وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني التكنولوجي

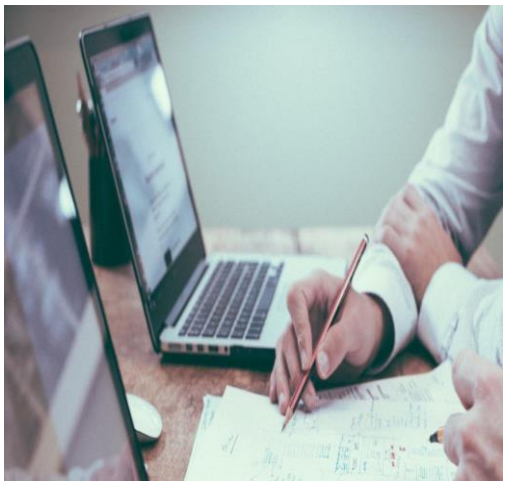
محاضرات مادة الصيانة

اعداد
م.م. محمد جاسم محمد حسن
قسم تقنيات ميكانيك القدرة

u2w3dveh

الصيانة (الهدف منها و تعريفها و أنواعها)

المحتويات



- المقدمـــة
- تعريف الصيانة
- أهمية الصيانة
- أنواع الصيانة
- اهداف الصيانة
- الخاتمة

المقدمة

صيانة أجهزة التبريد مهمة للحفاظ على عملها بشكل فعال وطويل الأمد. تساعد الصيانة على منع الأعطال، تحسين الأداء، وتقليل استهلاك الطاقة، سواء من خلال الصيانة الوقائية أو الإصلاح عند حدوث الأعطال.

الصيانة

الصيانة هي مجموعة الأنشطة والإجراءات التي تهدف للحفاظ على المعدات والأنظمة في حالة تشغيل جيدة.

أهمية الصيانة

1 . تقليل توقف الإنتاج.

2 . تقليل التكاليف طويلة الأمد.

3 .الحفاظ على سلامة العاملين.

4 . زيادة عمر المعدات.

أثناء فحصك لثلاجة منزلية،
لاحظت أن درجة التبريد ضعيفة
رغم أن الضاغط يعمل بشكل
طبيعي.
ما الخطوة الأولى التي يجب القيام
بها لتشخيص المشكلة؟
أ) اعادة شحن غاز التبريد مباشرة

أنواع الصيانة

1 . الصيانة الوقائية

2 . الصيانة التنبؤية

3 . الصيانة التصحيحية

اهداف الصيانة

1 . ضمان استمرارية العمل.

2 . تقليل تكاليف الإصلاحات الطارئة.

3 . تحسين سلامة الموظفين والمعدات.

4 . زيادة كفاءة وإنتاجية المعدات.

5 . إطالة عمر المعدات.

أسئلة للمناقشة

السؤال الأول : ما الفرق بين الصيانة الوقائية و التنبؤية من حيث أسلوب العمل؟

السؤال الثاني : ما الخطوات الأساسية لتنفيذ برنامج صيانة تنبؤية فعال؟

السؤال الثالث : كيف تساهم الصيانة الوقائية في زيادة عمر المعدات؟

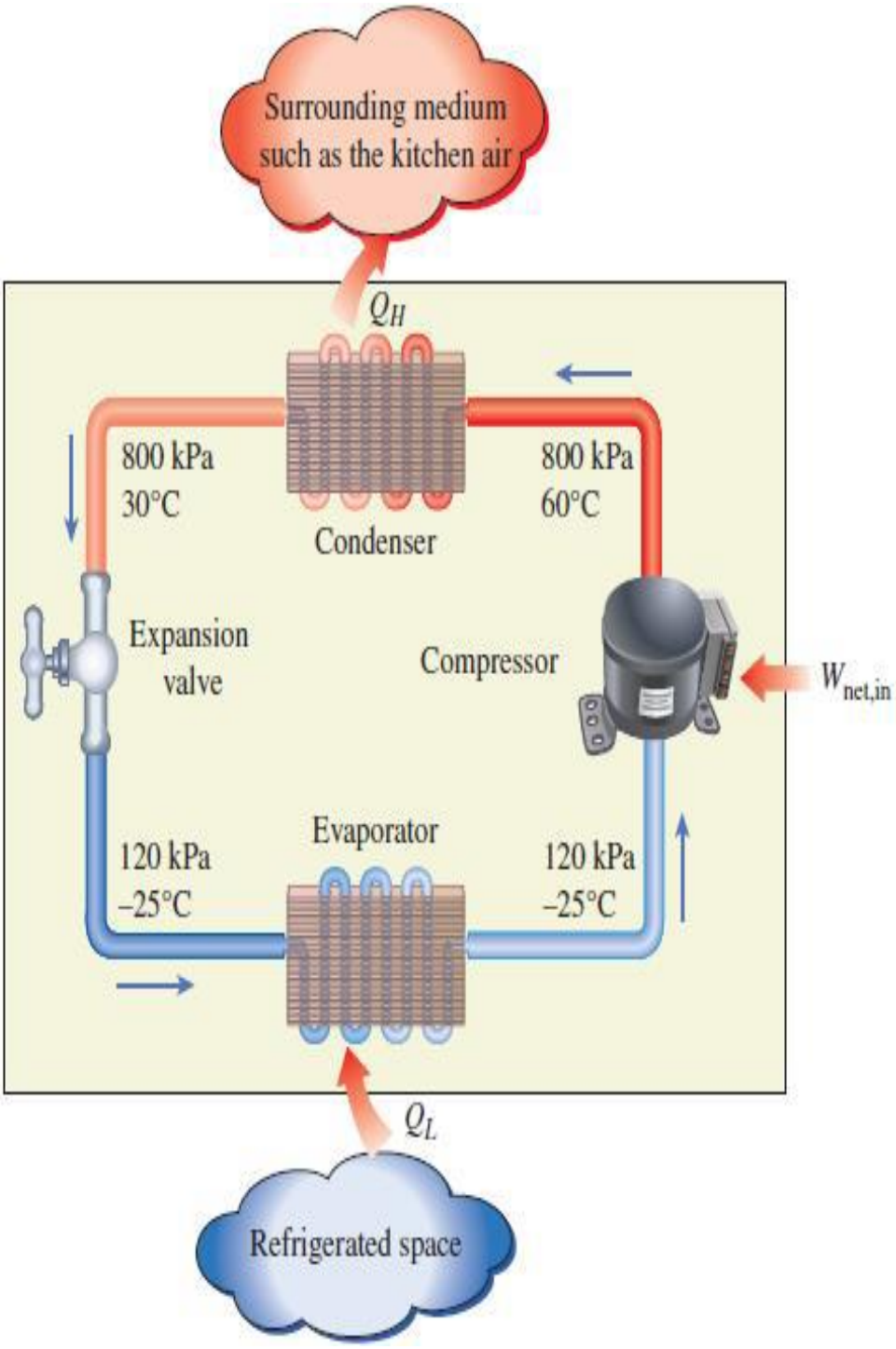
السؤال الرابع : ما تأثير تأخير الصيانة الوقائية على أداء النظام ؟

الأجزاء الكهربائية الأساسية لدورة التبريد و التكييف و كيفية فحصها (الضاغط / الاوفرلود / الريلي / الثرموستات)

الثلاجة الكهربائية و أنواعها (الدائرة الكهربائية و أنواعها / الدائرة الميكانيكية و أنواعها)

المقدمة

- ✓يتطلب نقل الحرارة من وسط منخفض الحرارة الى وسط مرتفع الحرارة جهاز يسمى الثلاجة، فيها سائل يطلق عليه اسم مائع التبريد يجري بدورة مغلقة.
- ✓ تتكون الثلاجة من دائرتين كهربائية و ميكانيكية و هنا نركز على الدائرة الميكانيكية لأنها المسؤولة عن التبريد.


Surrounding medium
such as the kitchen air
Q_H
800 kPa
30°C
Condenser
800 kPa
60°C
Expansion
valve
Compressor
$W_{net,in}$
Evaporator
120 kPa
–25°C
120 kPa
–25°C
Q_L
Refrigerated space

الثلاجة المنزلية

هو جهاز كهربائي يستخدم في المنازل لحفظ الأغذية و المواد القابلة للتلف عند درجة حرارة منخفضة عادة تكون بين (0 – 5) مئوية في حجرة التبريد و تحت الصفر في حجرة التجميد.

تعتمد في عملها على دورة التبريد الانضغاطية للبخار، حيث يتم تبخير و ضغط و تكثيف مائع التبريد في دائرة مغلقة.

سؤال للمناقشة؟

- **تخيل ان ثلاجة توقفت فجأة عن التبريد، ماذا تعتقد السبب الأكثر احتمالا ؟**

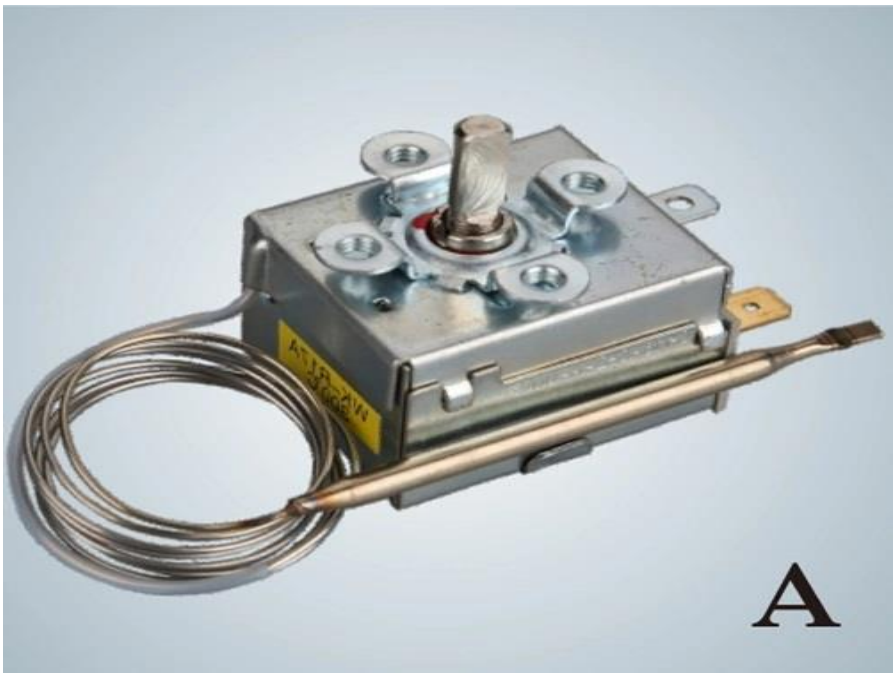
أجزاء الدائرة الكهربائية للثلاجة

تتكون من مجموعة عناصر مرتبطة مع بعضها عن طريق اسلاك لتشغيل

أجزاء دورة التبريد و تشمل:

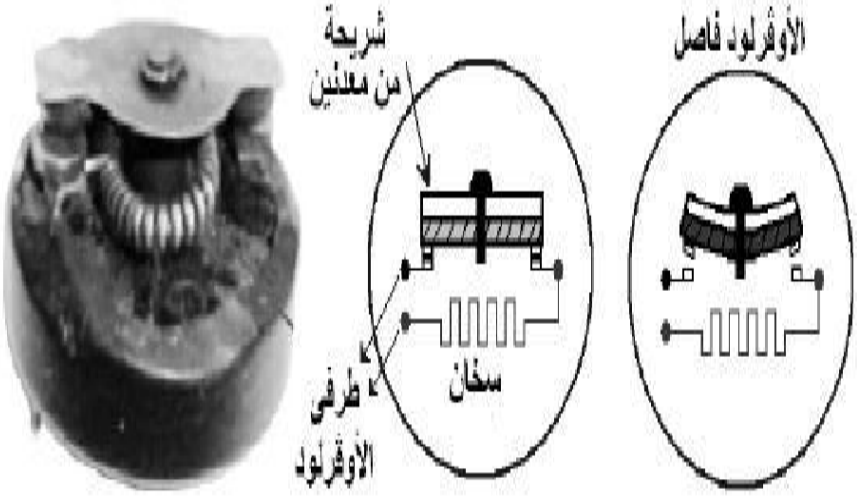
1 . منظم درجة الحرارة (Thermostat).

- **يتحسس درجة حرارة الهواء داخل الثلاجة.**
- **يفتح و يفصل التيار الكهربائي عن الضاغط عند وصول درجة الحرارة المطلوبة ويعيد التوصيل عند ارتفاعها.**



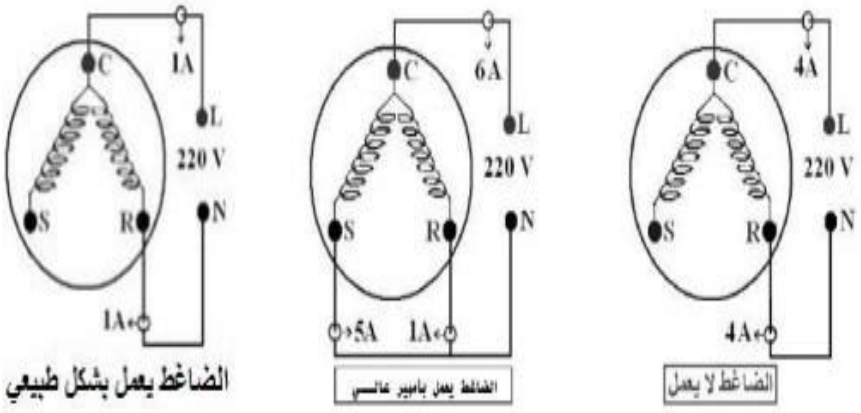
2 . قاطع الوقاية (overload).

- يحمي الضاغط من الارتفاع الزائد في درجة الحرارة او زيادة الحمل الكهربائي.



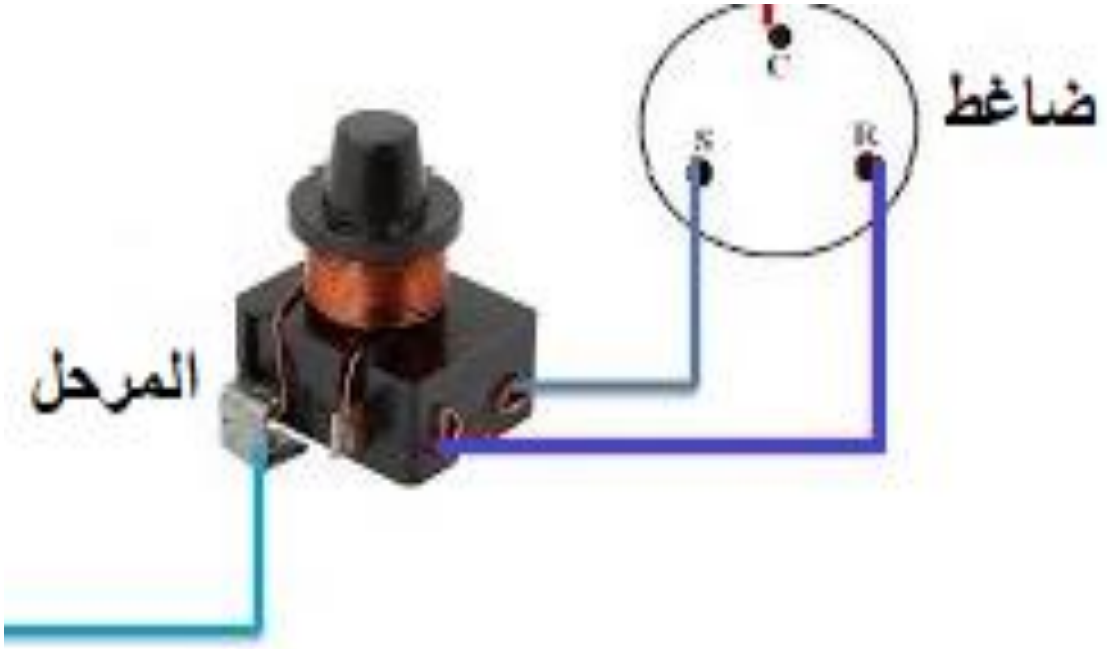
3 . الضاغط:

- يحتوي على ملفي تشغيل R و تقويم S و المشترك C .
- عند بدأ التشغيل يمر التيار في ملفي التشغيل و التقويم لزيادة عزم البدأ، وبعد دوران الضاغط يفصل ملف التقويم بواسطة المرحل ويبقى ملف التشغيل يعمل باستمرار.



4 . المرحل:

- **يوصل التيار الى ملف التقويم عند بدأ التشغيل.**
- **يفصل التيار عنه تلقائيا بعد دوران الضاغط.**



سؤال

كيف يمكن التحقق من سلامة المرحل (الريلي) باستخدام الأفوميتر؟

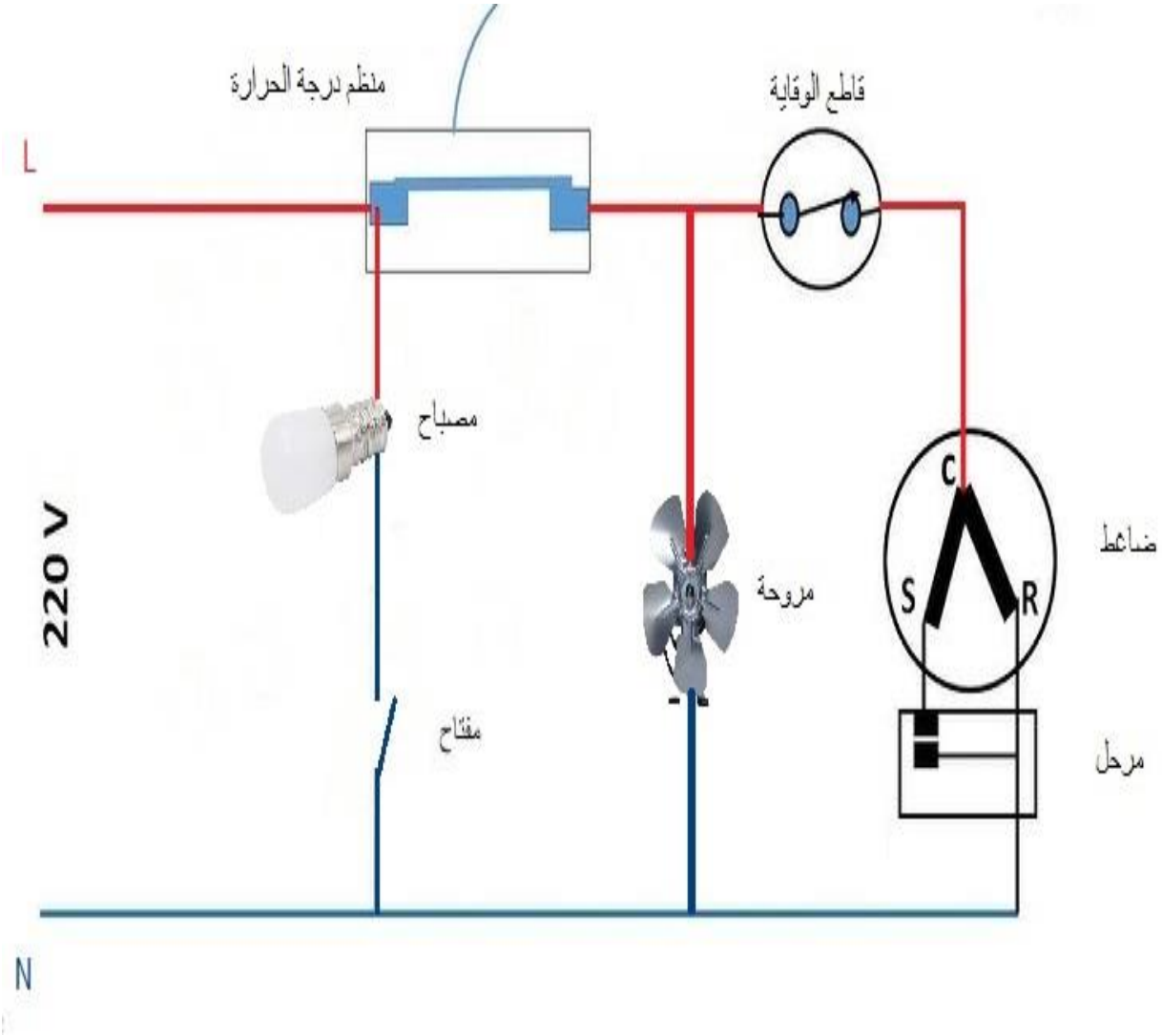
مصباح الإضاءة و المفتاح:

