# الفصل الأول

الثلاجة الكهربائية فى ابسط صورة لها

# الفصل الأول

## الثلاجة الكهربائية فى أبسط صورة لها

### ١ – الأجزاء التى تتركب منها الثلاجة الكهربائية :

تتركب الثلاجة الكهربائية الحديثة فى أبسط صورة لها من الأجزاء الأساسية الآتية : ضاغط من النوع المحكم القفل ، ومكثف يبرد بالهواء ، ومجمد ( فريزر ) وماسورة شعرية ، ومجموعة من المواسير تصل بين هذه الأجزاء ويمر بداخلها مركب التبريد ، وأخيراً ترموستات .

ولتوضيح عمل هذه الأجزاء المختلفة التى تتركب منها الثلاجة الكهربائية فإننا سنتكلم أولاً عن أجزاء دائرة التبريد وبعد ذلك سنتكلم عن أجزاء الدائرة الكهربائية الموجودة بها .

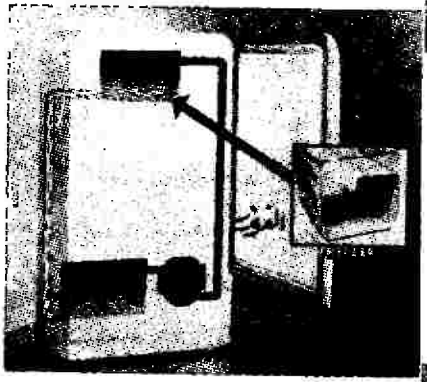
**دائرة التبريد :**

يعد الضاغط قلب دائرة التبريد الخاصة بالثلاجة الكهربائية كما هو مبين بالرسم التوضيحى رقم ( ١ – ١ ) والضاغط الموجود فى الثلاجات الكهربائية الحديثة هو من النوع المحكم القفل تماماً ( وهو إما أن يكون من النوع الترددى أو من النوع الدائرى ) موضوع بداخله مقدار من زيت التزييت الذى لا يحتاج إلى تغيير طول عمر الضاغط ؛ ويعمل الضاغط فى الدائرة المركب بها عمل الطلمبة حيث يحرك مركب التبريد داخل أجزائها المختلفة .

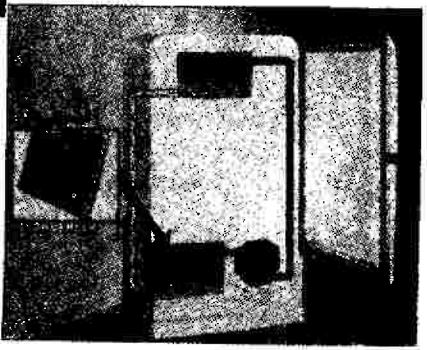
وفى المجمد ( الفريزر ) المبين موضعه فى الرسم التوضيحى رقم ( ١ – ٢ ) يتبخر سائل مركب التبريد الذى يمر بين جدرانه ، وهذا الفريزر لا يشتمل على أجزاء متحركة .

والمكثف المبين موضعه فى الرسم التوضيحى رقم ( ١ – ٣ ) يعمل على تبريد

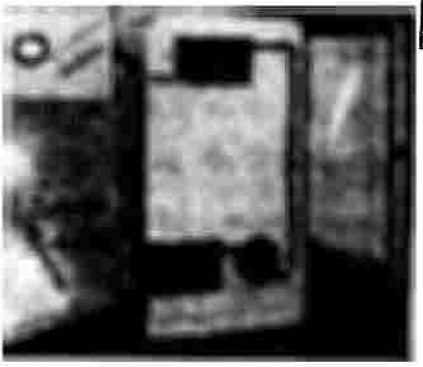
رسم رقم ( ١ – ١ )
مكان الضاغط الموجود بدائرة تبريد الثلاجة



رسم رقم ( ١ – ٢ )
مكان المجمد ( الفريزر ) الموجود بدائرة
تبريد الثلاجة



رسم رقم ( ١ – ٣ )
مكان المكثف الموجود بدائرة تبريد الثلاجة



رسم رقم ( ١ – ٤ )
مكان الماسورة الشعرية الموجودة بدائرة
تبريد الثلاجة

بخار مركب التبريد حيث يتحول مرة أخرى إلى سائل داخل مواسيره .

هذا وتعمل الماسورة الشعرية المبين موضعها فى الرسم التوضيحى رقم ( ١ــ٤ ) على تنظيم كمية سائل مركب التبريد التى تدخل الفريزر .

ومركب التبريد عبارة عن سائل له درجة غليان منخفضة والنوع المستعمل منه فى جميع أنواع الثلاجات الكهربائية المنزلية فى الوقت الحاضر هو « الفريون ــ ١٢ » وهذا المركب يغلى كما هو مبين فى الرسم التوضيحى رقم ( ١ ــ ٥ ) عند درجة حرارة مقدارها ــ ٢١,٧ فهرنهيت وذلك عند الضغط الجوى .

