ب - طرق إذابة الصقيع

من طرق إذابة الصقيع: السخان الكهربي و الغاز الساخن والماء .

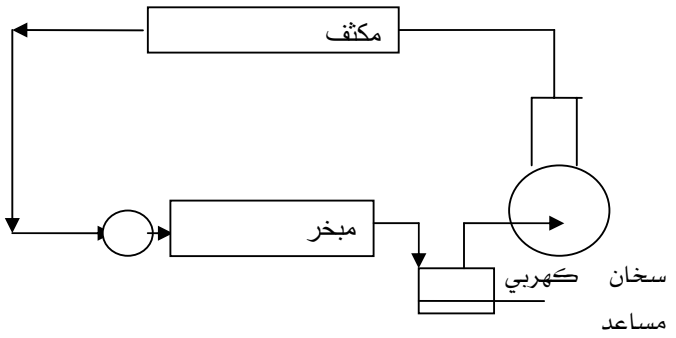
١ - إذابة الصقيع بالسخان الكهربي

فيها تستخدم طاقة حرارية من سخان كهربي لإذابة الصقيع. يتم ذلك بإيقاف الضاغط لمنع مرور مائع التبريد للمبخر وتشغيل سخان كهربي بالمبخر لتسخينه وإذابة الصقيع ثم فصله وإعادة تشغيل الضاغط لعملية التبريد الأساسية. ويستخدم للوحدات الصغيرة.

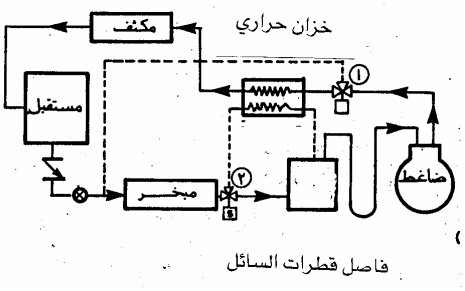
٢ - إذابة الصقيع بالغاز الساخن

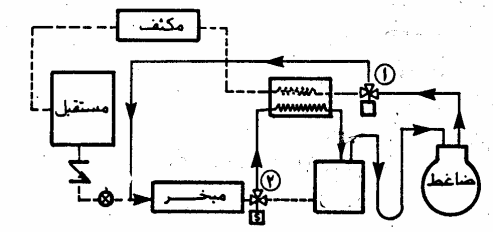
فيها يتم استخدام الطاقة الحرارية للغاز الساخن للوحدة في إذابة الصقيع ويتم ذلك بمنع مائع التبريد من الدخول إلى المبخر ثم تحويل جزء أو كل الغاز الساخن من الضاغط مباشرة إلى المبخر (بدلا من المكثف) فيعمل على إذابة الصقيع ثم تعاد الدورة لعملية التبريد الأساسية مرة أخرى. ويستخدم للوحدات الكبيرة .ونظرا للحاجة لمصدر حراري إضافي لتعويض الطاقة الحرارية الممتصة عند إذابة الصقيع يمكن استخدام عدة وسائل منها:

- سخان كهربي مساعد صغير لتسخين فاصل قطرات السائل أو المستقبل لتبخير المتكاثف الخارج من المبخر ويعمل هذا السخان أثناء عملية إذابة الصقيع كما بشكل (١ -١).
- استخدام خزان حراري كما بشكل (١ -٢) وفيه يتم استخدام خزان حراري به ماء يدخل إليه غاز مائع التبريد الساخن قبل دخوله إلى المكثف أثناء عملية التبريد فيعمل الغاز على تسخين الماء. وفي حالة إذابة الصقيع سيمر المتكاثف من مائع التبريد بعد خروجه من المبخر إلى الخزان



شكل (١ -١)استخدام سخان كهربي مساعد





تبريد **إذابة صقيع**

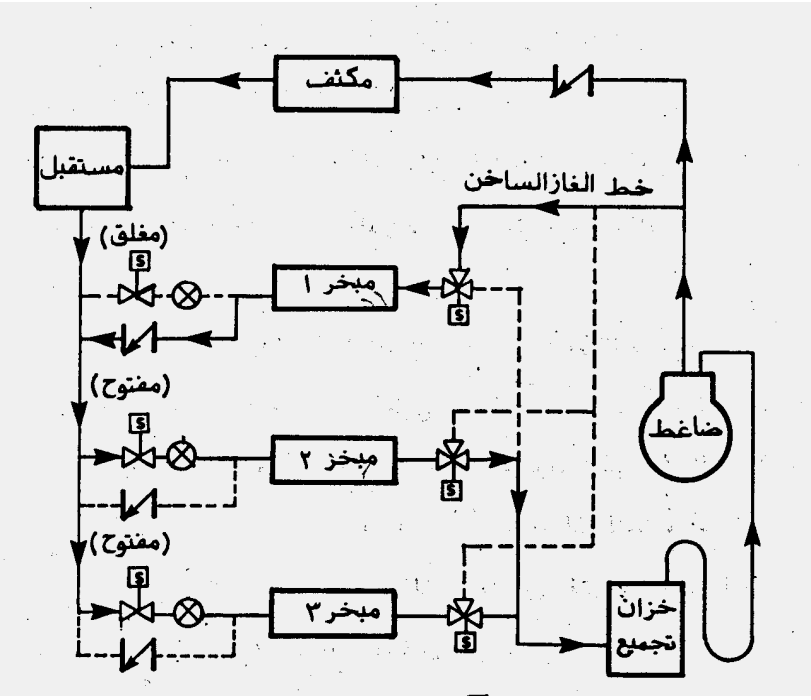
شكل (١ -٢) طريقة استخدام الخزان الحراري

الحراري ليعاد تبخيره وإكسابه الحرارة الإضافية اللازمة ثم يدخل إلى الضاغط محمصا. وينظم هاتين العمليتين الصمامين ١ و ٢ بالشكل.

