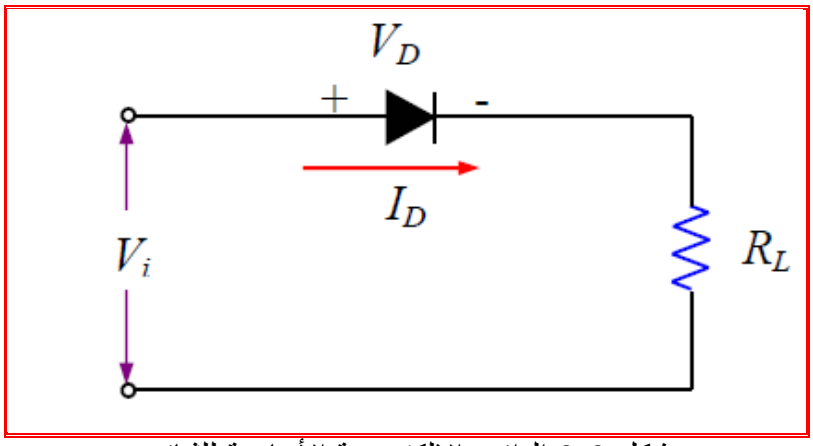


شكل 9-1 التركيب والرمز الإلكتروني لثنائي الوصلة (الدايود)، أ - التركيب، ب - الرمز الإلكتروني

إن منحنى خواص الثنائي شبه الموصل (الدايود) هو العلاقة بين التيار المار خلال الدايود والجهد المسلط عليه في حالتي الانحياز الأمامي أو العكسي. و يبين الشكل (9-2) هذه الخواص لثنائي السليكون Si والجرمانيوم Ge، إذ يمكن ملاحظة أن الدايود يوصل التيار الكهربائي عندما يكون التوصيل في الاتجاه الأمامي، ولا يوصل التيار إذا كان التوصيل بالاتجاه العكسي (تيار صغير جداً يمكن إهماله) في حالة كون الجهد الكهربائي المسلط على طرفي الثنائي أقل من جهد الانهيار V_{BR}. ويمكن استعمال الدايود كمفتاح كهربائي، ويكون مبدأ عمله بحالة التوصيل ON عندما يسمح بمرور التيار في حالة كونه بحالة انحياز أمامي Forward Bias وكمفتاح كهربائي بحالة قطع OFF عندما لا يسمح بمرور التيار في حالة الانحياز العكسي Reverse Bias. وللدايودات استعمالات مختلفة، منها تقويم نصف موجي أو موجي كامل أو قطع (قضب) جزء من الموجة للتيار المتردد، وسيتم توضيح هذه الاستعمالات عملياً ضمن مجموعة تمارين سترد لاحقاً. وبصورة عامة عندما يستعمل الثنائي كعنصر في الدوائر الإلكترونية تتكون دائرته الأساسية من ثلاثة عناصر أساسية هي الثنائي D، ومقاومة الحمل R_L، ومصدر الجهد V_i، كما موضح بالشكل (9-3).



شكل 9-2 منحنى خواص الثنائي شبه الموصل (الدايود)

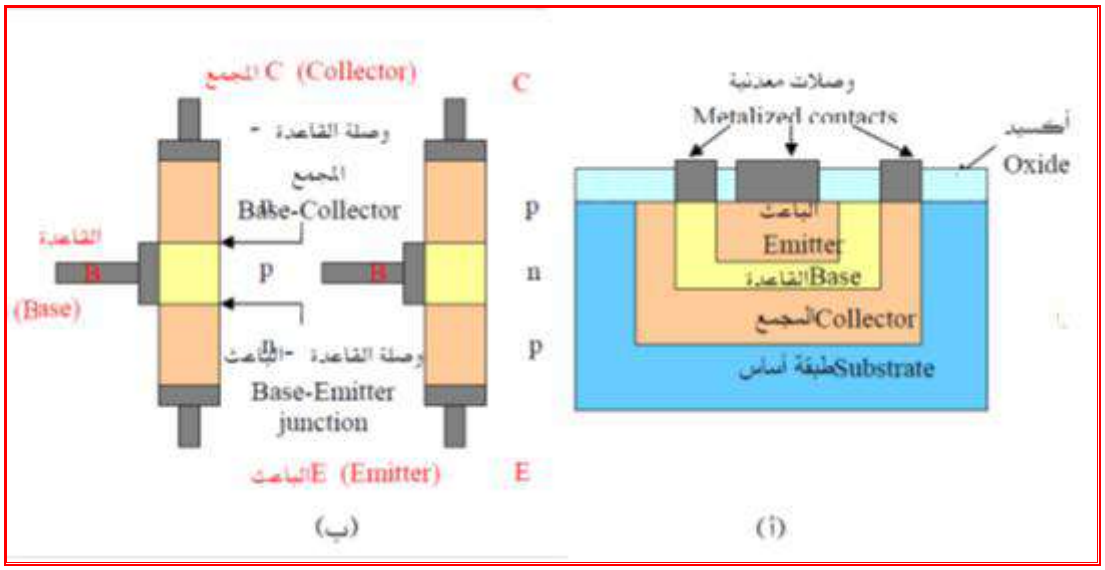


شكل 9-3 الدائرة الإلكترونية الأساسية للثنائي

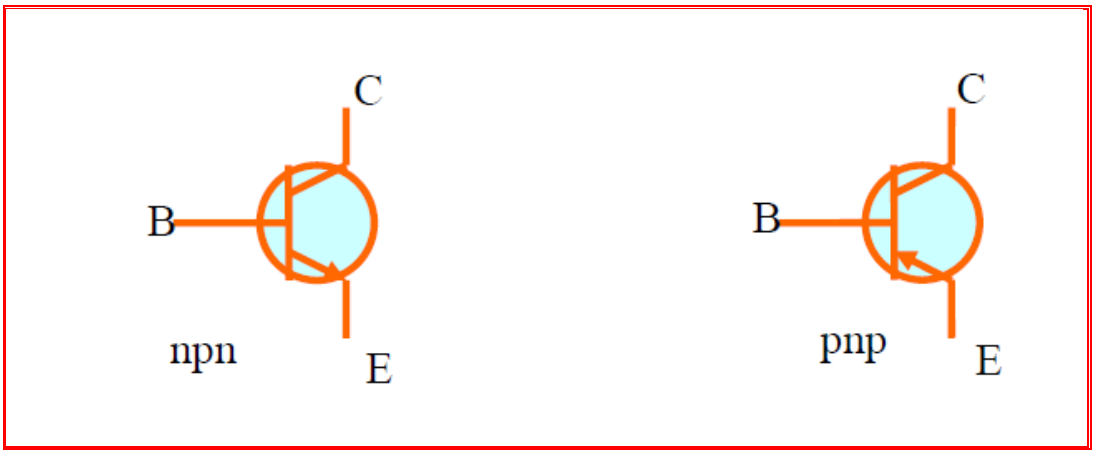
9-2-2 الترانزستورات Transistors

يتم تصنيع أشباه الموصلات ثنائية القطبية (الترانزستورات) عن طريق تجميع ثلاث قطع من المواد شبه الموصلة الموجبة والسالبة، ليكون الترانزستور مكوناً من ثلاث طبقات إما P-N-P وإما N-P-N ، تسمى المنطقة الوسطى بالقاعدة Base أما المنطقتان الطرفيتان فتسمى إحداهما بالمُشع Emitter، والأخرى بالمجمع Collector. ويبين الشكل (9-4) البناء الأساسي للترانزستور، إذ يُرمز للمُشع بالحرف E، والمجمع بالحرف C، والقاعدة بالحرف B.

يتكون الترانزستور N-P-N من طبقة من نوع P القاعدة، تتوسط طبقتين من نوع N (المُشع والمجمع). لذلك يتكون الترانزستور من وصلتين N-P هما وصلة القاعدة – المشع ووصلة القاعدة-المجمع. وتعتمد طبيعة عمل الترانزستورات على حركة الإلكترونات والفجوات معاً، ويتميز المُشع برأس سهم، إذ إنه يشير إلى جهة صنع المادة من النوع N، مما يساعد على التمييز بين الرمز التخطيطي للترانزستور N-P-N والترانزستور P-N-P. ويكون تركيز الشوائب في شريحة المُشع أعلى بكثير من شريحة المجمع. يستعمل الترانزستور كمكبر إشارة وكمفتاح إلكتروني. ويبين الشكل (9-5) الرموز القياسية لنوعي الترانزستور P-N-P، N-P-N المستعملين في الدوائر الإلكترونية.



شكل 9-4 البناء الأساسي للترانزستور ثنائي القطبية، (أ) التركيب ، (ب) الرموز



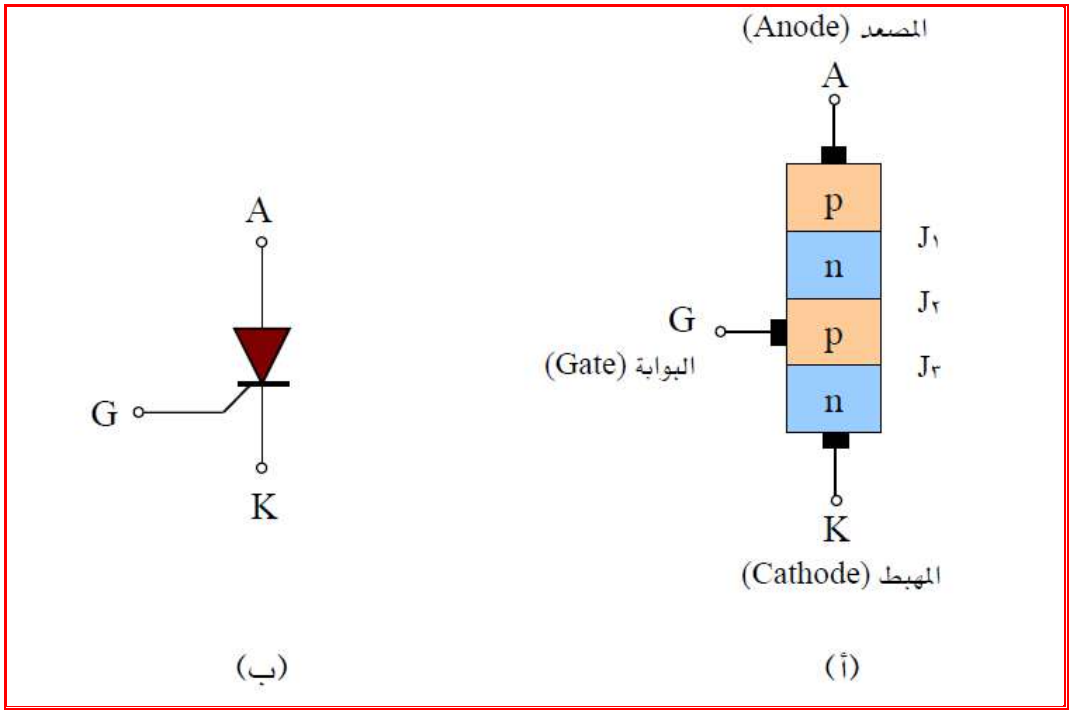
شكل 9-5 الرموز القياسية للترانزستور المستعملة في الدوائر الإلكترونية

3-2-9 الدوائر المتكاملة Integrated Circuits IC

تتكون الدائرة المتكاملة من مجموعة من عناصر شبه الموصلات مثل الدايود، والترانزستور، وغيرها مع ملحقاتها من المقاومات والمكثفات وشريحة رقيقة، إذ تعمل عمل دائرة إلكترونية صغيرة الحجم متكاملة وموثوقة التشغيل ورخيصة الثمن. وتصنف الدوائر المتكاملة تبعاً لأعداد شبه الموصلات فيها، ويسمى مقياس التكامل Scale of Integration (SI).

4-2-9 الثايرستور Thyristor

الثايرستور عنصر من عناصر أشباه الموصلات، ذو استعمالات واسعة في دوائر إلكترونيات القدرة، ويسمى أحياناً بالموَحد المسيطر السيليكوني Silicon Controlled Rectifier ويرمز له SCR. يتكون الثايرستور من أربع طبقات من أشباه الموصلات مرتبة على شكل P-N-P-N وتكون له ثلاثة أطراف هي الأنود A، والكاثود K، والبوابة G الذي يمثل الطرف المرتبط بالطبقة القريبة من الكاثود. والشكل (9-6) يبين تركيب الثايرستور ورمزه الإلكتروني.



شكل 9-6 الثايرستور (أ) التركيب، (ب) الرمز الإلكتروني

بعد أن تم التعرف على بعض العناصر الإلكترونية المستعملة في دوائر التحكم لمنظومات التثليج وتكييف الهواء، يتطلب من الطالب الإلمام بالمكونات الأخرى وطرائق استعمالاتها التي يكون لها أهمية كبيرة جداً عند تنفيذ التمارين الإلكترونية أو إجراء بعض عمليات الفحص للعناصر الإلكترونية أو التبديل لبعض العناصر (إن المكونات الأخرى التي سيتم إيجازها قد مر ذكرها والتدريب عليها في مواد دراسية أخرى) ومنها:

1- أجهزة القياس التي تشمل الأجهزة التقليدية للمقادير الكهربائية، إذ يستعمل مقياس

- الأميتر Ammeter لقياس شدة التيار الكهربائي.
- الفولتميتر Voltmeter لقياس فرق الجهد الكهربائي.
- الأوميتر Ohmmeter لقياس المقاومة الكهربائية.
- الواطميتر Wattmeter لقياس القدرة الكهربائية.
- Frequency Meter لقياس تردد الإشارة المتناوبة.
- راسم الذبذبات Oscilloscope لقياس شكل الإشارة الكهربائية والتردد والسعة أو معرفتها.
- الأوفو AVO لقياس التيار أو الجهد أو المقاومة، وهو الجهاز الأكثر استعمالاً.

بشكل عام عند قياس المقادير الكهربائية بواسطة أجهزة القياس أعلاه يتم اتباع ما يأتي:

- تحديد نوعية القيمة الكهربائية المراد قياسها (تيار، جهد، مقاومة، ....وغير ذلك) وكذلك تحديد نوعية القيمة (مستمر أم متناوب) وذلك لتحديد المقياس المستعمل المناسب.
- يخمن مقدار القيمة الكهربائية كي يتم تحديد التدرج المناسب على جهاز القياس، وفي حالة عدم إمكانية التخمين يتم اختيار أكبر تدرج.
- تصفير المقياس قبل الربط بالدائرة الكهربائية أو عمل دائرة قصر (Short Circuit) بين أطراف المقياس عند قياس المقاومة الكهربائية.
- يتم ربط المقياس للدائرة الكهربائية وهي معزولة عن المصدر الكهربائي، لضمان سلامة الأجهزة والقائمين بالعمل.
- وجوب الانتباه إلى عدم تغير تدرجات جهاز القياس عندما تكون هنالك تغذية كهربائية، لأن ذلك قد يسبب إتلاف المقياس.