وتعمل الأجزاء الموجودة بدائرة التبريد بالشكل الآتى وكما هو مبين فى الرسم التوضيحى رقم ( ١ ــ ٦ ) :

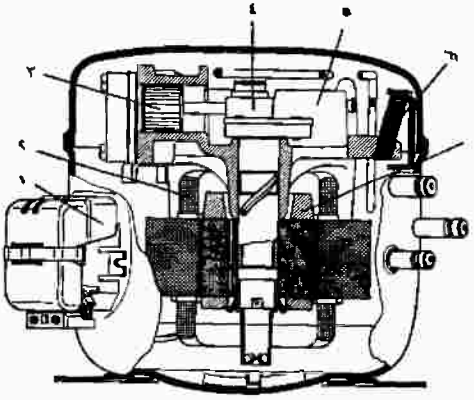
يسحب الضاغط بخار مركب التبريد عن طريق ماسورة السحب من الفريزر ثم يضغطه ويدفعه خلال ماسورة الطرد إلى المكثف ، وهناك داخل مواسير المكثف يتم تبريد هذا البخار المضغوط الساخن فيتحول إلى سائل يدفع بواسطة الضاغط خلال ماسورة السائل والماسورة الشعرية ليدخل الفريزر حيث يتم تبخيره هناك وتتكرر العملية . .

**الدائرة الكهربائية :**

الرسم رقم ( ١ ــ ٧ ) يبين قطاعاً فى ضاغط ثلاجة من النوع المحكم القفل ( من النوع الترددى ) وتظهر فيه ملفات التقويم والدوران الخاصة بمحرك هذا الضاغط حيث تعمل ملفات التقويم على بدء دوران الضاغط حتى يصل إلى سرعة دورانه العادية وبعد ذلك تفصل هذه الملفات عن دائرة تغذية المحرك ، ويستمر المحرك بعد ذلك فى دورانه بواسطة ملفات الدوران ، وأطراف نهايات محرك الضاغط الثلاثة الظاهرة فى الرسم رقم ( ١ ــ ٨ ) تصل ملفات الضاغط بالتيار المغذى ، هذا ويوجد « ريلاى » يركب بالقرب من الضاغط أو بجسم الضاغط نفسه كما يظهر ذلك فى الرسم رقم ( ١ ــ ٨ ) يعمل على توصيل وفصل ملفات التقويم عن التيار المغذى وتشتمل بعض أنواع الريلاهات على قاطع

رسم رقم ( ١ – ٥ )
مركب التبريد « فريون – ١٢ » يغلى عند درجة – ٢١٫٧° ف عند الضغط الجوى

رسم رقم ( ١ – ٦ )
اتجاه مرور مركب التبريد داخل أجزاء دائرة التبريد

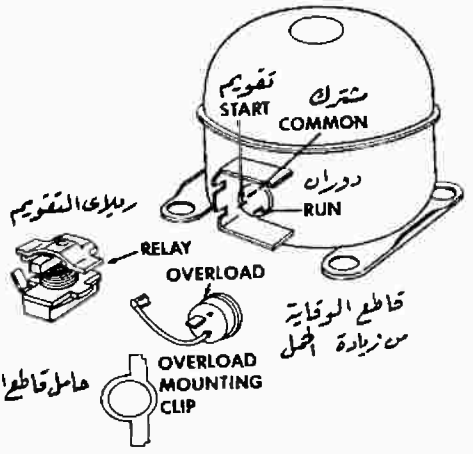


رسم رقم ( ١ – ٧ ) – قطاع فى ضاغط ثلاجة من الطرز الحديث من النوع الترددى المحكم القفل بين أجزاؤه المختلفة .

١ – صندوق النهايات ، يشتمل على ريلاى تقويم من نوع الترمستور .
٢ – ملفات محرك الضاغط مركب بداخلها قاطع وقاية .
٣ – البستم .
٤ – عمود المرفق .
٥ – مخفف صوت الطرد .
٦ – يای تحميل مجموعة الضاغط والمحرك .
٧ – العضو الدائر للمحرك .

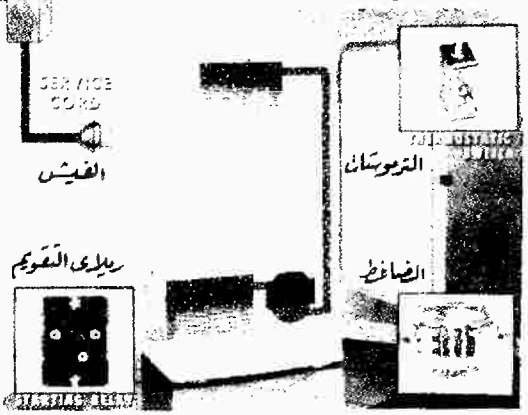
وقاية أوتوماتيكى لحماية محرك الضاغط من ازدياد تيار الحمل ، وفى بعض أنواع أخرى من الضواغط يكون هذا القاطع منفصلا عن الريلاى ويركب على جسم الضاغط نفسه كما يظهر ذلك فى الرسم رقم ( ١ — ٨ ) ، وكذلك يوصل مع الريلاى فى بعض أنواع الثلاجات مكثف كهربائى ( كباستور ) يعمل على جعل ملفات تقويم المحرك الكهربائى تقاوم عزم دوران الضاغط الابتدائى .