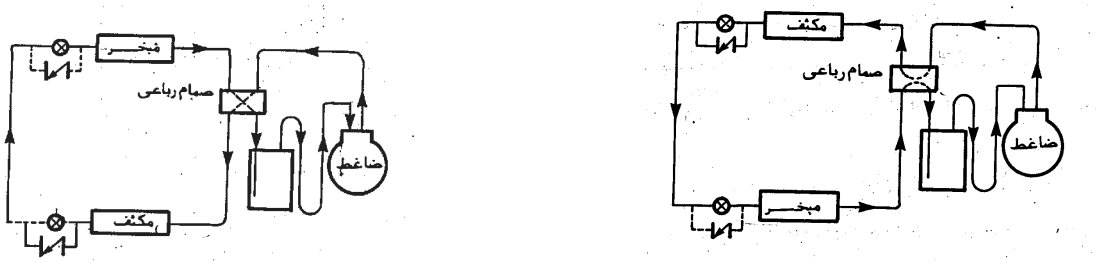
- استخدام الطاقة الحرارية الناتجة من المبخرات الأخرى للوحدات متعددة المبخرات كما بشكل (١ -٣) وفيه يتم منع سائل التبريد من الدخول إلى مبخر التجميد أثناء إذابة الصقيع والسماح بإمرار جزء من غاز مائع التبريد الساخن للمبخر ثم يخرج المتكاثف إلى خزان السائل ليختلط بالمتكاثف من غاز وحدة التبريد. ويمر السائل إلى مبخر التبريد لسحب الحرارة منه والتي يستخدم جزء منها لإعادة تبخير المتكاثف من إذابة الصقيع. لاحظ الصمامات المغناطيسية المنظمة لعمل الدورة.
- **عكس الدورة باستخدام صمام رباعي (عاكس) كما بشكل (١ -٤) وفيه يتم عكس مسار مائع التبريد الساخن إلى المبخر (يعمل مكثف الآن) باستخدام صمام عاكس فيعمل الغاز على إذابة الصقيع ثم يخرج إلى المكثف (يعمل مبخر الآن) ليستمد حرارته من خارج المكان المبرد ثم المستقبل ثم الضاغط. لاحظ انه يلزم إضافة صمام تمدد ثان وصمامي عدم رجوع.**

٣. **إذابة الصقيع بالماء**

فيها تستخدم الطاقة الحرارية للماء في إذابة الصقيع. يتم ذلك بمنع مائع التبريد من الدخول إلى المبخر ثم رش الماء على المبخر فيعمل على إذابة الصقيع ثم يوقف الماء وتعاد الوحدة للتبريد الأساسي.



شكل (١ -٣) طريقة استخدام حرارة من عدة مبخرات



إذابة صقيع تبريد

شكل (١ - ٤) طريقة عكس الدورة لإذابة الصقيع

دوائر التحكم والقدرة الكهربية لوحدات التبريد والتجميد التجارية

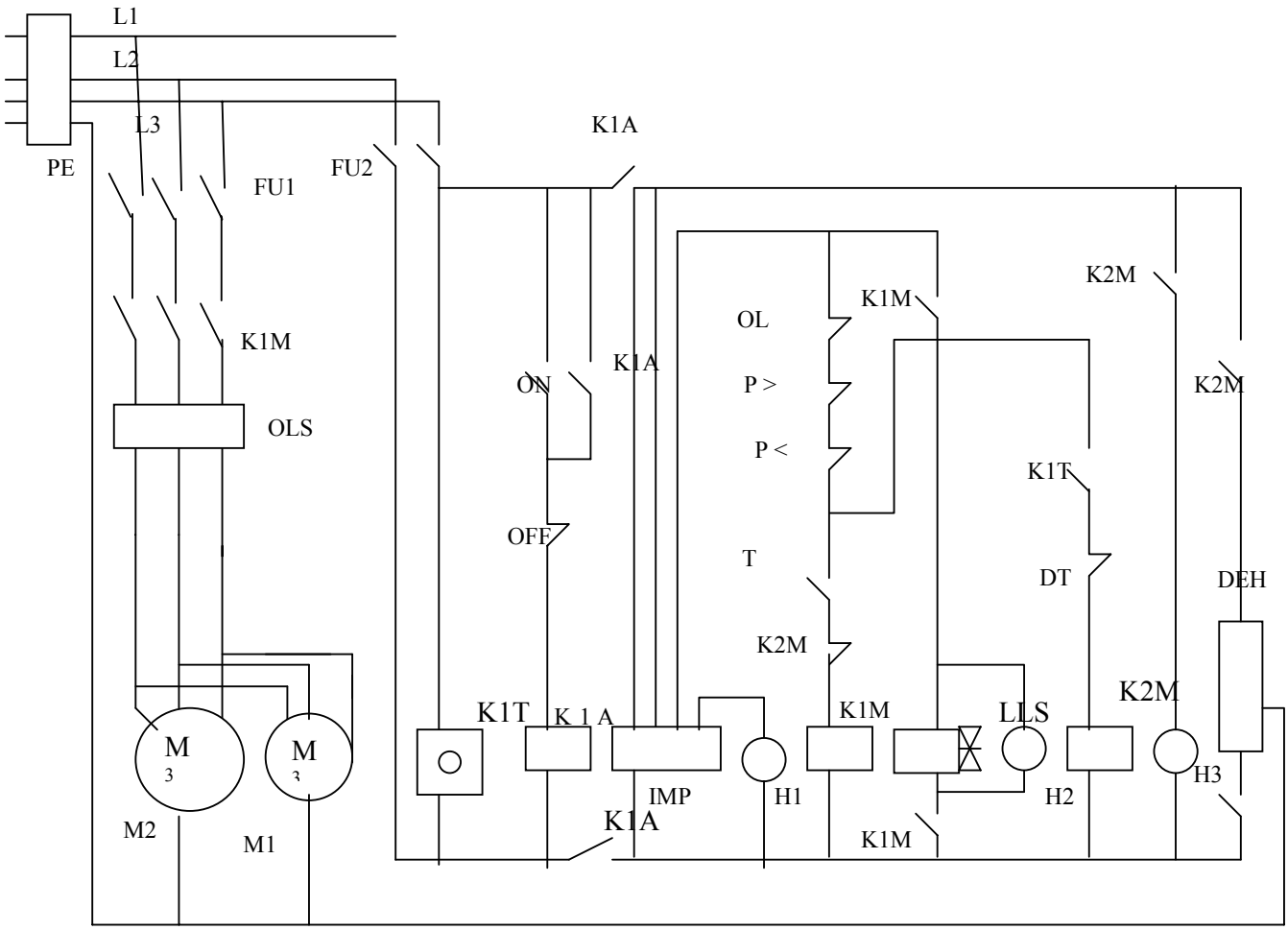
كتطبيق على دوائر التحكم والقدرة ونظم إذابة الصقيع سيتم تناول بعض نظم التحكم التي تشمل العمليتين معا ومنها:

١. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي electric heater defrosting

شكل (١ - ٥) يمثل دائرة التحكم والقدرة لوحدة تبريد تجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي) وفيه يمكن متابعة تتابع التحكم كما يلي:

- دائرة القدرة (٢٢٠ -٣ -٦٠) ثلاثة أطوار لتشغيل محرك الضاغط ومروحة التكثيف عن طريق الفيوزات FU1 ونقاط التلامس K1M مع فاصل الحمل العالي OLS
- تبدأ دائرة التحكم 60-1-220 بالفيوزات FU2
- دائرة المؤقت K1T لتحديد وقت التبريد أولا ثم وقت إذابة الصقيع
- دائرة المسك الذاتي Self holding وفيها يتم الضغط لحظيا على مفتاح التشغيل ON فيمر التيار من FU الأول خلال ON إلى مفتاح الإيقاف OFF (مغلق) ثم مرحل المسك الذاتي K1A ثم FU الثاني . عندها سيستحث energizes المرحل ويغير نقاط تماسه فتغلق نقطته الموازية للمفتاح ON ليمر التيار منها للمسك الذاتي بدلا من ON. أيضا تغلق النقطتان KA1 بدائرة التحكم.
- .دائرة مرحل الحماية من ارتفاع درجة حرارة ملفات محرك الضاغط IMP حيث يمر التيار من FU إلى نقطة K1A الأولى إلى الملف IMP ثم إلى نقطة K1A الثانية فيستحث الملف ويعمل على توصيل نقاط تلامسه الداخلية لتوصيل التيار إلى وسائل الحماية بدائرة مرحل التبريد K1M أو لمبة بيان H1 عند سخونة الملفات.

دائرة مرحل التبريد K1M.: حيث يمر التيار من IMP إلى فاصل زيادة التيار OL وفاصل الضغط العالي<P وفاصل الضغط المنخفض >P ثم ترموستات التشغيل T(يغلق بارتفاع درجة حرارة الحيز) ثم نقطة تلامس مرحل إذابة الصقيع K2M المغلقة الآن ثم المرحل K1M ثم نقطة K1A. وعليه يستحث المرحل K1M وتغلق نقاط تلامسه الثلاث بدائرة القدرة فيدور محرك الضاغط M1 ومحرك مروحة المكثف M2 .في نفس الوقت ستغلق نقطتي التلامس K1M بدائرة سلنويد خط السائل LLS لفتحه ليمر مائع التبريد إلى المبخر وكذلك تضئ لمبة بيان تشغيل الضاغط H2 وتبدأ عملية التبريد.



شكل (١ -٥) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط نظام تشغيل ترموستات أساسي مع إذابة الصقيع بالسخان الكهربي

- سيكون نظام إذابة الصقيع متوقفا لفتح نقاط التماس المؤدية إليه
- عندما تنخفض درجة الحرارة إلى الحد المطلوب سيفصل Tالمرحل K1M مباشرة فتتوقف وحدة التكثيف ويغلق سلنويد خط السائل وتطفأ اللمبة H2.
- بانتهاء فترة التبريد سيعمل مرحل المؤقت K1T على تغيير نقاط تماسه لفصل وحدة التكثيف وغلق السلنويد وتشغيل إذابة الصقيع حيث يوصل نقطته K1T بدائرة مرحل إذابة الصقيع K2M ليمر التيار من P< إلى نقطة K1T ثم ترموستات الصقيع DT المغلق الآن لانخفاض درجة حرارة سطح المبخر ثم K2M ثم نقطة K1A. وعليه سيستحث المرحل K2M فيعمل على تغيير نقاط تلامسه. فتفتح K2M بدائرة المرحل K1M لفصله وإيقاف وحدة التكثيف وغلق الصمام. وتغلق النقطة K2M بدائرة لمبة بيان تشغيل إذابة الصقيع H3 لإضاءتها. وتغلق النقطتان K2M بدائرة السخان DHلتشغيله.
- عندما تنتهي فترة إذابة الصقيع سيعمل K1T على فصل مرحل إذابة الصقيع وإعادة التبريد وإذا أذيب الصقيع قبل الوقت المحدد بالمؤقت سيسخن المبخر ويعمل ترموستات الصقيع على فصل مرحل إذابة الصقيع K2M لفصل السخان وإعادة تشغيل التبريد.