- **يستخدم للاضاءة داخل حجرة الثلاجة، يكون موصل بمفتاح على جانب الاطار الداخلي للثلاجة.**
- **عند فتح الباب يغلق الدائرة فيضيء المصباح و العكس صحيح.**

المروحة:

- **تسحب الهواء البارد من الخارج و توجهه الى الضاغط مما يمنع ارتفاع حرارة الضاغط و تحسين كفاءة دورة التبريد.**

مخطط الدائرة الكهربائية للثلاجة مع مبدأ



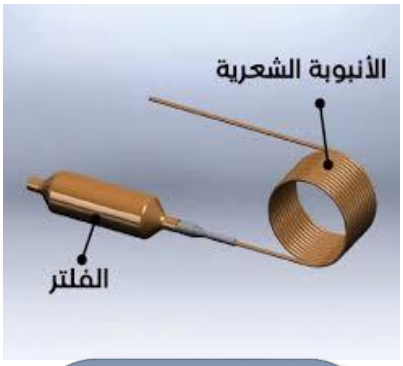
- يدخل التيار الكهربائي للثلاجة عبر سلكين(L) و(N).
- يمر التيار الى منظم درجة الحرارة الذي يعمل كمفتاح تحكم بالحرارة، عندما تكون درجة الحرارة داخل الثلاجة اعلى من الحد المطلوب يتحسسه الثرموستات فيغلق الدائرة و يسمح بمرور التيار الى قاطع الوقاية و المروحة .
- يدخل التيار الى قاطع الوقاية ، اذا كان التيار مناسب يوصل هذا التيار الى الضاغط .
- يدخل التيار الضاغط الى النقطة المشتركة(C) و يتوزع لملفات (R) التشغيل و ملفات التقويم (S) .
- يقوم المرحل الذي يكون مرتبط بطرفي الضاغط ال (R) و(S) برفع القلب الحديدي و توصيل الملفين وأعطاء تيار عالي لحضي لملف التشغيل حتى يعمل الضاغط و فصل ملفات التقويم وبذلك تعمل الدائرة الكهربائية

أجزاء الدائرة الميكانيكية للثلاجة المنزلية

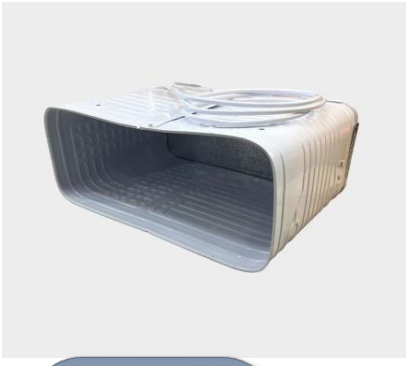
الضاغط

المكثف

الفلتر



أنبوب شعري



المبخر

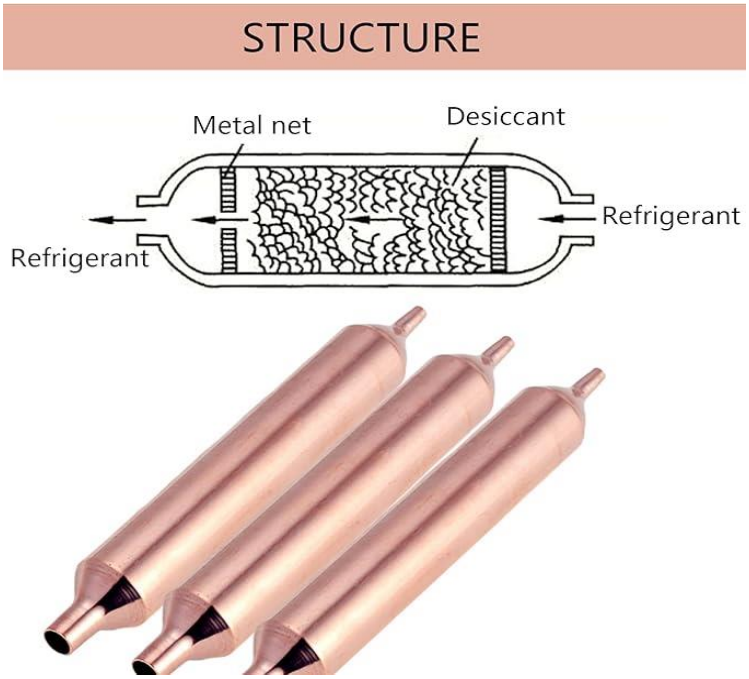
معلومات إضافية من خلال هذه الروابط

https://www.youtube.com/shorts/8S3iEY7e284

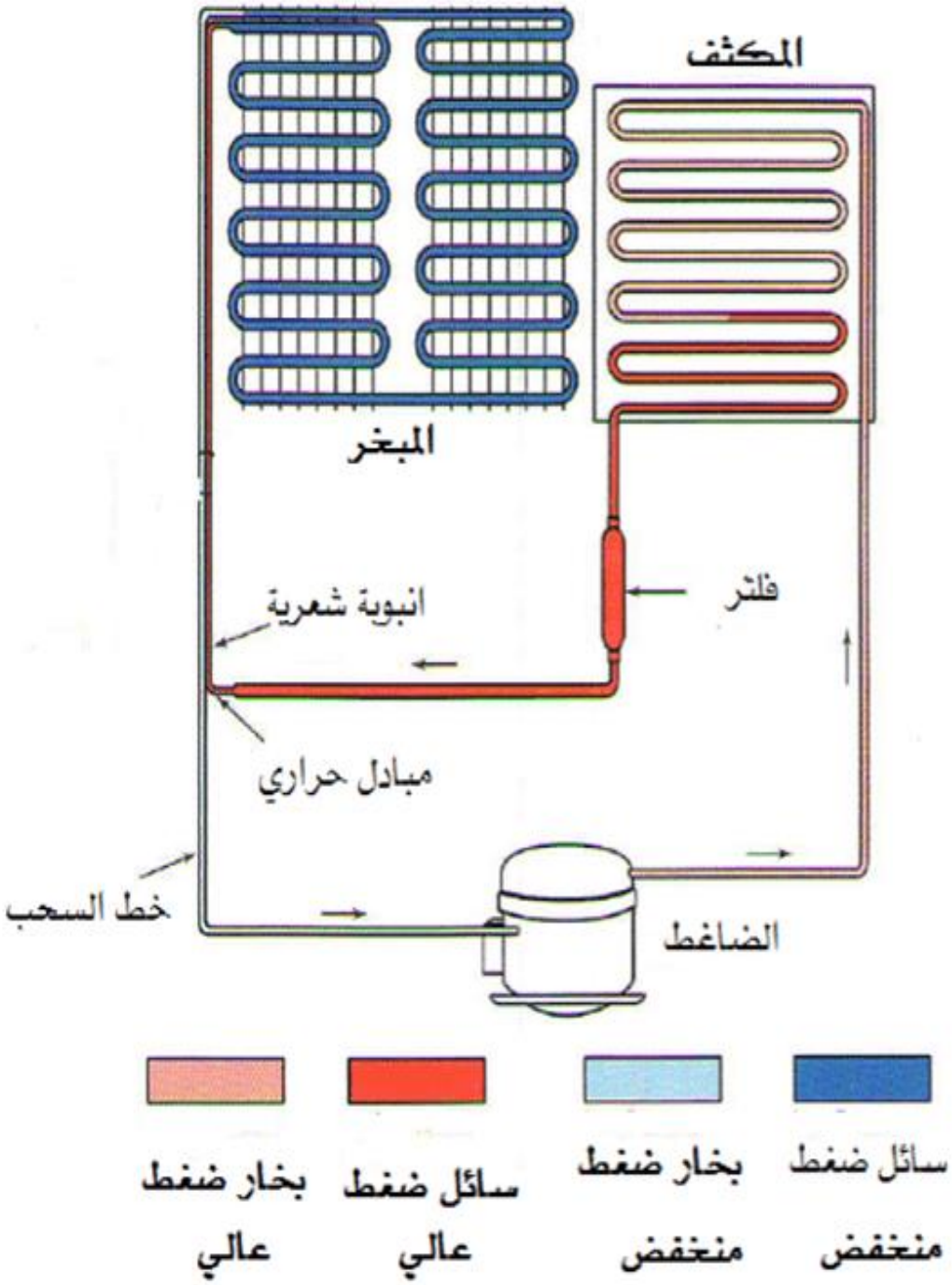
https://www.youtube.com/watch?v=qt-mMQEneu4

هل يمكن الاستغناء عن الفلتر (المرشح) في دورة التبريد الميكانيكية وما

سؤال



مخطط دورة التبريد الميكانيكية مع مبدأ



- **الضاغط يقوم بسحب وضغط الغاز لرفع درجة حراته و ضغطه**
- **يدخل الغاز للمكثف الذي بدوره يقوم بطرح الحرارة و تكثيف الغاز ليصبح سائل**

- **ثم يمر عبر الفلتر للتنقية من الشوائب و الرطوبة**
- **بعدها يدخل الانبوب الشعري ينخفض ضغطه و درجة حرارته**
- **و يدخل المبخر هنا يمتص الحرارة داخل كابينة الثلاجة ويتحول الى غاز منخفض الضغط و بعد ذلك يعود للضاغط و تستمر الدورة**

العوامل المؤثرة على كفاءة الثلاجة

1. حالة الضاغط.
2. درجة حارة الوسط المحيط.
3. مستوى العزل الحراري.
4. نوع الغاز المستخدم.
5. نظافة المكثف و المبخر.

المصادر

1 . A. C. Bryant, Refrigeration Equipment, Reed Educational and professional Publishing Ltd, Second edition 1997.

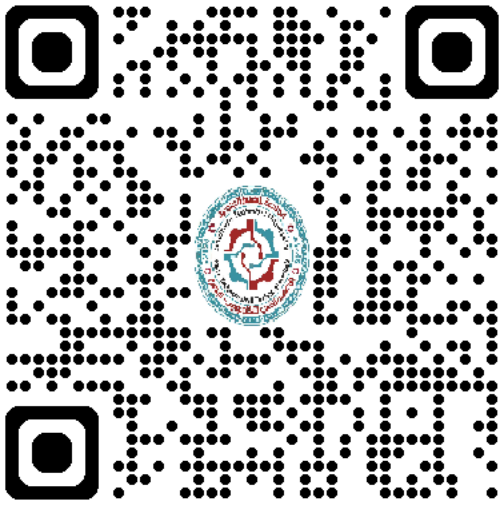
. Y. A. Çengel and M. A. Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th ed. New York, NY, 2 USA: McGraw-Hill Education, 2015

عندما تلاحظ ان الثلاجة تعمل لفترات طويلة دون توقف

سؤال

جواب المهمة على الرابط او QR :

https://forms.gle/Pv9GnAq96nbFoGvs8



أنواع الثلاجات

هدف هذه المحاضرة إلى توضيح الأساسيات التي يقوم عليها عمل أنظمة التبريد، من خلال فهم مكونات الدائرة الميكانيكية ودور كل جزء في انتقال الحرارة، مما يساعد الطالب على تحليل أداء الأنظمة وتشخيص الأعطال بدقة. تعد ثلاجات النوفروست من أحدث أنواع الثلاجات المنزلية التي تعمل على منع تكون الثلج تلقائياً داخل حجرة التجميد.

تتميز بنظام تهوية متكامل يعتمد على مراوح لتوزيع الهواء البارد وسخان لإذابة الجليد بشكل أوتوماتيكي دون الحاجة للتذويب اليدوي.

المكونات الميكانيكية الأساسية

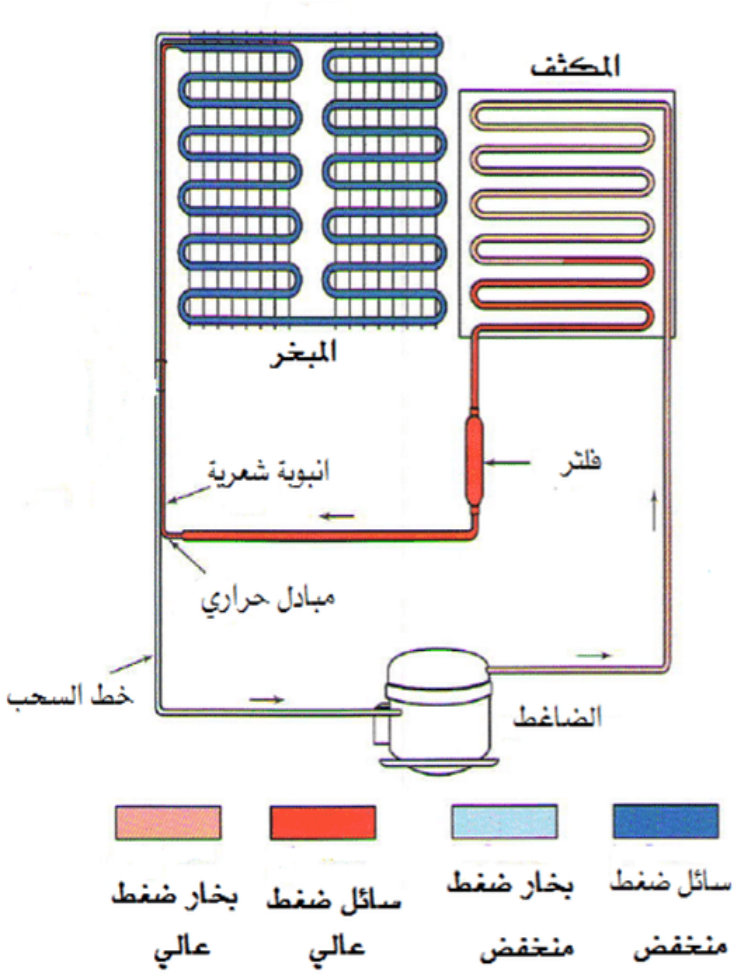
1 . الضاغط (compressor): يضغط غاز التبريد و يرسله للمكثف.

2 . المكثف (condenser): يحول الغاز الساخن إلى سائل.

3 . أنبوب التمدد (capillary tube): يخفظ الضغط و درجة الحرارة.

4 . المبخر (Evaporator): يمتص الحرارة من هواء الحجرة.

5 . مروحة المبخر (Evaporator Fan): توزع الهواء البارد داخل الفريزر و الثلاجة.



أنواع الثلاجات

1 . الثلاجة التقليدية (تبريد مباشر)

➢ **مبدأ العمل**

يعتمد نظام التبريد المباشر على التبريد الطبيعي داخل الحجرة دون استخدام مراوح.

يتكوّن الثلج على سطح المبخر مباشرة، حيث يتم امتصاص الحرارة من المواد الغذائية عبر التبادل الحراري المباشر.

يقوم الثرموستات بقطع وتشغيل الضاغط للحفاظ على درجة حرارة ثابتة.

➢ **المزايا**

استهلاك كهرباء منخفض.

تصميم بسيط وسهل الصيانة.

ثمنه أقل من نظام النوفروست.

كفاءة تبريد جيدة في الأجواء العادية

الثلاجة التقليدية

➢ **العيوب**

تكوّن الثلج على المبخر بشكل مستمر.

يحتاج إلى إذابة ثلج يدوية أو نصف آلية.

توزيع الهواء غير متساوٍ داخل الحجرة.

لا يناسب الاستخدامات التي تحتاج تبريدًا دقيقًا ومتساويًا.

➢ **أمثلة تطبيقية**

أغلب ثلاجات باب واحد الموجودة في المنازل.

مجمدات صغيرة Freezer Box في الثلاجات القديمة.

ثلاجات المحلات الصغيرة والكوارتز.

➢ **مشكلة شائعة: تراكم الثلج على المبخر**

الأسباب المحتملة:

فتح الباب المتكرر ودخول الرطوبة.

تلف الثرموستات أو عدم فصله بالوقت المناسب.

انسداد الماء من حوض الذوبان.

وجود تسريب هواء من ربلة الباب.

ضعف التهوية أو ضعف الضاغط.

- **العلاج:**

إذابة الثلج دوريًا.

فحص الثرموستات واستبداله عند الحاجة.

تنظيف مسار تصريف الماء.

التأكد من إحكام إغلاق الباب

2 . الثلاجة نظام ديفروست التقليدي

- **مبدأ عمل نظام الديفروست التقليدي**

يُستخدم هذا النظام لمنع تراكم الثلج على المبخر، وذلك من خلال إذابة الثلج دوريًا للحفاظ على كفاءة التبريد. ويعمل بطريقتين:

التسخين الكهربائي :Heater Defrost

تُركَّب مقاومة حرارية حول المبخر.

عند بدء دورة الديفروست، يسخّن الهيتر المبخر لإذابة الثلج المتراكم.

الدورة العكسية :Reverse Cycle

يتم عكس خط السائل والغاز عبر صمام عاكس.

يتحوّل المبخر مؤقتًا إلى مكثف، ما يسبب ارتفاع حرارته وإذابة الثلج.

هذه الطريقة شائعة في المكيفات وليس الثلاجات المنزلية.

➢ **عناصر نظام الديفروست**

1 . مقاومة الديفروست (:Heater)

عنصر كهربائي يُركَّب أسفل أو حول المبخر.

تذيب الثلج عند وصولها لدرجة حرارة كافية.

2 . تايمر الديفروست (:Defrost Timer)

يُحدد مواعيد بدء وإيقاف دورة الديفروست.

عادة يعمل كل 6–12 ساعة حسب نوع الجهاز.

3 . ثرموستات/فيوز حراري للديفروست (:Defrost Thermostat / Thermal Fuse)

يوقف عمل الهيتر عند وصول المبخر لدرجة حرارة معينة للحماية من ارتفاع الحرارة.

➢ **مشكلة تراكم الثلج**

عند فشل أي جزء من أجزاء الديفروست (تايمر، مقاومة، ترموستات)، يتراكم الثلج على المبخر، مما يؤدي إلى:

- **ضعف التبريد.**
- **عدم وصول الهواء البارد للحجرة.**
- **ارتفاع استهلاك الكهرباء.**

3 . نظام النوفروست No-Frost

❑ **مبدأ عمل نظام النوفروست**

يعمل نظام No-Frostعلى تبريد الهواء داخل المبخر ثم دفعه عبر مروحة إلى حجرتي التبريد والتجميد، مما يمنع تكون الثلج على الطعام والجدران الداخلية.