ويركب بالثلاجة ترموستات يعمل على حفظ درجة الحرارة المناسبة داخل كابينة الثلاجة وذلك بتشغيل الضاغط وإيقافه ؛ هذا ويربط الانتفاخ الحساس الخاص بالترموستات بجدار الفريزر الخارجى . والرسم التوضيحى رقم ( ١ — ٩ ) يبين الأجزاء الكهربائية المختلفة التى تكلمنا عنها والتى تشتمل عليها الثلاجات الكهربائية فى أبسط صورة لها . وبتتبع الرسم المبسط رقم ( ١ — ١٠ ) نرى أن التيار الكهربائى يمر من الفيش إلى الترموستات وعندما يكون كونتاكت هذا الترموستات مقفلا نتيجة لارتفاع درجة الحرارة داخل كابينة الثلاجة فإن التيار

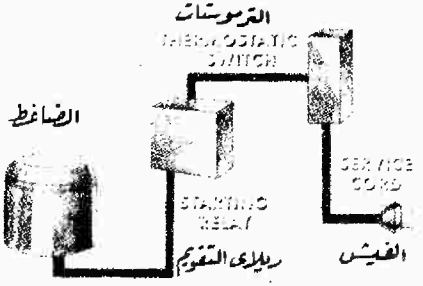



رسم رقم ( ١ — ٨ )
يبين موضع أطراف نهايات محرك الضاغط الثلاثة ومكان تركيب ريلاى التقويم وقاطع وقاية المحرك

رسم رقم (١ – ٩)
يبين الأجزاء الكهربائية المختلفة التى تشتمل عليها الثلاجات الكهربائية



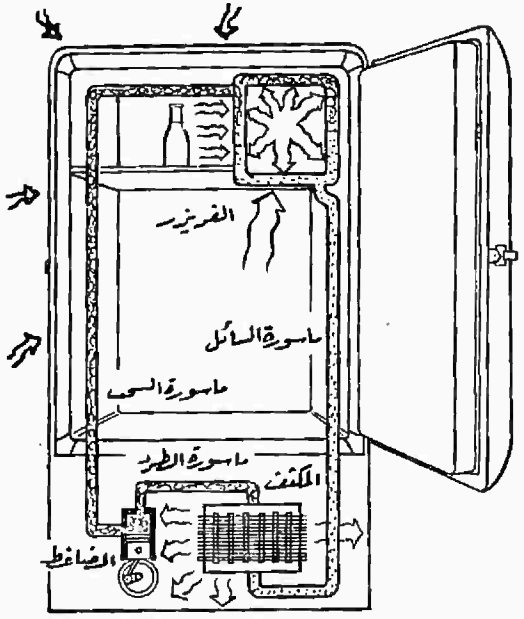

رسم رقم (١ – ١٠)
التيار الكهربائى يصل إلى ضاغط الثلاجة من الفيش عن طريق الترموستات وريلاى التقويم




الكهربائى يصل إلى ريلاى التقويم الذى يعمل على توصيل التيار الكهربائى إلى كل من ملفات التقويم والدوران الخاصة بمحرك الضاغط ، وعندما تصل سرعة دوران المحرك إلى سرعة دورانه العادية فإن الريلاى يقطع التيار عن ملفات التقويم ويستمر الضاغط فى الدوران حتى تنخفض درجة الحرارة داخل الثلاجة إلى الدرجة المطلوبة ، وبعد ذلك يقوم الترموستات بفتح الدائرة الكهربائية المغذية فيقف الضاغط .

**دائرة التبريد والدائرة الكهربائية تعملان معاً فى الثلاجة الكهربائية :**

إذا نظرنا إلى الرسم المبسط رقم ( ١ – ١١ ) نرى أن الحرارة تنتقل إلى داخل كابينة الثلاجات الكهربائية خلال المادة العازلة الموجودة بين جدرانها الداخلية والخارجية ، وكذلك من المأكولات الموجودة بداخلها ، وأيضاً نتيجة لفتح بابها ، فعندما يمر الهواء الساخن ويلامس سطح الفريزر فإنه يعطيه حرارته ويقوم الفريزر بامتصاص هذه الحرارة ، ويتبخر سائل مركب التبريد الموجود بين جدرانه