تمرين (١)

لنظام التحكم السابق أضف مروحة للمبخر بحيث

١ - تعمل وتتوقف مع محرك الضاغط

٢ -تعمل مع التبريد وتتوقف عند إذابة الصقيع

٣ -تعمل مع التبريد وتتوقف عند إذابة الصقيع وتتأخر لمدة ٣ دقائق بعد إذابة الصقيع حتى لا تنقل حرارة إذابة الصقيع إلى المنتج وأيضا حتى لا تتناثر المياه الناتجة عن إذابة الصقيع على المنتج.

توجيهات للحل:

١ -استخدم نقطة تلامس مفتوحة من مرحل وحدة التكثيف إلى محرك المروحة

٢ - استخدم نقطة تلامس مغلقة من مرحل وحدة التكثيف إلى محرك المروحة

٣ - استخدم نقطة تلامس مغلقة من مرحل إذابة الصقيع لمرحل المؤخر الزمني ثم نقطة مفتوحة منه مع نقطة مغلقة من مرحل إذابة الصقيع إلى محرك المروحة.

Legend تفسير الرموز لدوائر التحكم لهذا الفصل

DH	سخان إذابة الصقيع الكهربي
ET	ترموستات سطح المبخر
EF	محرك مروحة المبخر
FU	منصهر (فيوز)
HGS	صمام الغاز الساخن
IMP	حماية ملفات المحرك
K1A	مرحل المسك
K1T	مؤقت
K1M	مرحل التبريد
K2M	مرحل إذابة الصقيع
K3M	مرحل الضخ الفوقي
K2T	مؤقت مؤخر
LLS	صمام خط السائل
M1	محرك الضاغط
M ٢	محرك مروحة المكثف
P>	فاصل الضغط العالي
P<	فاصل الضغط المنخفض
T	ترموستات التشغيل

٢. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية (تشغيل ضخ تحتيpumping down وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي)

نظرا لزيادة ضغط المبخر أكثر من اللازم بعد إذابة الصقيع وما يترتب عليه من تحميل محرك الضاغط عند بدء التشغيل في هذه الحالة يمكن تفريغ المبخر من مائع التبريد قبل البدء بإذابة الصقيع. ويتم ذلك بتوصيل نقطة تماس مغلقة للمؤقت مع الترموستات ليؤثرا معا بالفتح أو الغلق لسلونويد خط السائل ويعمل فاصل الضغط المنخفض على التحكم في تشغيل أو إيقاف مرحل محرك الضاغط كما بشكل (١ -٦) ويسمى هذا النظام بالضخ التحتى.

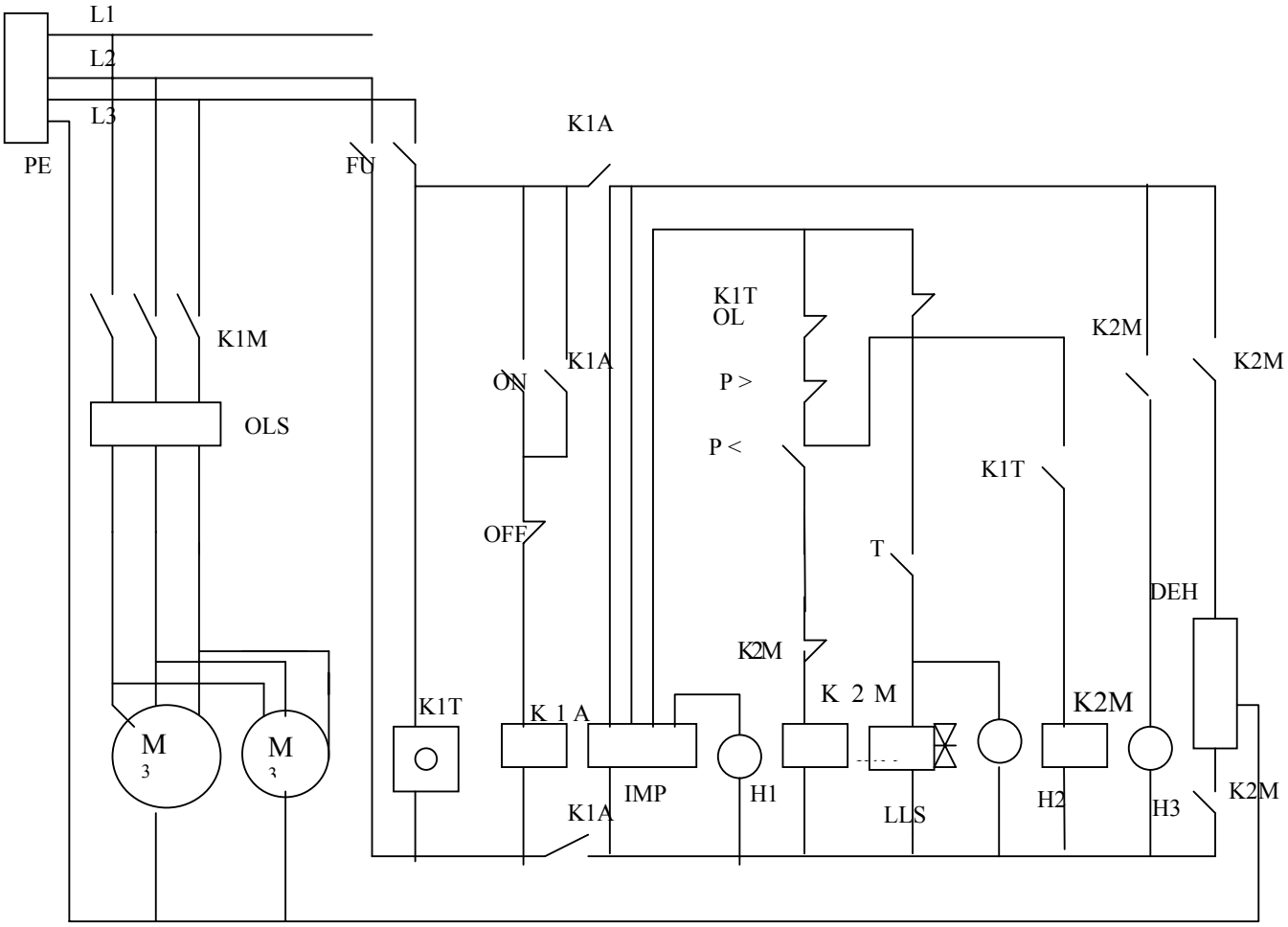
ففي حالة بدء التشغيل تعمل نقطة المؤقت K1T و الترموستات T على توصيل التيار الكهربي لسلونويد خط السائل LLS فيفتح ويمر مائع التبريد إلى فاصل الضغط المنخفض P< ويزيد الضغط حتى نقطة ضبط التوصيل cut in للفاصل فيغلقه فيمر التيار إلى مرحل تشغيل محرك الضاغط K1M لتبدأ عملية التبريد. وعند وصول درجة الحرارة سيعمل الترموستات T على فصل التيار عن LLS فيغلق ويمنع مرور مائع التبريد للمبخر ويظل الضاغط يعمل إلى أن يقل الضغط بخط السحب حتى نقطة ضبط الفصل cut out لفاصل الضغط المنخفض P< فيفصل التيار عن مرحل الضاغط فتتوقف وحدة التكثيف بعد تفريغ المبخر من مائع التبريد تقريبا.

