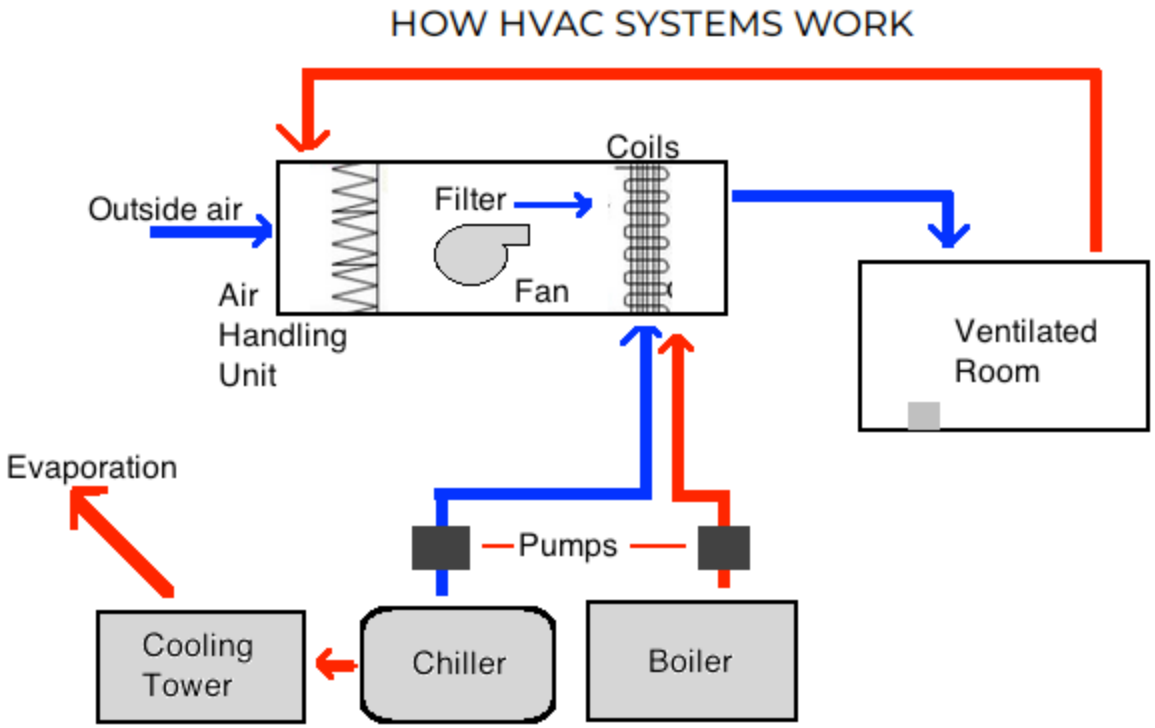
أنظمة التكييف المركزي
central A/C systems

المحاضرة رقم -٨-

دورة تدريبية لمهندسي الميكانيك 2023
مركز التدريب والتأهيل بفرع نقابة المهندسين بحمص

المحاضر: د. م. محمد عبده باكير
قسم القوى – كلية الهمك – جامعة البعث

أنظمة التكييف المركزي
central A/C systems



أسئلة الاختبار ذاتي

س١- اذكر أنواع أنظمة تكييف الهواء الكلي؟

س٢- ارسم وحدة الحث ومع أي نظام يتم استخدامها؟

س٣- ما هي أنواع وحدة الملف – مروحة ، مستعينا بالرسم ووضح الفروق بينهما؟

س٤- ارسم أنظمة تكييف المائي التالية:

- نظام الأنبوب الواحد مع راجع مباشر؟
- نظام الأنبوب الواحد مع راجع عكسي؟
- وضح استخدامات كل نظام ومزاياه وسلبياته؟

س٥- ارسم نظام تكييف الهواء ثنائي المجرى وقم بتمثيله على خريطة البسايكرومتري ؟

س٦- اذكر مزايا وعيوب نظام تكييف الهواء ثنائي المجرى؟

س٧- اذكر ما تعرفه عن الأسقف المبردة واذكر مزايا وعيوب هذا النظام ؟

س٨- وضح الفرق بين نظام الهواء الكلي الحثي متغير الحجم ونظام وحدة الحث الهوائي المائي.