2- مجهز القدرة Power Supply

لتشغيل الدوائر الإلكترونية لا بد من وحدة طاقة (مجهز قدرة)، وأغلب مجهزات القدرة للدوائر الإلكترونية تتكون من مجموعة دايودات (4 دايود) لتكوين القنطرة لتحويل التيار الكهربائي من متردد إلى مستمر، ليدخل بعد ذلك على مكثف أو مكثفين (يختلف عدد المكثفات اعتماداً على الجهد الكهربائي الداخل للمجهز هل هو 220 أو 110 فولت). ثم يمر التيار على ترانزستورات لتحديد قيم الجهد الكهربائي المطلوب، وبعدها تمر الجهود المختلفة للتيار على مجموعة مكثفات بقيم مختلفة لتعمل على تنعيم الجهود الكهربائية التي ستخرج للدوائر الإلكترونية المراد تجهيزها بالقدرة وتحديدها.

3- المقاومات Resistors

المقاومة الكهربائية هي الإعاقة التي تبديها المادة ضد سريان التيار الكهربائي التي تعتمد بشكل أساسي على المقاومة النوعية للمادة، طول الموصل، ومساحة المقطع، وتقاس بالأوم الذي يرمز له بالرمز (Ω)، وهنالك أنواع قيم مختلفة للمقاومات لا مجال لذكرها هنا بل يتطلب من الدارس الرجوع إلى دراساته السابقة لاستحضار معلومات متكاملة عن أنواع المقاومات الكهربائية، وطريقة ترقيمها، وكل ما يحتاج إليه الطالب من معلومات. وبشكل عام من المهم التذكير بطريقة فحص المقاومات الكهربائية وإبدالها.

يمكن اعتماد الطرائق التالية عند فحص المقاومات وإبدالها:

أ- بواسطة مقياس الأوميتر، لتحديد قيمتها، وتُعد المقاومة صالحة إذا كانت قراءة الأوميتر بالحدود المسموح بها من نسبة التفاوت من القيمة المثبتة عليها.

ب- عند قياس قيم المقاومات العالية (أكبر من 10 kΩ يجب الانتباه من التوصيل لجسم الإنسان بين طرفي الأوميتر لتجنب القراءة الخاطئة).

ت- يمكن معرفة قيمة المقاومة من الألوان الموجودة عليها، وفي حالة عدم إمكانية معرفة قيمتها أو قياسها، لأنها معطوبة، يمكن اللجوء إلى المخطط التفصيلي الخاص بالدائرة للتعرف على قيمتها وقدرتها.

لاستبدال المقاومة الكهربائية المعطوبة يتطلب مراعاة الآتي:

- تحديد قيمتها ونوعها عن طريق الاعتماد على مخطط الجهاز وإبدالها.
- وفي حالة عدم توفرها يمكن ربط عدد من المقاومات المتوفرة كي تعطي قيمة المقاومة المطلوبة.

4- المكثفات أو المتسعات Capacitors

المكثف عبارة عن لوحين متقابلين من مادة موصلة بينهما عازل، وعند تسليط جهد كهربائي مستمر على اللوحين يكون إحداهما قطباً موجباً والآخر سالباً، اعتماداً على قطبية الجهد المسلط. ويمنع المكثف مرور التيار المستمر ويخزن الطاقة الكهربائية، في حين يسمح بمرور التيار المتناوب. وتعتمد شحنة Charge المكثف (تقاس بوحدة الكولوم) على الجهد الكهربائي (المقاس بالفولت)، وإن النسبة بين شحنة المكثف إلى الجهد الكهربائي المسلط تعرف بسعة Capacity المكثف التي تقاس بالفاراد Farad أو أجزائه. وتعتمد سعة المكثف على مجموعة عوامل، ومن أهم ما يزيد سعة المكثف:

أ- زيادة مساحة اللوحين المكونين للمكثف.

ب- قلة المسافة الفاصلة بين اللوحين.

ت- استعمال مواد عازلة محددة بين اللوحين بدل الهواء.

وهنالك أنواع مختلفة من المكثفات منها ثابتة أو متغيرة أو نصف متغيرة القيمة (يمكن الرجوع للمصادر العلمية للاطلاع عليها لعدم وجود مجال للخوض في ذلك). وتستعمل المكثفات الكهربائية في أغلب الدوائر الكهربائية والإلكترونية، ولكل نوع واستعمال قيمة تحددها متطلبات الدائرة الكهربائية. وقد تصنف أحياناً بحسب نوع الاستعمال وطريقته، ومن هذه الاستعمالات:

أ- كمرشحات Filters، عندما تستعمل في دوائر تنعيم التيار المستمر الخارج من دائرة التوحيد لغرض إزالة التعرجات ما بعد التوحيد، كما تستعمل لترشيح بعض الترددات غير المرغوبة.

ب- كمصدات Plucking عند استعمالها بالدوائر الكهربائية لتمرير بعض الترددات ومنع ترددات أخرى من المرور.

ت- كرابطة Coupling عند استعمالها في بعض الدوائر الإلكترونية ما بين مرحلتين كرابط وإيصال الإشارة من مخرج المرحلة الأولى إلى دخل المرحلة الثانية من دون تأثير المرحلتين في بعضهما من ناحية جهود التغذية المستمرة.

ث- كمكثفات تحسين معامل القدرة عند استعمالها في شبكات توزيع الطاقة الكهربائية.

5- اللحام Soldering

من المهارات الأساسية التي يجب أن يتمتع بها العاملون في مجال الإلكترونيات، بوصفها إحدى وسائل ربط مكونات الدوائر الإلكترونية ببعضها. ومهارة اللحام ليست بالصعبة بل يمكن اكتسابها بيسر عند التدرب على ممارستها واعتماد القواعد المطلوبة بدقة، وممارستها باستمرار.

3-9 التطبيقات العملية Practical Exercises

تمرين 9-1 التعرف على خواص الثنائي شبه الموصل (ثنائي السليكون) وطريقة فحصه.

الهدف من التمرين:

1- قياس خواص ثنائي السليكون ورسمها.

2- تحديد قيمة الجهد الكهربائي الحالي للثنائي.

3- تحديد الفرق بين حالتي الانحياز الأمامي والعكسي للثنائي.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر للجهد الكهربائي المستمر، 2- لوحة توصيل، 3- جهاز قياس الجهد الكهربائي (فولتميتر)، 4- جهاز قياس التيار الكهربائي (أميتر)، 5- مقاومات كهربائية 220 Ω وأخرى 330 Ω، 6- ثنائي سليكون 1 N 4007، 7- مقاومة متغيرة 1 kΩ أو 4.7 kΩ أو 10 kΩ

خطوات العمل لحالة الانحياز الأمامي:

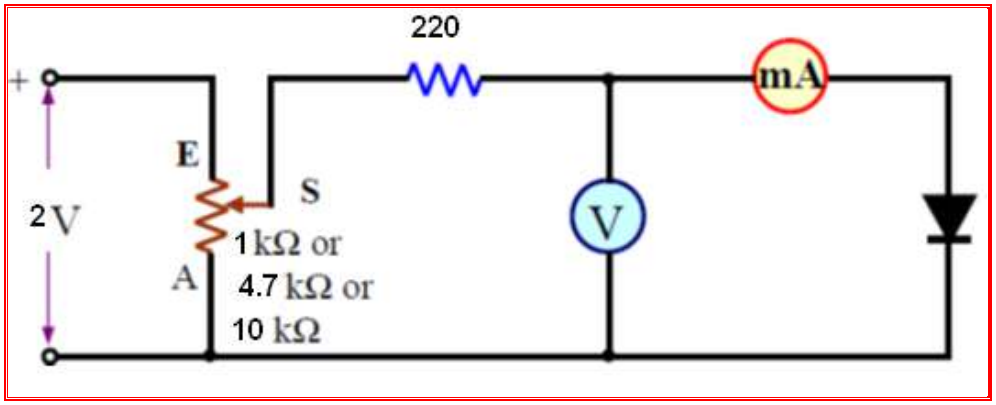
1- اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-7 أ)، واربط مصدر الجهد الكهربائي ويفضل أن تكون قيمة الفولتية أقل ما يمكن.

2- دقق ربط الدائرة، ثم اضبط الجهد الكهربائي على 2 V.

3- ثبت الجهد V_f، كما مبين في الجدول (9-1 أ)، وسجل قيم التيار I_f لكل قيمة من الجهد.

4- ارسم العلاقة بين V_f و I_f على ورق بياني، بحيث يكون الجهد على المحور الأفقي والتيار على المحور العمودي، اعتماداً على قيم الجدول (9-1 أ).

5- احسب قيمة مقاومة الثنائي للانحياز الأمامي من الرسم عند القيم $V_f = 0.75$ و $V_f = 0.7$ باعتماد العلاقة $R_f = \Delta V_f / \Delta I_f$



شكل 9-7أ دائرة التمرين (9-1) للانحياز الأمامي

جدول 9-1 أ قراءات التمرين (9-1) الانحياز الأمامي

V_f	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	V
I_f									mA

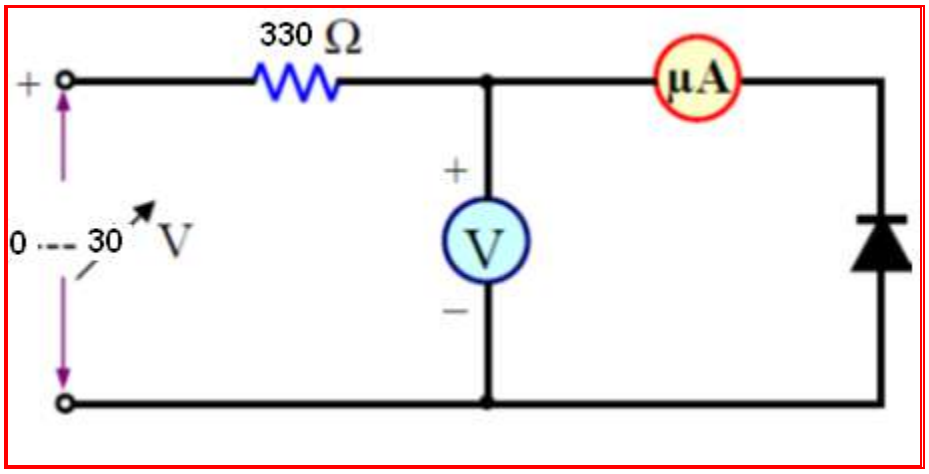
خطوات العمل لحالة الانحياز العكسي:

1- اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-7 ب). اربط مصدر الجهد الكهربائي، ويفضل أن تكون قيمة الفولتية أقل ما يمكن.

2- دقق ربط الدائرة، ثم اضبط الجهد الكهربائي كما مبين بالدائرة.

3- ثبت الجهد V_r بحسب ما مبين في الجدول (9-1 ب)، وسجل قيم التيار I_r لكل قيمة من الجهد المحدد.

4- ارسم العلاقة بين V_r وI_r على ورق بياني، بحيث يكون الجهد على المحور الأفقي والتيار على المحور العمودي، اعتماداً على قيم الجدول (9-1 ب)، ويمكن الإفادة من الورقة البيانية المستعملة لتمثيل نتائج الانحياز الأمامي لتمثيل الانحياز العكسي عليها، ليظهر الاثنان على مخطط واحد.



شكل 9-7 ب دائرة التمرين (9-1) للانحياز العكسي

جدول 9-1 ب قراءات التمرين (9-1) الانحياز العكسي

V_r	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	V
I_r											μA

الاختبار:

أ- قارن مخطط الخواص الذي تم الحصول عليه بما درسته نظرياً، وحدد قيم:

1- الجهد للثنائي المستعمل.

2- التيار الأمامي عند الجهد للثنائي.

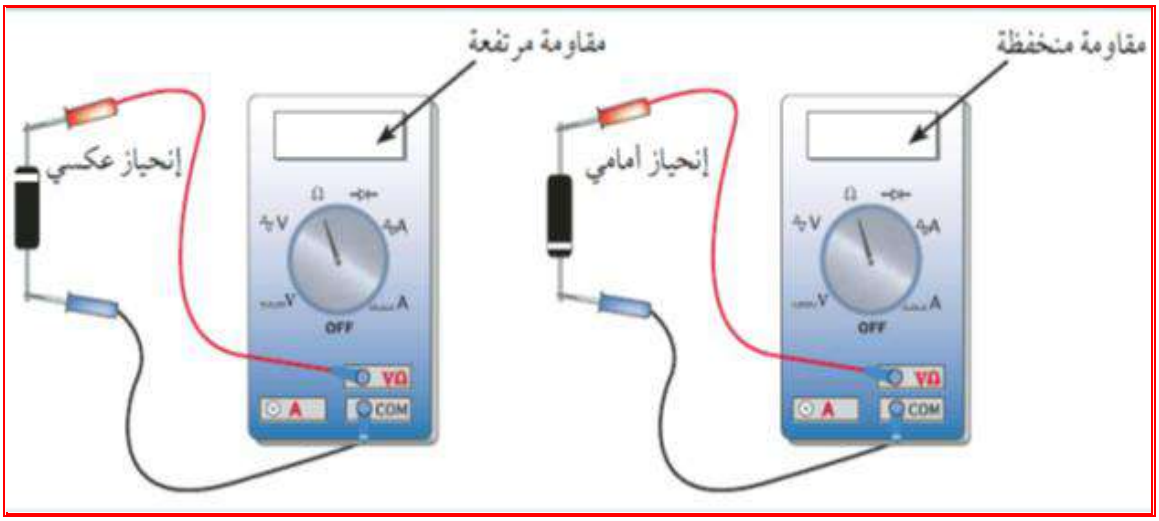
ب- اعد التجربة باستعمال ثنائي الجرمانيوم، وقارن بين نتائجه وما تم الحصول عليه لثنائي السليكون.