المكوّنات الأساسية للنظام

1. المروحة الدائرية Evaporator Fan

تقوم بتوزيع الهواء البارد داخل الثلاجة والفريزر.

تمنع ترسب الثلج عبر ضمان حركة الهواء المستمرة.

توقفها يؤدي غالبًا إلى تراكم الثلج وضعف التبريد.

2. مجرى إعادة تدوير الهواء Air Duct & Circulation System

يسمح بمرور الهواء البارد من المبخر إلى الحجرات المختلفة.

يعود الهواء الدافئ إلى المبخر لإعادة تبريده.

أي انسداد في هذه المجاري يؤدي إلى ضعف تبريد الثلاجة مع بقاء الفريزر جيد

. سخان الديفروست داخل المبخر ((Defrost Heater

يعمل بشكل دوري لإذابة الثلج المتكوّن على المبخر.

يمنع تراكم الثلج الذي يعيق حركة الهواء.

يتحكم به تايمر أو دائرة إلكترونية حديثة.

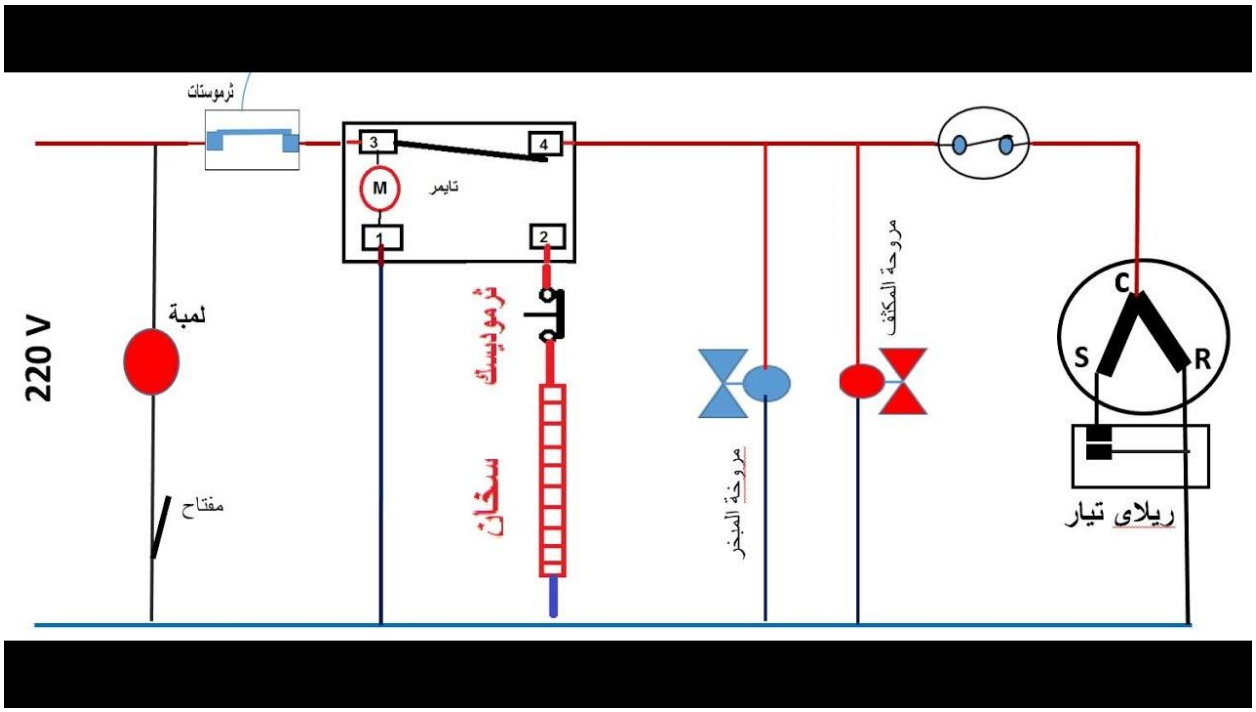
4. دائرة تحكم متقدمة Control Board

مسؤولة عن:

- ✔ **تشغيل وإيقاف السخان**
- ✔ **تشغيل المروحة**
- ✔ **ضبط الفترات الزمنية للديفروست**
- ✔ **التحكم بدرجة الحرارة من خلال الحساسات**

وجودها يجعل النظام أكثر دقة وكفاءة وأقل أعطالًا حرارية.

الدائرة الكهربائية للثلاجة النوفروست



اعطال شائعة وحلول

تجمّد المبخر ـــ فحص سخان الديفروست أو التايمر.

ضعف التبريد ـــ فحص شحنة الغاز ومروحة المكثف.

الأعطال الكهربائية والميكانيكية في الثلاجات

أولاً : الأعطال الكهربائية

. عطل الكمبريسر : احتراق ملفات التشغيل أو الإقلاع، قصر كهربائي

. عطل الريليه عدم توصيل تيار الإقلاع، التصاق النقاط.

. عطل الأوفرلود : فصل حراري مستمر.

. عطل الثرموستات أو حساس الحرارة.

. عطل لوحة التحكم الإلكترونية.

. عطل مروحة المبخر.

أسلاك أو توصيلات محترقة أو مرتخية.

. عطل سخان إذابة الثلج.

. عطل التايمر.

ثانياً : الأعطال الميكانيكية

تسرب غاز التبريد.

انسداد دائرة التبريد : الكابلري أو الفلتر.

. عطل المبادل الحراري : المبخر أو المكثف.

ضعف الضاغط ميكانيكياً.

انسداد نظام تصريف الماء.

اهتزازات أو سوء تثبيت مكونات الدورة.

تراكم الثلج في المبخر.

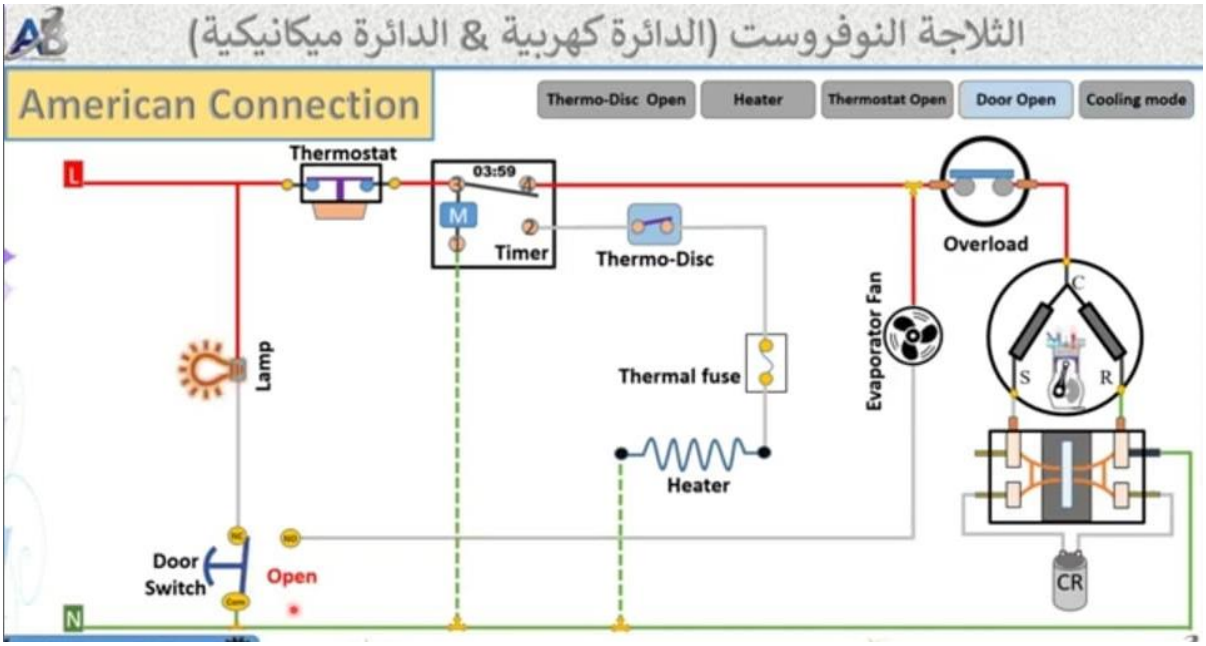
خطوات العمل بعد تبديل أي جزء من الدورة

الفحص بالكشف عن التسريب.

التفريغ باستخدام مضخة الفاكيوم.

شحن المنظومة بالغاز حسب المواصفة.

الدائرة الكهربائية للثلاجة نوع النوفروست



الدائرة الكهربائية للمجمدة الفريزر

1. المقدمة

تعد المجمدة الفريزر) من الأجهزة الكهربائية الأساسية في مجال التبريد، وتعتمد في عملها على دائرة كهربائية متكاملة تقوم بتشغيل الضاغط والتحكم بدرجة الحرارة وحماية المكونات. فهم هذه الدائرة يساعد على تشخيص الأعطال وإجراء الصيانة والإصلاح بشكل صحيح.

2. أهداف المحاضرة

أن يتعرف الطالب على مكونات الدائرة الكهربائية للمجمدة.

أن يشرح مبدأ عمل كل عنصر كهربائي.

أن يميّز الأعطال الكهربائية الشائعة في المجمدة.

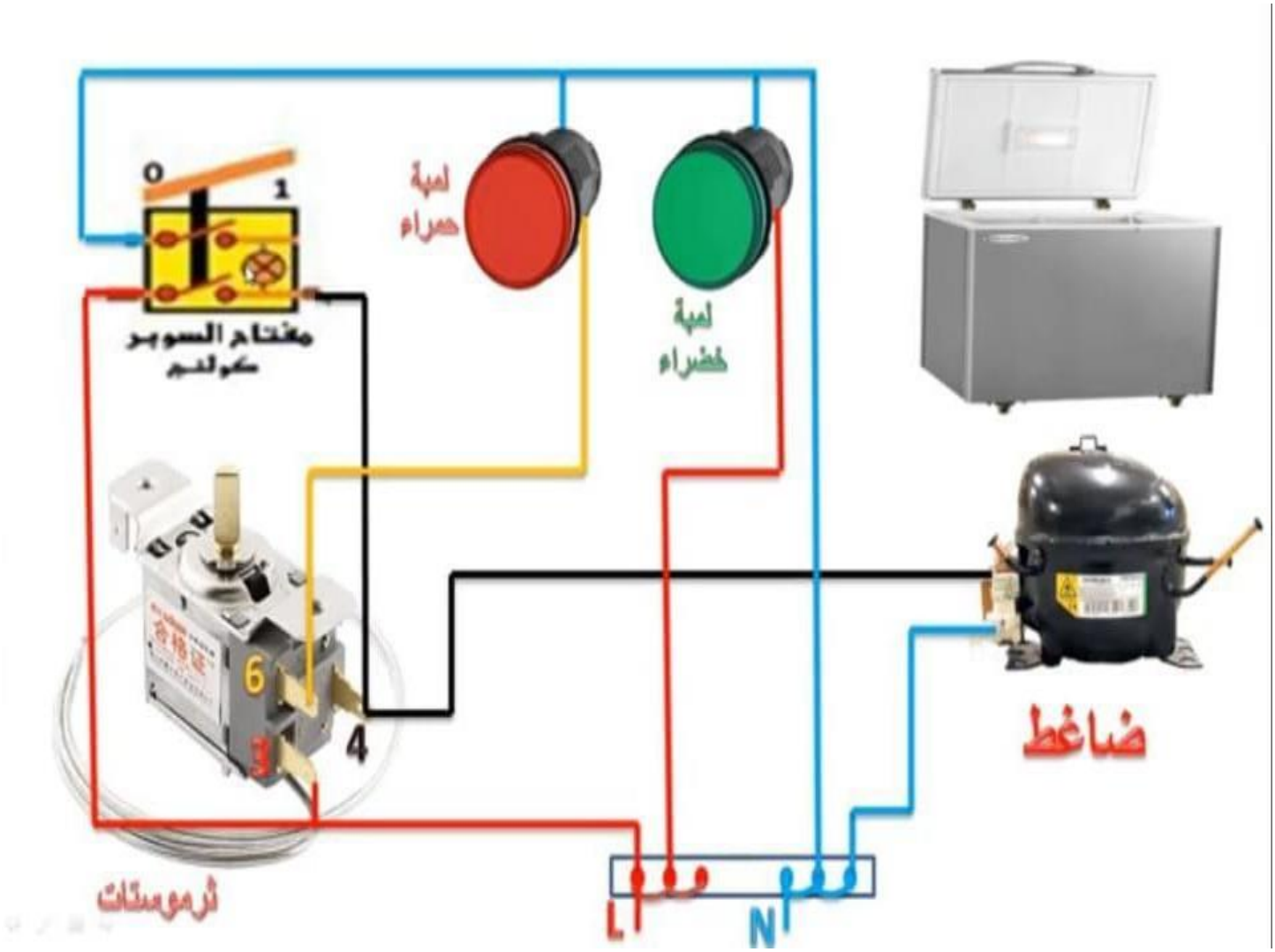
أن يطبق خطوات الصيانة والإصلاح بأمان.

3 مكونات الدائرة الكهربائية للمجمدة

1. مصدر التغذية الكهربائية.
2. الثرموستات (Thermostat)
3. الضاغط. (Compressor)
4. مرحل الإقلاع. (Relay)
5. مكثف البدء التشغيل. (Capacitor)
6. الأوفرلود (Overload Protector)
7. مفتاح الباب إن وجد.
8. لمبة البيان أو الإضاءة الداخلية.

9. لوحة التحكم في الأنواع الحديثة.

4. مخطط الدائرة الكهربائية (وصف عام)



تبدأ الدائرة من مصدر التغذية، تمر عبر الثرموستات الذي يتحكم بعملية التشغيل والفصل حسب درجة الحرارة، ثم إلى الأوفرلود للحماية، وبعدها إلى الضاغط مع مرحل الإقلاع والمكثف لتأمين عزم الإقلاع المناسب.

5 . وظيفة الثرموستات

التحكم بدرجة حرارة المجمدة.
فصل وتشغيل الضاغط تلقائيا".
المحافظة على درجة التجميد المطلوبة.

6 . وظيفة مرحل الإقلاع والمكثف

- مرحل الإقلاع: يوصل ملف البدء عند الإقلاع ثم يفصله بعد دوران المحرك.
- المكثف: يزيد عزم الإقلاع ويحسّن كفاءة تشغيل الضاغط.

.7وظيفة الأوفرلود

- حماية الضاغط من التيار العالي وارتفاع الحرارة.
- فصل الدائرة عند حدوث حمل زائد أو عطل.

.8الأعطال الكهربائية الشائعة في المجمدة

1. المجمدة لا تعمل نهائيا".
2. الضاغط يعمل ويفصل بسرعة. 3.
الضاغط لا يقلع مع سماع طنين. 4. عدم
ثبات درجة الحرارة.
5. فصل متكرر للأوفرلود.

.9أسباب الأعطال الكهربائية

تلف الثرموستات.
احتراق مرحل الإقلاع أو المكثف.
ضعف أو انقطاع التغذية الكهربائية.
تلف الأوفرلود.
مشاكل في ملفات الضاغط.

خطوات تشخيص الأعطال

1. فحص مصدر التغذية والفيوز. 2. قياس
الثرموستات بالأوميتر.
3. فحص مرحل الإقلاع والمكثف.
4. قياس مقاومة ملفات الضاغط. 5. التأكد من سلامة الأوفرلود.

11 . الصيانة والإصلاح

تنظيف نقاط التلامس الكهربائية.
استبدال القطع التالفة (ثرموستات، ريليه، مكثف. التأكد من تثبيت الاسلاك جيدا

استخدام قطع أصلية ومطابقة للمواصفات.

12 . شروط السلامة اثناء الصيانة

فصل التيار الكهربائي قبل العمل.
استخدام أدوات معزولة.
عدم لمس الأجزاء المكهربة.
التأكد من إعادة التوصيل الصحيح بعد الإصلاح.

13 . أسئلة للمناقشة

1. ما دور الأوفرلود في حماية الضاغط؟
2. ماذا يحدث عند تلف مرحل الإقلاع؟
3. كيف نميز بين العطل الكهربائي و العطل الميكانيكي في المجمدة؟

الخلاصة

الدائرة الكهربائية للمجمدة هي الأساس في تشغيلها الآمن والفعال، ومعرفة مكوناتها وأعطالها الشائعة تساعد الفني أو الطالب على تشخيص الأعطال بسرعة وتنفيذ الصيانة والإصلاح بشكل مهني.

محاضرة: الدائرة الكهربائية لبراد الماء(Water Cooler)

1 . المقدمة

يُستخدم براد الماء لتبريد (وأحياناً تسخين) مياه الشرب، ويعتمد في عمله على دائرة كهربائية بسيطة نسبياً تتحكم بتشغيل نظام التبريد ونظام التسخين مع وسائل حماية لضمان التشغيل الآمن. فهم هذه الدائرة ضروري لتشخيص الأعطال وإجراء الصيانة والإصلاح.

2 . أهداف المحاضرة

- أن يتعرّف الطالب على مكونات الدائرة الكهربائية لبراد الماء.
- أن يشرح مبدأ عمل دائرة التبريد ودائرة التسخين.
- أن يميّز الأعطال الكهربائية الشائعة.
- أن يطبق خطوات الصيانة والإصلاح بأمان.

3 . أنواع برادات الماء

1. براد ماء تبريد فقط.
2. براد ماء تبريد وتسخين.
3. براد ماء بضاغط.(Compressor Type)
4. براد ماء بوحدة حرارية.(Peltier)

4 . مكونات الدائرة الكهربائية (نوع الضاغط(

1. مصدر التغذية الكهربائية.
2. مفتاح التشغيل العام.
3. الثرموستات (Thermostat) للتبريد.
4. الضاغط.(Compressor)
5. مرحل الإقلاع.(Relay)
6. مكثف التشغيل/البدء.