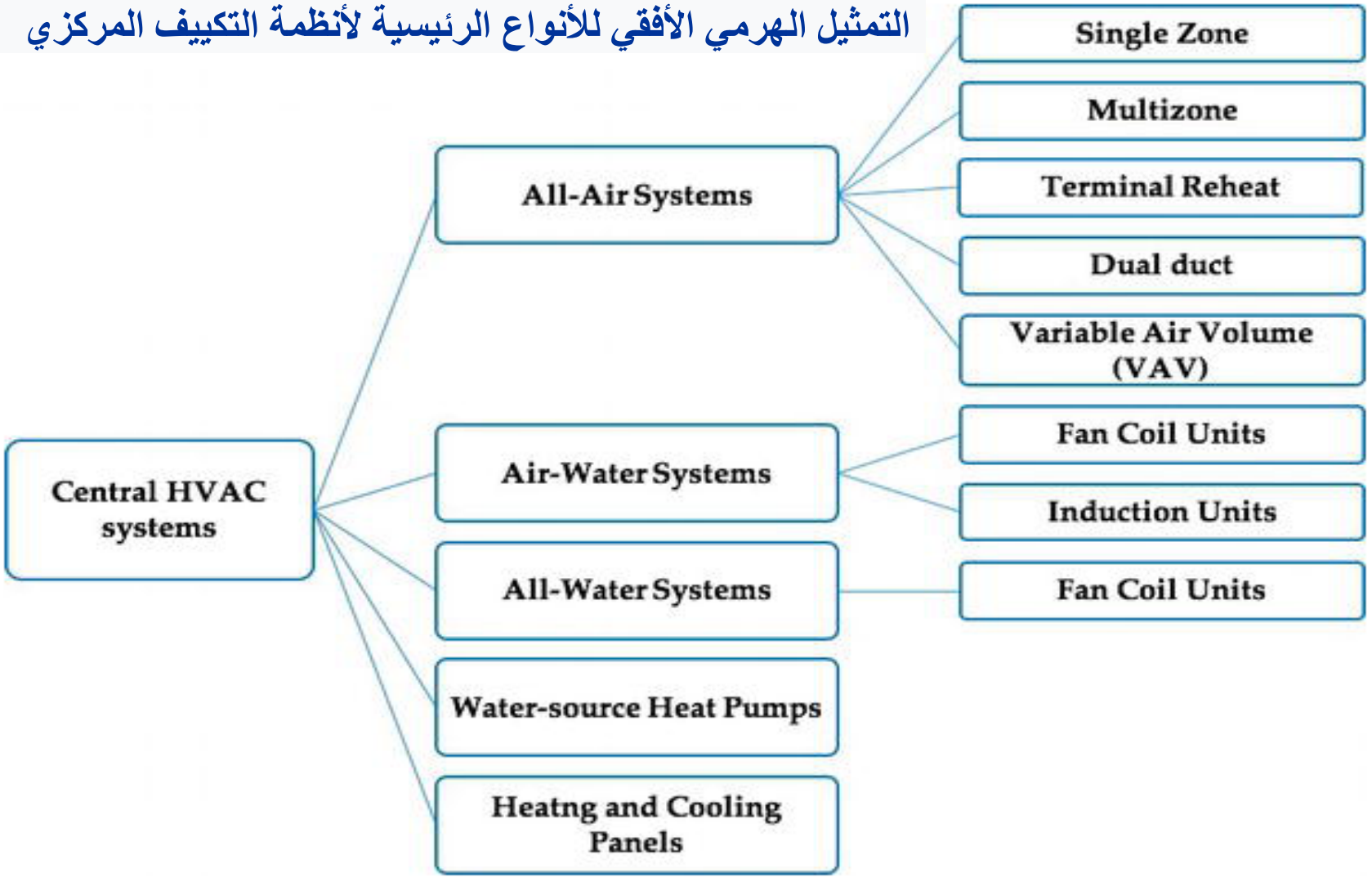
س٩- ما الفرق بين الغريل والناشر وبين الغريل والحاكم.

س١٠- اذكر مزايا النظام المائي الكلي متعد الأنبوب.

س١١- مستعينا بالرسم وضح الفرق بين نظامي الأنبوب الثلاثي والرباعي؟

Horizontal hierarchy representation of the main types of central HVAC systems.

التمثيل الهرمي الأفقي للأنواع الرئيسية لأنظمة التكييف المركزي



جهاز التكييف المركزي

جهاز التكييف المركزي : عبارة عن وحدة تكييف هواء توجد في مكان مركزي بالنسبة للمبنى يعمل على خدمة عدد من الطوابق ذات الغرف المتعددة الأغراض بسهولة.

يعتمد عوامل اختيار نوع النظام :

١- التغيير في الأحمال الحرارية للمبنى.

٢- متطلبات الفراغ المراد تكييفه.

٣- المكان المتاح لوضع الأجهزة .

٤- التكلفة.

تصنيف أنظمة تكييف الهواء تبعا لنوعية المائع الحامل للحرارة من الفراغ المراد تكييفه:

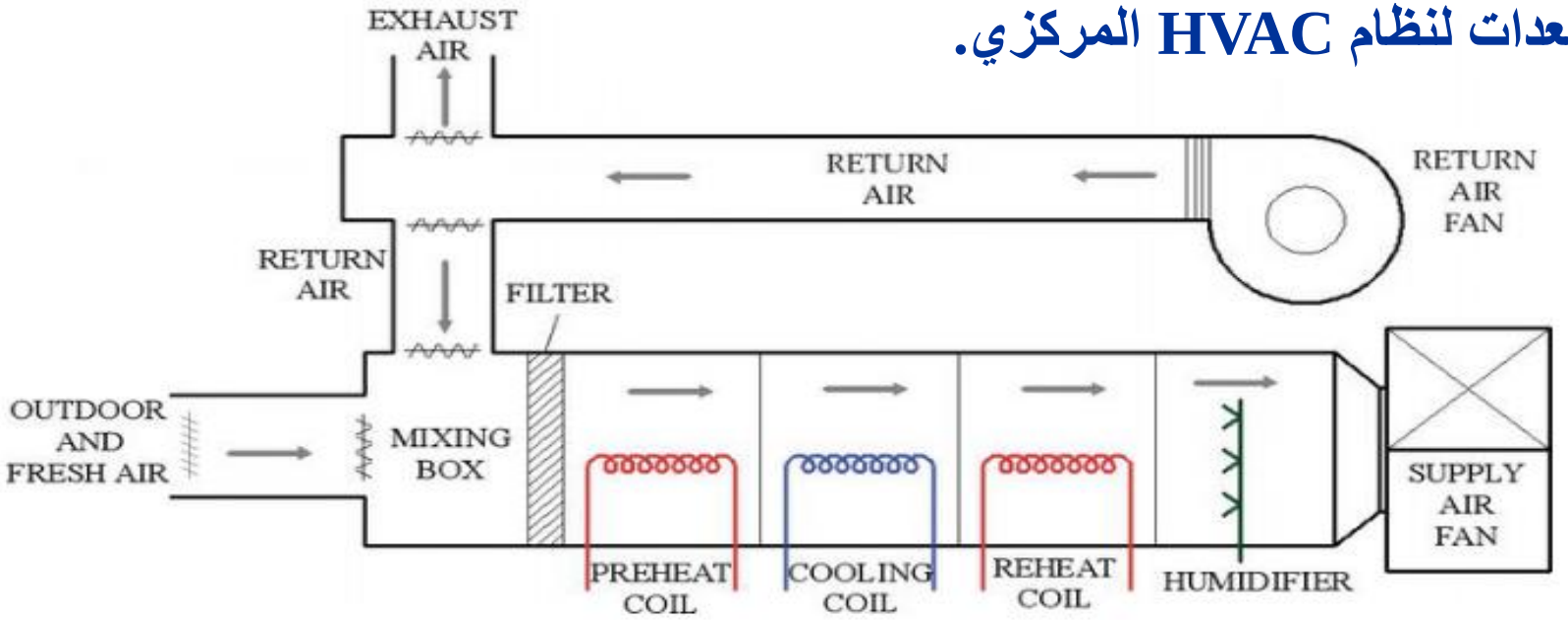
١- **نظام هوائي كلي** (all- air system): يستخدم هذا النظام الهواء فقط للتبريد والتسخين.

٢- **نظام مائي كلي** (all – water system): يستخدم هذا النظام الماء فقط للتبريد والتسخين.

٣- **نظام مائي - هوائي** (air– water system: يستخدم هذا النظام الماء والهواء للتبريد والتسخين.

Equipment arrangement for central HVAC system.

ترتيب المعدات لنظام HVAC المركزي.



يحتوي نظام HVAC المركزي على أجهزة مدمجة في وحدة معالجة الهواء ، كما هو موضح في الشكل، والتي تحتوي على مراوح الإمداد والهواء الراجع، ومرطب الهواء ، وملف إعادة التسخين ، وملف التبريد ، وملف التسخين المسبق ، وصندوق الخلط ، والمرشح ، والهواء الخارجي

أنظمة التكييف المركزي

أولا: أنظمة الهواء الكلي All-Air system

أنظمة الهواء الكلي All-Air system

وتصنف إلى:

١- أنظمة تقليدية (Conventional system) و تشمل النظم التالية (حسب طريقة التحكم بدرجة حرارة الغرفة):

- نظام ثابت الحجم متغير درجة الحرارة.
- نظام متغير الحجم وثابت درجة الحرارة.

٢- نظام إعادة التسخين ، Reheat system.

٣- نظام الهواء الكلي الحثي ذو الحجم الثابت ، Constant volume induction system .

٤- نظام الوحدة المتعددة المناطق ، Multi-zone unite system.

٥- نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.

٦- نظام حجم الهواء المتغير وثبات درجة الحرارة ، Variable air volume system (VAV)

أنظمة الهواء الكلي التقليدية (Conventional system)

ملاحظة: هذه الأنظمة تكون عادة ذات مجرى واحد single duct .

الاستخدام:

١- فراغات يكون فيها عادة عدد الأشخاص ثابتا .

٢- الفراغات التي لا تحتاج إلى تحكم دقيق في درجة الحرارة والرطوبة.

المستودعات – المكاتب – المصانع

تستخدم هذه الأنظمة لتكييف القاعات الكبيرة مثل الصالات وغرف الاجتماعات والمسارح ودور السينما وغيرها و أحيانا لتكييف المباني المتعددة الغرف كمباني المكاتب والمباني السكنية الصغيرة و المشافي....