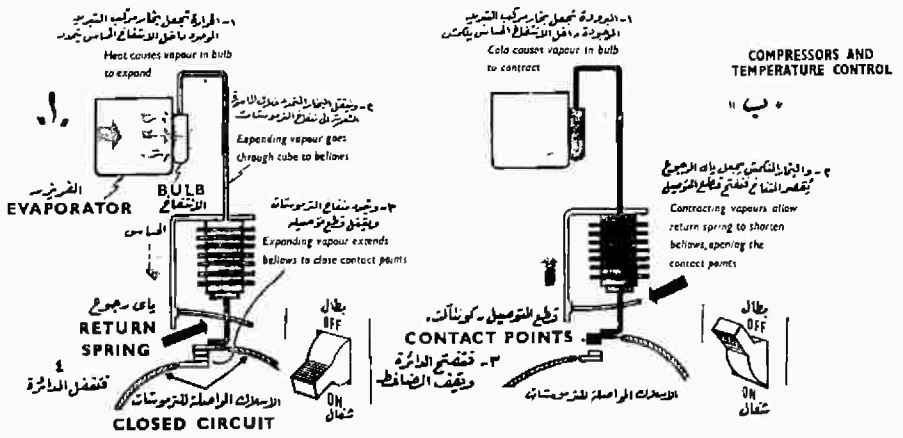



رسم رقم ( ١ – ١١ ).
يوضح هذا الرسم طريقة انتقال الحرارة إلى فريزر الثلاجة وطردها عن طريق المكثف بواسطة مركب التبريد الذى يظهر فى الرسم بأشكاله المختلفة عند عمل دائرة التبريد

أو الذى يمر داخل المواسير التى تحيط بجدار هذا الفريزر ويتحول إلى بخار ، ونظراً لأن الفريزر يكون دافئاً فى أول الأمر فإن الانتفاخ الحساس الخاص بترموستات تنظيم درجة الحرارة داخل الثلاجة تكون أيضاً درجة حرارته مرتفعة ، وتقفل تبعاً لذلك قطع توصيله ( كونتاكت ) كما هو موضح بالرسم المبسط رقم ( ١ – ١٢ ا ) وتكمل الدائرة الكهربائية الخاصة بتشغيل محرك الضاغط فيدور .

وعندما يكون الضاغط دائراً فإن الحرارة التى يحملها بخار مركب التبريد من الفريزر تسحب خلال ماسورة السحب إلى الضاغط – حيث يقوم الضاغط بضغط هذا البخار ودفعه إلى المكثف خلال ماسورة الطرد . وعند ضغط هذا البخار فإن درجة حرارته ترتفع أيضاً ، وهناك داخل مواسير المكثف تزال هذه الحرارة بواسطة حركة الهواء الطبيعية التى تمر فوق مواسيره ( فى بعض أنواع

الثلاجات الكبيرة تركب مروحة كهربائية أمام المكثف تعمل على زيادة سرعة تحريك الهواء المار فوقه ) ، وينتج من إزالة الحرارة من البخار المضغوط أن يتحول إلى سائل مرة أخرى يتساقط فى الصفوف الأخيرة من مواسير المكثف ، ونظراً لأن هذا السائل يكون واقعاً تحت تأثير الضغط الموجود داخل دائرة التبريد فى أثناء دوران الضاغط ، فإنه يدفع خلال ماسورة خط السائل إلى الماسورة الشعرية التى تعمل على تنظيم مقدار كمية السائل التى تدخل الفريزر ، وعندما يستمر الضاغط فى الدوران فإن درجة حرارة الفريزر تنخفض ، وكذلك فإن ضغط مركب التبريد الموجود بين جدران أو مواسير الفريزر ينخفض تبعاً لذلك . وعندما تنخفض درجة الحرارة داخل كابينة الثلاجة إلى الدرجة المطلوبة فإن درجة حرارة الانتفاخ الحساس الخاص بالترموستات تنخفض كذلك وتجعل قطع توصيله ( كونتاكت ) تفتح كما هو موضح بالرسم رقم ( ١ — ١٢ ب ) وتقطع دائرة تغذية محرك الضاغط فيقف الضاغط .




رسم رقم ( ١ — ١٢ أ ، ب )

يوضح هذا الرسم المبسط تركيب وطريقة عمل الترموستات

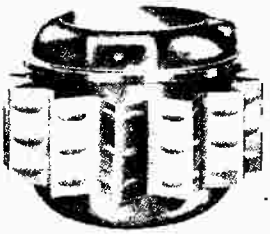
أ — عندما تكون درجة حرارة الفريزر مرتفعة

