الفصل الثاني

المنظمات في دورات التكييف والتبريد

الجدارة: معرفة الأجهزة المستخدمة للتحكم في الضغط و درجة الحرارة و السعة في دورات التبريد و تكييف الهواء.

الأهداف

عندما تكمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

- التعرف على مختلف المنظمات و وظائفها و مجالات استخدامها.
- اختيار المنظم الملائم لمختلف التطبيقات في مجال التبريد و تكييف الهواء.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪

الوقت المتوقع للتدريس: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة:

- محتوى الفصل الأول و الثاني و الثالث من المقرر الدراسي
- مختبر التحكم الآلي
- ورش أساسيات التبريد و التكييف
- منظومات التحكم الآلي المستخدمة في تكييف الورش و المكاتب بالكلية.

متطلبات الجدارة

اجتياز المقررين:

- علم الحراريات و الموائع
- قياسات
- الفصل الأول و الثاني و الثالث من نفس الحقيبة التدريبية.

١ - مقدمة

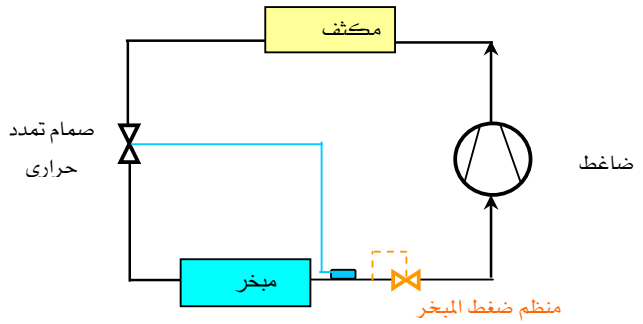
بالإضافة إلى العناصر الأساسية لدورات التبريد و التي تشمل الضاغط و المكثف و المبخر و صمام التمدد ، تستخدم أجهزة إضافية للتحكم في:

- مستوى الضغط العالي و الضغط المنخفض وفق شروط التصميم و نقاط الضبط المحددة
- درجة الحرارة على مستوى المكثف و المبخر كي تبقى في الحدود الملائمة لظروف التشغيل المطلوبة
- ضغط السحب لحماية الضاغط من الأحمال المرتفعة.
- سعة الضاغط لكي تتلائم مع حمل التبريد المطلوب.

هذا الفصل مخصص لدراسة مختلف المنظمات من حيث وظيفة كل منظم و مكوناته و طريقة توصيله و أهم مجالات استخدامه.

٢ - منظم ضغط المبخر

يستخدم منظم ضغط المبخر لضمان عدم انخفاض ضغط المبخر عن الحد الأدنى المسموح به لنظم التبريد في مختلف التطبيقات. يتم توصيل هذا المنظم مباشرة بعد خروج المبخر أي جنب البصيلة الحاسة كما هو موضح على الشكل (4 -1). ويبين هذا الشكل طريقة التحكم في معدل سريان مائع التبريد خلال المنظم، حيث يؤثر على قلب الصمام قوتان: قوة النابض من أعلى و قوة ضغط المبخر من أسفل. و يتم تعديل قوة النابض بصامولة معدة للغرض.



شكل (4 -1) توصيل منضم ضغط المبخر

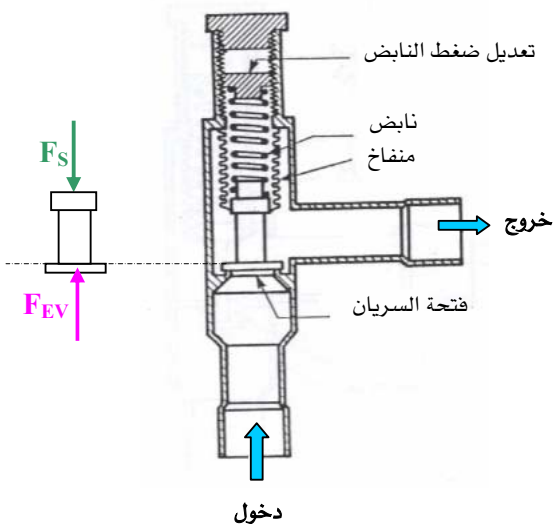
ويستخدم منظم ضغط المبخر في التطبيقات التالية:

أ - ضمان عدم انخفاض ضغط المبخر عن حد معين و بالتالي المحافظة على ضغط ثابت و من ثم المحافظة على درجة حرارة ثابتة على مستوى المبخر.

ب - تفادي حدوث صقيع في المبخر وذلك في بعض التطبيقات التي لا تحتمل التجمد (ثلاجات حفظ الخضر و الفواكه..).