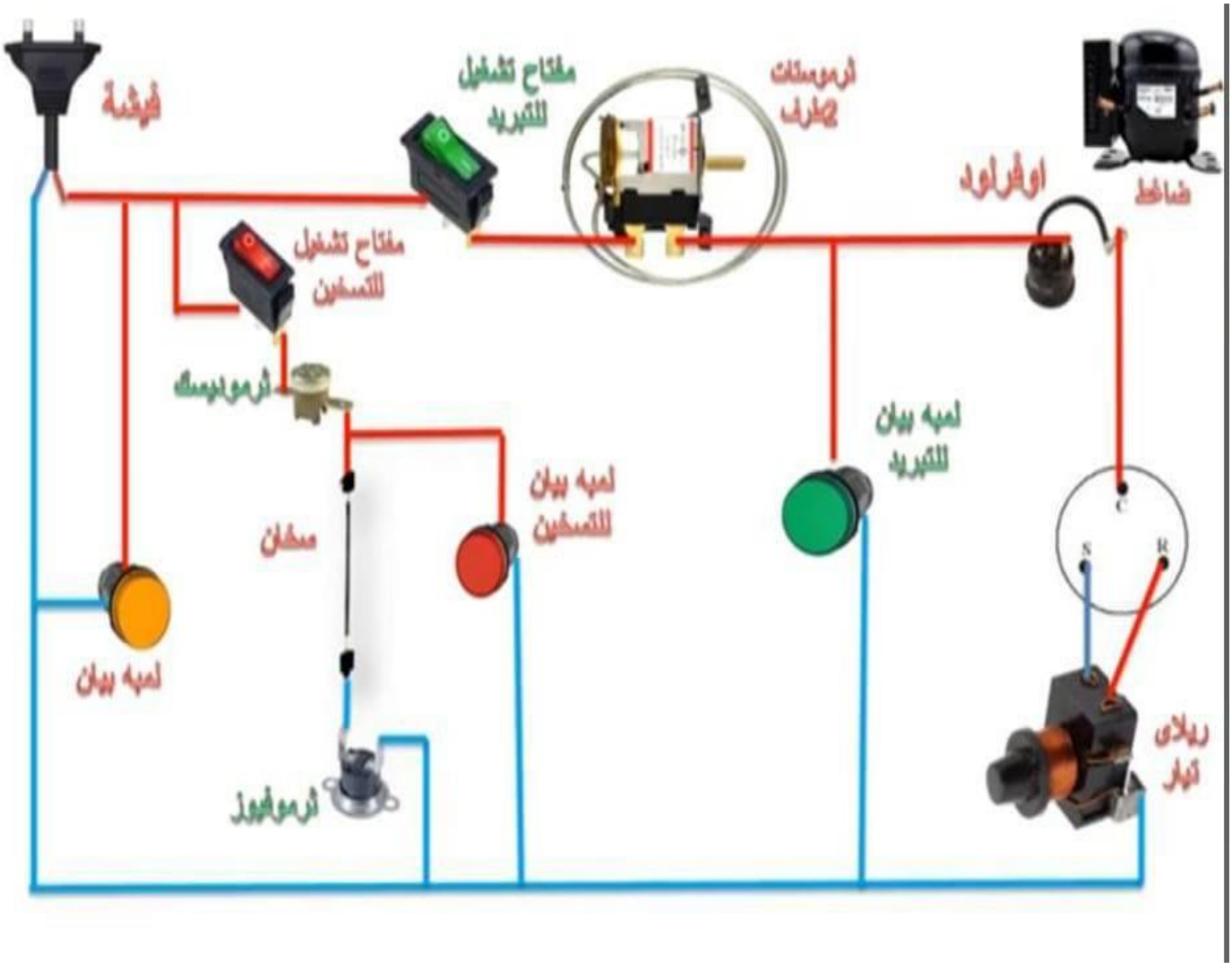
7. الأوفرلود.(Overload Protector)
8. مروحة المكثف.
9. لمبة بيان التبريد.

5 . مكونات دائرة التسخين

1. سخان الماء.(Heater)

2. ثرموستات التسخين.
3. قاطع أمان حراري.(Thermal Fuse)
4. لمبة بيان التسخين.

6. وصف عمل الدائرة الكهربائية



- عند توصيل التيار وتشغيل المفتاح، يقوم الثرموستات بتشغيل الضاغط عندما ترتفع درجة حرارة الماء.
- يعمل مرحل الإقلاع والمكثف على تأمين عزم بدء التشغيل للضاغط.
- عند الوصول إلى درجة التبريد المطلوبة، يفصل الثرموستات الدائرة.
- في وضع التسخين، يمر التيار إلى السخان عبر ثرموستات خاص وقاطع أمان.

7. وسائل الحماية في براد الماء

- الأوفرلود لحماية الضاغط.
- القاطع الحراري لحماية السخان.
- التأريض (Grounding) لمنع الصعق الكهربائي.

8. الأعطال الكهربائية الشائعة

1. براد الماء لا يعمل نهائيا".
2. لا يوجد تبريد مع عمل المروحة.
3. الضاغط لا يقلع مع صوت طنين.
4. الماء لا يسخن.
5. فصل متكرر للأوفرلود أو القاطع الحراري.

9. أسباب الأعطال

- تلف الثرموستات (تبريد أو تسخين).
- احتراق السخان.
- تلف المكثف أو مرحل الإقلاع.
- ضعف التغذية الكهربائية.
- تلف الأوفرلود أو القاطع الحراري.

10. خطوات تشخيص الأعطال

1. فحص مصدر التغذية والفيوز.

2. قياس الثرموستات بالأوميتر.
3. فحص السخان وقاطع الأمان.
4. اختبار المكثف ومرحل الإقلاع.
5. قياس مقاومة ملفات الضاغط.

11. الصيانة والإصلاح

- تنظيف التوصيلات الكهربائية.
- شدّ الأسلاك والمقابس.
- استبدال القطع التالفة بقطع مطابقة.
- تنظيف المكثف والمروحة لتحسين الأداء.

12. شروط السلامة

- فصل التيار الكهربائي قبل الصيانة.
- تفريغ المكثف قبل الفحص.
- عدم تشغيل الجهاز بدون ماء.
- استخدام أدوات معزولة.

13. أسئلة للمناقشة

1. ما الفرق بين دائرة التبريد ودائرة التسخين في براد الماء؟

2. ما وظيفة القاطع الحراري؟
3. كيف نميز بين عطل كهربائي وعطل في نظام التبريد؟

14. الخلاصة

تعتمد كفاءة وأمان براد الماء على سلامة دائرته الكهربائية. الفهم الجيد للمكونات وطريقة عملها يساعد على سرعة تشخيص الأعطال وتنفيذ الصيانة والإصلاح بطريقة صحيحة.

صيانة أجهزة التبريد:

خطوات استبدال زيت الضاغط بأخر جديد او نوع اخر

1: فصل الجهاز

افصل الثلاجة عن الكهرباء.

2: تفريغ الغاز القديم

فرّغ غاز R12 بالكامل من الدائرة.

3: إخراج الزيت القديم

افتح أنبوب الضاغط.

اقلب الضاغط ليخرج زيت R12.

حرّك الضاغط بيدك حتى يخرج أغلب الزيت.

4: تنظيف الدائرة

انفخ نيتروجين جاف داخل الأنابيب.

الهدف: إخراج بقايا الزيت القديم فقط.

5: إضافة الزيت الجديد

ضع زيت POE (Ester).

الكمية: نفس كمية الزيت التي خرجت. أو حسب الوزن المعطى لحجم الضاغط

أدخل الزيت من أنبوب السحب.

6: تغيير الفلتر

بدّل الفلتر درایر بفلتر خاص بـ R134a. و بعض الأحيان نستبدل الأنبوب الشعري عند حصول مشاكل في الأنبوب الشعري.

7: لحام وغلق الدائرة

أعد لحام الأنابيب جيداً.

تأكد ماكو أي تسريب.

8: الفاكيوم

اسحب فاكيوم من(٣٠-٤٥) دقيقة.

حتى نستخرج الهواء والرطوبة.

9: شحن الغاز

اشحن غاز R134a.

الكمية أقل من R12 شوية. أو حسب الوزن الموجود لكل ضاغط

10: الفحص

شغّل الثلاجة.

راقب التبريد وصوت الضاغط.

تكون منظومات التكييف (سواء المكيف الشباكي أو السبلت يونت) من جزءين رئيسيين هما **الدائرة الميكانيكية** (المسؤولة عن ضغط وتمرير غاز التبريد) و**الدائرة الكهربائية** (المسؤولة عن التشغيل والتحكم).

1. الدائرة الميكانيكية (دورة التبريد)

تعتمد على تغيير حالة غاز التبريد (الفريون) بين الغازية والسائلة لنقل الحرارة من داخل الغرفة إلى الخارج.

- **الضاغط (Compressor):** يسحب غاز التبريد ذو الضغط ودرجة الحرارة المنخفضين ويضغطه ليتحول إلى غاز مرتفع الضغط ودرجة الحرارة.
- **المكثف (Condenser - القطعة الخارجية):** يطرد الحرارة إلى الجو الخارجي بفضل مروحة المكثف، مما يؤدي لتكثيف الغاز وتحوله إلى سائل مرتفع الضغط.
- **أداة التمدد (Expansion Valve / Capillary Tube):** تقلل ضغط السائل فجأة، مما يؤدي لإنخفاض حاد في درجة حرارته.
- **المبخر (Evaporator - القطعة الداخلية):** يمر السائل البارد عبر أنابيبه، ويسحب الحرارة من هواء الغرفة المار عليه بوساطة مروحة الهواية (Blower)، فيتحول السائل إلى غاز مرتفع الحرارة نسبياً ويعود للضاغط.

2. الدائرة الكهربائية (التشغيل والتحكم)

تتولى تزويد الأجزاء الميكانيكية بالطاقة والتحكم في إشارات التشغيل والإيقاف.

- **لوحة التحكم الرئيسية (Control PCB):** تُعالج الإشارات القادمة من الحساسات وجهاز التحكم (الريموت) وتصدر الأوامر للضاغط والمراوح.
- **المكثف الكهربائي (Capacitor):** يزود المحركات (الضاغط والمراوح) بالعزم اللازم للبدء بالدوران.
- **المرحل (Relay / Contactor):** مفتاح مغناطيسي يوصل التيار العالي للضاغط عند استلام أمر من الكارت.
- **حساسات الحرارة (Sensors):**
  - *حساس الغرفة (Room Sensor):* يقيس حرارة الهواء المتبقي للتحكم في تشغيل وإيقاف التبريد.
  - *حساس الأنبوب (Coil Sensor):* يقيس حرارة أنابيب المبخر للحماية من التجمد.
- **مراوح التبريد (Fan Motors):** محركات كهربائية لتدوير الهواء في القطعتين الداخلية والخارجية.

3. الصيانة الوقائية والإصلاح

الصيانة الدورية:

- **غسل الفلاتر:** تنظيف فلاتر القطعة الداخلية كل أسبوعين لمنع ضعف تدفق الهواء.
- **تنظيف الزعانف (Coils):** غسل المكثف الخارجي والمبخر الداخلي بالماء المضغوط لإزالة الأتربة وضمان التبادل الحراري.
- **فحص صرف المياه:** التأكد من عدم انسداد أنبوب تصريف المياه الناتج عن التكثيف.

أبرز الأعطال وطرق إصلاحها:

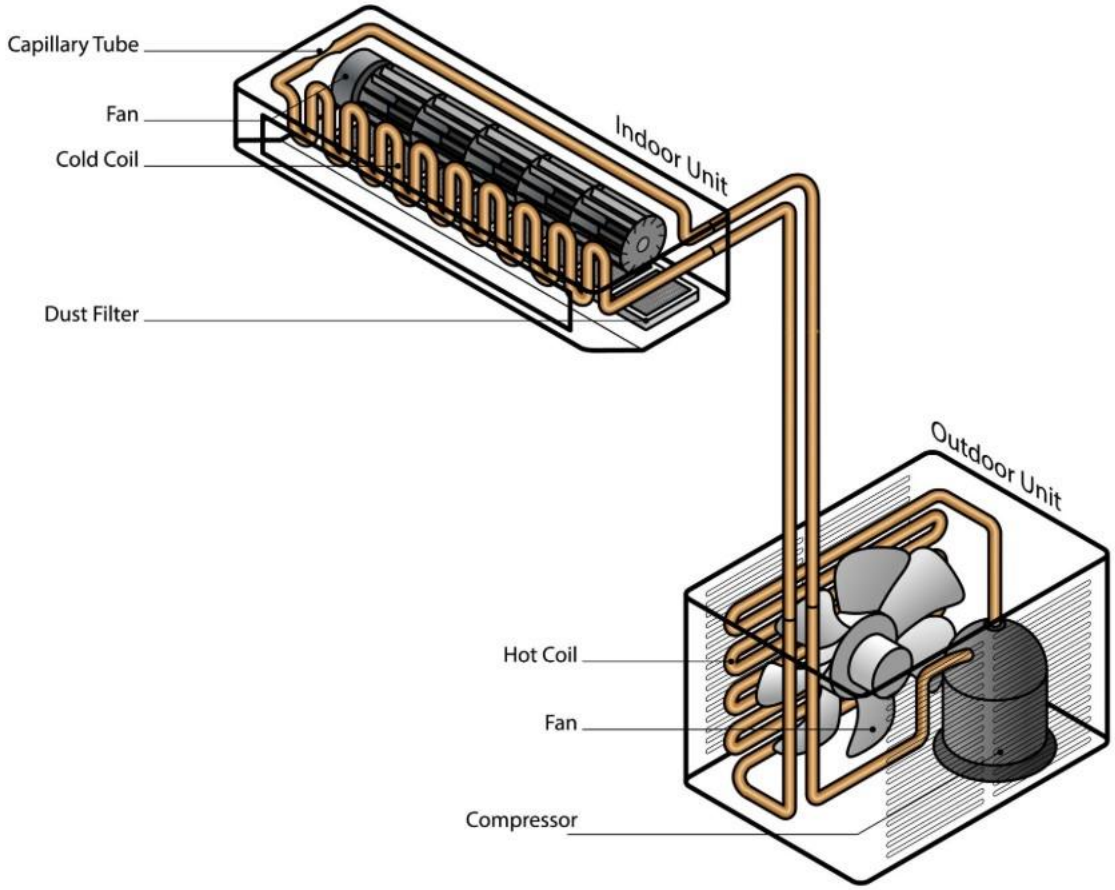
العطل	السبب المحتمل	إجراء الإصلاح
الجهاز لا يبرد والضاغط لا يعمل	تلف المكثف (Capacitor) أو عطل الحساس	فحص المكثف بمتعدد القياسات وتبديله، أو فحص مقاومة الحساس
تكون ثلج على أنابيب القطعة الداخلية	نقص غاز التبريد أو انسداد الفلاتر	تنظيف الفلاتر أولاً، وفي حال استمرار المشكلة يتم فحص التسريب وإعادة الشحن
توقف الجهاز وظهور رمز خطأ (Error Code)	مشكلة في الحساسات أو الكارت الرئيسي	مراجعة دليل الأخطاء الخاص بالشركة المصنعة لتحديد القطعة التالفة واستبدالها
تسريب مياه من القطعة الداخلية	انسداد أنبوب التصريف أو ميلان القطعة	تنظيف مجرى التصريف أو إعادة تعديل استواء القطعة الداخلية

شرح خطوة بخطوة لشحن غاز التبريد ورسم مخطط الدائرة

تطلب التعامل مع شحن غاز التبريد ودوائر التكييف اتباع إجراءات أمان دقيقة وتتبع المخططات الفنية لضمان كفاءة التبريد وحماية الضاغط.

أولاً: مخطط الدائرة الميكانيكية والكهربائية

توضح الصورة التالية الهيكل العام للدائرة الميكانيكية للسبلت، حيث يربط خط السحب وخط الطرد بين الوحدة الداخلية (Indoor Unit) والوحدة الخارجية:(Outdoor Unit)



مخطط الدائرة الميكانيكية للوحدة المنفصلة

مخطط التوصيل الكهربائي للوحدة الخارجية:

- **المصدر الكهربائي :(L / N)** يدخل إلى لوحة التوصيل.(Terminal Block)
- **طرف الضاغط :(C - Common)** يتصل مباشرة بالخط الحي (L) عبر الكونتاكتور أو مرحل الكارت.
- **طرف التشغيل :(R - Run)** يتصل بالخط المحايد (N) وبطرف المكثف الكهربائي (Capacitor).
- **طرف البدء :(S - Start)** يتصل بالطرف الآخر للمكثف الكهربائي فقط.

ثانياً: خطوة بخطوة ـــ طريقة فحص وشحن غاز التبريد

عند استخدام طقم مقاييس الضغط(Manifold Gauge) ، يُربط الخرطوم الأزرق (الضغط المنخفض) بصمام الخدمة للقطعة الخارجية، بينما يُربط الخرطوم الأوسط (الأصفر) بأسطوانة الغاز أو مضخة التفريغ.

1. توصيل ساعة القياس وفحص الضغط

تأكد من تشغيل المكيف على وضع التبريد لمدة 10 دقائق

ربط خرطوم الضغط المنخفض (الأزرق) بصمام الخدمة (Service Valve) على خط السحب (الأنبوب السميك). القراءة الطبيعية للغاز الشائع (R22) تكون بين **60 - 70 PSI**، ولغاز (R410A) بين **110 - 130 PSI** أثناء عمل الضاغط.

2. البحث عن التسريب وتصليحه

شرط أساسي قبل إضافة أي غاز جديد

إذا كان الضغط منخفضاً جداً، يتم فحص أماكن الربط (Flare Nuts) ولحامات النحاس باستخدام رغوة الصابون أو جهاز كشف التسريب الإلكتروني، وإصلاح التسريب وإعادة ربط الصمامات بإحكام.

3. عملية التفريغ (Vacuum)

إزالة الهواء والرطوبة من داخل الأنابيب

توصيل الخرطوم الأوسط بمضخة التفريغ (Vacuum Pump)، وتشغيلها لمدة 20 - 30 دقيقة حتى يصل المؤشر إلى -30 inHg. التفريغ يمنع تكون الثلج داخلياً ويحمي زيت الضاغط من التلف.

4. شحن الغاز التدريجي

تنبيه: غاز R410A يُشحن كسائل (قلب الأسطوانة)

توصيل أسطوانة الغاز بالخرطوم الأوسط، وطرد الهواء منه لثوانٍ قتيلة (Purging). فتح صمام الساعة الأزرق تدريجياً وإدخال الغاز على دفعات قصيرة والضاغط يعمل، حتى الوصول للضغط المطلوب واستقرار أمبير الضاغط (Clamp Meter) مع مواصفات المصنع.

القراءات المرجعية لأشهر أنواع الغازات

نوع الغاز	ضغط السحب الطبيعي (Low Side)	حالة الأسطوانة أثناء الشحن
R22	60 - 70 PSI	قائمة (غاز)
R410A	110 - 130 PSI	مقلوبة (سائل)
R32	115 - 135 PSI	مقلوبة (سائل)

المحاضرة الأولى

HVAC

Heating Ventilation and Air Conditioning

التدفئة و التهوية و تكييف الهواء

أنواع منظومات تكييف الهواء

1. أجهزة تكييف الهواء الشباك window type

تحتاج هذه النوعية من الأجهزة الى فتحات في حائط الغرفة المطلوب تكييفها و تحدد اماكنها اثناء التصميم المعماري و يكون قياسها بين عرض 90 – 80 سم بطول 50 – 60 سم لتركيب الجهاز.

2. أجهزة التكييف المنفصلة mini split unit

و تتكون هذه الأجهزة من قطعتين توضع واحدة منها خارج المكان المراد تبريده على السطح مثلا و تسمى المكثف و توضع الأخرى داخل المكان المراد تبريده على الحائط و تسمى هذه القطعة بالمبخر و يخرج منها الهواء البارد و توزيعه داخل المكان المراد تبريده. ويتم الربط بين القطعتين عن طريق الانابيب.