وفي حالة بدء إذابة الصقيع يعمل المؤقت على فصل التيار عن سلنويد خط السائل كما سبق في حالة فصل الترموستات ثم تتم عملية إذابة الصقيع.

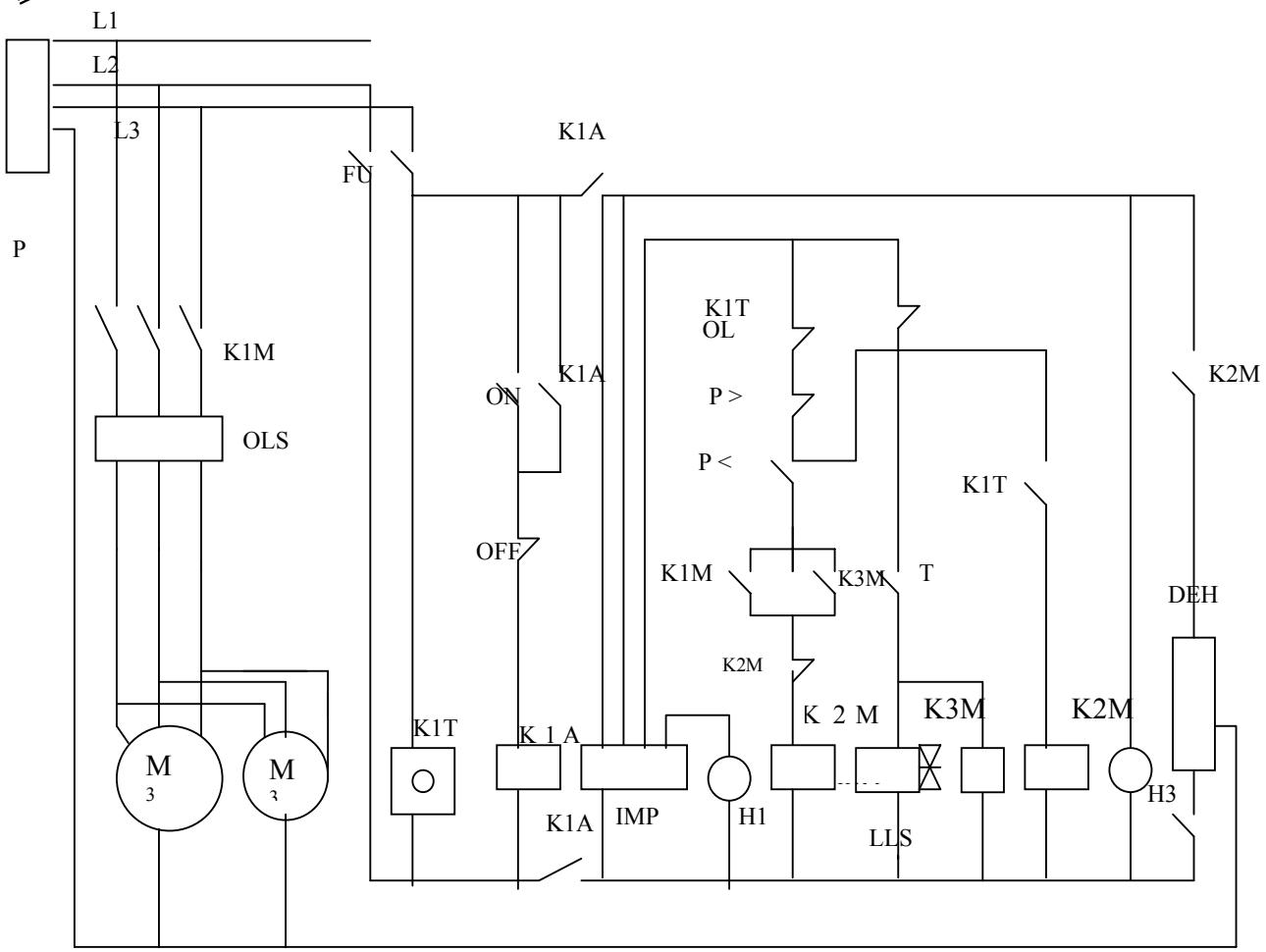
٣. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية (تشغيل ضخ فوقي وإذابة الصقيع بالسخان الكهربي)