فحص الثنائي

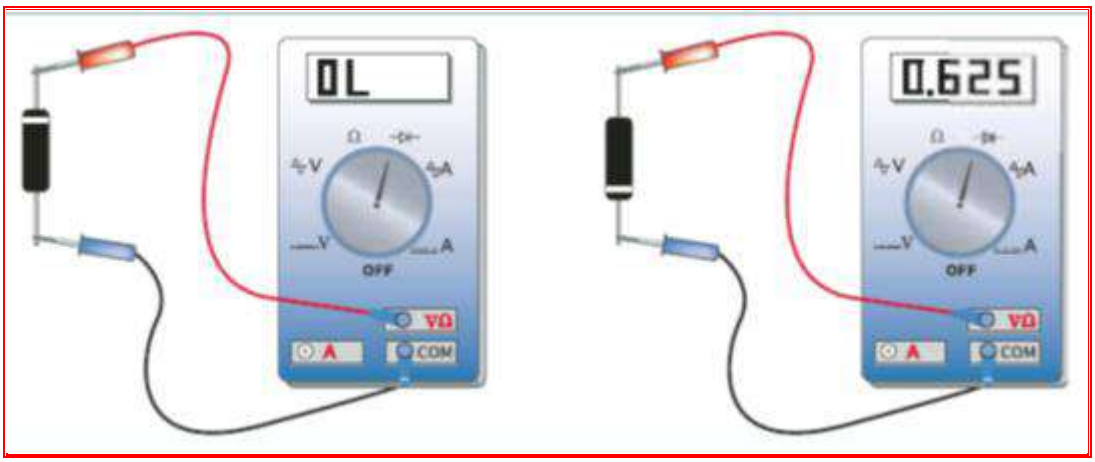
لفحص صلاح الثنائي من عدمه يمكن أن يتم ذلك:

أ- باستعمال جهاز قياس المقاومة (الأوميتر) وربط طرفية إلى طرفي الثنائي، كما مبين في الشكل (9-8 أ) ، وللتأكد من أن الثنائي صالح تكون قراءة الأوميتر منخفضة في حالة الانحياز الأمامي، ومرتفعة في حالة الانحياز العكسي. وبخلاف ذلك يكون الثنائي تالفاً.

ب- باستعمال جهاز القياس الرقمي متعدد القياسات (Digital Multimeter) لقياس هبوط الجهد الأمامي للثنائي الذي تكون قيمته ضمن المدى (0.3 – 1.2 V) للثنائي الصالح، لاحظ الشكل (9-8 ب).



شكل 9-8 أ فحص الثنائي باستعمال جهاز الأوميتر



شكل 9-8 ب فحص الثنائي باستعمال جهاز القياس الرقمي متعدد القياسات

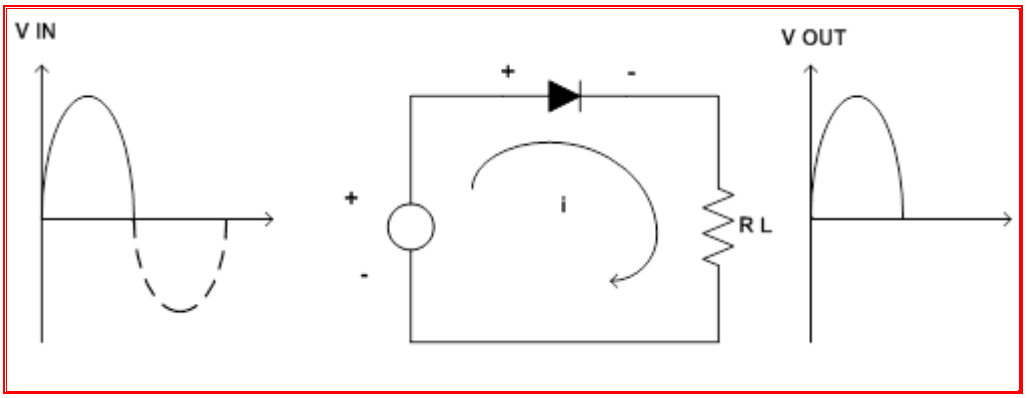
تمرين 9-2- أ بناء دائرة مقوَم نصف الموجة

الهدف من التمرين:

1- دراسة مقوَم نصف الموجة.

2- رسم موجة الجهد الداخلة والخارجة من الثنائي (الدايود).

إن الدائرة البسيطة لمقوم نصف الموجة، تحتوي على ثنائي ومقاومة فضلاً عن المصدر الكهربائي المتردد، ويظهر من الشكل (9-9 أ) أن شكل موجة جهد الدخل V_{in} عبارة عن موجة جيبيه. وفي النصف الموجب للموجة الداخلة للثنائي يكون الثنائي ذا انحياز أمامي، ويوصل التيار إلى المقاومة R_L، الذي ينتج جهد خرج على المقاومة له شكل الموجة الموجبة الداخلة نفسه.



شكل 9-9 أ الدائرة البسيطة لمقوم نصف الموجة

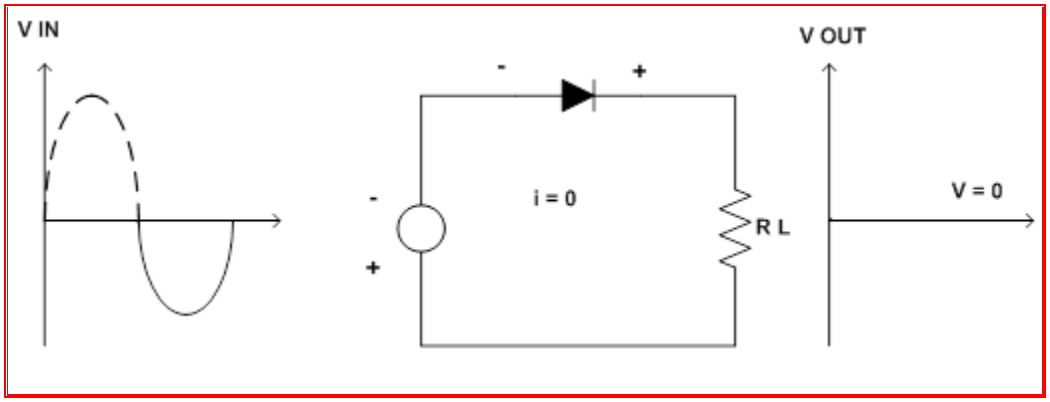
وعندما يكون جهد الدخل سالباً (الجزء الثاني من الموجة)، فإن الثنائي يكون ذا انحياز عكسي (مانعاً مرور التيار إلى المقاومة)، وعليه لا يوجد فرق جهد على المقاومة R_L، كما مبين في الشكل (9-9 ب). إذا كان جهد الخرج للثنائي سيكون النصف الموجب من الموجة فحسب، وبما أن جهد الخرج لم تتغير قطبيته فإنه سيكون على شكل نبضات لفولتية مستمرة (DC Voltage) لها قيمة التردد لجهد الدخل نفسها، لاحظ الشكل (9-9 ج).

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر تيار متناوب، 2- لوحة توصيل، 3- جهاز قياس الجهد الكهربائي (فولتميتر) عدد/ 2، 4- مقاومة كهربائية 1 kΩ، 6- ثنائي (دايود)، 7- جهاز راسم الموجات Oscilloscope

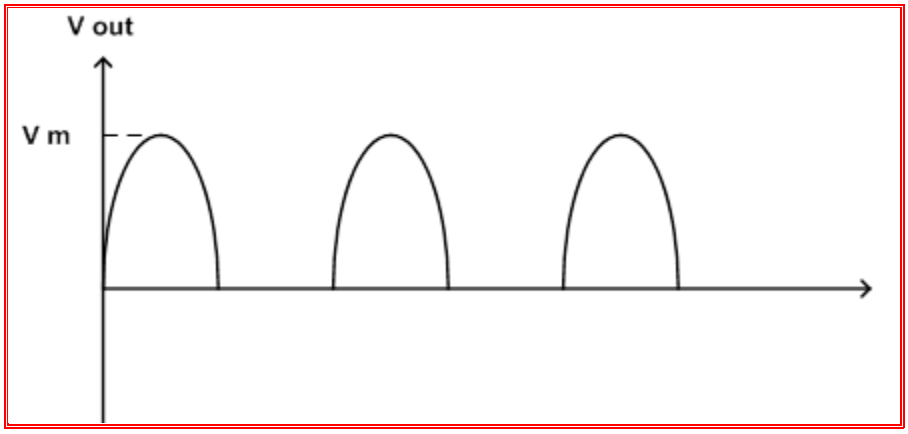
خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-9 د) وتأكد من غلق المصدر الكهربائي (حالة OFF).
2- بعد تدقيق سلامة توصيلات الدائرة، أوصل مصدر الجهد، جاعلاً إياه بحالة ON.
3- اربط جهاز رسم الإشارة (الموجة) على جهد الدخل V_{in}، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز.
4- اربط جهاز رسم الإشارة (الموجة) على جهد الخرج خلال المقاومة R_L، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية حصلت عليها.
5- بواسطة الفولتميتر الآخر، اقرأ قيمة الفولتية خلال المقاومة، (V_{av} قيمة معدل الفولتية).
6- اعتماداً على الخطوة (4) أعلاه احسب قيمة معدل الفولتية V_{av} من المعادلة الآتية:

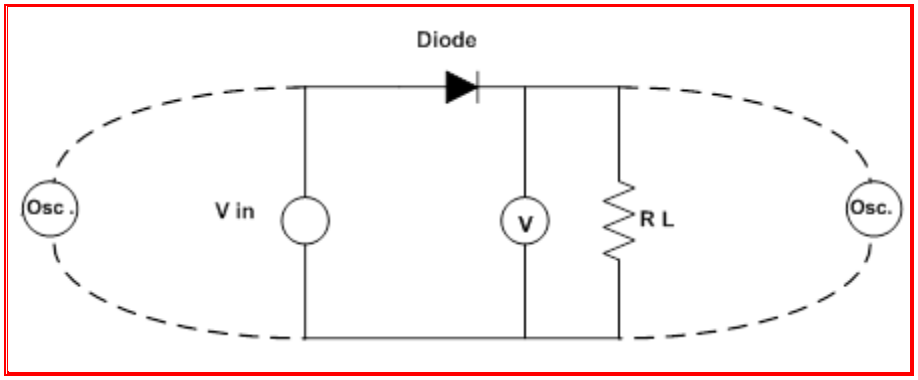
$$V_{av} = \frac{Vm}{\pi}$$ ثم قارن القيمة المحسوبة بالقيمة المقاسة في الخطوة (5).



شكل 9-9 ب انعدام جهد الخرج عندما يكون جهد الدخل سالباً



شكل 9-9 ج جهد الخرج عندما يكون جهد الدخل متناوباً.



شكل 9-9 د دائرة مقوّم نصف الموجة للتمرين (9-2 أ)

الاختبار:

1- ما عمل الثنائي بالدائرة؟

2- كيف يمكن حساب أقصى تيار؟

3- قارن بين الموجة المرسومة بواسطة راسم الإشارة عند الدخل والخرج؟

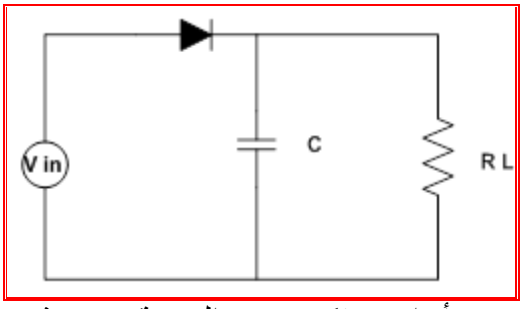
تمرين 9-2 ب بناء دائرة مقوم نصف الموجة مع مرشح سعوي وفحصها

الهدف من التمرين:

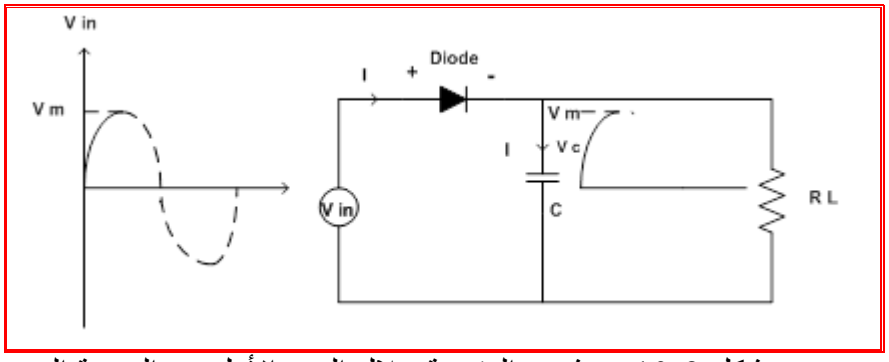
1- دراسة مقوّم نصف الموجة.

2- رسم موجة الجهد الداخلة والخارجة من الدائرة.

إن الدائرة البسيطة لمقوَم نصف الموجة مع مرشح سعوي مبين بالشكل (9-10 أ)، تحتوي على ثنائي، متسعة ، مقاومة فضلاً عن مصدر الكهربائي المتناوب. ويلاحظ من الشكل أن المتسعة مربوطة على خرج الثنائي، وفي النصف الموجب للموجة الداخلة للثنائي (ذي الانحياز الأمامي) يسمح للمتسعة بالشحن، كما موضح بالشكل (9-10 ب).