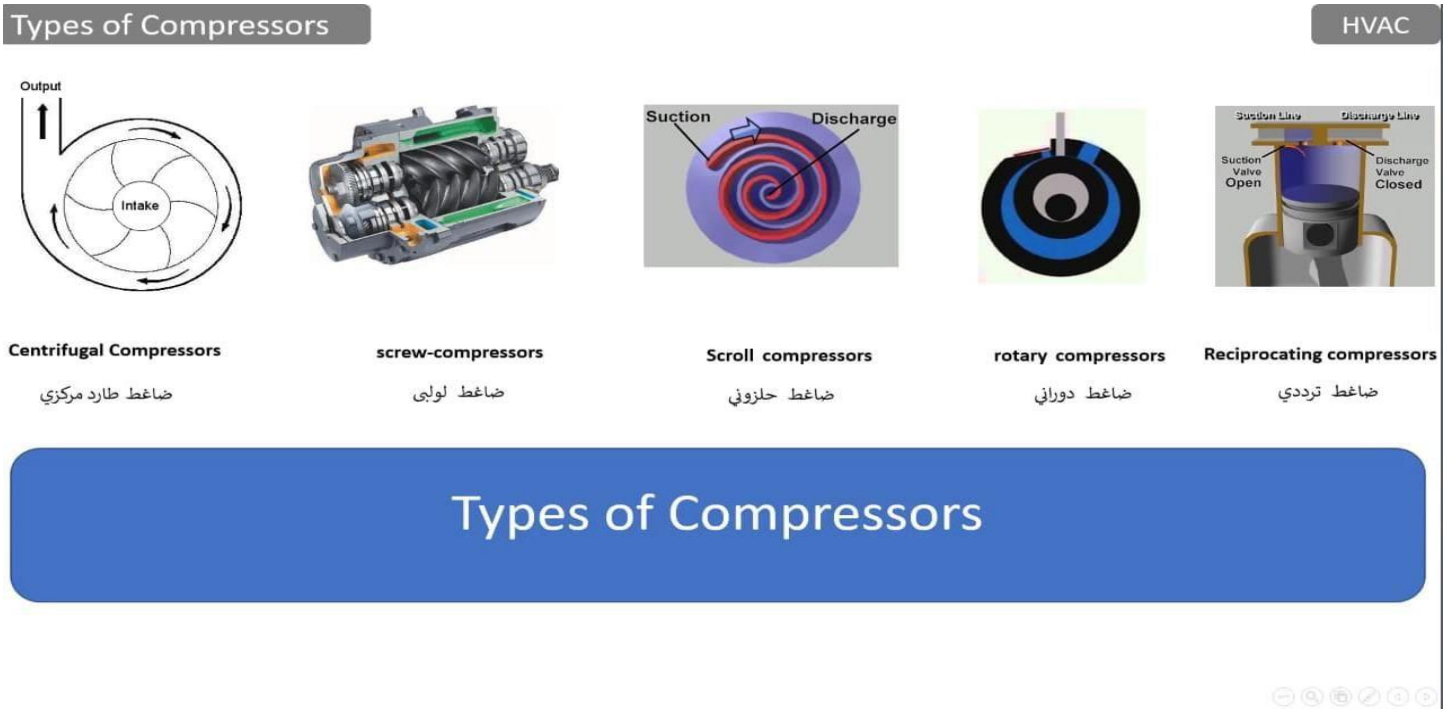
3. أجهزة التكييف المنفصلة split unit

و تتكون هذه الأجهزة من قطعتين توضع واحدة منها خارج المكان المراد تبريده على السطح مثلا وتسمى المكثف و توضع الأخرى داخل المكان المراد تبريده على الحائط و تسمى هذه القطعة بالمبخر و يخرج منها الهواء البارد و توزيعه داخل المكان المراد تبريده. ويتم الربط بين القطعتين عن طريق الانابيب. و توجد عدة أنواع من الوحدات الداخلية منها ما يتم تركيبه في السقف (السقفي او الكاسيت) و منها الذي يعلق في الجدار (الجداري) و منها يوضع على الأرض (الأرضي).

4.أجهزة التكييف القائمة بذاتها package unit

تكون هذا النوع من الأجهزة من قطعه واحدة وتكون جميع أجزاء دائرة التبريد في مكان واحد وتوضع فوق السطح وينقل الهواء البارد من هذه الأجهزة عن طريق مجاري الهواء (duct) إلى داخل المنزل أو المكان المراد تبريده ثم يتم توزيع الهواء البارد علي الغرف المطلوبة بواسطة مراوح خاصة بين الوسط المراد تبريده وجهاز التكييف ومن عيوب هذا النوع من الأجهزة انه يأخذ مساحة من المكان المراد تبريد فإذا كان مطلوب تكييف الدور الأرضي مثلا فيجب أن تمر مجاري الهواء (duct) في الدور الثاني والأول ثم الأرضي.

1.الدائرة الميكانيكية:



يمكن تصنيف الضواغط تبعا لطريقة الانضغاط الى نوعين أساسيين:

positive displacement compressors

1. ضواغط موجبة الازاحة positive displacement compressors

ويتم من خلال هذه الضواغط زيادة ضغط البخار عن طريق ضغطة وتقليص حجمة ومن امثلة هذه الضواغط

الضواغط الترددية

الضواغط الدورانية

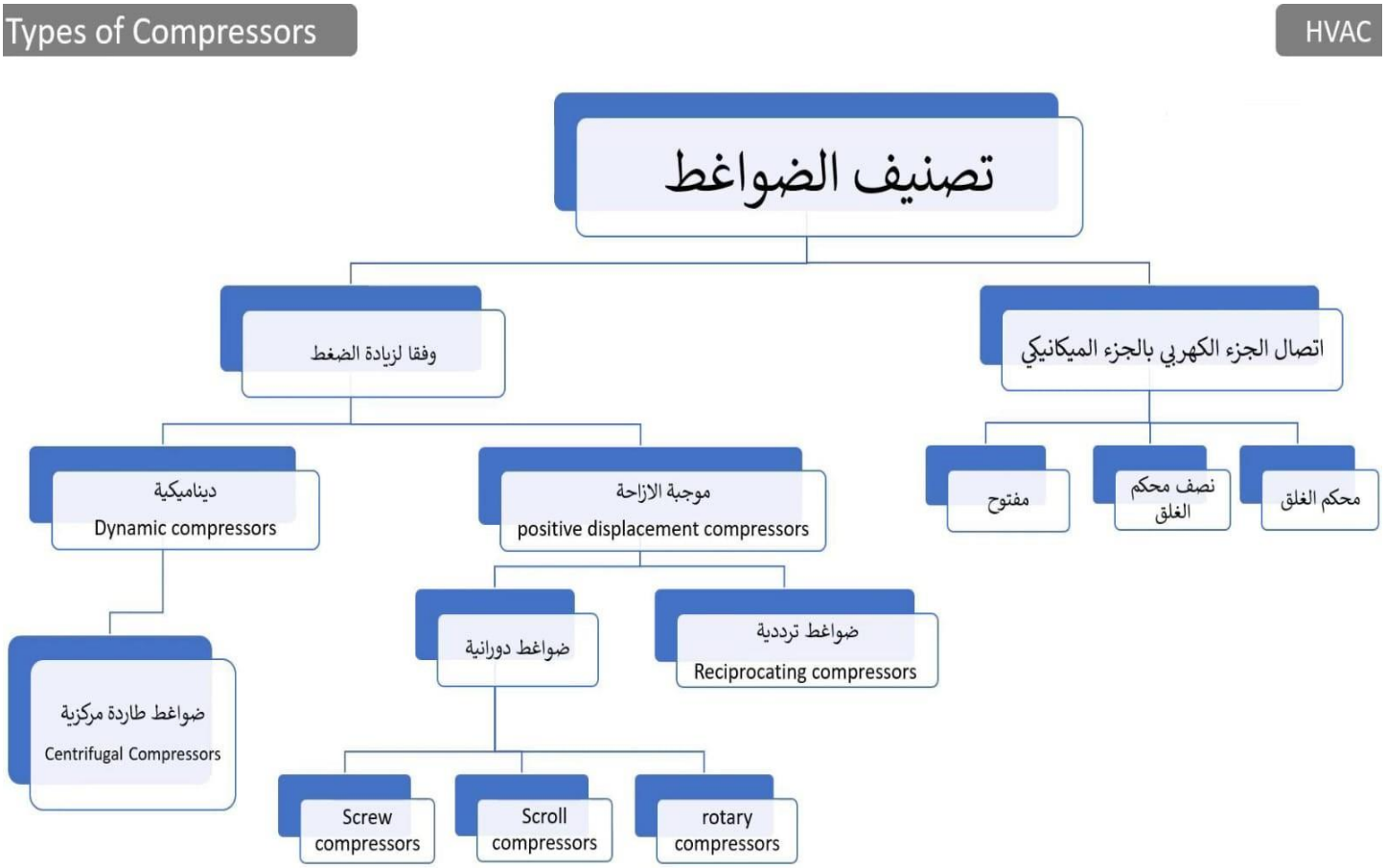
منها :

الضواغط الدورانية اللولبية

الضواغط الدورانية الحلزونية

2. الضواغط الديناميكية Dynamic compressors

ويتم فيها تحويل الطاقة الميكانيكية للموتور الى طاقة حركة للبخار ثم الى طاقة ضغط وبناء علية يتم زيادة ضغط بخار مركب التبريد على حساب قوة الطرد المركزي



مقدمة عن الوحدات المجمعة (Package Unit)

يُعد علم التبريد والتكييف من العلوم الهندسية التطبيقية التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بحياة الإنسان اليومية، سواء في المجال السكني أو التجاري أو الصناعي. ومع التوسع العمراني وازدياد الأحمال الحرارية داخل المباني الكبيرة، ظهرت الحاجة إلى أنظمة تبريد قادرة على توفير طاقة تبريد عالية مع سهولة في التشغيل والسيطرة والصيانة، ومن هنا برز دور الوحدات المجمعة (Package Units).

الوحدات المجمعة تمثل مرحلة متقدمة بين أجهزة التكييف المنفصلة (Split Units) وأنظمة التبريد المركزي الكبيرة، اذ تجمع بين :

- **القدرة العالية على التبريد**
- **التصميم المدمج**
- **التشغيل المركزي**
- **تقليل عدد الأجهزة المنفصلة**

الوحدات المجمعة (Package Unit) هي أحد أنواع أنظمة التكييف المركزي، تتميّز بأن **جميع مكونات دورة التبريد والتكييف مجمّعة داخل هيكل واحد متكامل** (Cabinet)، وتشمل:

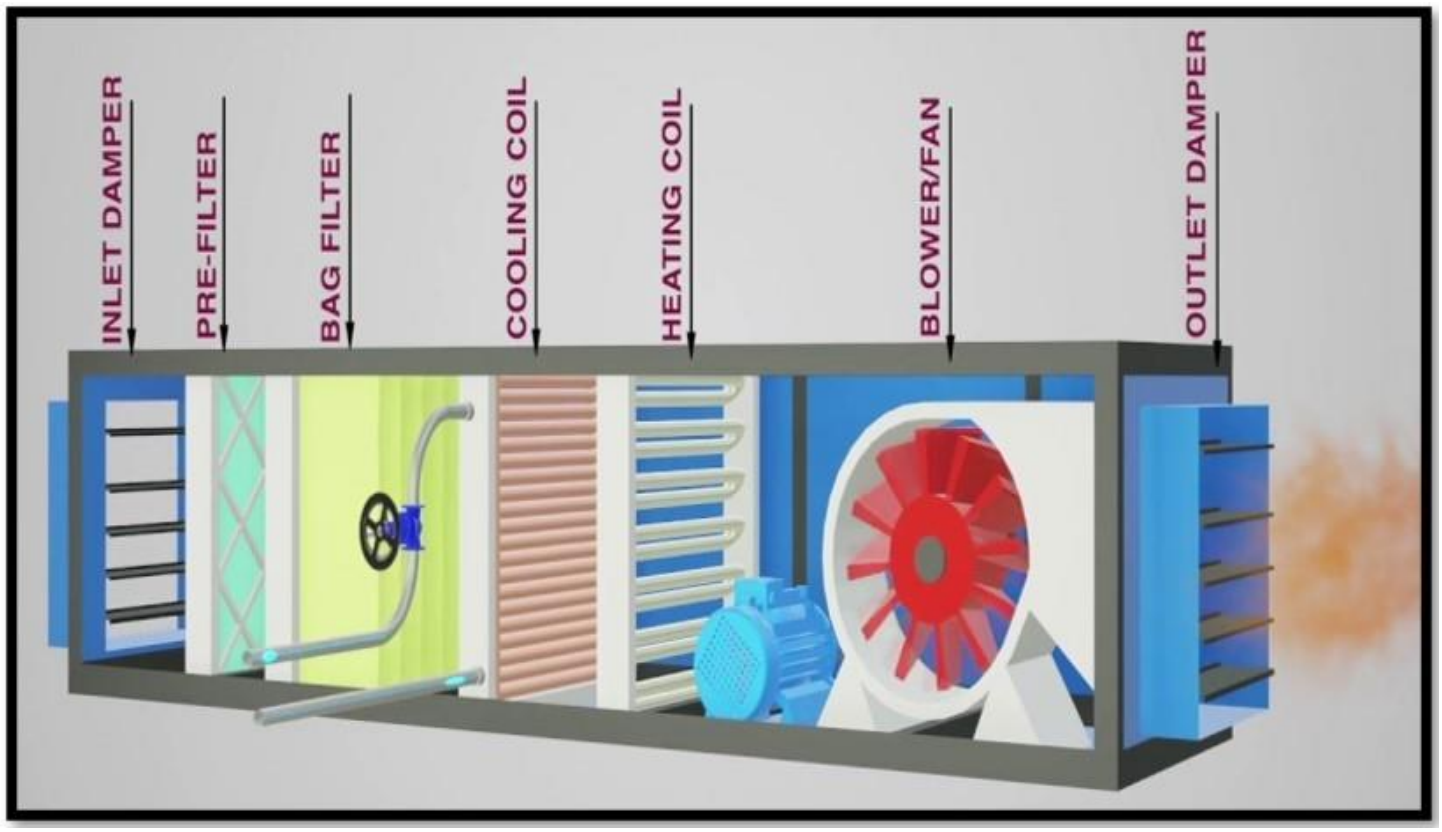
- الضاغط
- المكثف
- المبخر
- المراوح
- الدائرة الكهربائية ولوحة التحكم

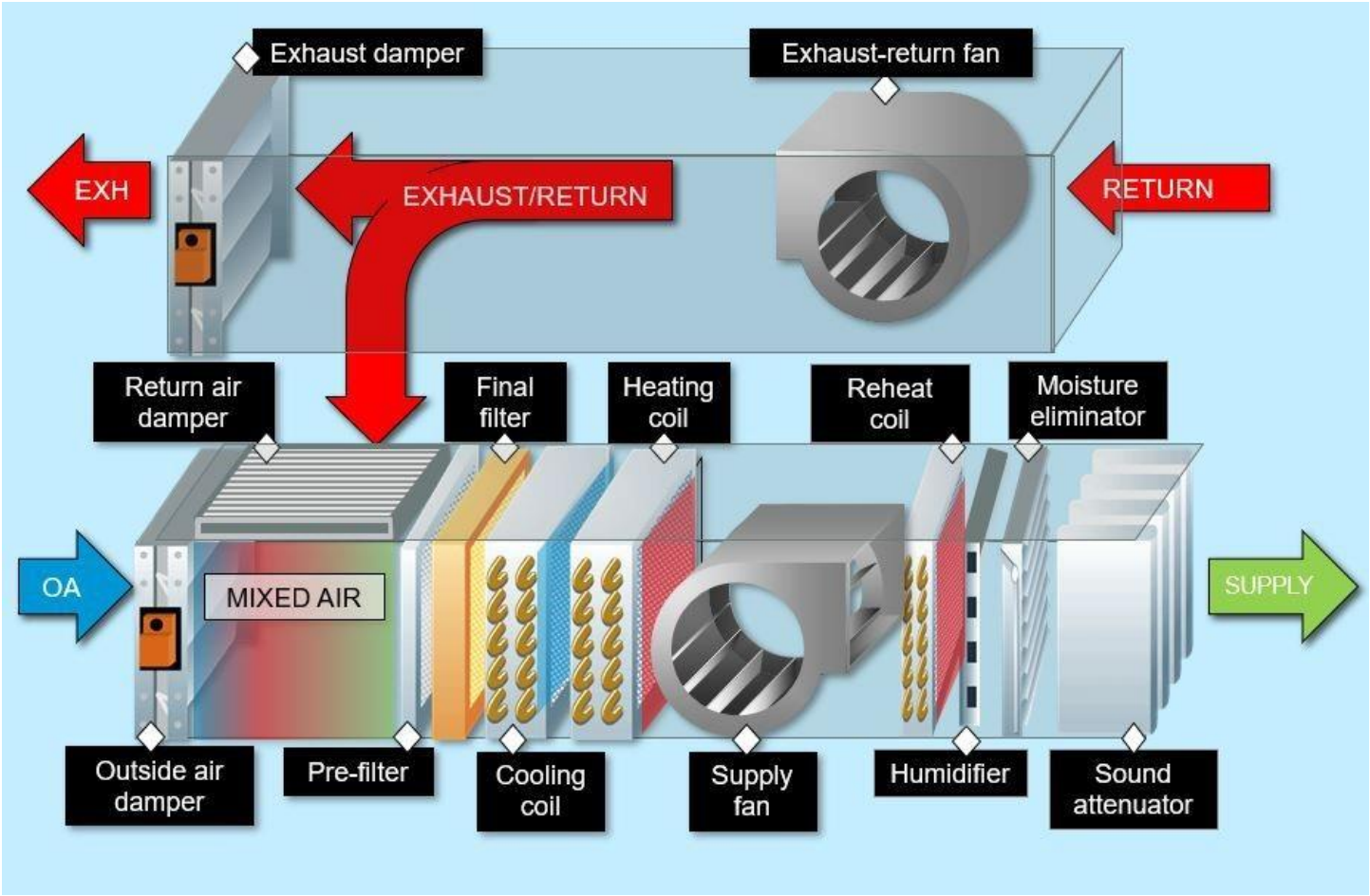
تعمل هذه الوحدة على تبريد الهواء ومعالجته ثم ضخه مباشرة إلى المكان المكيَّف عبر مجاري هواء (Ducts)، دون الحاجة إلى فصل المكونات إلى وحدات داخلية وخارجية كما في الأنظمة الأخرى.

سُمّيت بـ الوحدات المجمّعة لأن:

- **النظام بالكامل يأتي كوحدة جاهزة من المصنع**
- **لا يحتاج إلى تركيب معقّد في الموقع**
- **جميع أجزاء التبريد والتهوية والتحكم موجودة داخل صندوق واحد**

وهذا يسهل: النقل و التركيب و الصيانة و تقليل الأخطاء اثناء التنفيذ .