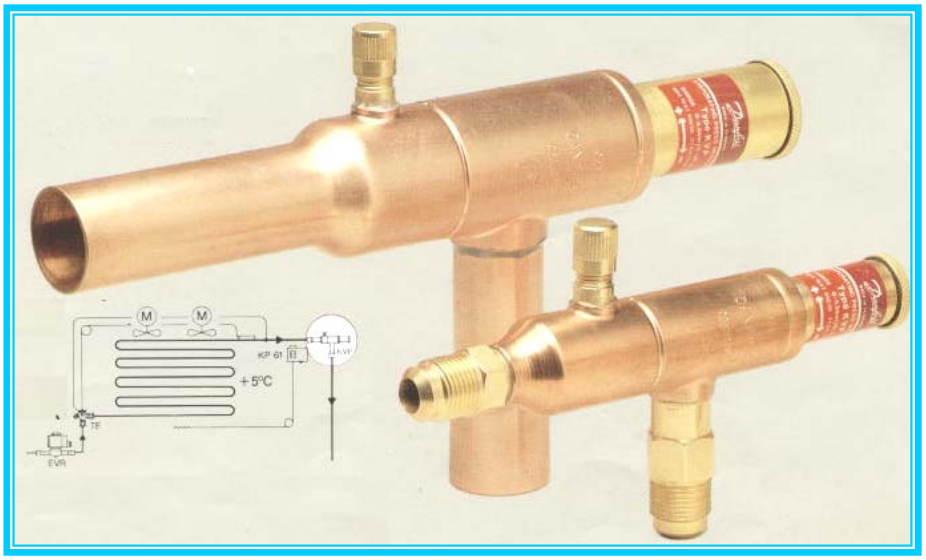
ت - تفادي تجمد المياه في مبردات المياه حيث يخشى من تجمد الماء عند انخفاض الحمل.

ث - في نظم التبريد متعددة المبخرات للتحكم في ضغط كل مبخر على حدة مع استخدام ضاغط واحد.



شكل (4 -2): مكونات منظم ضغط المبخر

الرسم (4 -3) يوضح الشكل الصناعي لمنظم ضغط المبخر حيث يمكن توصيله باللحام أو بالفلير.



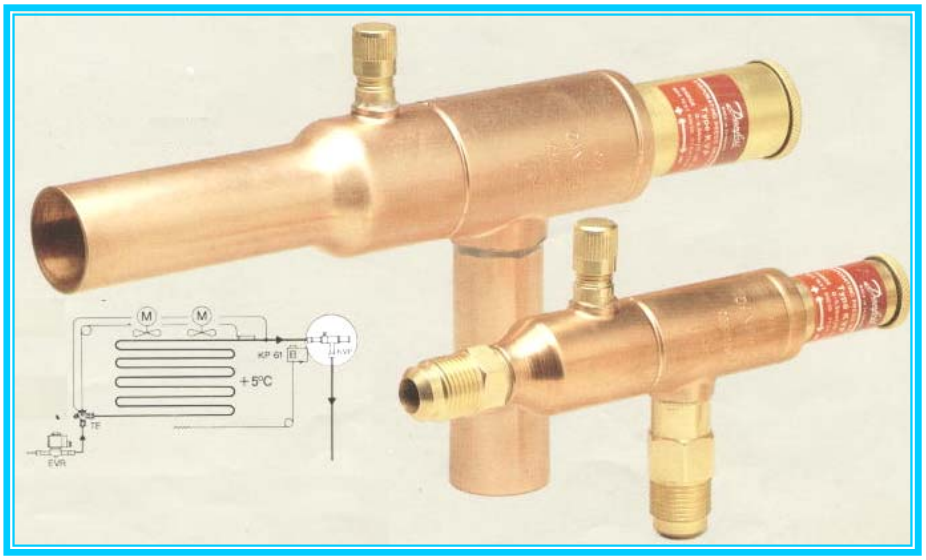
شكل (4 -3): منظم ضغط المبخر دانفوس Danfoss طراز KVP [6]

٣ - منظم ضغط المكثف

يستخدم منظم ضغط المكثف للمحافظة على ضغط المكثف عند مستوى معين و منع انخفاضه عن الحد المسموح به، و ذلك لضمان فارق في الضغط مناسب بين دخول و خروج صمام التمدد. و يستخدم هذا المنظم خاصة في المناطق الباردة للمحافظة على ضغط المكثفات المبردة بالهواء البارد من الانخفاض الشديد.

و يتم توصيله مباشرة بعد خروج المكثف و في الوحدات التي تشتمل على خزان سائل يمكن أن يضاف صمام ضغط فرقي للمحافظة ضغط خزان السائل ثابت كما هو موضح على الشكل (4 -4) حيث يبرز منظم لضغط المكثف من نوع دانفوس طراز KVR مع صمام ضغط فرقي NRD للتحكم في الضغط على مستوى خزان السائل.

الرسم (4 -3) يوضح الشكل الصناعي لمنظم ضغط المبخر حيث يمكن توصيله باللحام أو بالفلير.