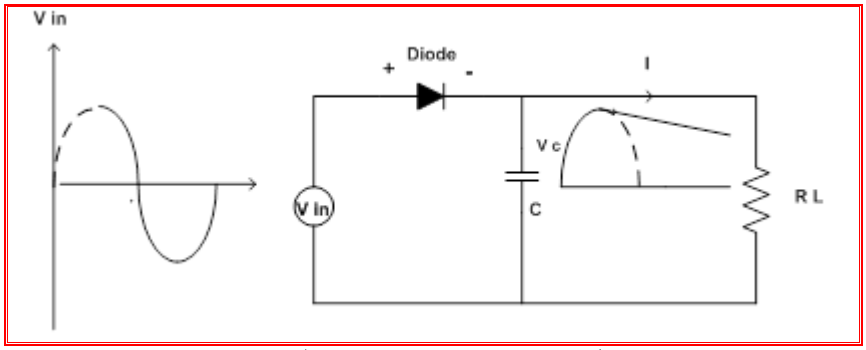


شكل 9-10 أ دائرة مقوَم نصف الموجة مع مرشح سعوي



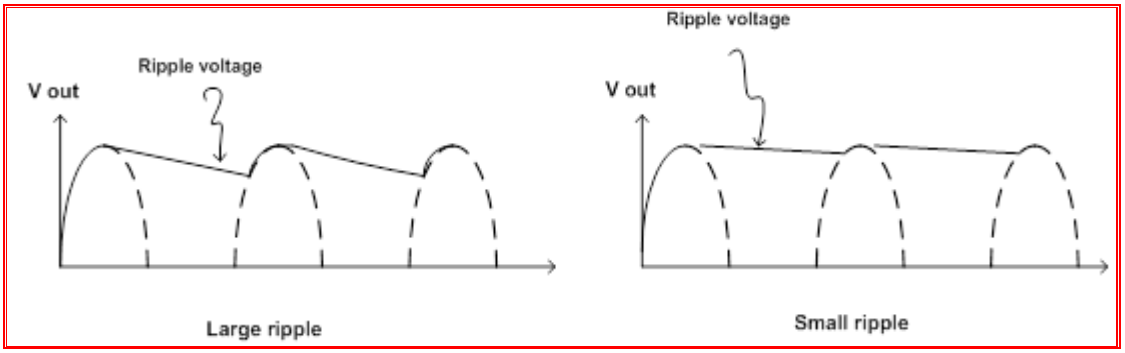
شكل 9-10 ب شحن المتسعة خلال الربع الأول من الموجة الجيبيه

وعندما تنخفض فولتية الدخل أقل من القيمة العظمى (Peak)، فإن المتسعة تعيد شحنتها ليكون الثنائي ذا انحياز عكسي (لأن الكاثود موجب أكبر من الأنود)، كما يلاحظ من الشكل (9-10 ج)، وفي الجزء الباقي تكون المتسعة قد صرفت شحنتها في المقاومة.



شكل 9-10 ج تفريغ شحنة المتسعة

ويظهر من الشكل (9-10 د)، أن الثنائي يعود ليكون ذا انحياز أمامي في الربع الأول من الموجة التالية، إذ إن الفولتية الخارجة من الثنائي ستكون أكبر من فولتية المتسعة مما يسمح للمتسعة بالشحن مجدداً. إن التغير بفولتية المتسعة بسبب الشحن والتفريغ يسمى جهد التموج Ripple Voltage، وهذا التموج غير مرغوب فيه، لذلك يكون أفضل مرشح هو ما ينتج أقل جهد تموج، لاحظ الشكل (9-10هـ).



شكل 9-10 هـ التموج في جهد الخرج

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر تيار متناوب، 2- لوحة توصيل، 3- مقاومة كهربائية 1kΩ، 4- ثنائي (دايود)، 5- مكثف (متسعة) 47µF، 6- جهاز راسم الموجات Oscilloscope

خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-10 أ) مع غلق المصدر الكهربائي (OFF).
2. بعد تدقيق سلامة توصيلات الدائرة، أوصل مصدر الجهد، جاعلاً إياه بحالة ON.
3. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الدخل V_{in}، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية حصلت عليها.
4. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الخرج خلال المقاومة R_L، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية حصلت عليها.

الاختبار:

-1 ما عمل الثنائي بالدائرة؟

-2 قارن شكل الموجة الذي حصلت عليه من الخطوة (4) بموجة الدخل للثنائي؟

-3 ناقش الفرق بين القيمة العظمى للجهد (Peak Voltage) التي حصلت عليها في الخطوتين (3) و(4)؟

-4 كيف يمكن أن يُقلل جهد التموج (Ripple Voltage)؟

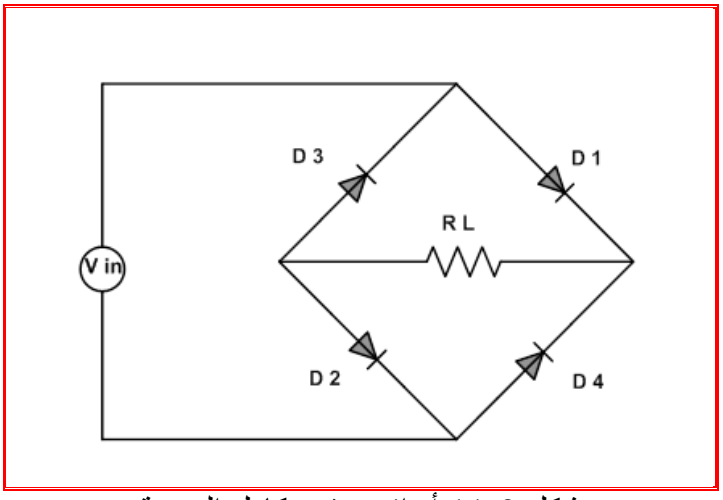
تمرين 9-3 أ بناء دائرة مقوم كامل الموجة

الهدف من التمرين:

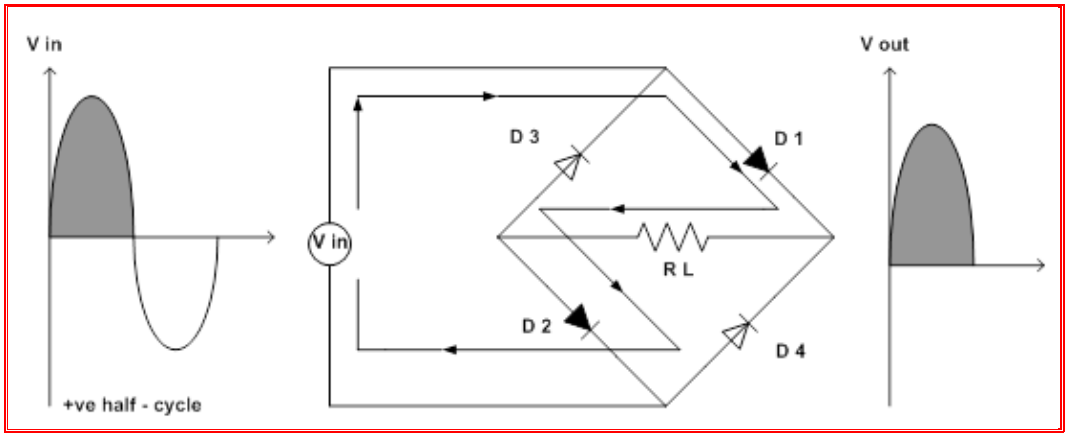
1- التعرف على دائرة مقوم كامل الموجة.

2- ملاحظة شكل موجة الجهد الخارجة.

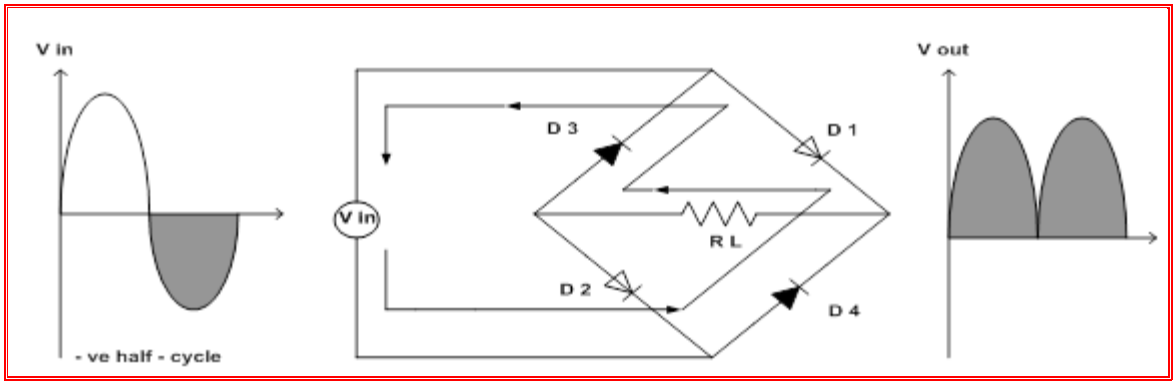
دائرة مقوم كامل الموجة الموضحة بالشكل (9-11 أ) عبارة عن قنطرة مكونة من أربعة دايودات (D1 , D2 , D3 , D4) ، مربوطة بحيث عندما يكون نصف موجة الدخل موجباً، فإن D1 و D2 يكونان بانحياز أمامي ويوصلان التيار بالاتجاه المبين بالشكل (9-11 ب)، ليتولد فرق جهد على مقاومة الحمل R_L مشابهاً لنصف موجة الدخل للدائرة. وفي هذا الوقت يكون D3 وD4 بانحياز عكسي مانعين التيار من المرور خلالهما. وعندما يكون الجهد سالباً فإن D3 وD4 سينحازان للأمام، وD1 وD2 يكونان بانحياز عكسي، وعليه فإن التيار المار خلال مقاومة الحمل سيكون كما في الشكل (9-11 ج).



شكل 9-11 أ دائرة مقوم كامل الموجة



شكل 9-11 ب التيارات المارة بتأثير نصف الموجة الموجب



شكل 9-11 ج التيارات المارة بتأثير نصف الموجة السالب

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر تيار متناوب، 2- لوحة توصيل، 3- مقاومة كهربائية 1kΩ، 4- ثنائي (دايود) عدد/ 4، 5- فولتميتر، 6- جهاز راسم الإشارات Oscilloscope

خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما مبينة بالشكل (9-11 أ) مع التأكد من غلق المصدر الكهربائي (OFF).
2. بعد تدقيق سلامة توصيلات الدائرة، أوصل مصدر الجهد جاعلاً إياه بحالة ON.
3. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الدخل V_{in}، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية (Peak Voltage) حصلت عليها.
4. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الخرج خلال المقاومة R_L، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية (Peak Voltage) حصلت عليها.
5. بواسطة الفولتميتر، اقرأ قيمة الفولتية خلال المقاومة، (V_{av} قيمة معدل الفولتية) وسجلها.
6. اعتمادا على الخطوة (4) أعلاه، احسب قيمة معدل الفولتية V_{av} من المعادلة الآتية:

$$V_{av} = \frac{2Vm}{\pi}$$ ثم قارن القيمة المحسوبة بالقيمة المُقاسة في الخطوة (5).

الاختبار:

-1 ما عمل الدايودات بالدائرة؟

-2 قارن شكل الموجة التي حصلت عليها من الخطوة (4) بموجة الدخل للثنائي؟

-3 ناقش الفرق بين القيمة العظمى للجهد (Peak Voltage) التي حصلت عليها في الخطوتين (3) و(4) إن وجد؟

-4 اذكر فوائد قنطرة توحيد الموجة وعيوبها (دائرة مقوم كامل الموجة)؟

تمرين 9-3 ب بناء دائرة مقوِّم كامل الموجة مع مرشح سعوي وفحصها

الهدف من التمرين: دراسة تأثير المرشح (Filter) في جهد الخرج لقنطرة مقوِّم كامل الموجة.

من التمارين أعلاه، يمكن ملاحظة أن تردد موجة الخرج لمقوِّم كامل الموجة هو ضعف تردد موجة خرج مقوم نصف الموجة. لذلك يفضل مقوم كامل الموجة لترشيح فولتية التموج Ripple Voltage بسبب قصر الزمن بين قمم (Peaks) الموجات الخارجة المتتالية. وكذلك لأن فولتية التموج أقل قيمة عند استعمال مقوم كامل الموجة، عند ربط القيم لمقاومة أنفسها الحمل والمتسعة.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر تيار متناوب، 2- لوحة توصيل، 3- مقاومات كهربائية (1 kΩ ، 82 kΩ ، 11 kΩ)، 4- ثنائي (دايود) عدد/ 4، 5- فولتميتر، 6- جهاز راسم الإشارات Oscilloscope 7- متسعات 100 µF, 47 µF

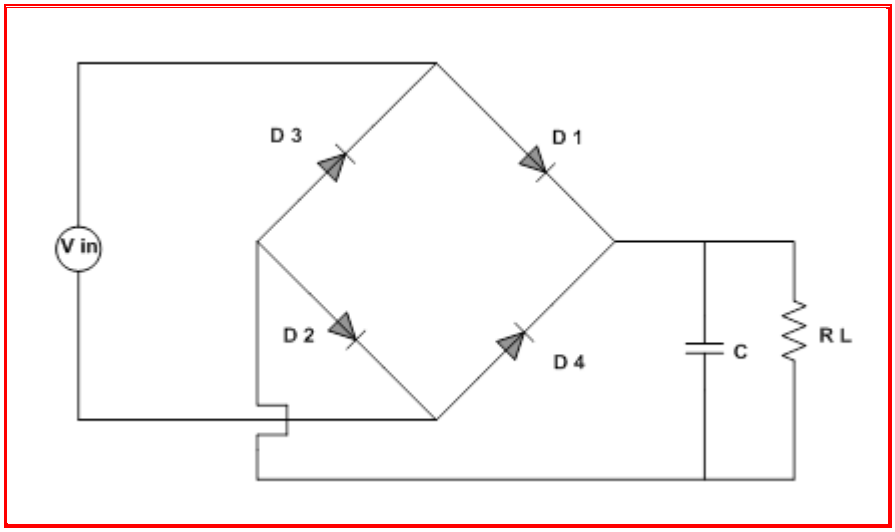
خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-12) معتمداً القيم (R_L = 1 kΩ، C = 47 µF) مع التأكد من أن المصدر الكهربائي في حالة غلق OFF.
2. بعد تدقيق سلامة توصيلات الدائرة، أوصل مصدر الجهد، بحيث يكون بحالة ON.
3. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الدخل V_{in}، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية (Peak Voltage) حصلت عليها.
4. اربط جهاز راسم الإشارة (الموجة) على جهد الخرج خلال المقاومة R_L، وارسم شكل الموجة الذي ظهر على شاشة الجهاز، وسجل قيمة أعلى فولتية (Peak Voltage) حصلت عليها.
5. بواسطة الفولتميتر، قسْ قيمة الفولتية خلال المقاومة، (V_{av} قيمة معدل الفولتية) وسجلها.
6. اعد الخطوات أعلاه للقيم (R_L = 11 kΩ , C = 47 µF).
7. اعد الخطوات أعلاه للقيم (R_L = 82 kΩ , C = 100 µF).
8. قارن شكل الموجة الخارجة وقيم معدل الفولتية V_{av} للحالات الثلاث أعلاه وناقشها.

الاختبار:

1- ناقش تأثير قيم المقاومات في التموج.

2- ناقش لماذا ينخفض التموج لجهد الخرج كلما زادت قيمة المتسعة.



شكل 9-12 دائرة مقوم كامل الموجة مع مرشح

تمرين 9-4: بناء وحدة تغذية (+ 5 فولت / 1ملي أمبير) وفحصها

الهدف من التمرين: دراسة تأثير المرشح (Filter) في جهد الخرج لقنطرة مقوِّم كامل الموجة.