ب — عندما تنخفض درجة حرارة الفريزر إلى الدرجة المطلوبة

## ضواغط الثلاجات من النوع المحكم القفل الدائرى من طراز « فريجيدير »

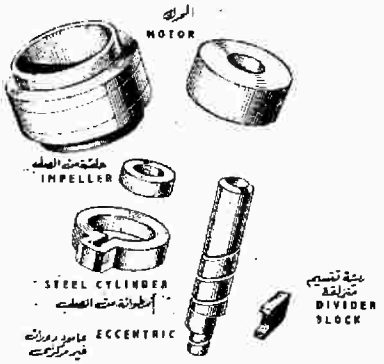
تستعمل فى جميع الثلاجات من نوع « فريجيدير » ضواغط من النوع المحكم القفل الدائرى « Rotary Sealed Compressors » تعرف تجاريًّا بالاسم « ميتر ميزر — Meter Miser » يظهر شكلها الخارجى فى الرسم رقم ( ١ — ١٣ ) ، والرسم رقم ( ١ — ١٣ أ ) يبين قطاعاً فى هذا النوع من الضواغط ، حيث يكون أيضاً كل من المحرك والضاغط موضوعين داخل جسم واحد من الصلب محكم القفل بداخله الكمية المناسبة من زيت التزييت ، والضاغط هنا يتركب كما هو مبين فى الرسم رقم ( ١ — ١٤ ) من عمود دوران غير مركزى «Eccentric Shaft» وحلقه من الصلب « Impeller » وريشة تقسيم منزلقة « Divider Bloc » واسطوانة من الصلب « cylinder » تدور بداخلها الحلقة فى حركة غير مركزية ، هذا وتحدث عمليتا ضغط وسحب غاز مركب التبريد من دوران هذه الحلقة بحركة غير مركزية داخل الإسطوانة ، وكلما تحركت هذه الحلقة فإنها تمس جدار الإسطوانة فى نقطةواحدة وتمس فى نقطة أخرى ريشة التقسيم المنزلقة ، وفى أثناء دورانها تضغط غاز مركب التبريد أمامها بين جسمها وجدار الإسطوانة والريشة ، وتنزلق هذه الريشة بحركة ترددية بواسطة يای داخل المجرى الخاصة بها لتفصل ناحية السحب عن ناحية الانضغاط .

هذا والرسومات التوضيحية رقم ( ١ — ١٥ أ و ب و حـ و د ) توضح لنا بالتفصيل خطوات مراحل سحب غاز مركب التبريد وانضغاطه وحركة أجزاء الضاغط المختلفة فى أثناء هذه الخطوات .

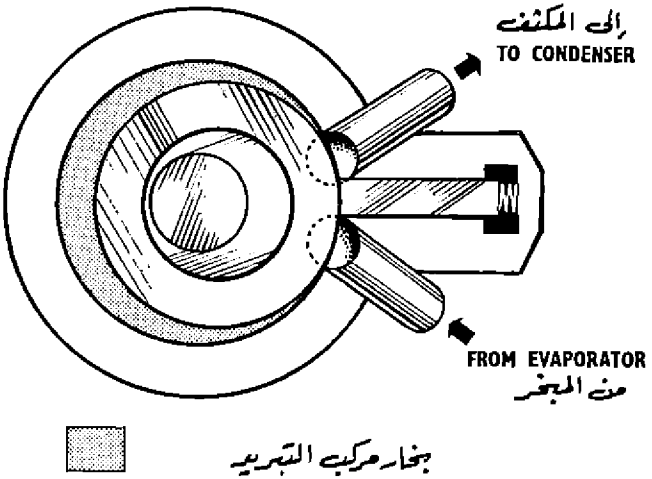


رسم رقم ( ١ – ١٣ ) – الشكل الخارجى للضاغط المحكم القفل الدائرى من طراز «فريجيدير»

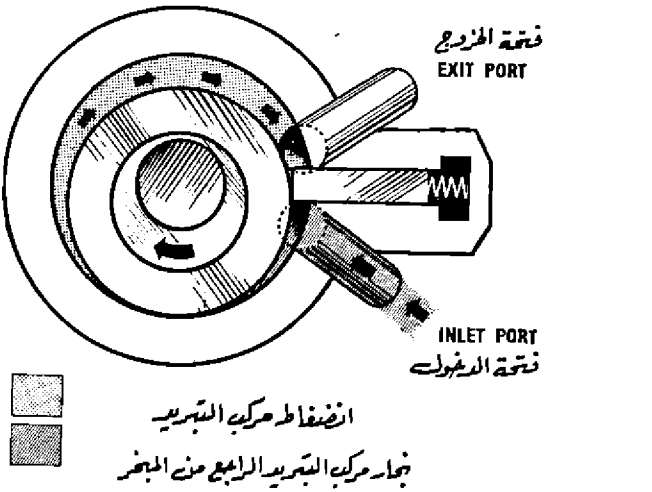
رسم رقم ( ١ – ١٣ أ ) – قطاع فى الضاغط الدائرى المحكم القفل من طراز « فريجيدير » .