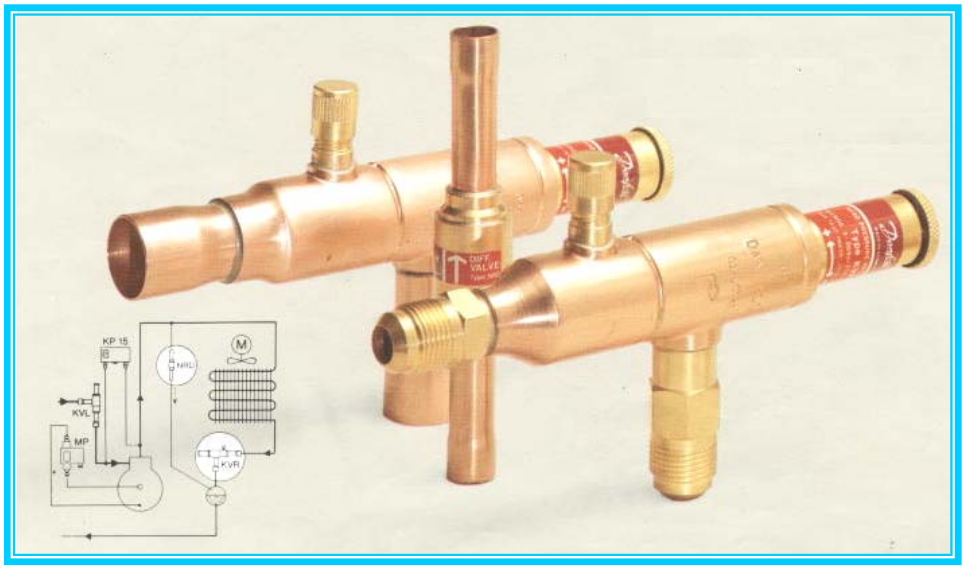


شكل (4 -3): منظم ضغط المبخر دانفوس Danfoss طراز KVP [6]

٣ - منظم ضغط المكثف

يستخدم منظم ضغط المكثف للمحافظة على ضغط المكثف عند مستوى معين و منع انخفاضه عن الحد المسموح به، و ذلك لضمان فارق في الضغط مناسب بين دخول و خروج صمام التمدد. و يستخدم هذا المنظم خاصة في المناطق الباردة للمحافظة على ضغط المكثفات المبردة بالهواء البارد من الانخفاض الشديد.

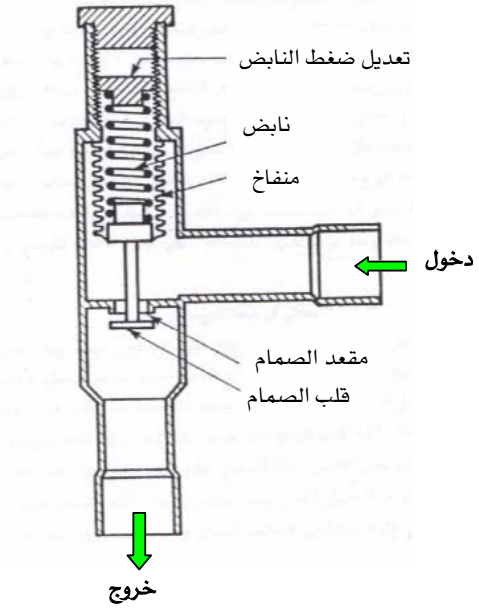
و يتم توصيله مباشرة بعد خروج المكثف و في الوحدات التي تشتمل على خزان سائل يمكن أن يضاف صمام ضغط فرقي للمحافظة ضغط خزان السائل ثابت كما هو موضح على الشكل (4 -4) حيث يبرز منظم لضغط المكثف من نوع دانفوس طراز KVR مع صمام ضغط فرقي NRD للتحكم في الضغط على مستوى خزان السائل.



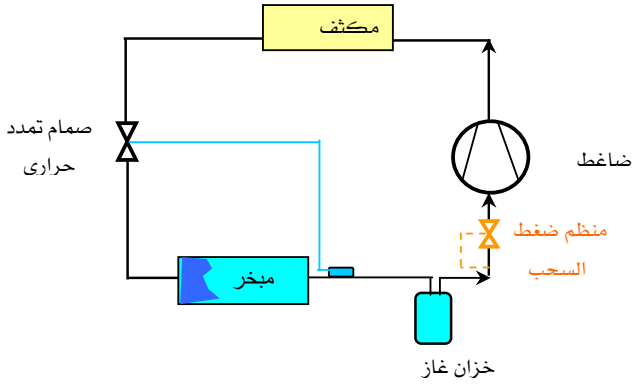
شكل (4 -4): منظم ضغط المكثف KVRمع صمام ضغط فرقي NRDمن نوع دانفوس[6]