INLET DAMPER
PRE-FILTER
BAG FILTER
COOLING COIL
HEATING COIL
BLOWER/FAN
OUTLET DAMPER


Exhaust damper
Exhaust-return fan
EXH
EXHAUST/RETURN
RETURN
Return air damper
Final filter
Heating coil
Reheat coil
Moisture eliminator
OA
MIXED AIR
SUPPLY
Outside air damper
Pre-filter
Cooling coil
Supply fan
Humidifier
Sound attenuator

مجالات استخدام الوحدات المجمعة

تُستخدم الوحدات المجمعة في الأماكن التي تتطلب قدرات تبريد **متوسطة** إلى **عالية** مع بساطة في التركيب، ومن أهمها:

- **المباني المتوسطة**

- المدارس
- المعاهد
- الدوائر الحكومية
- المباني الإدارية

- **القاعات**

- قاعات المحاضرات
- قاعات المناسبات
- المسارح الصغيرة

- **الورش والمصانع الصغيرة**

- ورش ميكانيكية
- مصانع خفيفة
- مخازن

- **المولات والمحلات التجارية**

- مراكز تسوق متوسطة
- سوبر ماركت
- معارض

سبب اختيارها لهذه الأماكن:

- قدرة تبريد مناسبة
- توزيع هواء جيد
- سهولة الصيانة
- تحمّل ظروف التشغيل القاسية

الفرق بين الوحدات المجمعة ونظام السبليت

- **من حيث التركيب**

- **الوحدة المجمعة** :وحدة واحدة تحتوي جميع الأجزاء
- **السبليت** :وحدة داخلية + وحدة خارجية

- **من حيث القدرة**

- الوحدات المجمعة: قدرات متوسطة إلى عالية
- السبليت: قدرات صغيرة إلى متوسطة

- **من حيث توزيع الهواء**

- الوحدات المجمعة: تعتمد على مجاري الهواء(Ducts)
- السبليت: توزيع مباشر داخل الغرفة

- **من حيث الاستخدام**

- الوحدات المجمعة: مباني كبيرة نسبيًا
- السبليت: غرف، شقق، مكاتب صغيرة

الفرق بين الوحدات المجمعة ونظام التشيلر

- **طبيعة النظام**

- **الوحدة المجمعة** :نظام تبريد مباشر للهواء
- **التشيلر** :نظام تبريد غير مباشر (تبريد ماء ثم هواء)

- **التعقيد**

- الوحدات المجمعة: بسيطة نسبيًا
- التشيلر: أكثر تعقيدًا ويحتاج إلى تجهيزات إضافية

- **التكلفة**

- الوحدات المجمعة: أقل كلفة
- التشيلر: كلفة عالية (إنشاء وتشغيل)

- **الصيانة**

- الوحدات المجمعة: صيانة أسهل
- التشيلر: صيانة تخصصية متقدمة

مميزات وعيوب الوحدات المجمعة

المميزات

- سهولة التركيب
- سرعة التشغيل
- صيانة بسيطة
- مناسبة للأحمال المتوسطة

العيوب

- استهلاك طاقة أعلى مقارنة ببعض الأنظمة
- تحكم محدود في المناطق(Zones)
- حجمها كبير نسبيًا

انواع الوحدات المجمعة

- حسب طريقة التركيب:
  - وحدات أرضية
  - وحدات سطحية (Rooftop Units)
- حسب طريقة التكثيف:
  - تبريد هوائي
  - تبريد مائي
- حسب اتجاه الهواء:
  - أفقي
  - عمودي

المكونات الرئيسية للوحدة المجمعة

تنقسم إلى قسمين رئيسيين:

1. **الدائرة الميكانيكية (دورة التبريد).**
2. **الدائرة الكهربائية (دائرة القدرة والتحكم)**

صيانة و اصلاح الأعطال في الوحدة المجمعة (Package Unit)

أولاً: الأعطال الكهربائية

1. عدم تشغيل الوحدة نهائياً

الأسباب:

- انقطاع التيار الكهربائي
- فصل القاطع (Circuit Breaker)
- عطل في الثرموستات

الصيانة والإصلاح:

- التأكد من وجود فولتية في المصدر
- فحص القاطع وإعادة تشغيله
- فحص الثرموستات واستبداله إذا كان تالف

1. الضاغط لا يعمل

الأسباب:

- تلف الكونتاكتور
- عطل في الأوفرلود
- احتراق ملفات الضاغط

الصيانة و الاصلاح:

- فحص الكونتاكتور وتنظيف نقاط التلامس أو تغييره
- فحص الأوفرلود
- قياس مقاومة ملفات الضاغط

3. فصل متكرر للكهرباء

الأسباب:

- حمل عالي
- قصر كهربائي (Short Circuit)
- ضعف التوصيلات

الصيانة و الإصلاح:

- **فحص الأسلاك والتوصيلات**
- **التأكد من عدم وجود تماس**
- **قياس الأمبير ومقارنته بالقيم الطبيعية**

ثانياً: الأعطال الميكانيكية

1. ضعف التبريد

الأسباب:

- **نقص شحنة غاز التبريد**
- **انسداد الفلتر**
- **اتساخ المبخر أو المكثف**

الصيانة:

- **تنظيف الفلاتر بانتظام**
- **تنظيف المبخر والمكثف**
- **فحص التسرب وإعادة شحن الغاز**

2. تجمد المبخر (تكون ثلج)

الأسباب:

- **ضعف تدفق الهواء**
- **عطل في المروحة**
- **نقص الغاز**

الإصلاح:

- **التأكد من عمل المروحة**
- **تنظيف الفلاتر**
- **ضبط شحنة الغاز**

3. ارتفاع ضغط الطرد

الأسباب:

- **اتساخ المكثف**
- **توقف مروحة المكثف**
- **زيادة شحنة الغاز**

الصيانة:

- **تنظيف المكثف**
- **فحص مروحة المكثف**
- **تفريغ جزء من الغاز إذا كان اكثر من الازم**

4. صوت أو اهتزاز غير طبيعي

الأسباب:

- **ارتخاء البراغي**
- **تلف في المروحة أو المحامل (Bearing)**
- **عدم توازن المروحة**

الإصلاح:

- **شد البراغي**
- **تغيير محمل الدوران**
- **ضبط توازن المروحة**

ثالثاً: أعطال الهواء والتوزيع

1. ضعف تدفق الهواء

الأسباب:

- **فلتر متسخ**
- **انسداد مجاري الهواء (Duct)**
- **ضعف المروحة**

الصيانة:

- **تنظيف أو استبدال الفلاتر**
- **تنظيف مجاري الهواء**
- **فحص المروحة**

2. هواء حار بدلاً من بارد

الأسباب:

- **عطل في الضاغط**
- **نقص غاز التبريد**
- **عطل في الثرموستات**

الإصلاح:

- **فحص الضاغط**
- **شحن الغاز**
- **ضبط أو استبدال الثرموستات**

الصيانة الوقائية للوحدة المجمعة

لمنع الأعطال قبل حدوثها:

- **تنظيف الفلاتر كل 2–4 أسابيع**
- **فحص مستوى غاز التبريد**
- **تنظيف المكثف والمبخر دورياً**
- **شد التوصيلات الكهربائية**
- **فحص الأمبير والفولت**
- **التأكد من تصريف المياه (Drain)**

ملاحظة مهمة

- **لا تشحن الغاز قبل التأكد من وجود تسريب**
- **لا تشغل الوحدة إذا كان الضغط غير طبيعي**
- **الصيانة الدورية تقلل الأعطال بنسبة كبيرة**

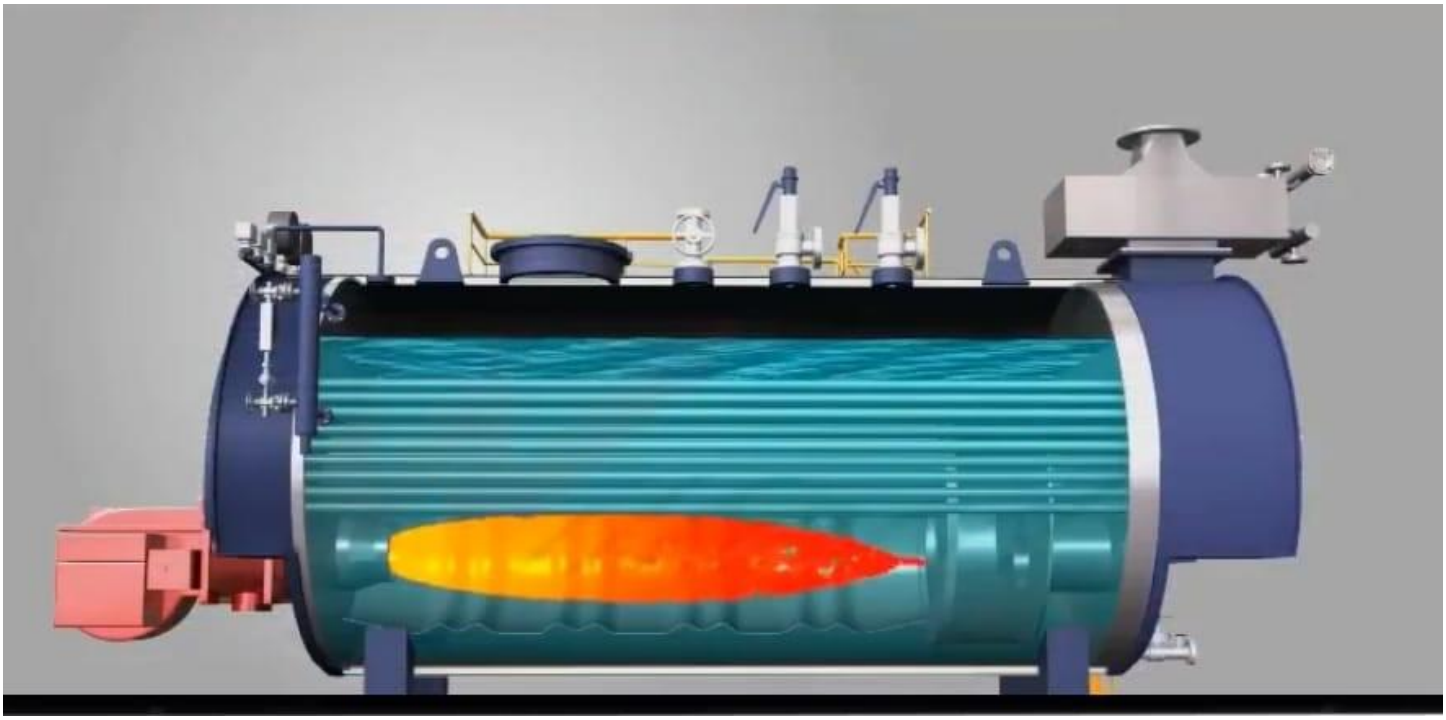
المحاضرة الثالثة

المرجل (الغلاية)

الـ مرجل (Boiler) هو جهاز يُستخدم لتسخين الماء وتحويله إلى بخار أو ماء ساخن باستعمال مصدر حرارة مثل الوقود أو الكهرباء. يُستعمل في محطات الطاقة، المصانع، أنظمة التدفئة، وبعض التطبيقات الصناعية.

أولاً: تعريف المرجل(Boiler)

المرجل هو وعاء مغلق يتم فيه تسخين الماء باستخدام مصدر حراري لإنتاج البخار أو الماء الساخن تحت ضغط معين، ويستخدم هذا البخار أو الماء الساخن في عمليات صناعية أو في توليد الطاقة أو التدفئة.



ثانياً: المكونات الرئيسية للمرجل

1. جسم المرجل(Boiler Shell)

هو الهيكل الخارجي للمرجل ويكون على شكل أسطوانة معدنية قوية تتحمل الضغط العالي ودرجة الحرارة.

2. الفرن(Furnace)

المكان الذي يتم فيه حرق الوقود مثل النفط أو الغاز أو الفحم لتوليد الحرارة اللازمة لتسخين الماء.

3. أنابيب المياه أو أنابيب النار

يوجد نوعان من الغلايات حسب الأنابيب:

- **أنابيب النار (Fire Tube): تمر الغازات الساخنة داخل الأنابيب والماء حولها.**
- **أنابيب الماء (Water Tube): يمر الماء داخل الأنابيب وتحيط بها الغازات الساخنة.**

4. المدخنة(Chimney)

وظيفتها طرد الغازات الناتجة من الاحتراق إلى خارج المرجل.

5. صمام الأمان(Safety Valve)

صمام مهم وظيفته تفريغ الضغط الزائد داخل المرجل لمنع الانفجار.

6. مقياس الضغط(Pressure Gauge)

جهاز يقيس ضغط البخار داخل المرجل.

7. مقياس مستوى الماء(Water Level Indicator)

يبين مستوى الماء داخل المرجل لمنع تشغيله بدون ماء.

8. مضخة التغذية(Feed Water Pump)

تقوم بتزويد المرجل بالماء باستمرار أثناء التشغيل.

9. صمام التغذية(Feed Valve)

يتحكم بدخول الماء إلى المرجل.

10. صمام تصريف الرواسب(Blowdown Valve)

يستخدم لإخراج الأملاح والرواسب من أسفل المرجل.

مبدأ عمل المرجل

تتم عملية التشغيل بالخطوات التالية:

1. **يدخل الماء إلى المرجل بواسطة مضخة التغذية.**
2. **يتم حرق الوقود داخل الفرن.**
3. **تنتقل الحرارة إلى الماء عبر الأنابيب.**
4. **يتحول الماء إلى بخار عالي الضغط.**
5. **يخرج البخار لاستعماله في العمليات الصناعية.**

ثالثاً: أنواع المراجل

من أشهر الأنواع:

1. **مرجل أنابيب النار(Fire Tube Boiler)**
   يستخدم في القدرات الصغيرة والمتوسطة.
2. **مرجل أنابيب الماء(Water Tube Boiler)**
   يستخدم في القدرات الكبيرة ومحطات الطاقة.
3. **المرجل الكهربائي**
   يعتمد على الكهرباء لتسخين الماء.

رابعاً: صيانة المرجل(Boiler Maintenance)

تنقسم الصيانة إلى عدة أنواع:

1. الصيانة اليومية

- **فحص مستوى الماء داخل المرجل.**
- **التأكد من ضغط البخار.**
- **فحص صمام الأمان.**
- **التأكد من عدم وجود تسرب ماء أو بخار.**

2. الصيانة الدورية للمرجل

الصيانة مهمة للحفاظ على سلامة المرجل.

تشمل:

- **تنظيف الأنابيب من الترسبات.**
- **فحص صمام الأمان.**
- **فحص مضخة التغذية.**
- **مراقبة مستوى الماء.**
- **فحص التسربات.**

3. الصيانة الوقائية

تهدف لمنع حدوث الأعطال.

أهم الإجراءات:

- **معالجة ماء التغذية كيميائياً.**
- **إزالة الرواسب بواسطة صمام التصريف.**
- **تنظيف غرفة الاحتراق.**
- **معايرة أجهزة القياس.**

الأعطال الشائعة في المراجل

من أكثر الأعطال انتشاراً:

1. **انخفاض مستوى الماء.**
2. **زيادة الضغط داخل المرجل.**
3. **تكون الترسبات الكلسية.**
4. **تآكل الأنابيب.**
5. **ضعف الاحتراق.**

تشخيص الأعطال

العطل: انخفاض مستوى الماء

الأسباب:

- **تسرب في الأنابيب**
- **عطل مضخة التغذية**
- **انسداد صمام التغذية**

العطل: زيادة الضغط

الأسباب:

- **خلل في صمام الأمان**
- **انسداد مخرج البخار**
- **ارتفاع درجة الحرارة**

كيفية إصلاح الأعطال

إصلاح انخفاض مستوى الماء

الخطوات:

1. **إيقاف المرجل فوراً.**
2. **فحص مضخة التغذية.**
3. **إصلاح التسربات.**
4. **إعادة ملء المرجل بالماء تدريجياً.**

إصلاح زيادة الضغط

1. **فحص صمام الأمان.**
2. **تنظيف مخرج البخار.**
3. **تقليل شدة الاحتراق داخل الفرن.**

إصلاح الترسبات داخل الأنابيب

1. **إيقاف المرجل.**
2. **تفريغ الماء.**
3. **تنظيف الأنابيب ميكانيكياً أو كيميائياً.**

إجراءات السلامة

عند تشغيل المرجل يجب مراعاة:

- **عدم تشغيل المرجل بدون ماء.**
- **فحص صمام الأمان باستمرار.**
- **مراقبة الضغط ودرجة الحرارة.**
- **إجراء الصيانة الدورية.**

ما هي أبراج التبريد؟

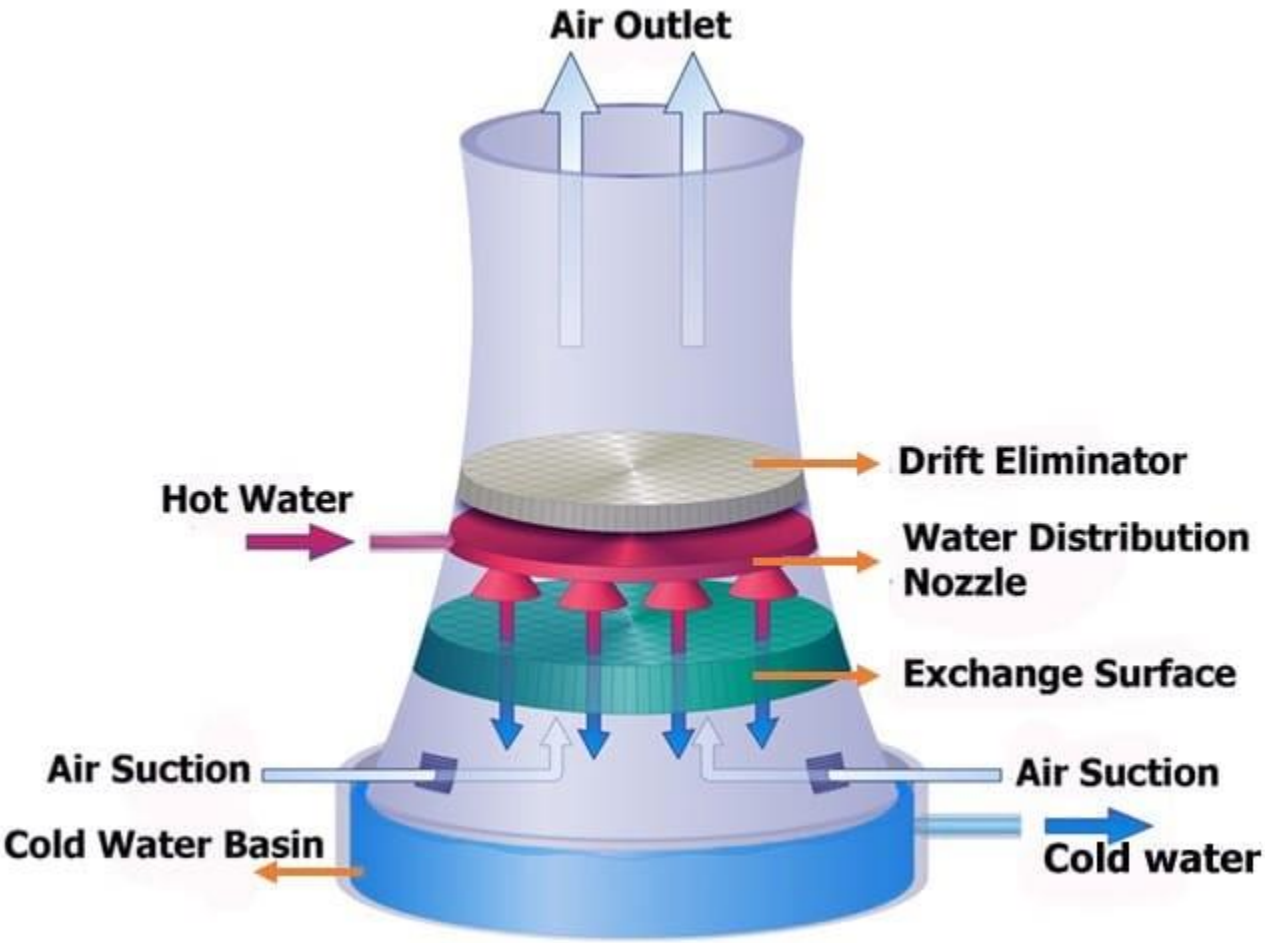
أبراج التبريد هي أجهزة تُستخدم في أنظمة التكييف المركزي (مثل التشيلرات) لتبريد الماء الساخن الخارج من المكثف عن طريق تبخيره جزئيًا باستخدام الهواء.