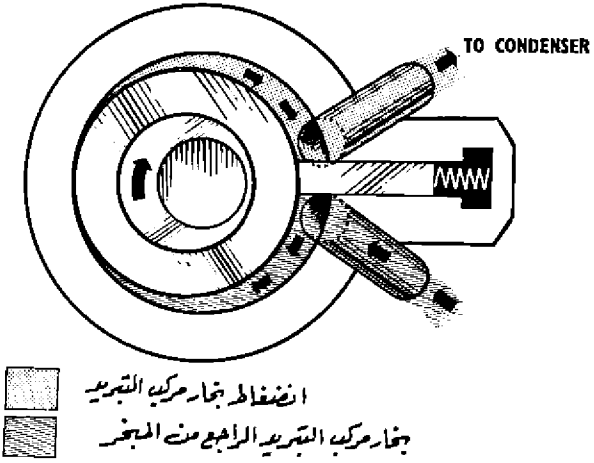

رسم رقم ( ١ – ١٤ ) – الأجزاء المختلفة التى يتركب منها الضاغط الدائرى المحكم القفل من طراز « فريجيدير » .



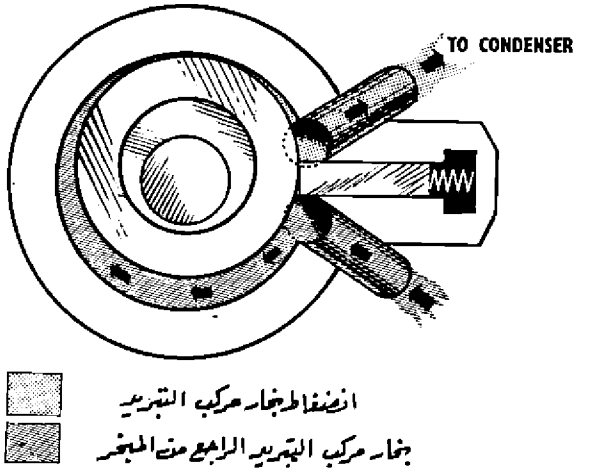

رسم رقم ( ١ – ١٥ أ ) يبدء مرحلة الانضغاط




رسم رقم ( ١ – ١٥ ب ) يبدء مرحلة السحب




رسم رقم ( ١ – ١٥ ـ ) منتصف مراحل الانضغاط والسحب




رسم رقم ( ١ – ١٥ د ) نهاية مرحلة الانضغاط

## أعطال الضواغط الدائرية المحكمة القفل من طراز « فريجيدير » :

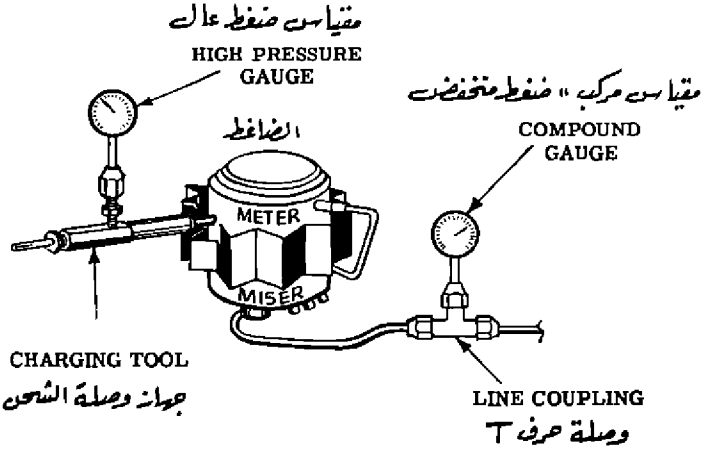
إن جميع الأعطال الكهربائية التى قد تحدث فى هذا النوع من الضواغط تشابه تماماً الأعطال الكهربائية التى قد تحدث بالضواغط الترددية المحكمة القفل ، ويمكن اكتشاف عوارضها وعلاجها بالطرق نفسها التى تتبع فى فحص وعلاج الضواغط الترددية المحكمة القفل التى سنتكلم عنها بالتفصيل فى فصل آخر من هذا الكتاب ، ولكن بالنسبة للضواغط الدائرية المحكمة القفل فإنه قد يحدث بها عارض ميكانيكى لا يحدث بالضواغط الترددية المحكمة القفل ، وهو أن ريشة التقسيم المنزلقة الموجودة بهذا الضاغط قد يحدث بها قفش «Divider block stuck» ، هذا ويسبب هذا العارض عند حدوثه عدم انخفاض درجة حرارة فريزر الثلاجة ويمكن اكتشافه وتحديده باتباع الخطوات الآتية :

١ — يطرد غاز مركب التبريد الموجود داخل دائرة تبريد الثلاجة إلى الجو الخارجى ، ثم تقطع ماسورة السحب عند مكان يقرب من الضاغط بقدر الإمكان وتركب وصلة حرف T « line coupling » فى هذا الخط كما هو مبين فى الرسم رقم ( ١ — ١٦ ) ، ثم يركب بهذه الوصلة مقياس مركب ( ضغط منخفض ) — ويركب جهاز وصلة شحن « charging tool » فى بلف شحن الضاغط الموجود به ويركب بهذه الوصلة أيضاً مقياس ضغط عال كما هو مبين بالرسم .