٤ - منظم ضغط السحب

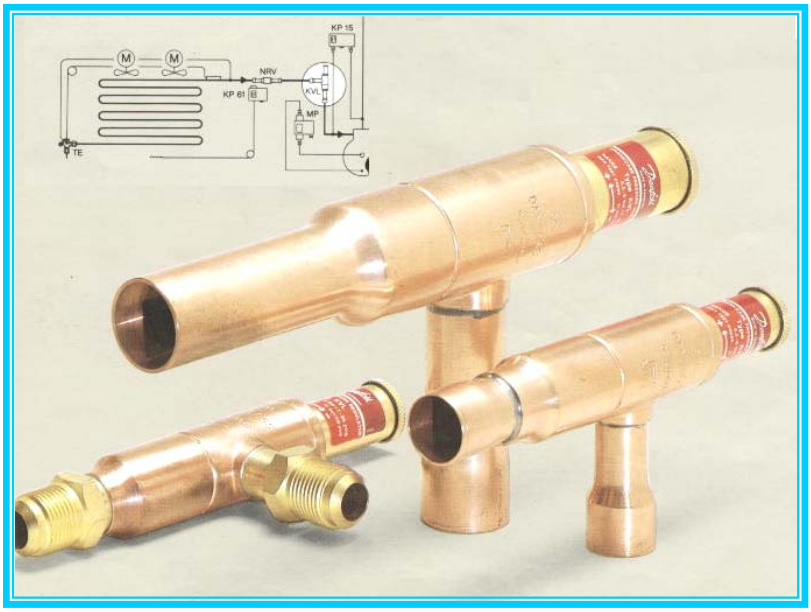
يسمى أيضا منظم ضغط صندوق المرفق و يتم توصيله على مستوى خط السحب قريباً من دخول الضاغط، و يستخدم هذا المنظم لوقاية الضاغط من زيادة الحمل أثناء فترة التقويم و ذلك بعد توقف طويل للدورة. مثلا عند إعادة تشغيل الدورة بعد عملية إذابة الصقيع حيث يكون الضغط على مستوى المبخر مرتفعا نسبيا. في هذه الحالة يقوم منظم ضغط السحب بخفض ضغط مائع التبريد الخارج من المبخر حتى يوافق ظروف التقويم بالنسبة للضاغط. الشكل (4 -5) يوضح مكونات منظم ضغط السحب. و الشكل (4 -6) يوضح طريقة توصيل منظم ضغط السحب بينما يوضح الشكل (٤ -٧) صورة للشكل الصناعي لمنظم من نوع دانفوس طراز KVL.



شكل (4 -5): مكونات منضم ضغط المكثف



شكل (4 -6): طريقة توصيل منظم ضغط السحب



شكل (4 -٧): منظم ضغط السحب نوع دانفوس طراز KVL [6]

٥ - منظم التحكم في السعة

تتغير سعة التبريد المطلوبة في نظم التبريد مع الظروف المناخية المحيطة بالوحدات و مع اختلاف الفصول، حيث توجد بعض الفترات التي لا تستوجب حمل تبريدي كبير أو لا تستوجب تبريد على الإطلاق. و في كثير من الأحيان يستخدم منظم حراري (Thermal Controller) لإيقاف و تشغيل الضاغط حسب الضرورة. غير أن التشغيل و الإيقاف المترددين في فترات قصيرة قد يسبب إحدى المشاكل التالية:

- احتياج الضاغط إلى عزم تشغيل عالي عند بداية التشغيل وهذا يؤدي إلى انخفاض كفاءة الوحدة،
- احتمال تلف محرك الضاغط نتيجة التحميل الزائد و الناتج عن لإيقاف المتتابع.

لذلك تستخدم طرق أخرى للتحكم في سعة التبريد دون اللجوء لإيقاف و تشغيل الضاغط بشكل متتابع، ومن بين هذه الطرق ما يلي:

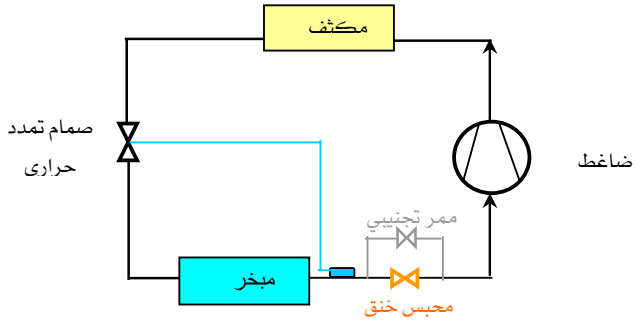
أ - استخدام دورات تبريد بعدة مراحل الأمر الذي يستوجب استخدام أكثر من ضاغط أو استخدام ضاغط متعدد الأسطوانات، وفصل عدد معين من الضواغط أو الأسطوانات كلما قلت سعة التبريد المطلوبة.

ب - خنق بخار الغاز على مستوى خط السحب باستخدام محبس خنق،

ج - إرجاع جزء من الغازات الساخنة الخارجة من الضاغط إلى خط السحب أو إلى دخول المبخر باستخدام منظم لتهريب الغاز الساخن.