الفكرة الأساسية:
الماء الساخن + هواء = تبخير جزئي --- انخفاض درجة حرارة الماء

أنواع أبراج التبريد

أولآ. حسب طريقة سحب الهواء

أ. برج سحب طبيعي(Natural Draft) : هي عبارة عن هياكل طويلة مفتوحة تشبه المداخن مصممة لتحسين أنماط دوران الهواء الطبيعي داخل البرج.



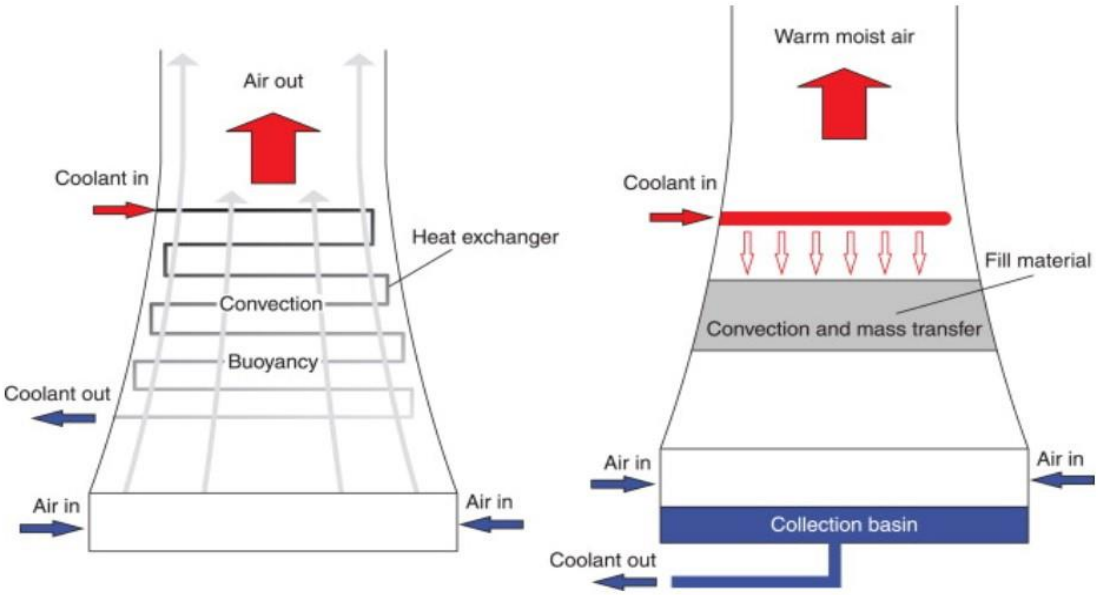
- **يعتمد على فرق الكثافة بين الهواء الساخن والبارد .**
- **لا يحتوي على مراوح .**
- **يُستخدم في المحطات الكبيرة مثل محطات الكيماويات و الطاقة.**

مميزاته:

- **استهلاك طاقة قليل**

عيوبه :

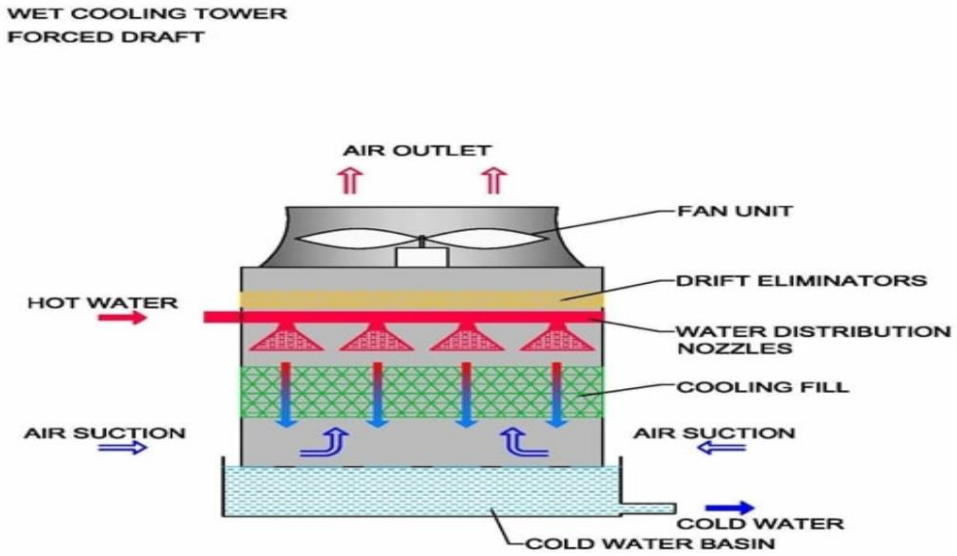
- **حجمه كبير وتكلفته عالية**



ب. برج سحب ميكانيكي(Mechanical Draft)

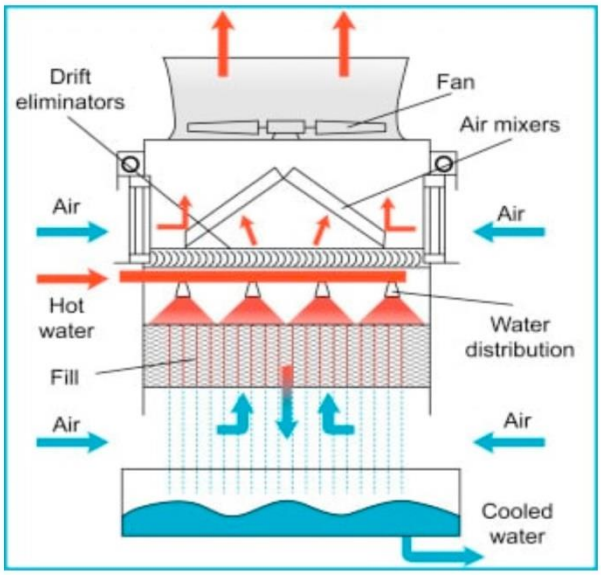
يحتوي على مراوح، وينقسم إلى:

1. سحب قسري(Forced Draft)



- المروحة في الأسفل تدفع الهواء .
- سهل الصيانة

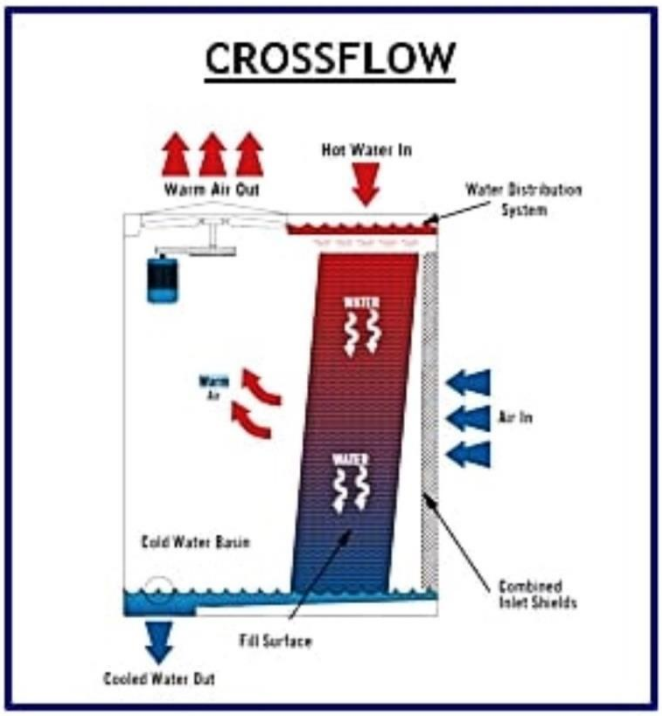
2. سحب مستحث (Induced Draft) : الأكثر استخدامًا



- المروحة في الأعلى تسحب الهواء .
- كفاءة أعلى وانتشار أفضل للهواء

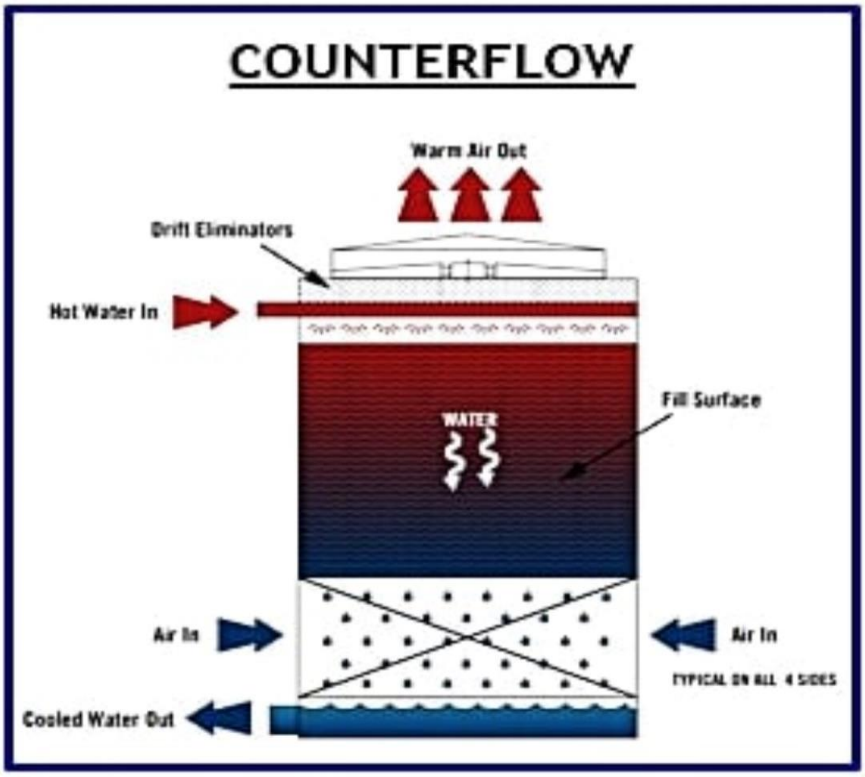
ثانياً: حسب اتجاه الهواء والماء

تدفق متقاطع (Cross Flow)



- **الهواء يدخل بشكل عرضي مع الماء**

تدفق معاكس (Counter Flow) وهوالأفضل



- **الهواء يتحرك بعكس اتجاه الماء**
- **كفاءة تبريد أعلى**

ثالثآ: حسب الاستخدام

- **أبراج صناعية (مصانع ومحطات)**
- **أبراج تكييف (HVAC)**

مكونات برج التبريد

1. الهيكل الخارجي(Casing)

- مصنوع من فيبر جلاس أو معدن
- يحمي المكونات الداخلية

2. الحشوات(Fill Media)

- أهم جزء في البرج
- تزيد مساحة التلامس بين الماء والهواء

3. نظام توزيع الماء(Water Distribution System)

- أنابيب + رشاشات
- توزع الماء بشكل متساوي

4. المروحة(Fan)

- تسحب أو تدفع الهواء
- تعمل بمحرك كهربائي

5. حوض الماء(Basin)

- يتجمع فيه الماء المبرد

6. مانع الرذاذ(Drift Eliminator)

- يمنع خروج قطرات الماء مع الهواء

7. مدخل الهواء(Air Inlet)

- يسمح بدخول الهواء

8. محرك + علبة تروس(Gearbox)

- لنقل الحركة للمروحة

صيانة أبراج التبريد

1. الصيانة الدورية

يومية / أسبوعية:

- فحص مستوى الماء
- التأكد من عمل المروحة
- مراقبة الاهتزازات

شهرية:

- تنظيف الفلاتر
- فحص الرشاشات (انسداد)
- فحص الأحزمة (Belts)

نصف سنوية:

- تنظيف الحشوات (Fill)
- إزالة الترسبات الكلسية
- فحص المحرك

الأعطال الشائعة

	العطل	السبب	الحل
	ضعف التبريد	انسداد الحشوات	تنظيف او تبديل
	صوت عالي	مشكلة بالمروحة	ضبط او تبديل
	فقدان الماء	تسرب او رذاذ	اصلاح او فحص مانع الرذاذ
	اهتزاز	عدم توازن المروحة	إعادة التوازن

الإدامة قبل موسم الصيف

1. تنظيف شامل

- تنظيف الحوض
- إزالة الطحالب والترسبات
- غسل الحشوات

2. فحص ميكانيكي

- تشحيم المحامل (Bearings)
- فحص المروحة
- التأكد من شد الأحزمة

3. فحص كهربائي

- فحص المحرك
- قياس الأمبير
- التأكد من الحمايات (Overload)

4. معالجة المياه(Water Treatment)

- إضافة مواد مانعة للترسب
- منع نمو البكتيريا

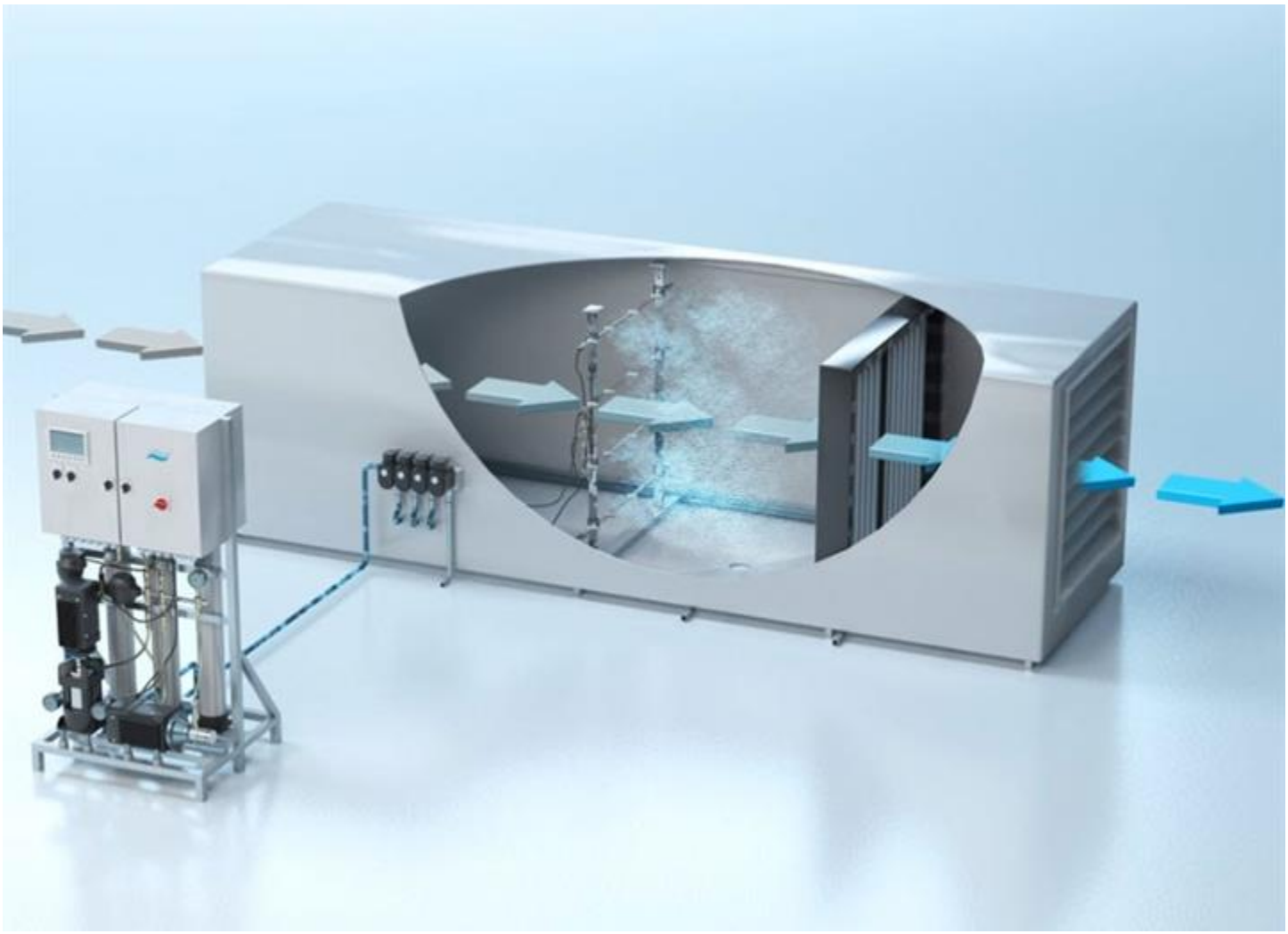
5. اختبار التشغيل

- تشغيل البرج
- قياس :
  - درجة حرارة الدخول والخروج
  - فرق الحرارة (Range)
  - كفاءة التبريد

انواع اجهزة الترطيب و انواع مرشحات الهواء المستخدمة بالتبريد المركزي

أولاً: أنواع أجهزة الترطيب(Humidifiers)

تُستخدم أجهزة الترطيب لزيادة رطوبة الهواء، خاصة في البيئات الجافة أو في فصل الشتاء.

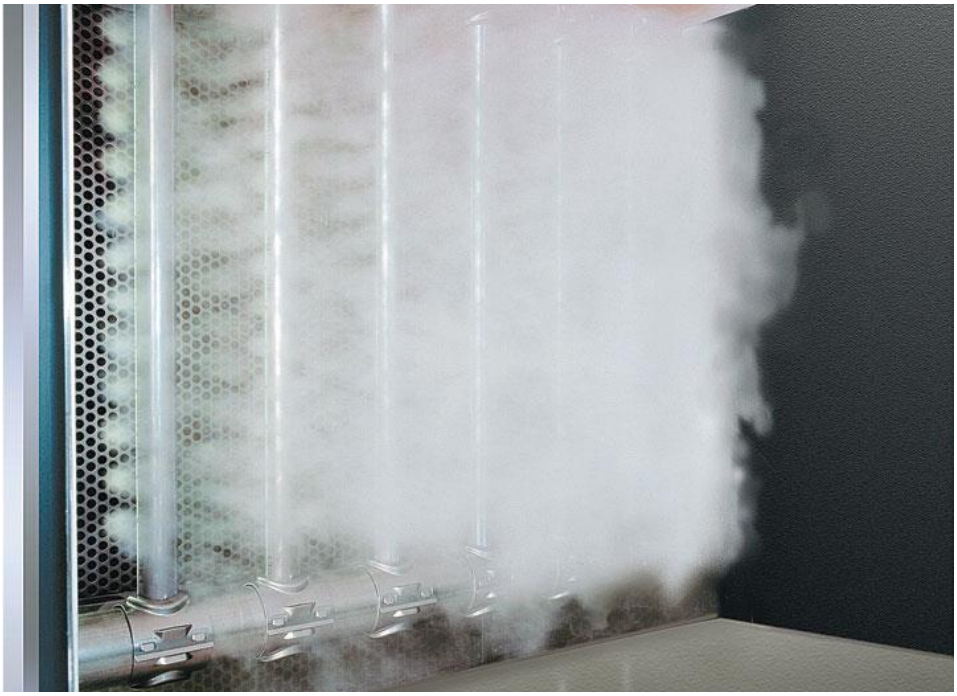


1. أجهزة الترطيب بالبخار(Steam Humidifiers)

- تعتمد على تسخين الماء حتى يتحول إلى بخار.
- يتم حقن البخار مباشرة في مجرى الهواء.(Duct)
- المميزات:
- دقة عالية في التحكم بالرطوبة.
- تعقيم طبيعي بسبب الغليان.
- العيوب:
- استهلاك كهربائي عالي.
- تحتاج صيانة دورية.