نظرا لاحتمال تسرب مائع التبريد من صمام خط السائل أثناء توقف الضاغط مما يترتب عليه تشغيل الضاغط لفترات قصيرة قد تتلف الضاغط ومحركه، يمكن تلاشي ذلك بتوصيل مرحل إضافي على التوازي مع سلونيد خط السائل وتعمل نقطة مفتوحة منه مع آخرى موازية له من مرحل الضاغط على تشغيل أو فصل الضاغط تبعا لتوصيل الترموستات فقط دون التسرب كما بشكل (١ -٧).

ففي حالة التسرب لمائع التبريد من السلونيد و زيادة الضغط بخط السحب وتوصل فاصل الضغط المنخفض فلن يستحث مرحل الضاغط K1M لفصل النقطتان K1M, K3M .وعند توصيل الترموستات سيستحث K3M ويفتح السلونيد وتغلق نقطة K3M بدائرة مرحل الضاغط ولكن المرحل سينتظر حتى يوصل فاصل الضغط المنخفض وعندها سيمر التيار من الفاصل إلى المرحل K1M خلال نقطة K3M إلى مرحل الضاغط، وعندما يستحث ستغلق نقطته بدائرته الموازية لنقطة K3M.



شكل (١ -٦) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط بنظام الضخ التحتي pumping down



شكل (١ -٧) تشغيل وإيقاف محرك الضاغط بنظام الضخ الفوقي PUMP OUT

وعند فصل الترموستات سيغلق السلونيد ولا يستحث K3M فتفصل نقطته بدائرة مرحل التبريد K1M ولكن الضاغط سيظل يعمل بتأثير نقطة التلامس K1M إلى أن يفصل فاصل الضغط المنخفض فيفصل K1M وتفصل نقطته بدائرته.

٤. نظام التحكم لوحدة التبريد التجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالغاز الساخن

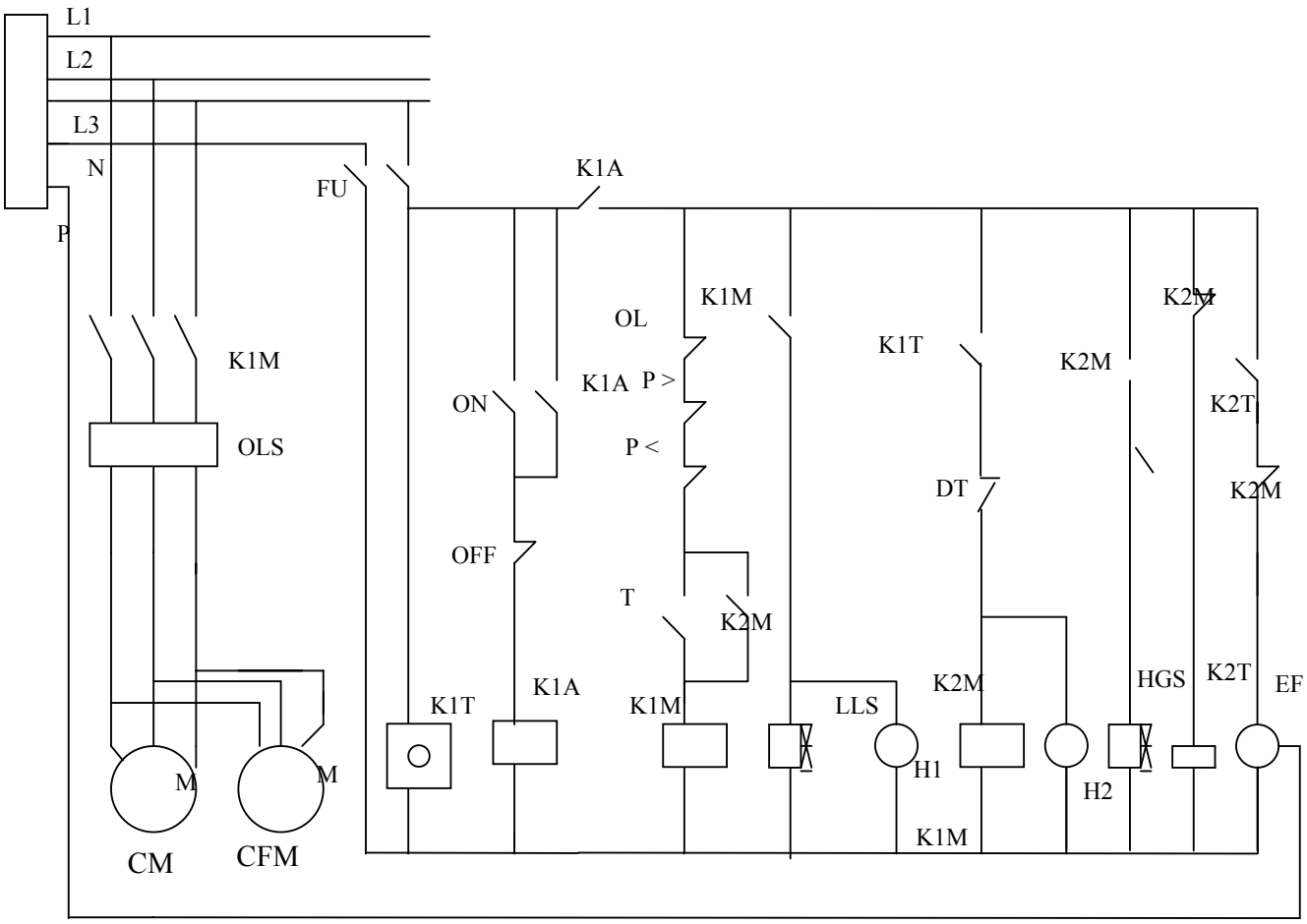
شكل (١ -٨) يمثل وحدة تبريد تجارية (تشغيل ترموستات أساسي وإذابة الصقيع بالغاز الساخن) وفيه يلاحظ كما بشكل (١ -٥) مع بعض الاختلافات ومنها مايلي:

١. دائرة التحكم تعمل بفرق جهد 110 V (L3, N) ودائرة القدرة 220 V.
٢. إضافة صمام للغاز الساخن HGS ومروحة المبخر M3مع مؤخر زمني لهاK2T
٣. إضافة نقطة تلامس من مرحل إذابة الصقيع على التوازي مع الترموستات لضمان تشغيل الضاغط أثناء إذابة الصقيع للحصول على الغاز الساخن للعملية

في حالة التبريد سيوصل الترموستات التيار إلى مرحل الضاغط K1M فيستحث وتغلق نقاط تلامسه بدائرة القدرة لتشغيل محركات وحدة التكثيف. CM, CFM بالإضافة إلى توصيل نقطة تلامسه لفتح صمام خط السائل LLS مع إضاءة لمبة بيان تشغيل الضاغط H1. كذلك سيمر التيار خلال نقطة التلامس K2Mالمغلقة إلى مرحل مؤخر مروحة المبخر . وبعد وقت التأخير المحدد سيوصل التيار إلى محرك المروحة EF خلال نقطة K2M المغلقة.

في حالة إذابة الصقيع سيعمل المؤقت K1T على توصيل نقطة تلامسه ليمر التيار خلال ترموستات الصقيع DTإلي مرحل إذابة الصقيع K2M فيستحث وتغلق نقطة تلامسه لتوصيل التيار إلى صمام الغاز الساخن لفتحه فيمر الغاز الساخن إلى المبخر مباشرة لإذابة الصقيع وتضئ لمبة بيانه H2 أيضا ستفصل نقطة تلامسه لفصل التيار عن مؤخر مروحة المبخر ثم إيقافها. بالإضافة إلى توصيل نقطة تلامسه الموازية للترموستات لضمان تشغيل الضاغط أثناء إذابة الصقيع.

في حالة انتهاء وقت إذابة الصقيع سيعمل K1T على فصل مرحل إذابة الصقيع K2M لغلق بلف الغاز الساخن ليعود الغاز للمرور إلى المكثف لإعادة التبريد. ولإعادة توصيل مرحل مؤخر مروحة المبخرK2T لتشغيل محركها EF بعد التأخير المطلوب حتى يبرد المبخر.



شكل (١ -٨) إذابة الصقيع بالغاز الساخن

تمرين (٢)

أثناء إذابة الصقيع ستقل الطاقة الحرارية الداخلة للمبخر وسينخفض ضغط السحب كثيرا وقد تعود قطرات سائل للضاغط، ولذلك يلزم إضافة مصدر حراري للمساعدة على استمرار عملية الإذابة. مع الرسم اشرح كيف يتم ذلك؟

توجيهات للحل

استخدم فاصل لقطرات السائل accumulator واستخدم سخانا كهربيا له يعمل أثناء إذابة الصقيع. أو استخدم خزانا حراريا يسخن مائعا أثناء التبريد وتستخدم تلك الحرارة بعد ذلك كمصدر حراري مساعد.

طرق توصيل المحرك ثلاثي الأوجه

نظرا لزيادة سعة الضواغط المستخدمة في كثير من وحدات التبريد والتجميد ووحدات تكييف الهواء تستخدم محركات ذات قدرات عالية. ولذلك تعمل هذه المحركات بثلاثة أوجه (.3) ونظرا لسحبها تيارا عاليا عند بدء التقويم يزيد تيار التقويم إلى حوالي خمسة أضعاف تيار التشغيل ($I_S = 3\text{-}5\ I_R$) مما يسبب انخفاضا فى فرق الجهد كثيرا وبالتالي التأثير على الوحدات الأخرى ويمكن استخدام إحدى طرق التوصيل التالية

- توصيل مباشر Across the line connection
- توصيل ملفات جزئية Part winding connection
- توصيل نجمة – دلتا Star- Delta connection
- توصيل مقاومات أولية Primary resistor
- توصيل محول أوتوماتيكي Auto transformer

التوصيلات الأربع الأخيرة تعمل على خفض تيار التقويم بنسب متفاوتة للتقليل من انخفاض فرق الجهد إلا أن عزم التقويم يقل في الحالات تلك مما يستلزم خفض الحمل على المحرك عند بدء التقويم. وفيما يلي تفصيل للطرق الثلاث الأولى نظرا لكثرة استخدامها في وحدات التبريد والتكييف.