٥ -١ التحكم في سعة التبريد باستخدام محبس خنق بخط السحب

يوضع محبس خنق في خط السحب كما هو مبين على الشكل (4 -8). فعند انخفاض حمل التبريد يرسل منظم درجة حرارة المبخر (الترموستات) إشارة إلى محبس خنق الغاز فيبدأ في الإقفال الأمر الذي يسبب انخفاض ضغط السحب للضاغط فيقل معدل سريان وسيط التبريد خلال الضاغط فتقل سعة التبريد بالمبخر. و يستخدم محبس تجنيبي لضمان سريان حد أدنى من مائع التبريد إلى الضاغط لمنع تلفه في حالة انخفاض حمل التبريد بشكل كبير. و تسمح هذه الطريقة بالتحكم في خفض سعة التبريد من 15 إلى 40 ٪، أما إذا انخفض حمل التبريد إلى قيمة تقل عن هذه النسبة يتم إيقاف الضاغط بتأثير من الترموستات.



شكل (4 -8): التحكم في سعة التبريد باستخدام محبس خنق بخط السحب

لذلك تستخدم طرق أخرى للتحكم في سعة التبريد دون اللجوء لإيقاف و تشغيل الضاغط بشكل متتابع، ومن بين هذه الطرق ما يلي:

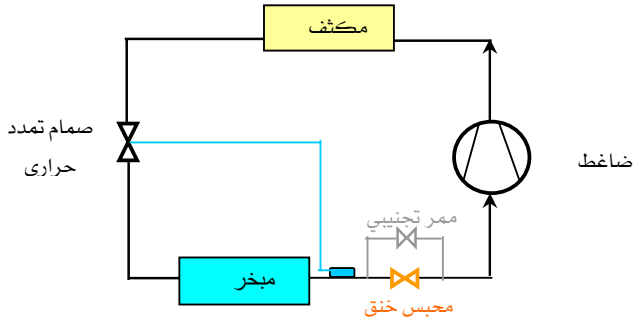
أ - استخدام دورات تبريد بعدة مراحل الأمر الذي يستوجب استخدام أكثر من ضاغط أو استخدام ضاغط متعدد الأسطوانات، وفصل عدد معين من الضواغط أو الأسطوانات كلما قلت سعة التبريد المطلوبة.

ب - خنق بخار الغاز على مستوى خط السحب باستخدام محبس خنق،

ج - إرجاع جزء من الغازات الساخنة الخارجة من الضاغط إلى خط السحب أو إلى دخول المبخر باستخدام منظم لتهريب الغاز الساخن.

٥ -١ التحكم في سعة التبريد باستخدام محبس خنق بخط السحب

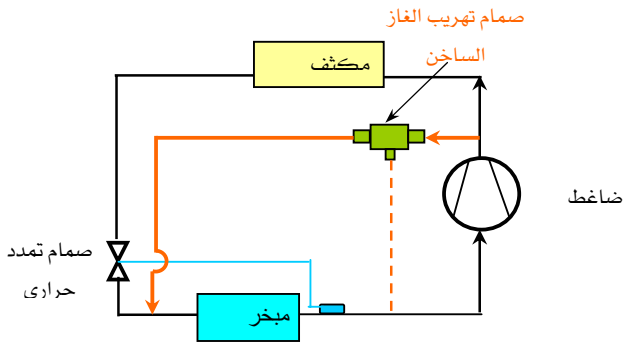
يوضع محبس خنق في خط السحب كما هو مبين على الشكل (4 -8). فعند انخفاض حمل التبريد يرسل منظم درجة حرارة المبخر (الترموستات) إشارة إلى محبس خنق الغاز فيبدأ في الإقفال الأمر الذي يسبب انخفاض ضغط السحب للضاغط فيقل معدل سريان وسيط التبريد خلال الضاغط فتقل سعة التبريد بالمبخر. و يستخدم محبس تجنيبي لضمان سريان حد أدنى من مائع التبريد إلى الضاغط لمنع تلفه في حالة انخفاض حمل التبريد بشكل كبير. و تسمح هذه الطريقة بالتحكم في خفض سعة التبريد من 15 إلى 40 ٪، أما إذا انخفض حمل التبريد إلى قيمة تقل عن هذه النسبة يتم إيقاف الضاغط بتأثير من الترموستات.



شكل (4 -8): التحكم في سعة التبريد باستخدام محبس خنق بخط السحب

٥ -٢ التحكم في سعة التبريد باستخدام منظم لتهريب الغز الساخن إلى مدخل المبخر

تمكن هذه الطريقة من التحكم في سعة التبريد مع تجنب انخفاض ضغط السحب للضاغط عن الحد المسموح به. و يستخدم لهذا الغرض منظم لتهريب الغاز الساخن يتم توصيله بين خط الطرد للضاغط و دخول المبخر كما هو موضح على الشكل (4 -9).