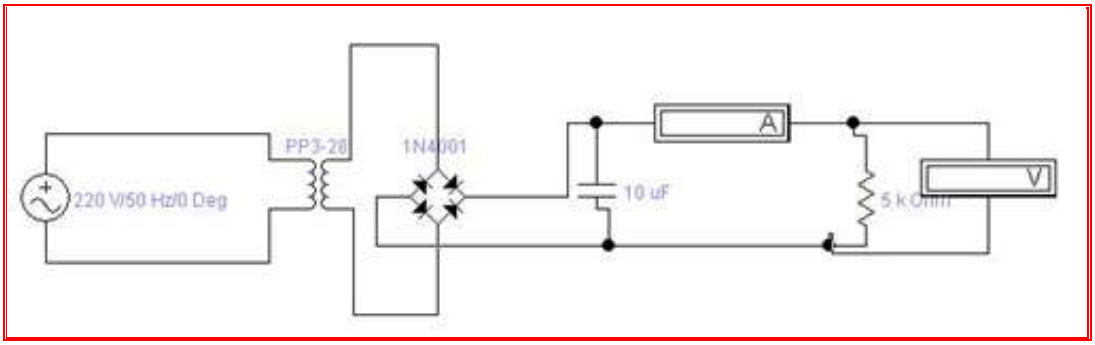
1. بناء الدائرة الإلكترونية المطلوبة لوحدة تغذية 5V/1 mA
2. فحص عمل الدائرة.

إحدى طرائق إنشاء وحدة تغذية للجهد المستمر تعتمد على قنطرة الثنائيات، كما موضح بالشكل (9-13) التي تشتمل على:

1. مصدر جهد تغذية متناوب 220 V.

2. محول فولتية من 220 V إلى 7V (مأخوذ بالحسبان انخفاض الفولتية عملياً عند مرورها بالدايودات، لكل دايود مصنع من مادة السليكون 0.7 V).

3. دائرة قنطرة مكونة من أربعة دايودات سليكونية، ومتسعة للتنعيم، ومقاومة لتحديد قيمة التيار المطلوب.



شكل 9-13 دائرة مغذية جهد مستمر 5V/1 mA

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر جهد متناوب 220 V، 2- أسلاك توصيل، 3- مقاومة 5 kΩ، 4 - محولة فولتية 220 V / 7 V ، 5- فولتميتر، 6- أميتر، 7- متسعة 10 µF.

خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما موضح بالشكل (9-13)، متأكداً من فصل الدائرة عن التغذية خلال الربط.
2. تأكد من دقة الربط وأوصل جهد التغذية.
3. سجل قراءة الفولتميتر والأميتر.

الاختبار:

1. غير مقدار المقاومة المستعملة ولاحظ التغير بالتيار والفولتية؟
2. يمكن الحصول على النتيجة نفسها عن طريق الاستعاضة بمجموعة مقاومات بدل محولة الجهد، وضح ذلك؟
3. يمكن الحصول على النتيجة نفسها عن طريق استعمال دايود عدد/ 2، وضح ذلك؟

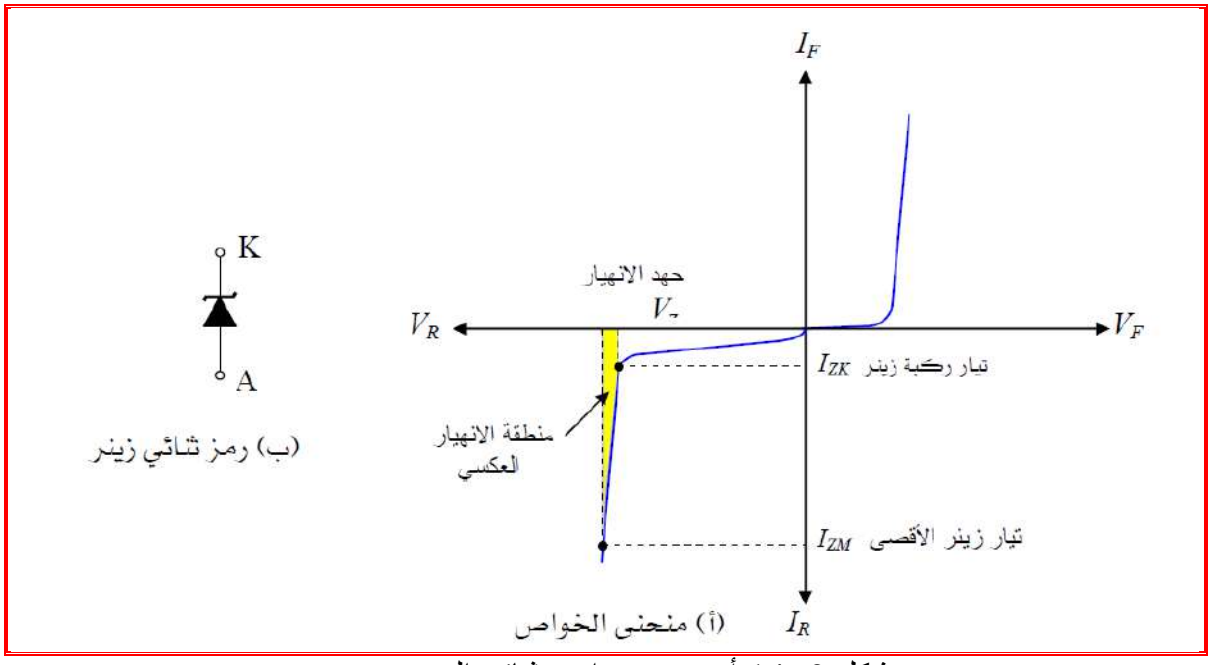
تمرين 9-5 التعرف على خواص ثنائي الزنر وفحصه

الهدف من التمرين:

1- التعرف على الانحياز الأمامي والعكسي لثنائي الزنر.
2- رسم منحنى خواص ثنائي الزنر.
3- إيجاد قيمة جهد الزنر من منحنى الخواص.

ثنائي الزنر عبارة عن ثنائي مصنع من السليكون مصمم للعمل في منطقة الانحياز العكسي، إذ يتم التحكم في قيمة جهد الانحياز عن طريق التحكم في أثناء التصنيع وتحويل السليكون إلى نوع N أو نوع P، وهو متوفر بقدرة قد تصل إلى 100 W وبجهود تتراوح من 18 V إلى 200 V. الشكل (9- 14 أ) يوضح منحنى خواص ثنائي الزنر، إذ يلاحظ أن هذا الثنائي يمتلك خواص الثنائي الاعتيادي أنفسها في حالة الانحياز الأمامي، لكن في حالة الانحياز العكسي تكون قيمة التيار صغيرة جداً للجهود الأقل من جهد الانهيار (ويسمى جهد الزنر Vz). وعند الوصول إلى جهد الزنر يلاحظ زيادة التيار بسرعة من دون زيادة ملحوظة بالجهد، مما يشجع على استعمال هذا النوع من الثنائيات في تنظيم الجهد.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر جهد مستمر، 2- لوحة توصيل، 3- مقاومة متغيرة (1 ، 4.7 ، 10 kΩ)، 4- ثنائي الزنر 6.2 V/ 1W، 5- فولتميتر، 6- مقاومة 220 Ω، 7- أميتر

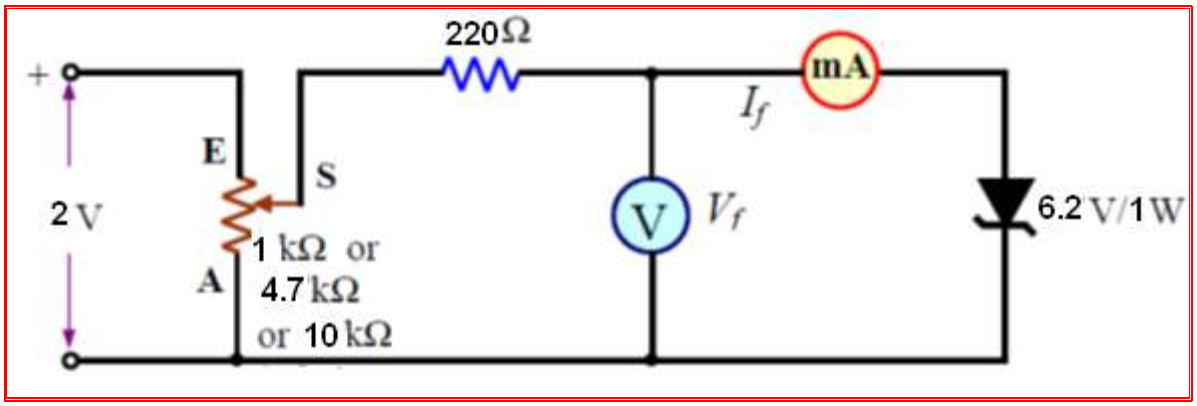


شكل 9- 14 أ منحنى خواص ثنائي الزنر ورمزه

خطوات العمل:

أولاً: الانحياز الأمامي

1- قُمْ ببناء الدائرة وربطها كما في الشكل (9-14 ب) وتأكد من أن المصدر بحالة OFF.



شكل 9-14 ب دائرة التمرين (9-5) انحياز أمامي

2- اضبط مصدر الجهد المستمر على 2V، ثم أوصله على دخل الدائرة.

3- في ضوء قيم جهد الانحياز الأمامي V_f المثبتة بالجدول (9-14 أ) اقرأ تيار الانحياز الأمامي I_f وسجله عند كل قيمة للجهد V_f المبينة في الجدول، بواسطة الأميتر.

جدول 9-14 أ قراءات التمرين (9-5) الانحياز الأمامي

V_f	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	V
I_f									mA

ثانياً: الانحياز العكسي

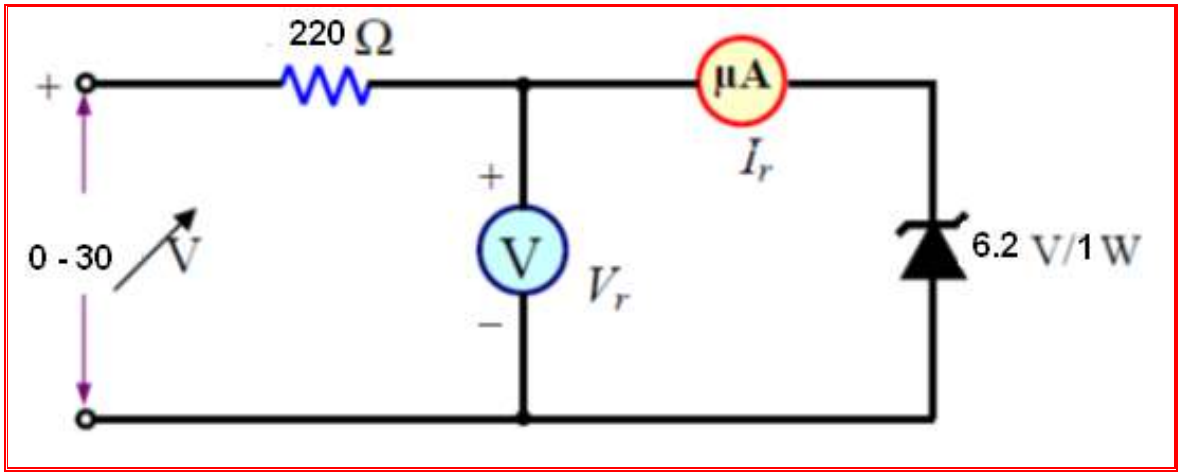
1- قم ببناء الدائرة وربطها كما في الشكل (9-14 ج)، وتأكد من أن المصدر بحالة OFF.

2- اضبط مصدر الجهد المستمر على 2 V، ثم أوصله على دخل الدائرة.

3- في ضوء قيم جهد الانحياز العكسي V_r المثبتة بالجدول (9-14ب) اقرأ تيار الانحياز العكسي Ir وسجله عند كل قيمة للجهد V_r المبينة في الجدول، بواسطة الأميتر.

جدول 9-14 ب قراءات التمرين (9-5) الانحياز العكسي

V_r	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	V
I_r											µA



شكل 9-14 ج دائرة التمرين (9-5) الانحياز العكسي

الاختبار:

1- من قيم الجدولين، ارسم منحنى خواص الثنائي على ورقة بيانية، ثم قارن بين الخواص التي حصلت عليها وتلك الموجودة بالشكل (9-14 أ)؟

2- من منحنى الخواص الذي حصلت عليه، أوجد جهد الزنر Vz ؟

تمرين 9-6 بناء دائرة تنظيم الجهد بواسطة ثنائي الزنر

الهدف من التمرين:

1- بناء دائرة تنظيم الجهد بواسطة ثنائي الزنر.

2- تثبيت قيمة فرق الجهد على طرفي الحمل عند تغير:

- قيمة مقاومة الحمل.
- قيمة جهد الدخل المستمر.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- مصدر جهد مستمر، 2- لوحة توصيل، 3- مقاومات متغيرة (220 Ω ، 10 kΩ، 4- ثنائي الزنر 6.2 V/ 1W، 5- فولتميتر، 6- أميتر

خطوات العمل:

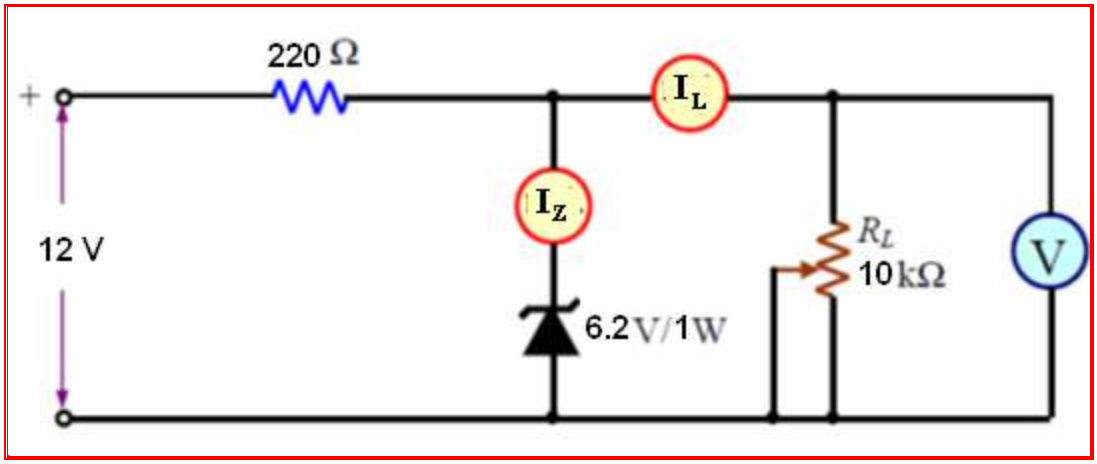
أولاً: منظم الزنر مع تغير الحمل

1- قم ببناء الدائرة وربطها كما في الشكل (9-15 أ)، وتأكد من أن المصدر بحالة OFF.