٢ — يعمل تفريغ لدائرة التبريد وتشحن بعد ذلك بالكمية المناسبة من مركب التبريد ، ثم يدار الضاغط فترة قدرها ١٥ دقيقة ، فإذا كانت قراءات كل من المقياس المركب ( ضغط منخفض ) ومقياس الضغط العالى متساوية ( مثلا ٨٠ رطل / □″ ضغط عالى و ٨٠ رطل / □″ ضغط منخفض ) — فإن ذلك يدل على

أن ريشة التقسيم المنزلقة الموجودة بالضاغط بها قفش ، ويلزم فى مثل هذه الحالة تغيير الضاغط بآخر جديد .

هذا ، وعندما يقل الوات الذى يستهلكه الضاغط بمقدار ٥٠ ٪ عن المقدار العادى فإن ذلك يدل أيضاً على احتمال وجود قفش بريشة التقسيم المنزلقة الموجودة بالضاغط ، ولكن مع هذا يجب إجراء الخطوات السابقة لتحديد هذا العارض بالذات .



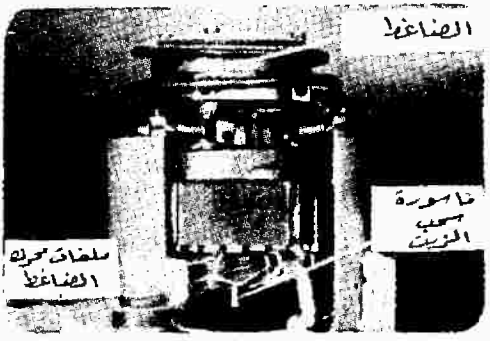

رسم رقم ( ١ – ١٦ ) – طريقة تحديد أن ريشة التقسيم المنزلقة الموجودة بالضاغط الدائرى المحكم القفل بها قفش

**الضواغط الدائرية من طراز « هويرل بول » :**

تستعمل فى الثلاجات طراز « هويرل بول » وفى بعض أنواع أخرى من الثلاجات ضواغط دائرية حديثة محكمة القفل يظهر شكلها فى الرسم رقم ( ١ – ١٧ ) ويلاحظ أنه يمر خلال جسم غلافها أربعة مواسير بعكس الضواغط الدائرية من طراز « فريجيدير » السابق شرحها والتى يمر خلال جسم غلافها ماسورتين فقط ( سحب وطرد ) .

رسم رقم ( ١ – ١٧ ) – شكل الضاغط الدائرى من طراز « هويرل بول » .

والرسم رقم ( ١ – ١٨ ) يبين قطاع فى هذا الطراز من الضواغط ، حيث يظهر المحرك الكهربائى فى الجزء الأسفل . ويمتد عمود العضو الدائر الخاص




رسم رقم ( ١ – ١٨ ) – قطاع فى الضاغط الدائرى من طراز « هويرل بول » ، يظهر به مكان تركيب كل من الطلمبة ( الضاغط ) والمحرك .

بهذا المحرك إلى أعلى حيث يدير الطلمبة المحملة على ياياث . هذا وتمتد أنبوبة من أسفل عمود العضو الدائر إلى حوض الزيت لسحب زيت التزييت منه .

وكما هو ظاهر فى الرسم رقم ( ١ — ١٩ ) فإن الماسورة ذات القطر الأكبر التى تمر خلال جسم غلاف الضاغط هى ماسورة السحب وهى التى توصل بمخرج المبخر ، أما الماسورة الأخرى فهى ماسورة طرد الطلمبة .

والآن إذا قمنا برفع الجزء الموجود أعلى الطلمبة ، فإننا سنرى ما تفعله هذه الطلمبة حقيقة .

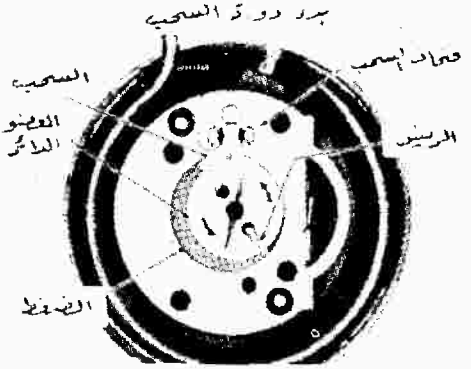
رسم رقم ( ١ — ١٩ ) — ماسورة السحب ، وماسورة الطرد بالضاغط الدائرى من طراز « هويرل بول » .