شكل (4 -9): التحكم في سعة التبريد باستخدام منظم لتهريب الغاز الساخن

عند انخفاض حمل التبريد على مستوى المبخر ينخفض ضغط السحب للضاغط فيبدأ منظم سعة التبريد في الإنفتاح لتمرير جزء من الغاز الساخن مباشرة إلى دخول المبخر و تجنيب مرور كل الغاز الساخن للمكثف. و يعمل الغاز المهرب كحمل زائف بالنسبة للمبخر. و تزداد نسبة انفتاح منظم تهريب الغاز الساخن كلما انخفض حمل التبريد بالمبخر.

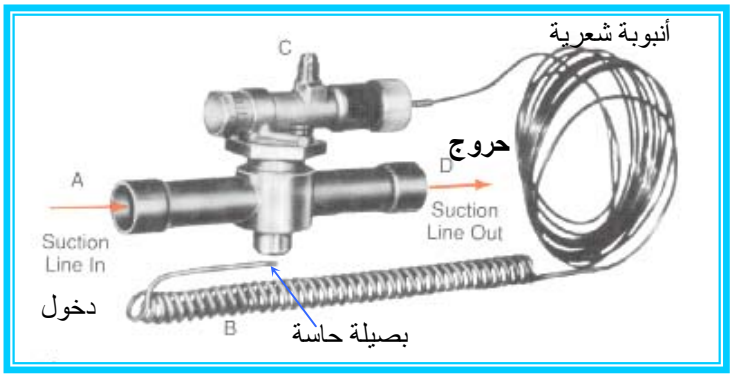
و من مميزات هذه الطريقة التحكم الجيد في سعة التبريد دون التأثير على أداء الضاغط. غير أن الضاغط يستهلك نفس الطاقة الكهربائية للتشغيل حتى عند الحمل التبريدي الأصغر.

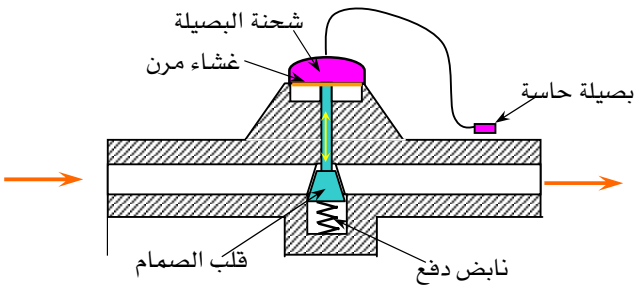
الشكل (4 -10) يوضح شكل صناعي لمنظم تهريب الغاز الساخن من نوع دنفوس طراز CPCE مع وحدة خلط على مستوى دخول المبخر طراز LG.

شكل (4 -10): منظم تهريب الغاز الساخن من نوع دنفوس طراز LG +CPCE.

٦ - صمام التحكم في درجة الحرارة

يستخدم هذا الصمام للتحكم في درجة الحرارة على مستوى المبخر و ذلك بالتحكم في ضغط المبخر. و يشبه صمام التحكم في الحرارة، صمام التمدد الحراري في شكله و طريقة اشتغاله كما هو موضح على الشكل (4 -11). و يشتغل بتأثير درجة حرارة الهواء البارد المغادر للمبخر. و يشتمل هذا الصمام على أنبوبة شعرية و بصيلة حاسة و منفاخ يحدث حركة تحت تأثير ضغط البصيلة، و تمكن حركة المنفاخ من فتح أو غلق الصمام.