2- اضبط مصدر الجهد المستمر على 12V ثم أوصله على دخل الدائرة.

3- هيء الجدول (9-15 أ) محدداً قيم مقاومة الحمل R_L عليه كما مبينة.

4- لكل قيمة من قيم مقاومة الحمل R_L المثبتة بالجدول اقرأ تيار الزنر Iz وتيار الحمل I_L وفرق الجهد على المقاومة V_L وسجلها في الجدول.



شكل 9-15 أ دائرة منظم الزنر مع تغير الحمل

جدول 9-15 أ قراءات التمرين (9-6) منظم الزنر مع تغير الحمل

R_L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	kΩ
I_L											mA
I_z											mA
V_L											V

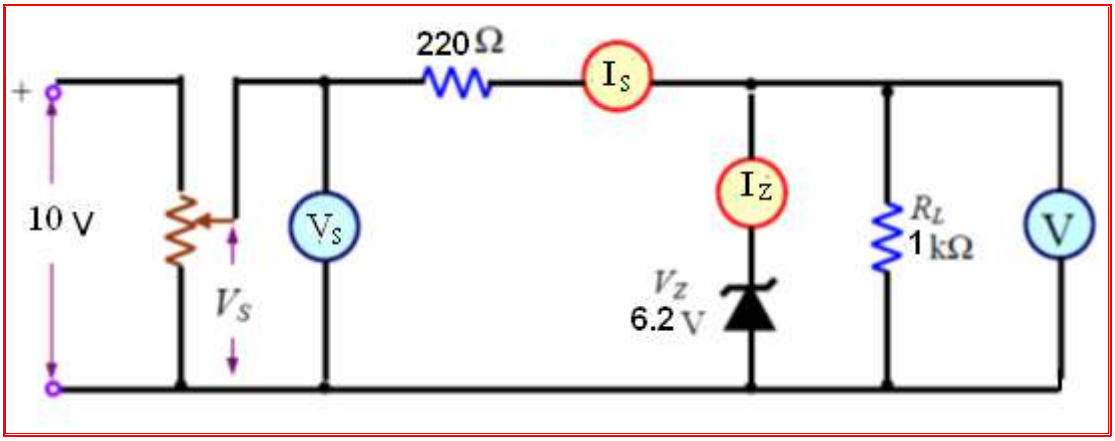
ثانياً: منظم الزنر مع تغير جهد الدخل

1- قم ببناء الدائرة وربطها كما في الشكل (9-15 ب)، وتأكد من أن المصدر بحالة OFF.

2- اضبط مصدر الجهد المستمر على 10V ثم أوصله على دخل الدائرة.

3- هيء الجدول (9-15 ب) محدداً قيم جهد المصدر Vs عليه كما مبينة.

4- لكل قيمة من قيم جهد المصدر Vs المثبتة بالجدول اقرأ تيار الزنر Iz وتيار I_s وفرق الجهد على المقاومة V_L وسجلها في الجدول.



شكل 9-15ب دائرة منظم الزنر مع تغير جهد الدخل

جدول 9-15 ب قراءات التمرين (9-6) منظم الزنر مع تغير جهد الدخل

Vs	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	V
I_s										mA
I_z										mA
V_L										V

الاختبار:

1- لمنظم الزنر مع تغير الحمل:

- ارسم العلاقة بين جهد الحمل V_L والمقاومة R_L على ورقة رسم بيانية، وناقش الرسم الناتج؟
- ناقش النتائج التي حصلت عليها في الجدول (9-15 أ)؟

2- لمنظم الزنر مع تغير جهد الدخل:

- ارسم العلاقة بين جهد الحمل V_L والجهد Vs على ورقة رسم بيانية، وناقش الرسم الناتج؟
- ناقش النتائج التي حصلت عليها في الجدول (9-15 ب)؟

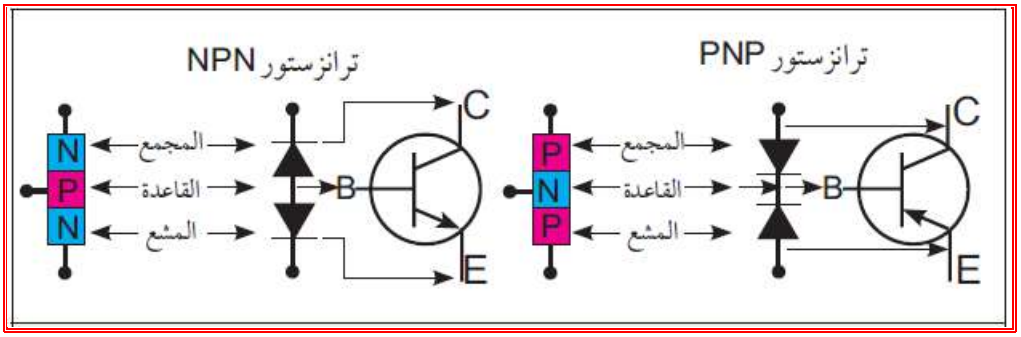
تمرين 9-7 تحديد اطراف الترانزستور وفحصه

الهدف من التمرين:

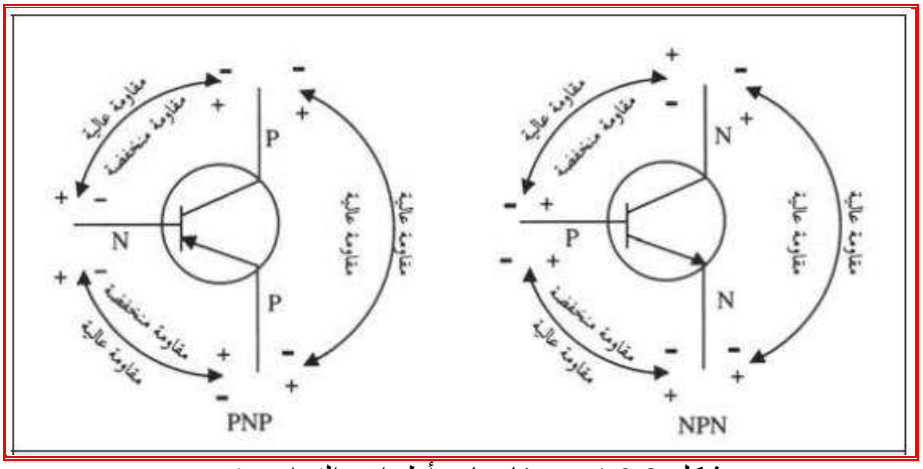
تحديد أطراف الترانزستور، وفحص صلاح الترانزستور.

الترانزستور عبارة عن بلورة من نوع NPN أو PNP، إذ تمتلك مناطق N إلكترونات حزمة التوصيل بأعداد كبيرة، في حين تمتلك مناطق p فجوات كبيرة. وللترانزستور وصلتان، إحداهما بين الباعث والقاعدة، والأخرى بين القاعدة والجامع، لذلك فالترانزستور عبارة عن ثنائيين، كما يبين الشكل (9-16 أ) ذلك، ويمكن أن يتعرض الترانزستور للتلف بسبب ارتفاع درجة الحرارة، أو التيار المار، أو الجهد المسلط وغيرها من العوامل، فقد تكون إحدى وصلتي الترانزستور مفتوحة الدائرة أو مقصورة Short. وأحياناً يكون كامل الترانزستور دائرة قصر أو ذا مقاومة واطئة. وهنالك مجموعة طرائق يمكن اعتمادها لفحص صلاح الترانزستور من عدمها، منها طريقة الفحص بواسطة جهاز الأوميتر.

إن فحص الترانزستور بجهاز الأوميتر يعتمد على اختلاف مقاومة الثنائي المكافئ له (لأن الترانزستور عبارة عن ثنائيين) عند الانحياز الأمامي والعكسي، وكذلك بالاعتماد على هذه الخاصية يمكن تحديد أطراف الترانزستور بالأوميتر. ويوضح الشكل (9-16 ب) كيفية استعمال الأوميتر لقياس المقاومات بين أطراف الترانزستور الصالح، لأن وجود الاختلاف في هذه المقاومات سيكون دليلاً على تلفه.



شكل 9-16 أ رمز الترانزستور والثنائي المكافئ



شكل 9-16 ب مقاومات أطراف الترانزستور

المواد والعُدد المطلوبة: 1- جهاز أوميتر ، 2- مجموعة ترانزستورات مختلفة الأنواع والأشكال

خطوات العمل:

- خذ ترانزستوراً من نوع NPN
- رقم أطراف الترانزستور
- خطط جدولاً كما هو الجدول (9-16)
- باستعمال الأوميتر قسِ المقاومة بين اطراف الترانزستور، وثبت المقاومات في الجدول.

جدول 9-16 مقاومات الترانزستور

الطرف 1	الطرف 2	الطرف3	نتيجة الفحص
+	-		مقاومة عالية
-	+		مقاومة منخفضة
+		-	مقاومة عالية
-		+	مقاومة عالية
	+	-	مقاومة منخفضة
	-	+	مقاومة عالية

- من الجدول الطرف الذي يعطي مقاومة منخفضة مع كل من الطرفين الآخرين هو القاعدة Base، وفي المثال هو رقم 2.
- من الجدول فإن القياس بين الطرف الأوسط 2 والأطراف 3، 1 تكون قيمة المقاومة ضعيفة عندما يكون الطرف الموجب له، وهذا يدل على أن القاعدة هي شريحة موجبة P وإن الشريحتين على الأطراف هما سالبتان، ونستنتج أن الترانزستور من نوع NPN.

الاختبار:

بواسطة الأوميتر، هل يمكن التمييز بين:

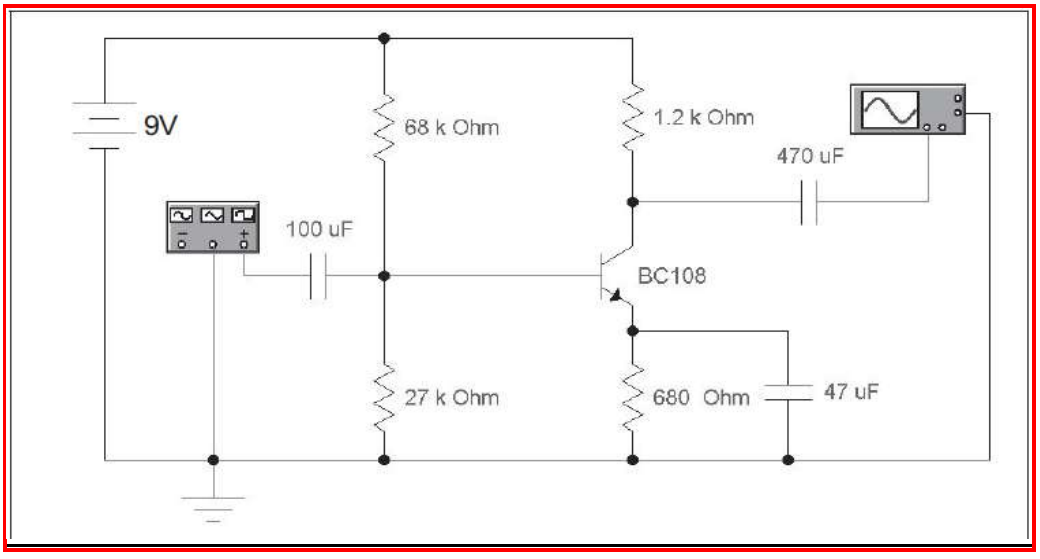
- باعث الترانزستور ومجمعه.
- أنواع الترانزستورات NPN و PNP
- الترانزستورات المصنوعة من السليكون وتلك المصنوعة من الجرمانيوم.

تمرين 9-8 بناء دائرة تكبير جهد باستعمال الترانزستور

الهدف من التمرين:

1- بناء دائرة مضخم من مرحلة واحدة، 2- حساب معامل التضخيم للجهد والتيار، 3- التحقق من خصائص دائرة التضخيم.

من خواص دائرة مضخم الباعث المشترك الأساسية، إن لها ممانعة دخل وخرج متوسطة مع معامل تضخيم جيد للجهد والتيار. والشكل (9-17) يبين هذه الدائرة وفيها يعمل الترانزستور كمكبر للتيار والجهد في توصيلة الباعث المشترك. وتعمل مقاومة الباعث R_E التي تسمى أحياناً مقاومة التوازن على استقرار نقطة التشغيل Q-Point ضد تغير درجة الحرارة. المكثف المربوط على الباعث هو مكثف إمرار Bypass Capacitor يزيد من كسب الجهد ويحد من تأثير المقاومة R_E ، أما المكثفات الموصولة على القاعدة والمجمع فإنها تسمح بمرور الإشارة المتناوبة وتمنع مرور التيار المستمر.



شكل 9-17 دائرة مضخم الباعث المشترك الأساسية

المواد والعُدد المطلوبة: 1- راسم إشارة ذو قناتين، 2- مصدر فولتية مستقر 0-30 V / 1 A، 3- مولد إشارة، 4- مقاومة متغيرة 50 kΩ، 5- لوحة توصيل، 6- ترانزستور (140 , 161 , 108) BC، 7-مكثفات بالسعات µF (3 × 10 , 470 , 2×100)، 8- المقاومات الآتية:

(10, 68, 1.2, 27, 680, 1 No. two, 15 No. two, 22, 620, 4.7) kΩ

خطوات العمل:

1. قم ببناء الدائرة وربطها كما في الشكل (9-17)، وتأكد من أن المصدر بحالة OFF.
2. اضبط مصدر الجهد المستمر على 9 V ثم أوصله على دخل الدائرة.
3. اضبط مولد الإشارة على موجة جيبيه ذات سعة 10 mV وتردد 1 kHz وأوصله إلى دخل الدائرة.
4. اربط راسم الإشارة بحيث تكون القناة الأولى على دخل الدائرة والقناة الثانية على خرج الدائرة.
5. ارسم الإشارة على القناتين، ولاحظ الفرق بينهما.
6. احسب فولتية الخرج، ثم احسب معامل كسب الجهد.
7. غيَر التردد من 1 kHz إلى 10 MHz
8. غيَر جهد التغذية Vcc حتى يكون 4 V ولاحظ ماذا يحدث عند التغير؟
9. ارجع جهد التغذية إلى 9 V.
10. استبدل المقاومة 27 kΩ بمقاومة متغيرة 50 kΩ ثم غيَر قيمة المقاومة تصغيراً وتكبيراً، ولاحظ ماذا يحدث وعلله؟

الاختبار:

1- كم يبلغ فرق الطور بين موجتي الدخل والخرج؟
2- ماذا يحدث لو تمت إزالة مكثف الإمرار أو تم استبداله بدائرة قصر؟
3- لماذا تشوهت موجة الخرج عند تصغير جهد التغذية ؟
4- ما تأثير تغير التردد على الدائرة؟

تمرين 9-9 تحديد أطراف الثايرستور وفحصه

الهدف من التمرين:

1- تحديد أطراف الثايرستور، 2- فحص صلاح الثايرستور.