١. توصيل مباشر Across the line connection

هذه الطريقة تستخدم للمحركات ذات القدرة الصغيرة والتي تشتمل على ملف واحد ذو ثلاث أطراف كما بشكل (١ -٩) يعمل ملف المرحل بدائرة التحكم على توصيل نقاط تماسه بدائرة القدرة فيمر التيار من المصدر إلى المحرك مباشرة. وعليه فتيار التقويم ١٠٠% وعزم التقويم ١٠٠% مما يؤثر سلبا على فرق الجهد.

٢. توصيل ملفات جزئية Part winding connection

هذه الطريقة تستخدم للمحركات ذات القدرة المتوسطة وفيها يستخدم ملفان جزئيان الأول لبدء التقويم والثاني لاستكمال التقويم ثم يستمران في العمل سويا أثناء التشغيل. يعمل المرحل الأول بدائرة التحكم على توصيل نقاط تماسه بدائرة القدرة فيمر التيار من المصدر إلى المحرك خلال أطراف الملفات الجزئية الأولى لمجرد دوران المحرك دورات قليلة. كما يوصل المؤخر لتوقيت التأخير كجزء من الثانية ليستحث المرحل الثاني والذي بدوره يعمل على توصيل الملفات الجزئية الثانية لاستكمال تقويم وتشغيل دوران المحرك بالسرعة المصمم عليها. ولذلك فتيار التقويم يمثل ٦٥% مما يقلل انخفاض فرق الجهد عند التقويم وكذلك يقل العزم للتقويم ٦٥% وعليه يجب أن يقل تحميل المحرك أثناء التقويم.

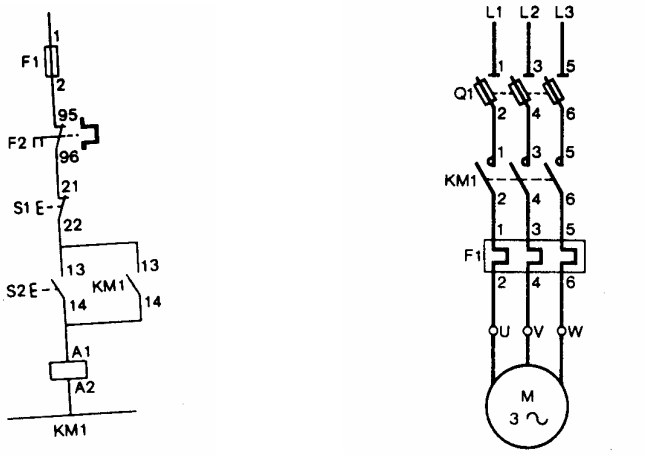
٣. توصيل نجمة – دلتا (Star- Delta)

هذه الطريقة تستخدم للمحركات ذات القدرة العالية كما بشكل (١ -١٠) وفيها تكون الست أطراف للملف خارج المحرك لإمكانية توصيلها نجمة أولا للتقويم ثم توصيلها دلتا للتشغيل. تبدأ دائرة التحكم بتوصيل المرحلات KM1 بالإضافة إلى KM2 لبدء التقويم بتوصيله نجمة مع المؤقت KA1 لتوقيت الفرق بين التوصيلتين. بعد أن تصل سرعة المحرك لسرعة التصميم .فيعمل المؤقت على فصل K1M وتوصيل KM3 مع الاحتفاظ بـ KM2 للتحويل إلى دلتا

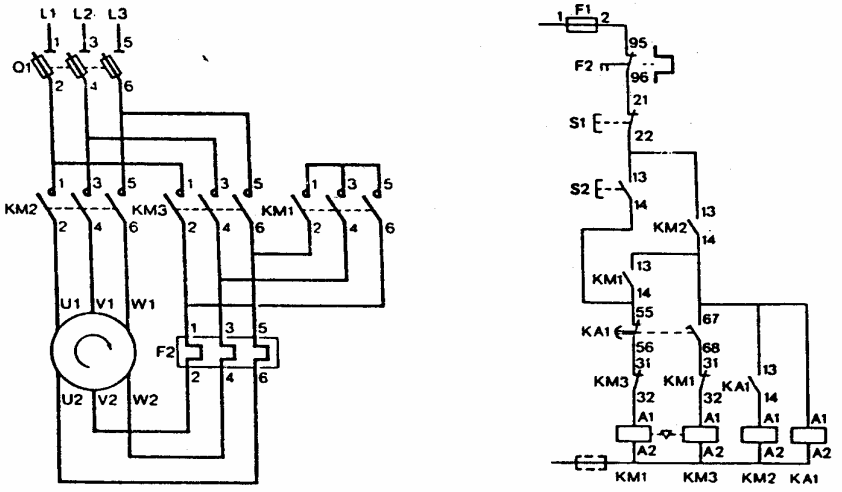
وعليه فتيار التقويم يمثل ٣٣% مما يقلل انخفاض فرق الجهد عند التقويم وكذلك العزم للتقويم ٣٣٪ ولذلك يجب أن يقل كثيرا تحميل المحرك أثناء التقويم.

تمارين

١. قارن مع الرسم بين الضخ التحتي والضخ الفوقي؟
٢. مع الرسم اشرح أداء وحدة تعمل بالضخ الفوقي ويذاب الصقيع فيها بالغاز الساخن؟
٣. ارسم دائرة التحكم والقدرة لطريقة تقويم المحرك توصيل ملفات جزئية مع شرحها؟



شكل (١ -٩) دائرة القدرة والتحكم للتوصيل المباشر



شكل (١ -١٠) دائرة القدرة والتحكم للتوصيل نجمة - دلتا