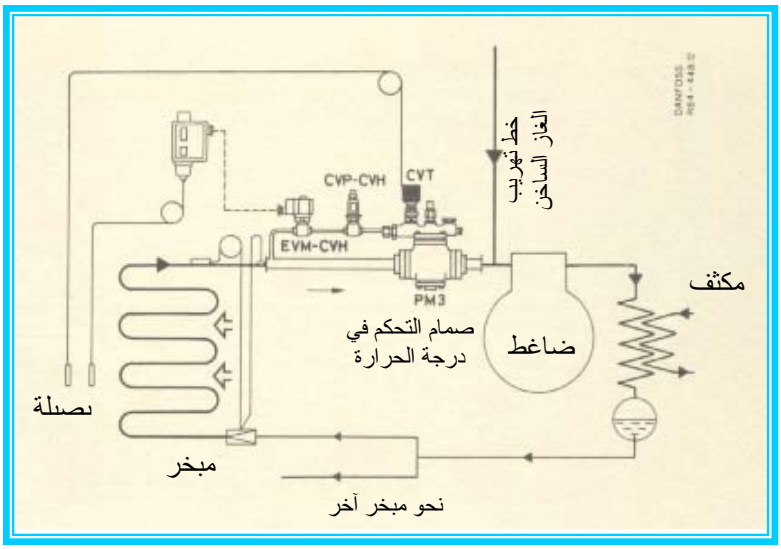




شكل (4 -11): صمام التحكم درجة الحرارة

يتم توصيل المنظم بعد خروج المبخر على مستوى خط السحب، و تثبت البصيلة الحاسة في المكان المناسب لمراقبة درجة حرارة الهواء المغادر للمبخر. عند انخفاض درجة حرارة المبخر (يعني انخفاض درجة حرارة الهواء المغادر للمبخر) ينخفض الضغط داخل البصيلة الحاسة فينكمش المنفاخ مما يسبب في تحريك قلب المنظم في اتجاه الغلق. و هكذا يمكن الصمام من مراقبة درجة حرارة المبخر المنخفضة. و بغلق الصمام جزئيا تبدأ درجة حرارة المبخر في الارتفاع مما يتسبب في ارتفاع الضغط داخل البصيلة الحاسة، و يؤدي ذلك إلى تمدد المنفاخ و دفع قلب الصمام في اتجاه الفتح. و بفتح الصمام يزداد معدل سريان مائع التبريد خلال الضاغط فتنخفض درجة حرارة المبخر من جديد و هكذا...

الشكل (4 -12) يوضح مثالا للتحكم في درجة حرارة الهواء المغادر للمبخر باستخدام صمام من نوع دانفوس. حيث يشكل الصمام الرئيسي PM3 و الصمام الموجه CVT و الذي يفتح بتأثير درجة الحرارة، و حدة متكاملة للتحكم التناسبي تمكن من تعديل سعة المبخر وفق درجة حرارة الهواء المغادر للمبخر. و تستخدم بصيلة الصمام CVT للإحساس بدرجة حرارة الهواء.



شكل (4 -12): منظم تحكم في درجة حرارة الهواء من نوع دانفوس [7]

الفصل الثالث

3-الملحقات في دورات التكييف والتبريد

الجدارة: معرفة الملحقات في دورات التبريد و تكييف الهواء.

الأهداف

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على:

- التعرف على مختلف الملحقات و وظائفها و مجالات استخدامها.
- اكتساب القدرة على معرفة الملحقات الضرورية لمختلف دوائر التبريد و التكييف و طرق توصيلها.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل االطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪

الوقت المتوقع للتدريس: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة:

- محتوى الفصل الأول و الثاني و الثالث و الرابع من نفس المقرر
- مختبر التحكم الآلي
- ورش أساسيات التبريد و التكييف
- منظومات التحكم الآلي المستخدمة في ورش تكييف و المكاتب بالكلية.

متطلبات الجدارة

اجتياز المقررين:

- أساسيات علم الحراريات و الموائع
- قياسات
- الفصل الأول و الثاني و الثالث و الرابع من نفس المقرر.

١ - مقدمة

بالإضافة إلى الأجهزة الأساسية و أجهزة التحكم و المنظمات التي تم دراستها في الفصول السابقة، تستخدم عناصر إضافية في دورات التبريد و التكييف تسمى بالملحقات. و تلعب هذه العناصر دوراً مهماً في حسن اشتغال الوحدات، حيث تمكن من إعطاء مرونة أكثر في التحكم في مختلف المتغيرات و تساعد على مراقبة حالة وسيط التبريد في مختلف مراحل الدورة. كذلك تمكن الملحقات من القيام بعدة عمليات متممة للمهمة الرئيسية للوحدات، كامتصاص الاهتزازات وحماية الضاغط من فشل التزييت و عملية الضخ التحتي...إلخ

في هذا الفصل سوف نقوم بدراسة أهم الملحقات المستخدمة في دورات التبريد و التكييف و التعرف على وظائفها و طرق توصيلها.