كما معلوم أن للثايرستور ثلاثة أطراف هي الأنود (المصعد) Anode، الكاثود (المهبط) Cathode والبوابة Gate. وقد تكون المقاومة بين البوابة والكاثود قليلة بالاتجاهين، مما يجعل عملية التمييز بين البوابة والكاثود غير ممكنة من دون الرجوع إلى المواصفات الفنية للثايرستور المقدمة من الشركات المصنعة. وقد تقوم بعض الشركات بجعل بوابة الثايرستور مميزة عن طرفيه الآخرين، كما أن عطب الثايرستور قد يكون نتيجة لاحتمالين هما:

1. أن الثايرستور يمثل دائرة قصر Short، وعندها تكون المقاومة منخفضة بين الأنود والكاثود بالاتجاهين.
2. كون الثايرستور يمثل دائرة مفتوحة Open، وعندها تكون المقاومة عالية جداً بين الأنود والكاثود بالاتجاهين.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- جهاز أفوميتر Multimeter ، 2- مصدر كهربائي، 3- مفتاح عدد/ 2، 4- مقاومة عدد/ 2، 5- مصباح، 6- مجموعة ثايرستور

خطوات العمل:

أولاً: تحديد اطراف الثايرستور

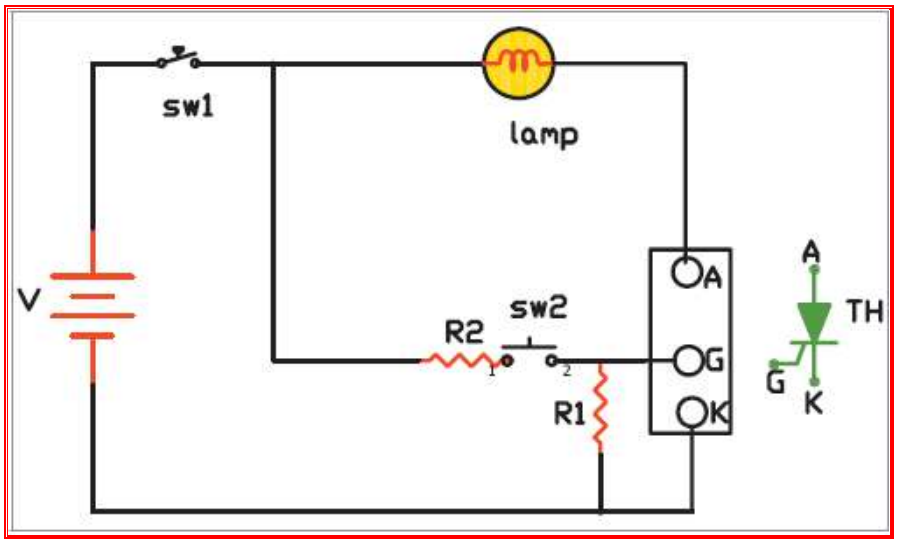
1. يوضع جهاز الفحص (أفوميتر) على موقع فحص الثنائي.
2. ترقم أطراف الثايرستور (1 ، 2 ،3)
3. توصل أطراف جهاز الفحص لكل طرفين من أطراف الثايرستور، وتدون قيم المقاومات التي يتم قراءتها.
4. إبدال توصيل أطراف جهاز الفحص مع أطراف الثايرستور لحين الحصول على أقل قراءة منخفضة. هذه القراءة تدل على أن طرف الجهاز الموجب مربوطاً ببوابة الثايرستور، وطرف الجهاز السالب يكون مربوط مع كاثود الثايرستور.
5. بعد أن تم تحديد بوابة وكاثود الثايرستور، فإن الطرف الباقي هو أنود الثايرستور.

ثانياً: فحص الثايرستور

1. اربط الدائرة كما مبينة بالشكل (9-18)، متأكداً من عدم إيصال الجهد الكهربائي.
2. دقق سلامة ربط الدائرة، ثم أوصل الجهد الكهربائي.
3. أوصل المفتاح sw1 ولاحظ إذا أضاء المصباح، فهو دليل على وجود قصر Short في الثايرستور.
4. اذا لم تتحقق إضاءة المصباح في الخطوة (3)، اضغط على المفتاح sw2 ولاحظ:

أ- إضاءة المصباح تدل على صلاح الثايرستور.

ب- عدم إضاءة المصباح تدل على عطب الثايرستور (دائرة مفتوحة).



شكل 9-18 دائرة فحص الثايرستور

الاختبار:

1. كيف يمكن فحص الثايرستور بواسطة جهاز قياس المقاومة (الأوميتر)؟ وضح ذلك عملياً.
2. من مراجعتكم للمواصفات الفنية للثايرستور، قارن بين مواصفات عدة شركات مصنعة. ثم ثبت في دفتر ملاحظاتكم هذه المواصفات؟

تمرين 9-10 بناء دائرة قدح الثايرستور وإطفاؤه

الهدف من التمرين:

1. بناء دائرة الدائرة الإلكترونية لإشعال الثايرستور وإطفاؤه.
2. تشغيل الدائرة وملاحظة عمل الثايرستور كمفتاح ON-OFF.

من الاستعمالات الأساسية للثايرستور إنه يستعمل كمفتاح ON-OFF، ويكون الثايرستور SCR بحالة وصل عندما يكون آنوده A بجهد موجب أكبر من كاثوده K. وعند كون فولتية بوابة الثايرستور G موجبة أكبر من الكاثود، فإن الثايرستور SCR سيكون في حالة إشعال (Turn-On)، أي تكون دائرة مغلقة ليمر التيار خلاله. لكن عندما تكون فولتية البوابة سالبة ومساوية أو أكبر من فولتية الكاثود فإن الثايرستور يستمر بالعمل كموصل، ليستمر مرور التيار من خلاله، ويكون الثايرستور دائرة مفتوحة أي في حالة إطفاء Turn-Off عندما ينخفض التيار المار خلاله عن قيمة تيار المسك Holding Current.

المواد والعُدد المطلوبة: 1- فولتميتر ، 2- مصدر جهد ثابت 12 V، 3- مفتاح عدد/ 2، 4- مقاومة عدد/ 3 بقدرة 0.5 W ، 100 Ω, 10 kΩ, 22 kΩ، 5- لوحة توصيل ، 6- ثايرستور SCR C106Y1 أو ما يكافئه.

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-19)، مع التأكد من عدم إيصالها بمصدر الجهد.

2- تأكد من صحة الربط واجعل المفتاحين S2, S1 كما في الشكل وأوصل مصدر الجهد للدائرة.

3- ارسم جدول القراءات الآتي:

موضع المفتاح S1	موضع المفتاح S2	V_G	V_A	حالة SCR (on or off)
A	A			
B	A			
A	A			
A	B			
A	A			

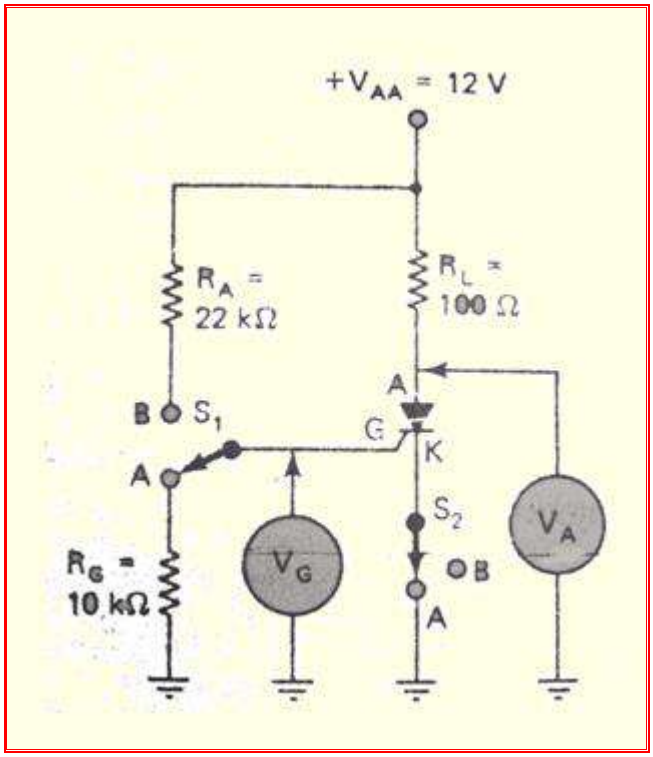
4- في السطر الأول من الجدول سجل قيم V_G و V_A .

5- غيَر المفتاحِ S1 إلى الموقع B، وسجل القراءات في السطر الثاني من الجدول.

6- غيَر المفتاح S1 إلى الموقع A، وسجل القراءات في السطر الثالث من الجدول.

7- غيَر المفتاح S2 إلى الموقع A، وسجل القراءات في السطر الرابع من الجدول.

8- غيَر المفتاح S2 إلى الموقع B، وسجل القراءات في السطر الخامس من الجدول.



شكل 9-19 دائرة إشعال الثايرستور وإطفائه

الاختبار:

بعد أخذ القراءات وإكمال الجدول، أكمل الفراغات الآتية:

أ- قبل الإشعال فرق الجهد بين الأنود والأرضي للـ SCR يساوي .....

ب- عندما أصبحت البوابة أكبر .....، الثايرستور صار في حالة إشعال وقيمة I_{AK} تساوي.....

ت- لحظة إشعال الثايرستور، البوابة.....، والتيار المار خلال الثايرستور هو.....

ث- عندما يكون الثايرستور بحالة توصيل، فإن الفولتية من الأنود للأرضي تساوي.....

ج- الثايرستور يمكن.....من خلال تقليل التيار المار خلاله لقيمة أقل من.....

تمرين 9-11 بناء دائرة حماية من ارتفاع الجهد بواسطة الثايرستور.

الهدف من التمرين:

1- بناء دائرة حماية الحمل باستعمال الثايرستور SCR.

2- فحص الدائرة وتطبيقها.

تتعرض بعض المكونات الإلكترونية كالدوائر المتكاملة للتلف عند ارتفاع الجهد عليها لقيمة أكبر من الجهد التصميمي، مما يتطلب ربطها لدوائر حماية من ارتفاع الجهد. والشكل (9-20) يمثل إحدى هذه الدوائر، إذ يعمل الثايرستور عند ارتفاع الجهد مما يؤدي إلى تجزئة التيار المار خلال المقاومة R_L . كما تعمل المقاومات المبينة بالدائرة R_z،R_G ، R_s كمحددات للتيار لحماية الزنر والثايرستور. إذ إن الزنر سيثبت جهد خرج مرجعياً، في حين تعمل المتسعة C_z على تأخير ارتفاع الفولتية على بوابة الثايرستور عندما يكون المصدر بحالة تشغيل Turn On وذلك لمنع عملية قدح الثايرستور غير المرغوب فيها. وبما أن الدايودات D2، D1 لها هبوط جهد مقداره 1.4 V والمفتاح S1 مربوط على التوازي مع الدايودات لتمثيل ظروف ارتفاع الجهد، فعند غلق المفتاح S1 لحظياً، فإن فولتية دائرة الحماية تزداد، وكنتيجة لهذه الزيادة يسحب الزنر تياراً أكبر مسبباً إشعال الثايرستور، ليمر أغلب تيار الدائرة خلال الثايرستور بدل المقاومة R_L. أما المفتاح S2 فيستعمل لإعادة ضبط قيمة الجهد خلال المقاومة R_L بعد تجاوز ظروف ارتفاع الجهد.

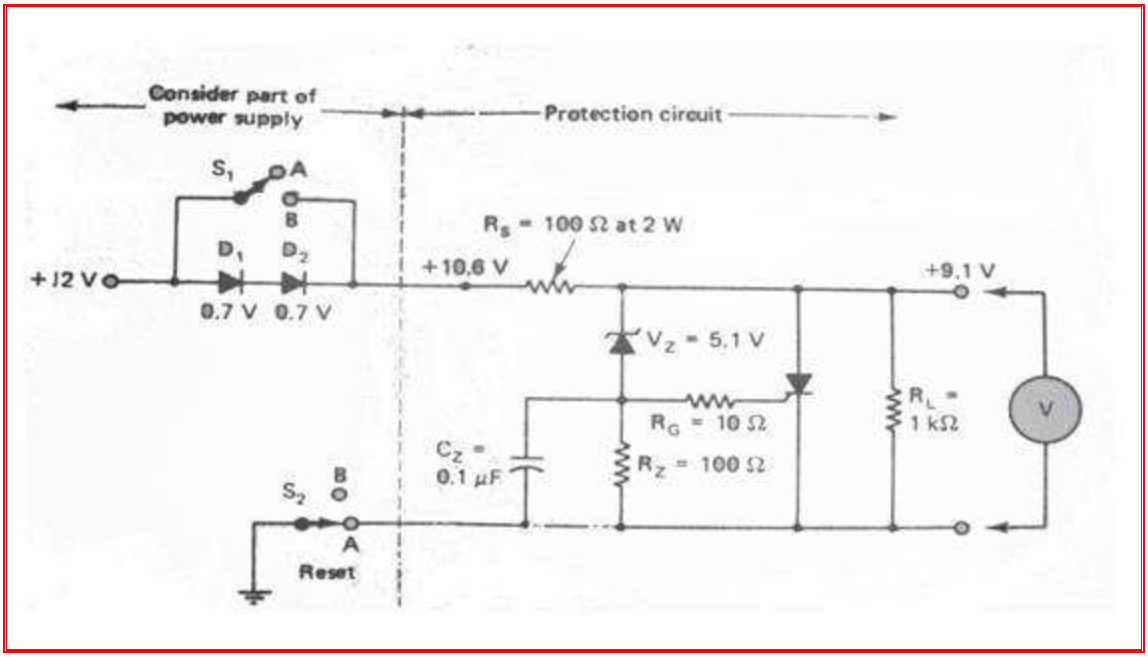
المواد والعُدد المطلوبة:

1-مصدر جهد متغير 0 - 20 V، 2- فولتميتر، 3- زنر 1N5231 5.1V، 4- ثايرستور MCR106-عدد/ 2، 5- دايود 1N4001عدد/ 2، 6- المقاومات الآتية (0.5 W , R_G= 10Ω، 2 W , R_s= 100Ω، o.5 W , R_L= 1Ω) ، 7- المتسعة C_z = 0.1 µF عند 12V dc، 8- مفتاح عدد/ 2، 8- لوحة توصيل.

خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما موضحة بالشكل (9-20)، وبعد التأكد من الربط أوصل مصدر الجهد.
2. اربط الفولتميتر على المقاومة R_L سيقرأ 9V+ وإذا لم يكن كذلك تأكد من أن المفتاح S1 بالموضع A وبعدها افتح واغلق المفتاح S2 لحظياً. إذا استمر الثايرستور بالتوصيل فإن المصدر 12V+ سيحتاج إلى تنظيم لقيمة أقل.

3. لحظياً حرك المفتاح S1 للموضع B ثم أعده إلى الموضع A.
4. اقرأ الفولتية خلال المقاومة R_L وسجل قيمتها (V_L =).
5. لحظياً حرك المفتاح S2 إلى الموضع B ثم أعده للموضع A (هنا تم إطفاء الثايرستور وإعادة كامل التيار للمقاومة R_L) اقرأ الفولتية خلال المقاومة R_L وسجل قيمتها (V_L =).
6. كرر الخطوات من 3 إلى 5 لأكثر من مرة حتى يتضح لك عمل الدائرة.



شكل 9-20 دائرة حماية من ارتفاع الجهد بوساطة الثايرستور

الاختبار:

1- إملأ الفرغات الآتية:

- دائرة الحماية من ارتفاع الجهد تستعمل لحماية ..... من ارتفاع الجهد.
- عند ارتفاع الجهد سيكون الثايرستور في حالة توصيل مانعاً مرور تيار عالٍ خلال .....، لأن أغلب التيار سيمر من خلال.....

2- ما فائدة الدايودات في الدائرة؟

3- لماذا استعمل الزنر في دائرة الحماية؟

4- في الشكل (9-20) ما أجزاء دائرة السيطرة؟

تمرين 9-12 بناء دائرة تقويم نصف الموجة باستعمال الثايرستور، وتحديد أثر ضبط قيمة مجزئ الجهد في التحكم بتيار البوابة وزاوية قدح الثايرستور

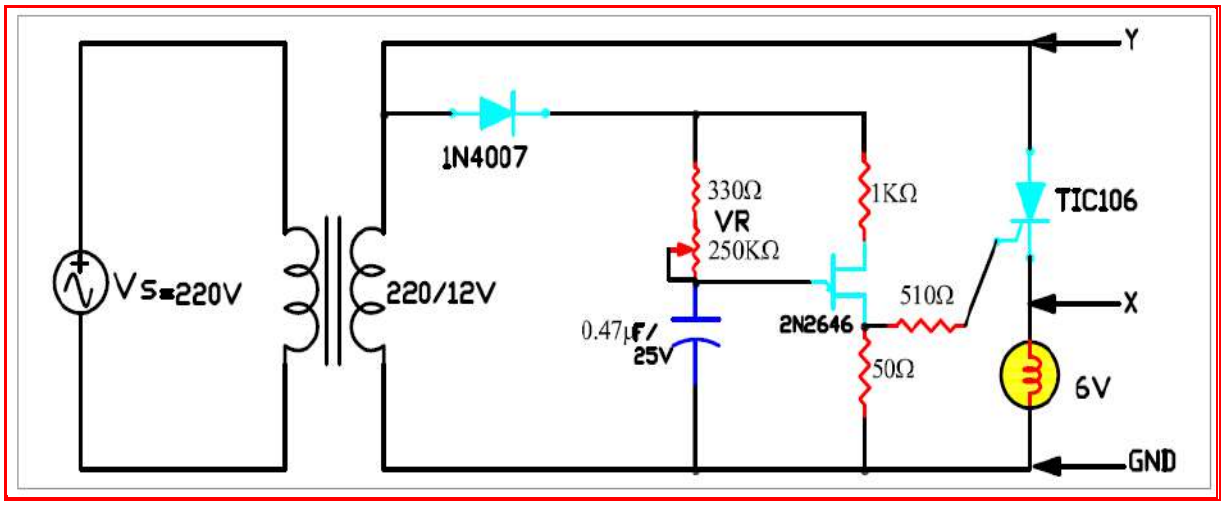
الهدف من التمرين:

1- بناء دائرة مقوم نصف الموجة المسيطر، 2- التأكد من عمل الدائرة، 3- بيان أثر قيمة مجزئ الجهد في تيار البوابة، وزاوية قدح الثايرستور.

في دائرة مقوم نصف الموجة المسيطر، الموضحة بالشكل (9-21) يعمل الثايرستور على تمرير النصف الموجب من موجة المصدر أو جزء منها، اعتماداً على قيمة زاوية قدح الثايرستور. وسيتناسب متوسط الجهد (Va) على الحمل مع مقدار زاوية القدح للثايرستور، ويمكن حسابه من العلاقة الآتية:

$$Va = \frac{V_{max}}{2\pi} (\cos\alpha + \cos\beta) \quad \text{.....} \quad 9\text{-}1$$

إذ إن: V_{max} هي القيمة العظمى لمصدر الجهد المتناوب، α هي زاوية قدح الثايرستور، وβ هي زاوية إطفاء الثايرستور (وتساوي صفراً).



شكل 9-21 دائرة تقويم نصف الموجة

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مصدر جهد متناوب 220 V، 2- محولة 220/12 V، 3- راسم إشارة ذو قناتين، 4- متسعة، 5- مقاومة متغيرة 250 kΩ، 6- مقاومات 50 Ω, 330 Ω, 510 Ω, 1 kΩ، 7- دايود 1N4007، 8- ثايرستور 2N2646 ، 9- مصباح 6V، 10- فولتميتر.

خطوات العمل:

1. اربط الدائرة كما مبين بالشكل (9-21)، وتأكد من عدم إيصال المصدر لها.
2. اربط راسم الإشارة القناة الأولى للنقطة X، والقناة الثانية للنقطة Y.
3. دقق الربط للدائرة أولاً، ثم أوصل الجهد الكهربائي.
4. لاحظ شكل موجة الدخل على القناة الثانية، وشكل الإشارة على طرفي المصباح من القناة الأولى، وكذلك شدة إضاءة المصباح.
5. غيَر قيمة المقاومة المتغيرة من الأدنى إلى الأعلى، ولاحظ ما يحدث لشدة إضاءة المصباح وشكل الإشارة على القناة الأولى، وسجل ذلك في سجل ملاحظاتك.
6. غيَر قيمة المقاومة المتغيرة بحيث تظهر الإشارة على القناة الأولى للراسم بتأخر مقداره 45°، ثم اقرأ الجهد على طرفي المصباح.
7. احسب الجهد على طرفي المصباح باعتماد العلاقة (9-1)، ثم قارن بين القيمة المحسوبة والقيمة التي حصلت عليها في الخطوة (6).

الاختبار:

-1 ناقش النتائج التي حصلت عليها في الخطوات السابقة؟

-2 ماذا يحصل لو أعدت الخطوة (6) للزوايا (90, 60, 30)° ؟

-3 ما وظيفة المقاومة المتغيرة في الدائرة أعلاه؟

-4 ما دور الثايرستور في الدائرة؟ وضح عمله.

تمرين 9-13 دراسة عمل دائرة إلكترونية بسيطة لجهاز مكيف هواء وتتبع أعطاله المحتملة.

الهدف من التمرين:

1. التعرف على الدائرة الإلكترونية للتحكم بمكيف هواء جداري.
2. متابعة بعض الأعطال المحتملة (الأكثر شيوعاً) لدائرة التحكم الإلكترونية لمكيف الهواء.

إن الدائرة الإلكترونية (الكارت) المبينة بالشكل (9-22)، تتكون بشكل أساسي من المكونات الآتية:

- وحدة الإدخال والمتمثلة بجهاز التحكم عن بعد Remote Control
- وحدة المعالجة المركزية المتكونة من مجموعة دوائر متكاملة Integrated Circuits
- وحدة إخراج، وهي عبارة عن مجموعة مرحلات Relays

المواد والعُدد المطلوبة:

1- مكيف هواء جداري، 2- دائرة إلكترونية (كارت) مع جهاز تحكم عن بُعد، 3- أسلاك وكلبسات توصيل كهربائية، 4- مقياس متعدد الأغراض ذو فك (كلامب ميتر)، 5- عُدة كهربائية يدوية.

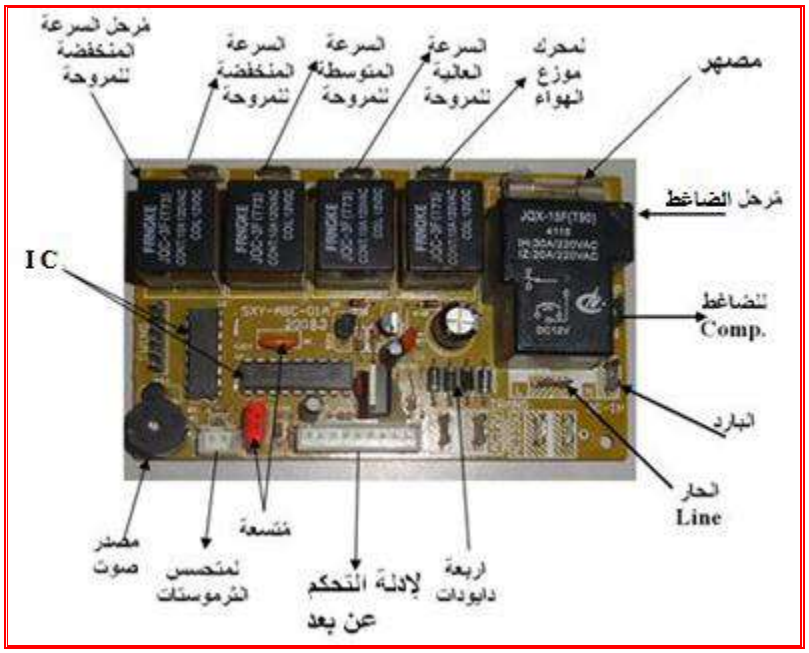
خطوات العمل:

أولاً: ربط الكارت للمكيف

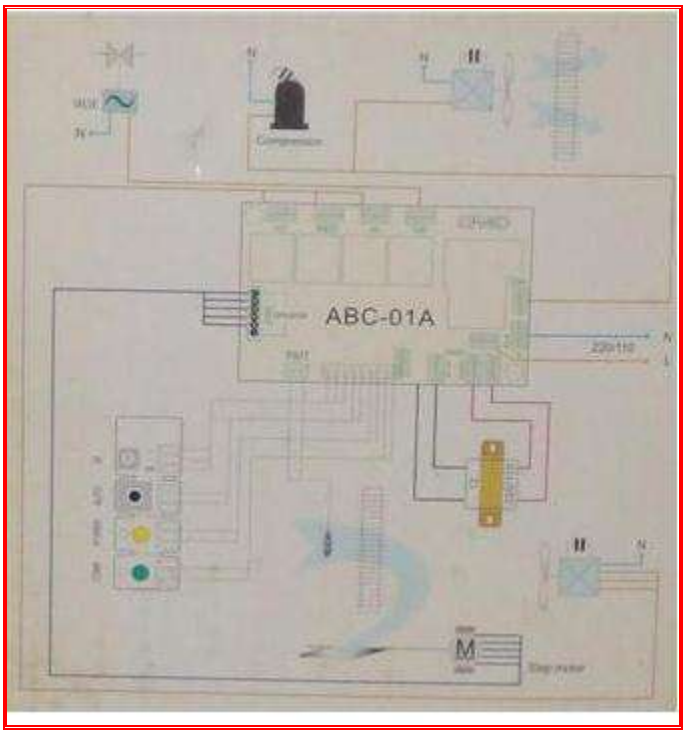
1. اتبع المخطط المبين بالشكل (9-23) لربط الكارت مع أجزاء المكيف ومصدر التيار الرئيس.
2. دقق وتأكد من صحة الربط، ثم أوصل التيار الرئيس للكارت والمكيف.
3. استعمل جهاز التحكم عن بُعد، ونفذ الإيعازات بحسب ما مدون عليه.
4. إذا عملت الإيعازات بشكل سليم، فإن عملية الربط صحيحة والكارت صالح للعمل، وبخلافه، فيجب أولاً فحص الكارت من متخصص وإعادة الخطوات ابتداءً من الخطوة الثانية.

ثانياً: بعض الأعطال المحتملة أو الأكثر شيوعاً لمنظومات السيطرة الإلكترونية:

1. احتمال عطل المُصهر Fuse ويتم فحصه بواسطة المقياس متعدد الأغراض للتأكد من مقاومته.
2. عند عطب المتسعة Capacitor، تنتفخ وتظهر أحياناً عليها قطعة كاربونية (لونها يميل للأسود).
3. عند عطب أي من المرحلات يُلاحظ وجود كاربون عليها (لونها يميل للأسود الداكن).
4. عند عطب المقاومات قد تنفجر، وكذلك يمكن فحص مقاومتها بواسطة الكلامب ميتر.
5. عطل حساسات الكارت (ثرموستات، إذابة الجليد Defrost).
6. احتمال عطل محولة التيار التي يتم فحصها بالتأكد من فولتية الخرج (12 V).
7. احتمال عطل الدائرة المتكاملة وتتطلب خبرة إلكترونية للفحص.



شكل 9-22 منظومة تحكم إلكترونية (كارت)



شكل 9-23 مخطط دائرة التحكم الإلكترونية لمكيف هواء

الاختبار:

1- حاول التعرف على مكونات الكارت وعملها.

2- حدد نقاط التوصيل للكارت.

3- حدد المرَحلات الموجودة بالكارت والهدف من استعمال كل واحدة منها.

4- غالباً ما يعطل مرحل الضاغط، لماذا؟

5- تتبع الخارطة، وأعد رسمها متفهماً طبيعة عملها.

6- أعد الربط لأكثر من مرة ، ثم قُم بإجراء بعض الأعطال المفتعلة وراقب النتائج.