إذا رجعنا إلى الرسم رقم ( ١ — ٢٠ ) نجد أن نهاية عمود الطلمبة مجهز بعضو دائر ذى ريش (Vane Type Rotor) . وعندما يدور هذا العضو الدائر نجد أن هذه الريش تدفع ناحية جدار الأسطوانة ( السلندر ) وتظل تلامس هذا الجدار بتأثير القوة المركزية الطاردة وضغط الزيت الذى يدفع إلى أعلى خلال عمود العضو الدائر . ونظراً لأن العضو الدائر خارج مركز فراغ الأسطوانة ، فإن الريش تنزلق إلى الخارج وإلى الداخل عندما تلامس سطح الأسطوانة الداخلى . ويكون هناك إحكام معدن مع معدن بسبب وجود

طبقة رقيقة من الزيت على جميع الأسطح المعدنية . وسنوضح فيما يلى خطوات عمل هذه الطلمبة بالتفصيل .

رسم رقم ( ١ – ٢٠ ) – الأجزاء التى تظهر بالضاغط الدائرى طراز «هويرل بول» بعد رفع الجزء الموجود أعلى الطلمبة .

كما هو ظاهر فى الرسم رقم ( ١ – ٢١ ) نجد أن الريشة العلوية قد مرت فوراً من فتحة السحب ، ونتيجة لذلك يتكون ضغط سحب أو سالب خلفها ،



رسم رقم (١ – ٢١) – بدء دورة السحب

مما يؤدى إلى جذب بخار مركب التبريد لملء الفراغ . وتعتبر هذه الخطوة بدء دورة السحب .

وعندما تدور الريشة بعد ذلك إلى قرب منتصف مسافة الدوران الكاملة كما هو ظاهر فى الرسم رقم ( ١ — ٢٢ ) ، فإنها تكون عندئذ قد سحبت جميع سعتها من بخار مركب التبريد .

رسم رقم (١ — ٢٢)
نهاية دورة السحب

وتعتبر هذه الخطوة نهاية دورة السحب .

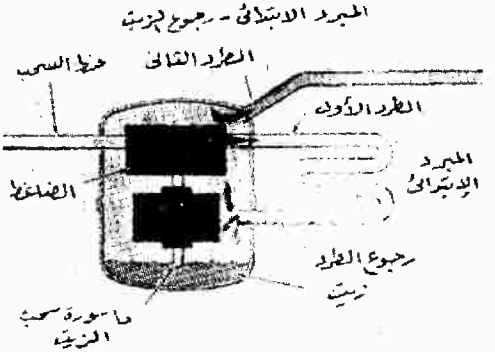
وعندما يستمر العضو الدائر فى الدوران ، فإن الريشة الموجودة فى الجهة المعاكسة تصل إلى فتحة السحب . وهذه الريشة لا تبدأ فقط عملية سحب جديدة ، ولكنها تدفع أيضاً البخار المسحوب بواسطة الريشة الأولى كما هو موضح بالرسم رقم ( ١ — ٢٣ ) .

رسم رقم (١ — ٢٣)
طرد الغاز المضغوط

وعندما تصل هذه الريشة الثانية فتحة الطرد . تكون قد ضغطت بخار مركب التبريد ، وقامت بدفعه خلال فتحة الطرد وبلف الطرد إلى ماسورة الطرد كما هو موضح بالرسم رقم ( ١ — ٢٤ ) . وتسحب بعد ذلك شحنة جديدة من مركب التبريد إلى حيز الانضغاط ليتم ضغطها بواسطة الريشة التالية . وتستمر الدورة .

رسم رقم ( ١ — ٢٤ ) — الدورة تستمر

هذا ولقد سبق أن ذكرنا أنه يمر خلال جسم غلاف هذا النوع من الضواغط الجديثة أربعة مواسير ، لهذا نجد كما هو ظاهر فى الرسم رقم ( ١ — ٢٥ ) . أن هذا الضاغط يقوم بطرد البخار المضغوط مباشرة إلى مجموعة




رسم رقم (١ — ٢٥) — المبرد الابتدائى — رجوع الزيت

قليلة من لفات المواسير يطلق عليها « المبرد الابتدائى — Precooler » تعمل أيضاً كفاصل للزيت ( oil Separator ) فإذا انتقلت كمية كبيرة من زيت التزييت مع بخار مركب التبريد من الضاغط إلى أجزاء الدائرة الأخرى ، فإن ذلك قد يؤدى إلى تلف عملية تزييت الضاغط نفسه ، ولذلك يقوم المبرد الابتدائى بتبريد بخار مركب التبريد الساخن ومخلوط الزيت قليلا بعد أن يطرد من الطلمبة .

ونظراً لأن الزيت يتكاثف عند درجة حرارة أعلى ، فإنه يتكاثف على هيئة نقط ويفصل من المخلوط . وعندما يعود الزيت وبخار مركب التبريد إلى الضاغط . فإن الزيت يتساقط إلى قاع الطلمبة . أما بخار مركب التبريد فيدفع إلى ماسورة الطرد الثانى الخارجة من غلاف جسم الضاغط ، ثم يتجه إلى المكثف .