٢ - التحكم في مستوى المياه

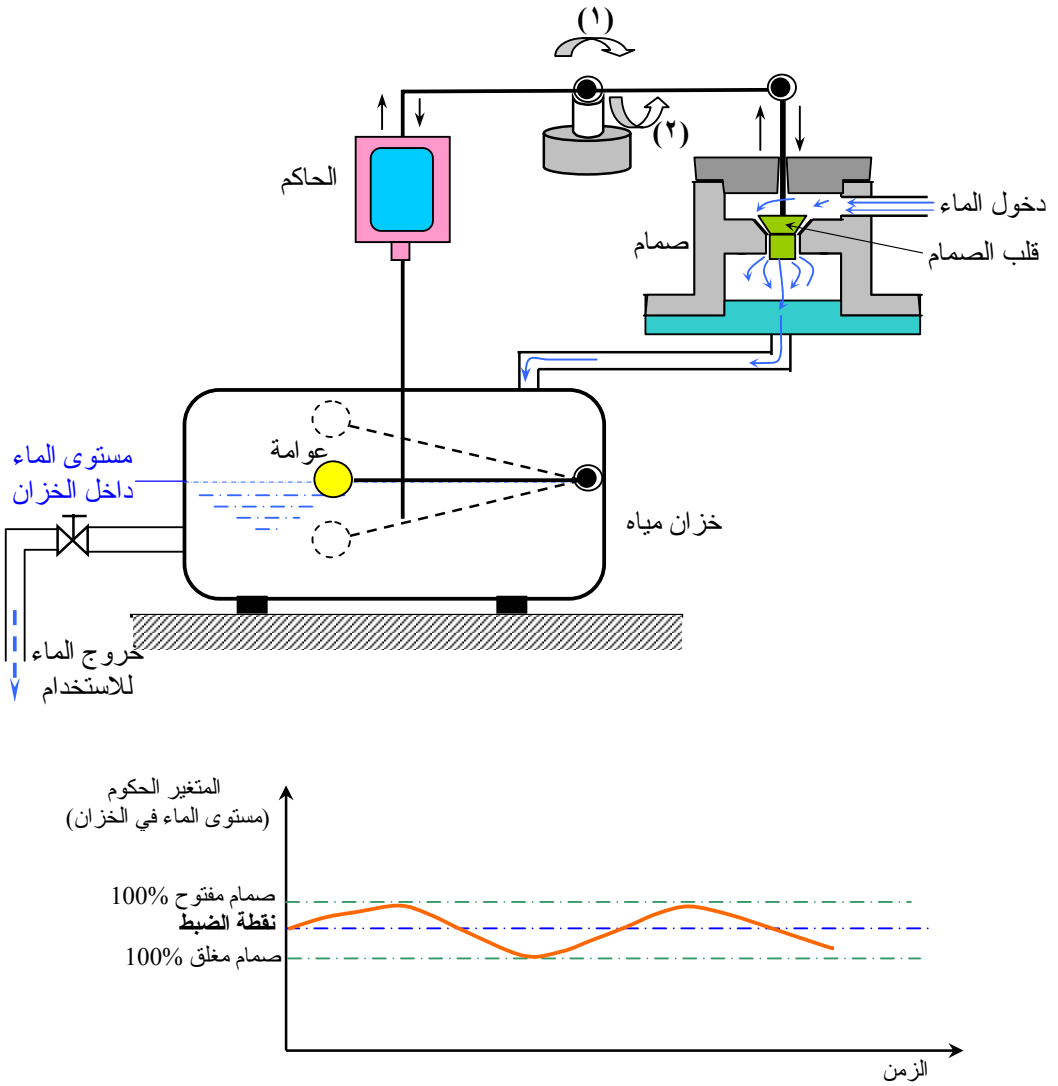
٢ -١ نظام التحكم العائم لمراقبة مستوى المياه

يتم التحكم في مستوى المياه داخل الخزان باستخدام نظام تحكم عائم كما أشرنا إلى ذلك في الفصل الأول من هذا المقرر. و يتكون نظام التحكم العائم من عوامة مثبتة داخل الخزان يعطي موضعها مؤشراً على مستوى الماء، و يتم ترجمة هذا المؤشر إلى إشارة ميكانيكية أو كهربائية، حيث يستلمها جهاز التحكم ليقوم بالتأثير المطلوب على وسيلة التحكم. وسيلة التحكم عبارة عن صمام يفتح و يغلق بشكل تناسبي حسب تغير مستوى الماء داخل الخزان كما هو موضح على الشكل (5-1).

عند ارتفاع الماء بالخزان يقوم جهاز التحكم بإدارة الذراع في الاتجاه (١) الأمر الذي يدفع قلب الصمام إلى الأسفل أي في اتجاه الغلق. بانغلاق الصمام تدريجيا يقل معدل سريان ماء التغذية و يستقر مستوى الماء داخل الخزان.

عند ازدياد الطلب على الماء الموجود داخل الخزان ينخفض مستواه فتنزل العوامة إلى أسفل الأمر الذي يتسبب في إدارة الذراع في الاتجاه (٢) بتأثير من الحاكم. عندها يرتفع قلب الصمام إلى أعلى أي في اتجاه الفتح فيزداد معدل سريان ماء التغذية و هكذا.

و يبين المنحنى الزمني على هذا الشكل تغير مستوى الماء داخل الخزان، بحيث يتم المحافظة على كمية معينة من الماء مناسبة لاستخدام الوحدة طيلة فترة الاشتغال.



شكل (5-1): نظام تحكم في مستوى المياه

٢ -٢ مخفض ضغط الماء Water pressure reducing valve

تستخدم صمامات خاصة في مسالك الماء بوحدات التبريد و التكييف وذلك لتخفيض الضغط. الشكل (٥ -٢) يوضح مقطع طولي لصمام تخفيض الضغط يستخدم لتعديل ضغط الماء ليتناسب مع خصائص الاستخدام بالوحدات أو المباني. حيث يتم التحكم في فتحة الصمام يدويا و ذلك بتعديل قوة النابض المؤثرة على الغشاء المرن (Diaphragm).