2. أجهزة الترطيب بالتبخير(Evaporative Humidifiers)

- تعتمد على مرور الهواء عبر وسادة مبللة بالماء.
- يتم تبخير الماء طبيعياً في الهواء.
- المميزات:
- استهلاك طاقة منخفض.
- بسيطة التركيب.
- العيوب:
- أقل دقة في التحكم.
- تحتاج تغيير الوسادة باستمرار.



3. أجهزة الترطيب بالرش(Spray Humidifiers)

- **ترش الماء على شكل رذاذ داخل مجرى الهواء.**
- **المميزات:**
- **فعالة في الأنظمة الكبيرة.**
- **العيوب:**
- **تحتاج جودة ماء عالية (لتجنب التكلسات والبكتيريا).**

4. أجهزة الترطيب بالموجات فوق الصوتية(Ultrasonic Humidifiers)

- **تستخدم اهتزازات لتحويل الماء إلى ضباب ناعم.**
- **المميزات:**
- **هادئة جداً.**
- **استهلاك طاقة قليل.**
- **العيوب:**
- **تحتاج ماء نقي (مقطر غالباً)**

5. أجهزة الترطيب بالطرد المركزي(Centrifugal Humidifiers)

- **تستخدم قرص دوّار لنثر الماء.**
- **المميزات:**
- **مناسبة للأنظمة الصناعية.**
- **العيوب:**
- **تحتاج صيانة ميكانيكية**

ثانياً: أنواع مرشحات الهواء(Air Filters)

تُستخدم لتنقية الهواء من الغبار، البكتيريا، والملوثات.

1. المرشحات الأولية(Pre-Filters)

- **تصنع من ألياف صناعية أو معدنية.**
- **وظيفتها :إزالة الغبار الكبير.**
- **المميزات:**
- **رخيصة.**
- **تحمي الفلاتر الأخرى.**

2. المرشحات متوسطة الكفاءة(Medium Filters)

- **مثل فلاتر الأكياس.(Bag Filters)**
- **وظيفتها :إزالة الجسيمات الصغيرة نسبياً.**
- **تُستخدم في:**
- **المستشفيات**
- **المباني التجارية**

3. مرشحاتHEPA

- **(High Efficiency Particulate Air)**
- **تزيل حتى 99.97% من الجسيمات الدقيقة (0.3 ميكرون)**
- **تُستخدم في:**
- **غرف العمليات**
- **المختبرات**
- **العيوب:**
- **مقاومة عالية للهواء (ضغط)**

4. مرشحات الكربون النشط(Activated Carbon Filters)

- **تمتص الروائح والغازات.**
- **تُستخدم في:**
- **المصانع**
- **الأماكن ذات الروائح**

5. المرشحات الكهروستاتيكية(Electrostatic Filters)

- **تعتمد على شحن الجسيمات كهربائياً وجذبها.**
- **المميزات:**
- **فعالة جداً مع الغبار الناعم.**
- **العيوب:**
- **تحتاج تنظيف مستمر.**

6. المرشحات الزيتية(Oil Filters)

- **تستخدم طبقة زيت لالتقاط الغبار.**
- **تُستخدم غالباً في:**
- **الورش**
- **البيئات الصناعية**

7. مرشحاتULPA

- **أكثر دقة من.HEPA**
- **تُستخدم في:**
- **الصناعات الدقيقة (مثل الإلكترونيات)**

مقارنة سريعة

النوع	الاستخدام	الكفاءة
Pre-filter	حماية أولية	منخفضة
Medium	مباني عامة	متوسطة
HEPA	مستشفيات	عالية جداً
ULPA	صناعات دقيقة	فائقة

ملاحظات مهمة

اختيار جهز الترطيب يعتمد على:

- **حجم النظام**
- **جودة الماء**
- **الدقة المطلوبة**
- **اختيار الفلتر يعتمد على:**
- **نوع المكان (منزل، مستشفى، مصنع)**
- **مستوى التلوث**
- **كلفة التشغيل والصيانة**

نظام التبريد(VRF (Variable Refrigerant Flow

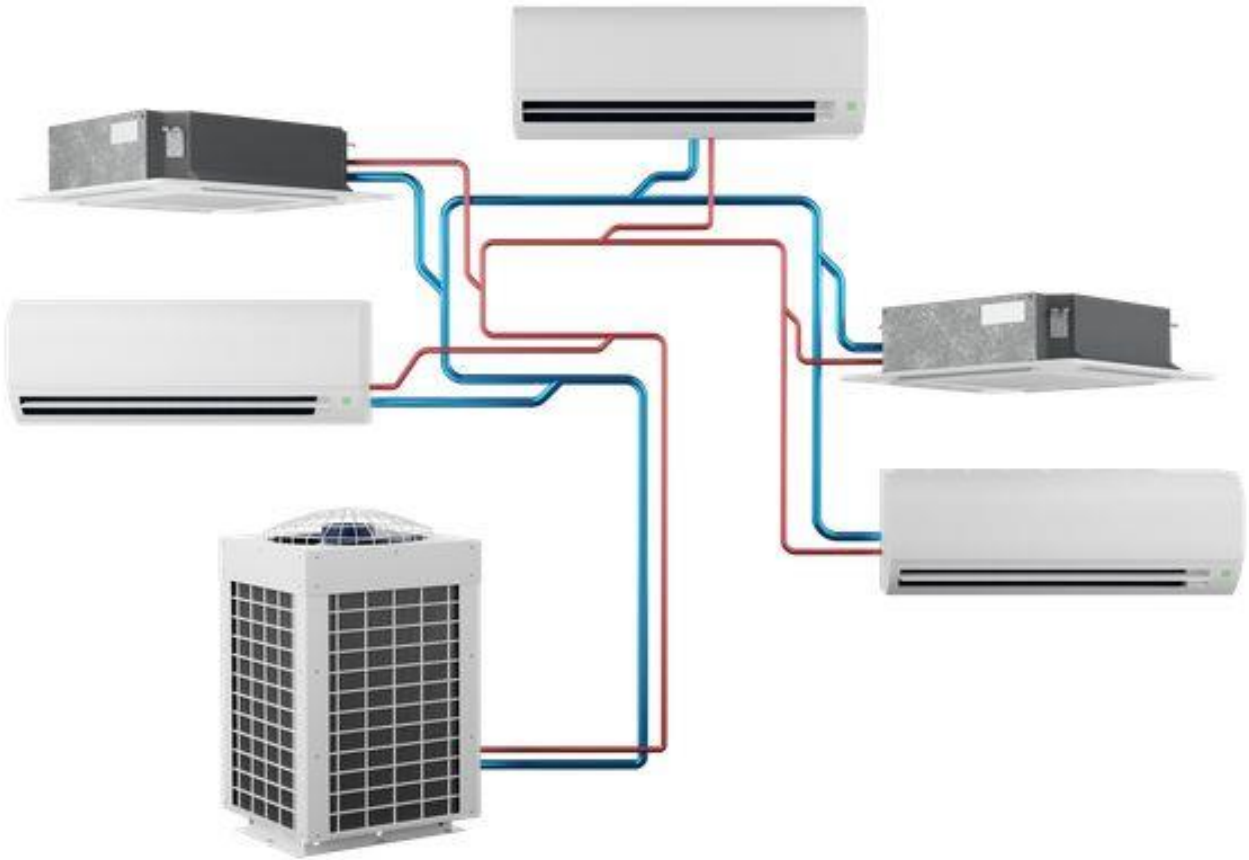
تعريف:

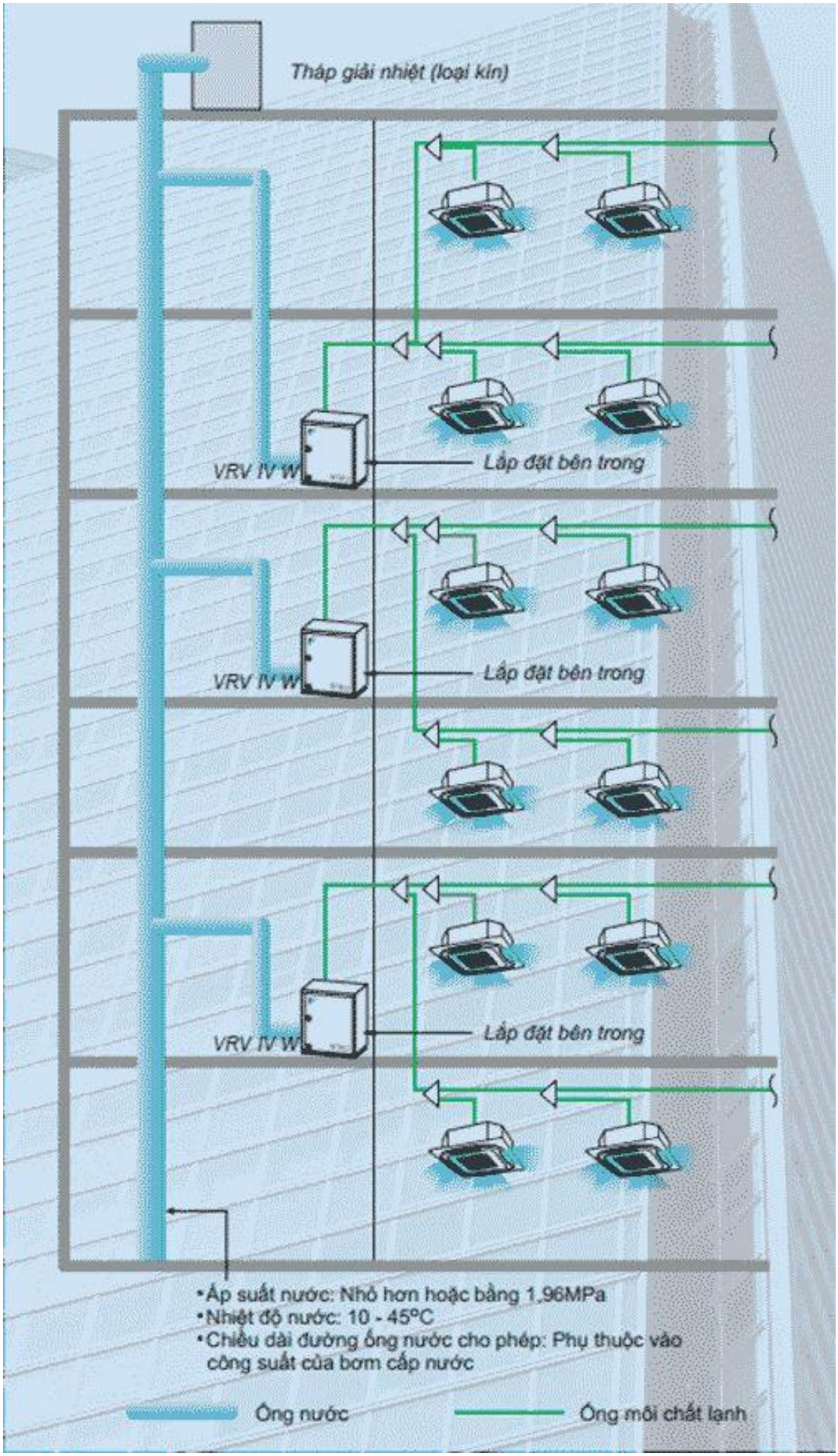
نظام **Variable Refrigerant Flow (VRF)**هو أحد أنظمة التكييف الحديثة والمتطورة التي تعتمد على التحكم في **كمية وسيط التبريد (الفريون)**المتدفقة إلى الوحدات الداخلية حسب الحمل الحراري المطلوب.

ظهر هذا النظام وتطور بشكل كبير بواسطة شركة Daikinفي اليابان، وأصبح يُستخدم على نطاق واسع في المباني التجارية والفنادق والمستشفيات.

ما هو الفرق بين VRF وVRV ؟

VRF (Variable Refrigerant Flow)هو المصطلح العام،
بينما VRV (Variable Refrigerant Volume) هو اسم تجاري لشركة Daikin التي طورت هذه التقنية، والتقنية هي نفسها.




Tháp giải nhiệt (loại kín)
VRV IV W
Lắp đặt bên trong
VRV IV W
Lắp đặt bên trong
VRV IV W
Lắp đặt bên trong
•Áp suất nước: Nhỏ hơn hoặc bằng 1,96MPa
•Nhiệt độ nước: 10 - 45°C
•Chiều dài đường ống nước cho phép: Phụ thuộc vào công suất của bơm cấp nước
Ống nước
Ống môi chất lạnh

MITSUBISHI HEAVY-Haier

عمل النظام

يعتمد نظام VRF على:

- ضاغط يعمل بتقنية **الانفرتر .(Inverter)**
- تغيير تدفق غاز التبريد حسب الحمل .
- توزيع التبريد عبر عدة وحدات داخلية .

المبدأ:

- عند زيادة الحمل الحراري ← يزيد تدفق الفريون .
- عند انخفاض الحمل ← يقل التدفق لتوفير الطاقة .

الإنفيرتر هو دائرة إلكترونية تتحكم بسرعة الضاغط عن طريق تغيير تردد التيار الكهربائي.

عمله:

التيار الكهربائي القادم يكون:

- تردد ثابت (50 Hz أو 60 Hz)

الإنفيرتر يقوم بـ:

1. تحويل التيار من AC إلى DC
2. ثم يعيد تحويله إلى AC
3. لكن **بتردد متغير**

هذا التردد هو الذي يحدد سرعة الضاغط

ماذا يعني تغيير التردد؟

- تردد منخفض و سرعة قليلة و تبريد أقل
- تردد عالي و سرعة عالية و تبريد أعلى

النتيجة:

بدلاً من:

- تشغيل/إيقاف (On/Off)

يصبح:

- تشغيل مستمر مع تغيير السرعة حسب الحاجة

مكونات نظامVRF

1. الوحدة الخارجية(Outdoor Unit)

- تحتوي على :

- الضاغط (Compressor)
- المكثف (Condenser)
- مروحة

2. الوحدات الداخلية(Indoor Units)

- أنواعها :
  - جداري (Wall-mounted)
  - سقفي مخفي (Ducted)
  - كاسيت (Cassette)

3. أنابيب وسيط التبريد

- نحاسية
- تربط بين الوحدة الخارجية والداخلية

4. صمامات التمدد الإلكترونية(EEV)

- تتحكم بدقة في تدفق الفريون

التعريف:

هو صمام يتحكم **بكمية سائل التبريد (الفريون)** الداخلة إلى المبخر **بشكل دقيق جداً باستخدام إشارات كهربائية**.

مكوناته الأساسية:

- محرك خطوة (Stepper Motor)
- إبرة أو دبوس (Needle)
- دائرة تحكم إلكترونية
- حساس حرارة وضغط (مرتبط مع النظام)

كيف يعمل:

1. النظام يقيس :
   - درجة الحرارة
   - الضغط
   - الحمل داخل الغرفة

2. وحدة التحكم ترسل إشارة للصمام
3. الصمام :
   - يفتح تدريجياً و يزيد الفريون
   - أو يغلق تدريجياً و يقلل الفريون

كل هذا يتم بدقة عالية جداً (خطوات صغيرة جداً)

وظيفته الرئيسية:

- تنظيم تدفق الفريون إلى المبخر
- الحفاظ على **Superheat** مناسب
- تحسين كفاءة التبريد
-

5. نظام التحكم

- تحكم مركزي أو فردي لكل غرفة

أنواع أنظمةVRF

1. نظام التبريد فقط(Cooling Only)

- يستخدم في المناطق الحارة

2. نظام المضخة الحرارية(Heat Pump)

- تبريد وتدفئة ولكن ليس في نفس الوقت

3. نظام الاسترجاع الحراري(Heat Recovery)

- تبريد غرفة وتدفئة أخرى بنفس الوقت

مميزات نظامVRF

كفاءة عالية في استهلاك الطاقة
تحكم فردي لكل منطقة

تشغيل هادئ
توفير في المساحة
عمر تشغيلي طويل

عيوب النظام

تكلفة أولية مرتفعة
يحتاج فنيين متخصصين
صيانة معقدة نسبياً
يعتمد على تصميم دقيق

التطبيقات

- الفنادق
- المستشفيات
- المولات
- الأبنية الإدارية

الصيانة

الصيانة الوقائية:

- تنظيف الفلاتر
- فحص ضغط الفريون
- التأكد من عدم وجود تسرب

الصيانة التصحيحية:

- إصلاح الأعطال الكهربائية
- تبديل الضاغط أو الصمامات

المضخات

المضخة هي جهاز ميكانيكي يُستخدم لنقل السوائل (ماء، زيت، مواد كيميائية) من مكان إلى آخر عن طريق زيادة الضغط أو الطاقة الحركية للسائل.

أنواع المضخات

1. مضخات الطرد المركزي(Centrifugal Pumps)

- الأكثر استخدامًا في التبريد والتكييف .
- تعتمد على قوة الطرد المركزي .
- مميزاتها :
  - بسيطة التصميم
  - قليلة الصيانة
  - مناسبة للتدفق المستمر
- استخداماتها :
  - أنظمة التكييف (Chillers)
  - ضخ المياه

2. المضخات الإزاحية(Positive Displacement Pumps)

تنقل كمية ثابتة من السائل في كل دورة.

أنواعها:

أ) المضخات الترددية(Reciprocating)

- تعمل بحركة ذهاب وإياب
- ضغط عالي
- تستخدم في :
  - الأنظمة الصناعية

ب) المضخات الدوارة(Rotary)

- مثل :
  - مضخة التروس (Gear Pump)
  - مضخة الريش (Vane Pump)
- تستخدم للزيوت والسوائل اللزجة

3. مضخات غاطسة(Submersible Pumps)

- تعمل وهي مغمورة في الماء
- تستخدم في :
  - الآبار
  - الصرف الصحي

4. مضخات محورية(Axial Pumps)

- تدفق عالي وضغط منخفض
- تستخدم في :
  - مشاريع الري

مكونات المضخة

- المحرك الكهربائي
- المروحة (Impeller)
- الغلاف (Casing)
- عمود الدوران (Shaft)
- المحامل (Bearings)
- مانع التسرب (Seal)

الأعطال الشائعة

- عدم ضخ الماء
- انخفاض الضغط
- اهتزاز وضوضاء
- تسريب ماء
- ارتفاع درجة حرارة المحرك

صيانة المضخات

1. الصيانة الوقائية

- فحص مستوى الزيت
- تشحيم المحامل
- تنظيف الفلاتر
- فحص التوصيلات الكهربائية
-
- التأكد من عدم وجود تسرب

2. الصيانة التصحيحية

- تبديل المحامل التالفة
- إصلاح التسربات
- تغيير مانع التسرب (Seal)
- إصلاح المروحة

3. الصيانة التنبؤية

- تحليل الاهتزاز
- قياس درجة الحرارة
- مراقبة الأداء

الإدامة قبل موسم التشغيل (مهم جداً)

خطوات التحضير:

1. الفحص الميكانيكي

- التأكد من سلامة المروحة
- فحص المحامل
- التأكد من حرية دوران العمود

2. الفحص الكهربائي

- فحص الفولتية
- التأكد من سلامة الكابلات
- فحص الحمايات (Overload)

3. فحص نظام الأنابيب

- التأكد من عدم وجود انسداد
- فحص الصمامات

4. تشغيل تجريبي(Test Run)

- تشغيل المضخة بدون حمل
- مراقبة :
  - الصوت
  - الاهتزاز
  - الضغط

5. التأكد من التهوية والتبريد

- خصوصاً للمحركات