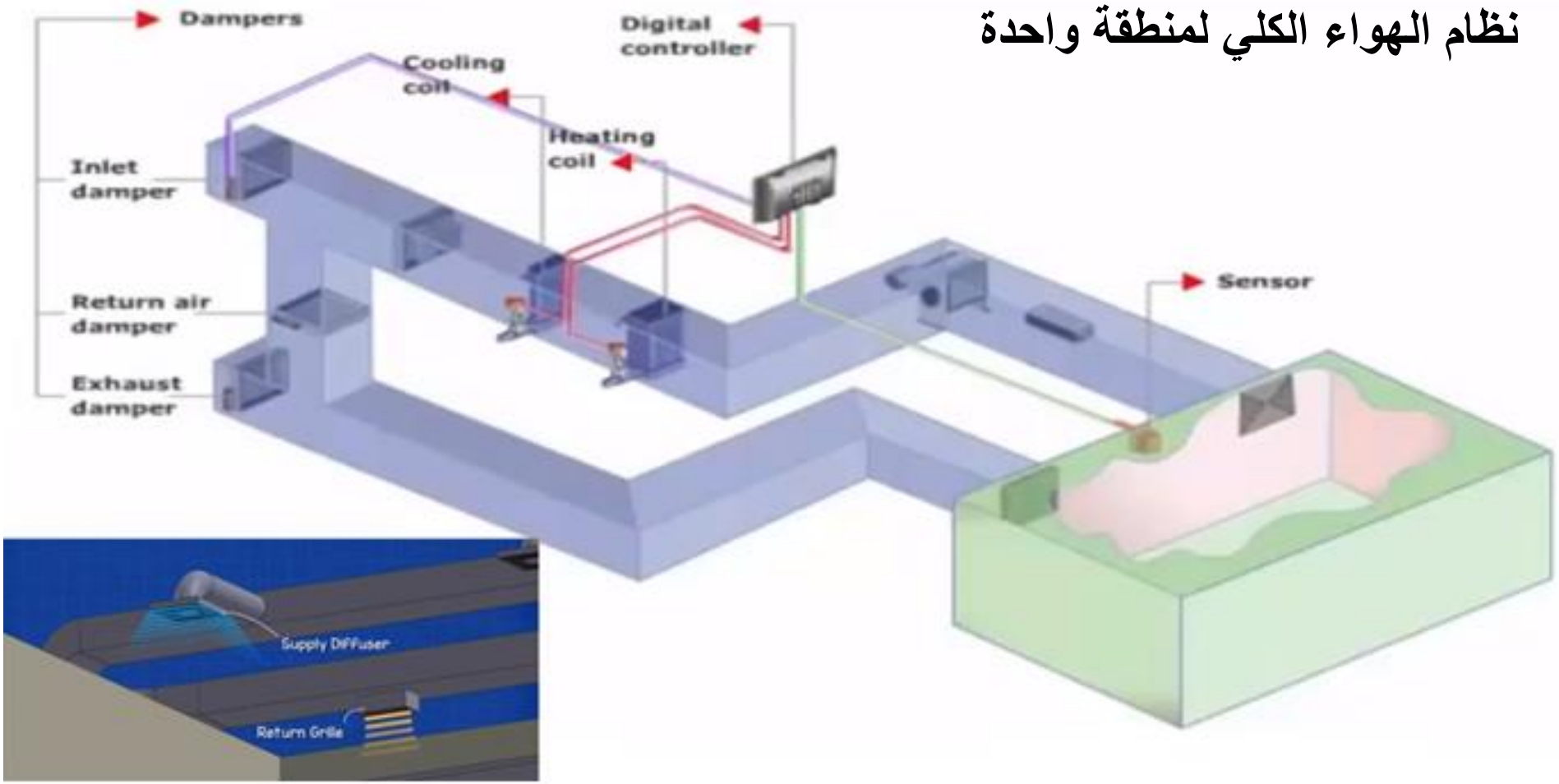
وتصنف هذه الأنظمة إلى مجموعتين رئيسيتين:

- **نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة** :المكان المكيف يمكن أن يضم منطقة واحدة أو عدة مناطق single zone & multi zone
- **نظم متغيرة الحجم ثابتة درجة الحرارة** : المكان المكيف يمكن أن يضم منطقة واحدة أو عدة مناطق single zone & multi zone

نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة :

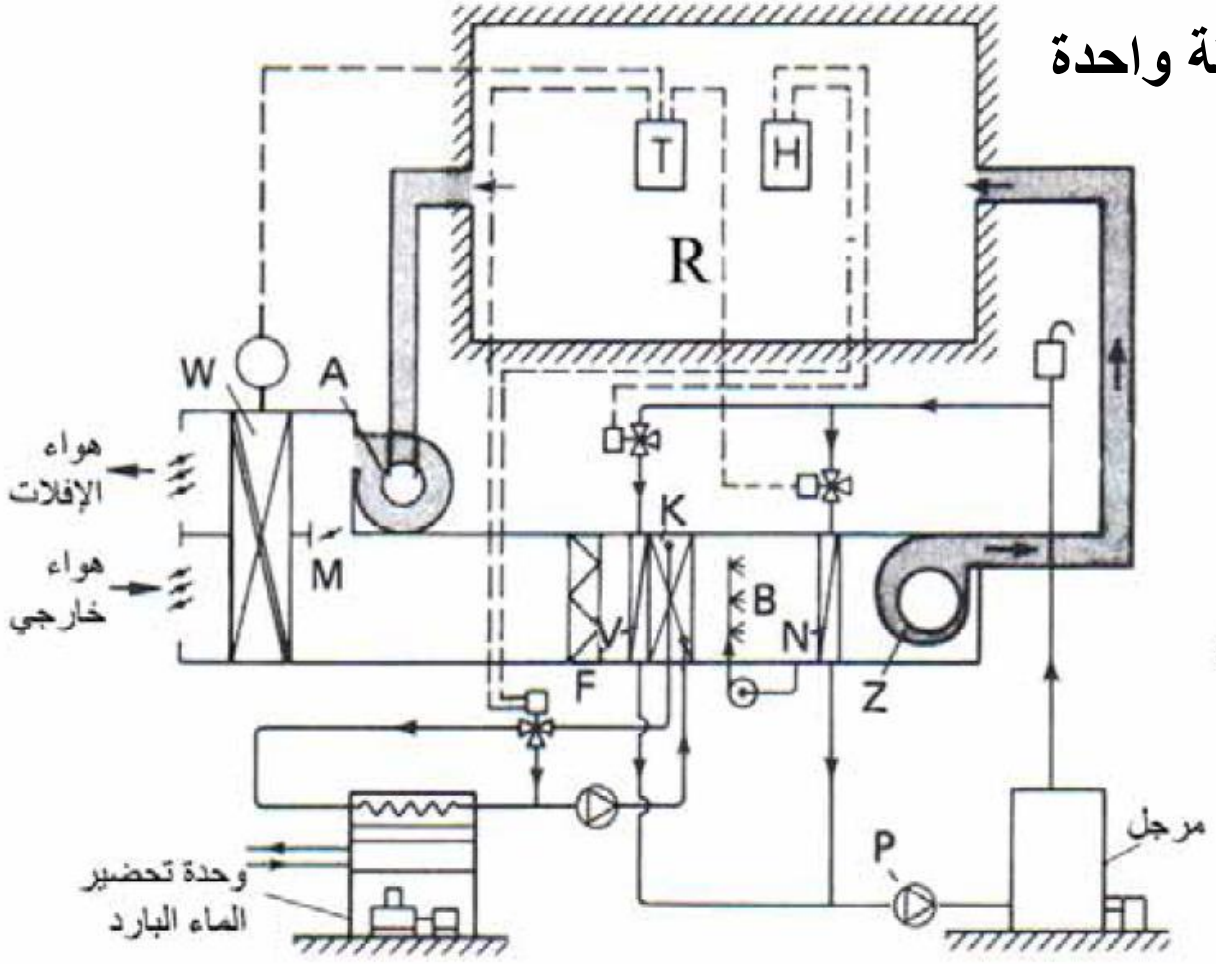
نظام الهواء الكلي لمنطقة واحدة



نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة :

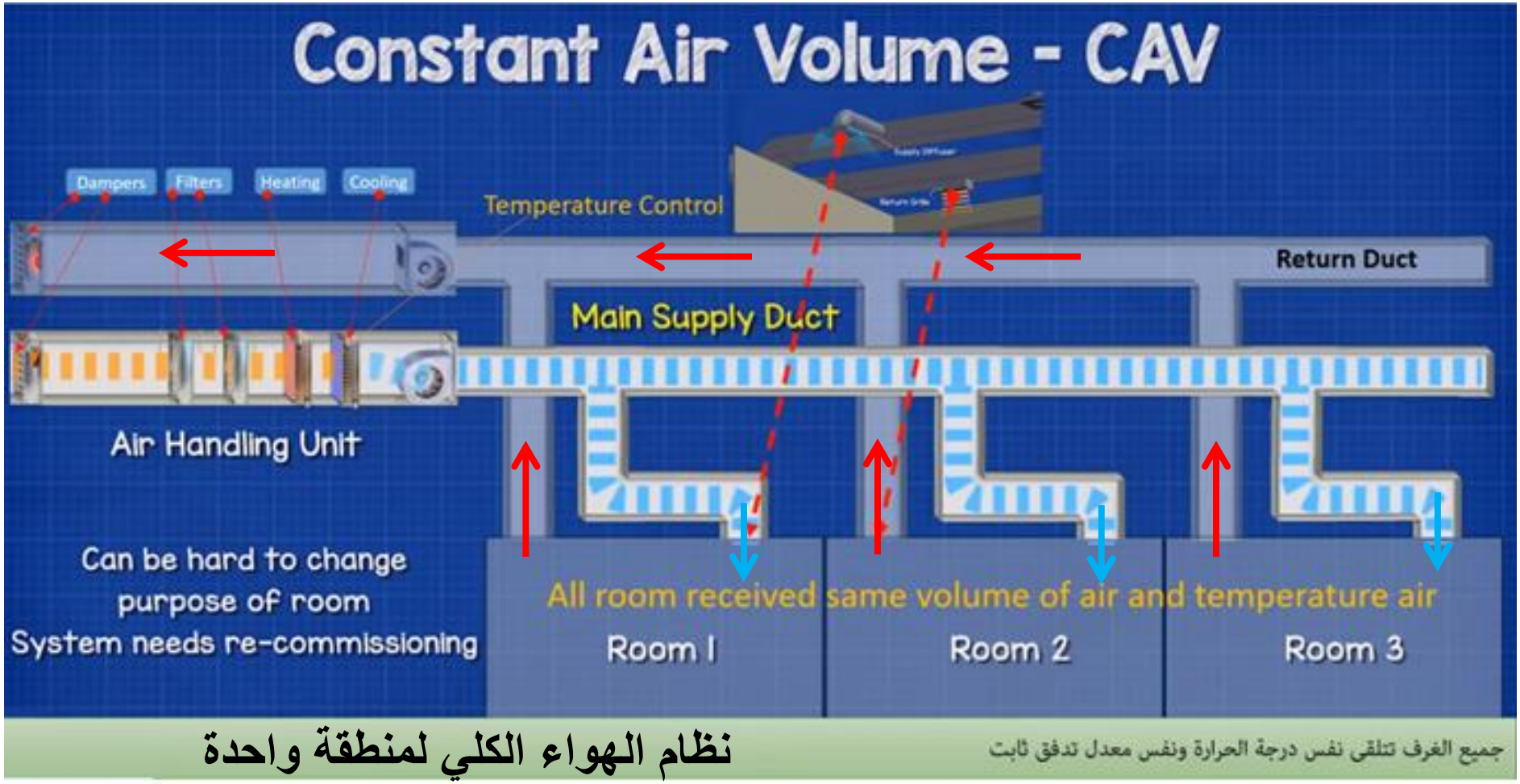
نظام الهواء الكلي لمنطقة واحدة



A مروحة السحب
B مرطب
F فلتر
K مبرد
M حجرة مزج
N مسخن لاحق
V مسخن أولي
Z مروحة التغذية
W مبادل استعادة الطاقة
P مضخة
T ترموستات
H هيغروستات
R غرفة

نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم وجميع الغرف تتلقى نفس درجة الحرارة:

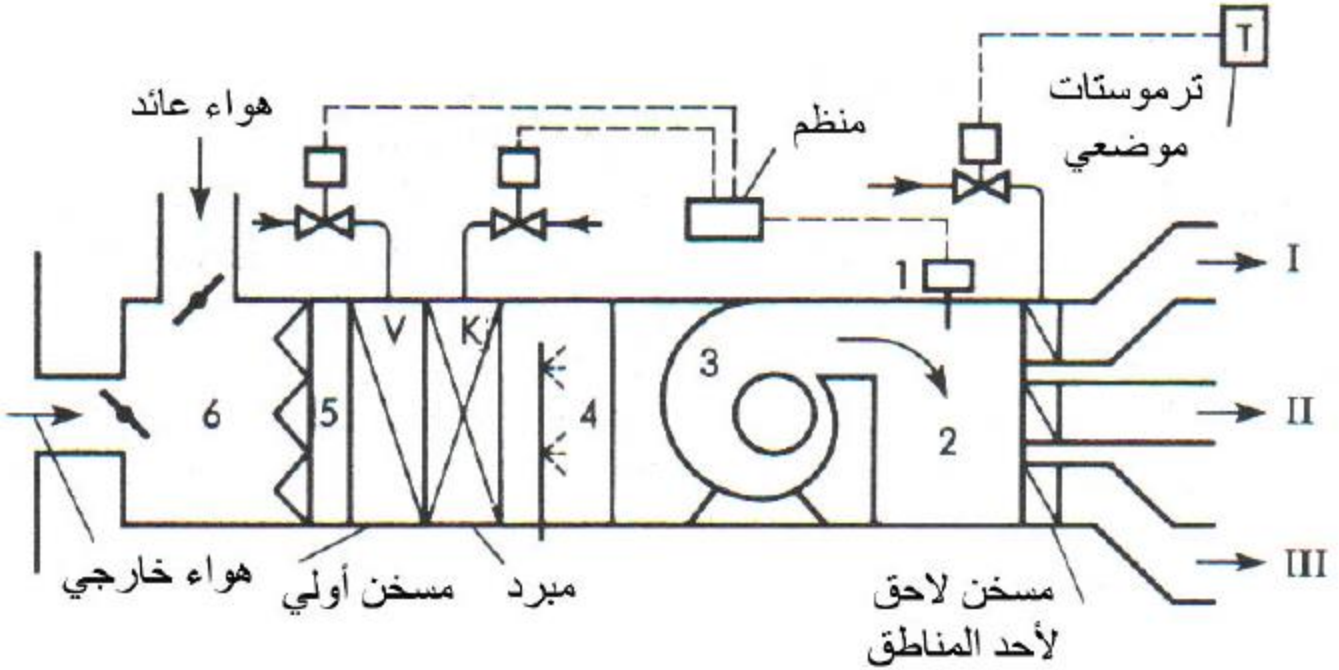


نظام الهواء الكلي لمنطقة واحدة

جميع الغرف تتلقى نفس درجة الحرارة ونفس معدل تدفق ثابت

نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم والغرف تتلقى درجات حرارة مختلفة:

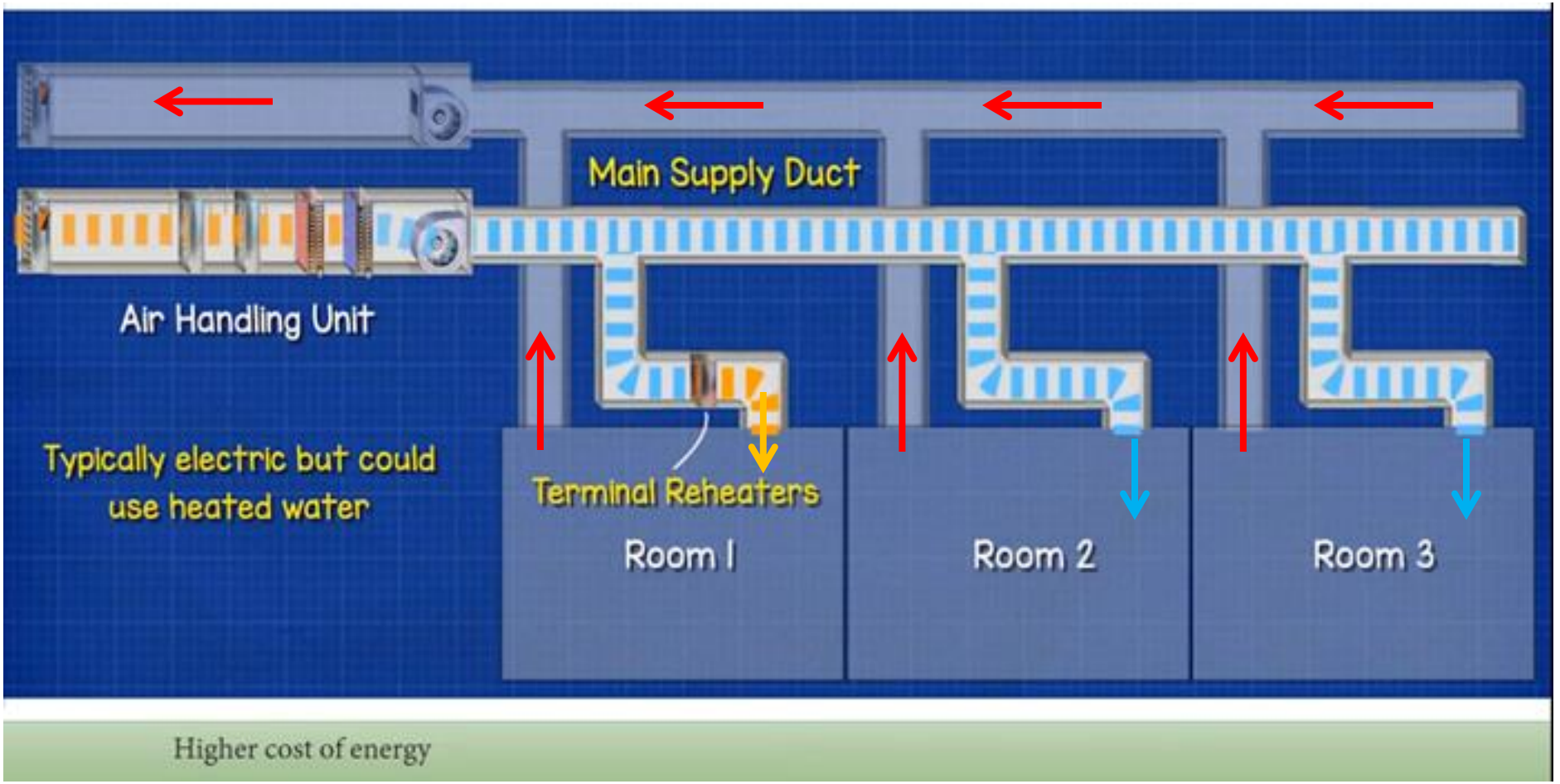


1- حساس درجة الحرارة 2- حجرة ضغط 3- مروحة تغذية
4- مرطب 5- مرشح (فلتر) 6- حجرة مزج

نظام الهواء الكلي متعدد المناطق ذو المسخنات اللاحقة

نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم والغرف تتلقى درجات حرارة مختلفة:

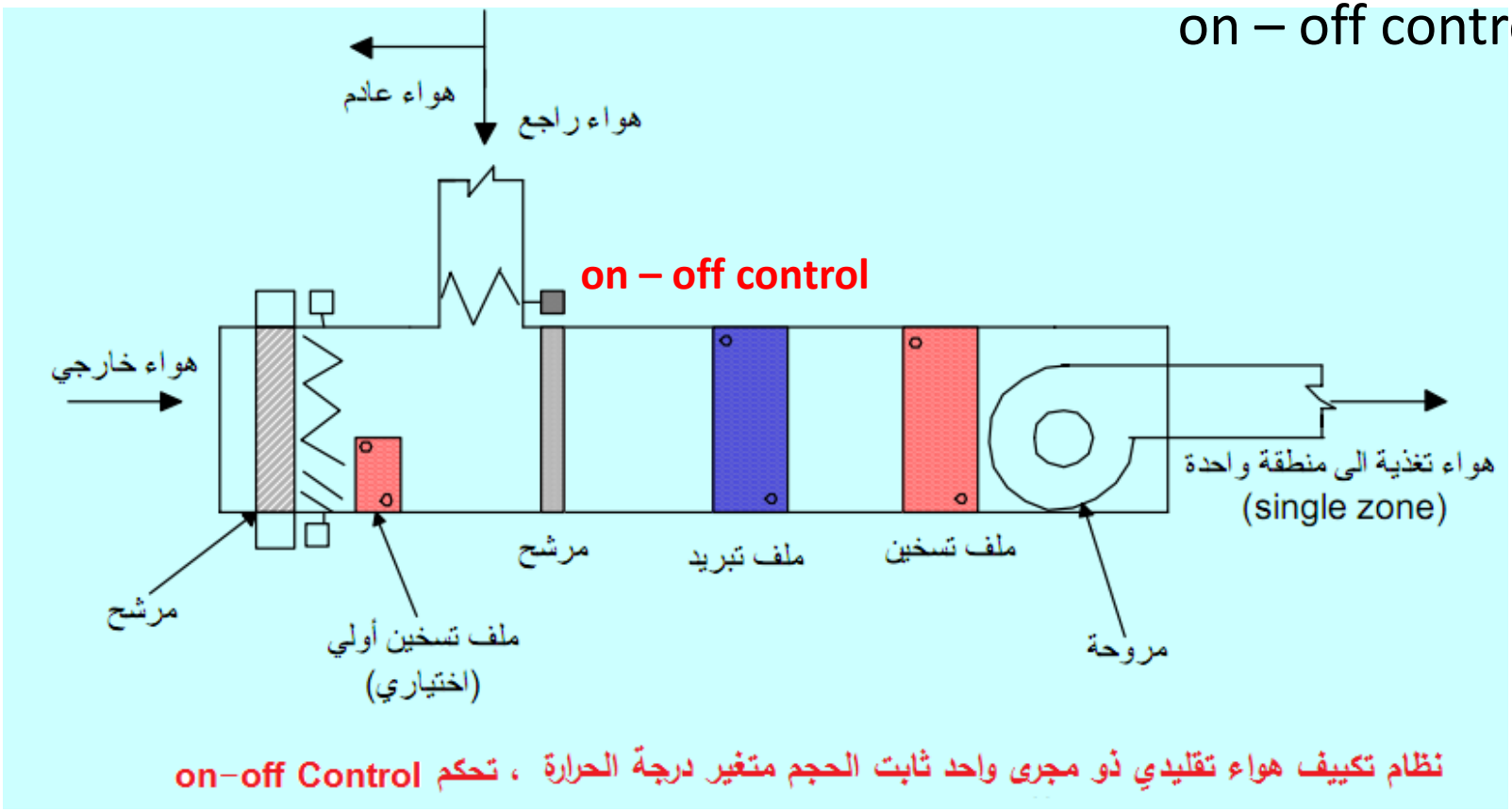


نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة :

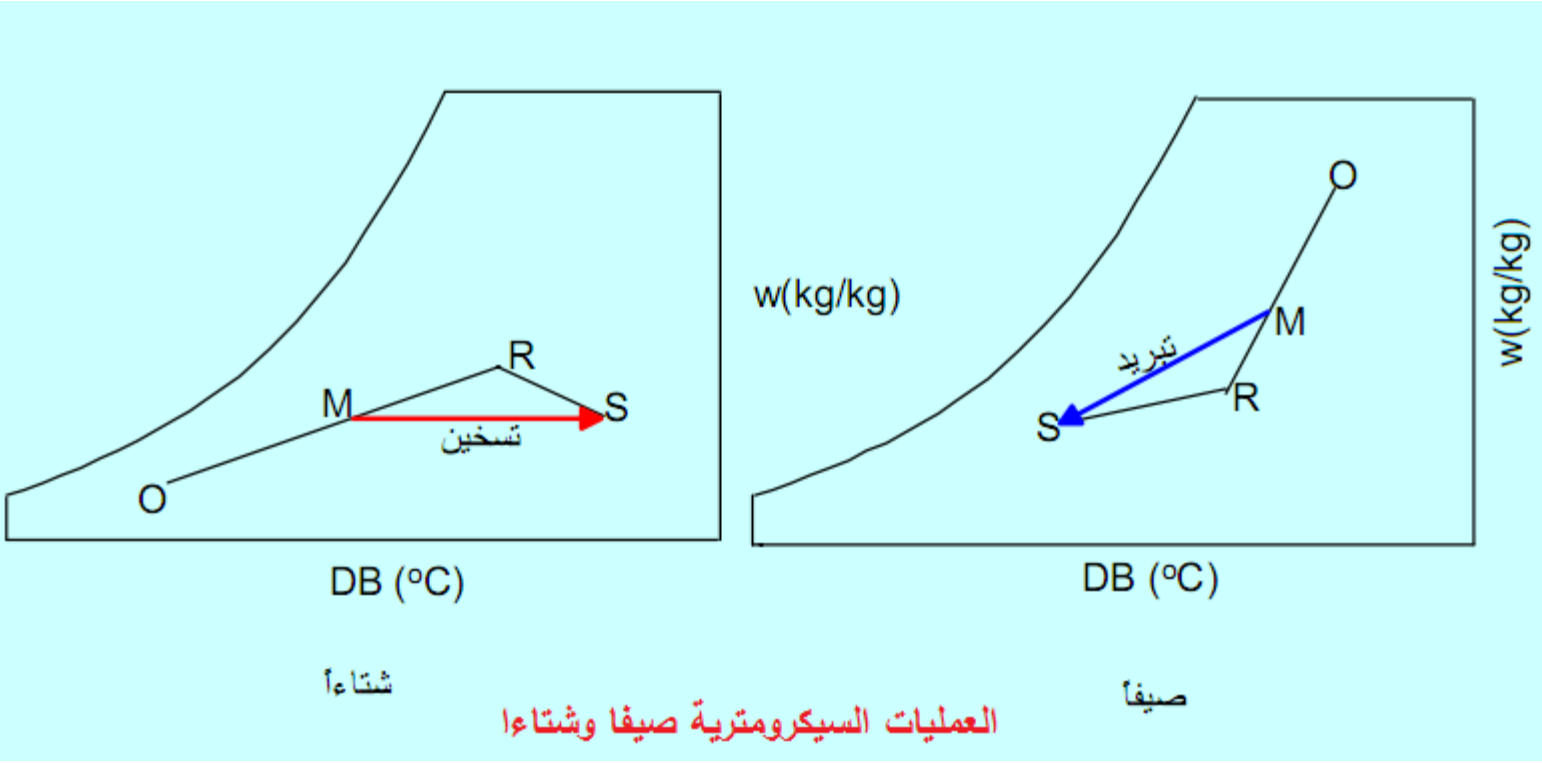
١- الشكل التالي يبين مكونات النظام وتستخدم نظام تحكم موضعين:

on – off control



نظم ثابتة الحجم متغيرة درجة الحرارة :

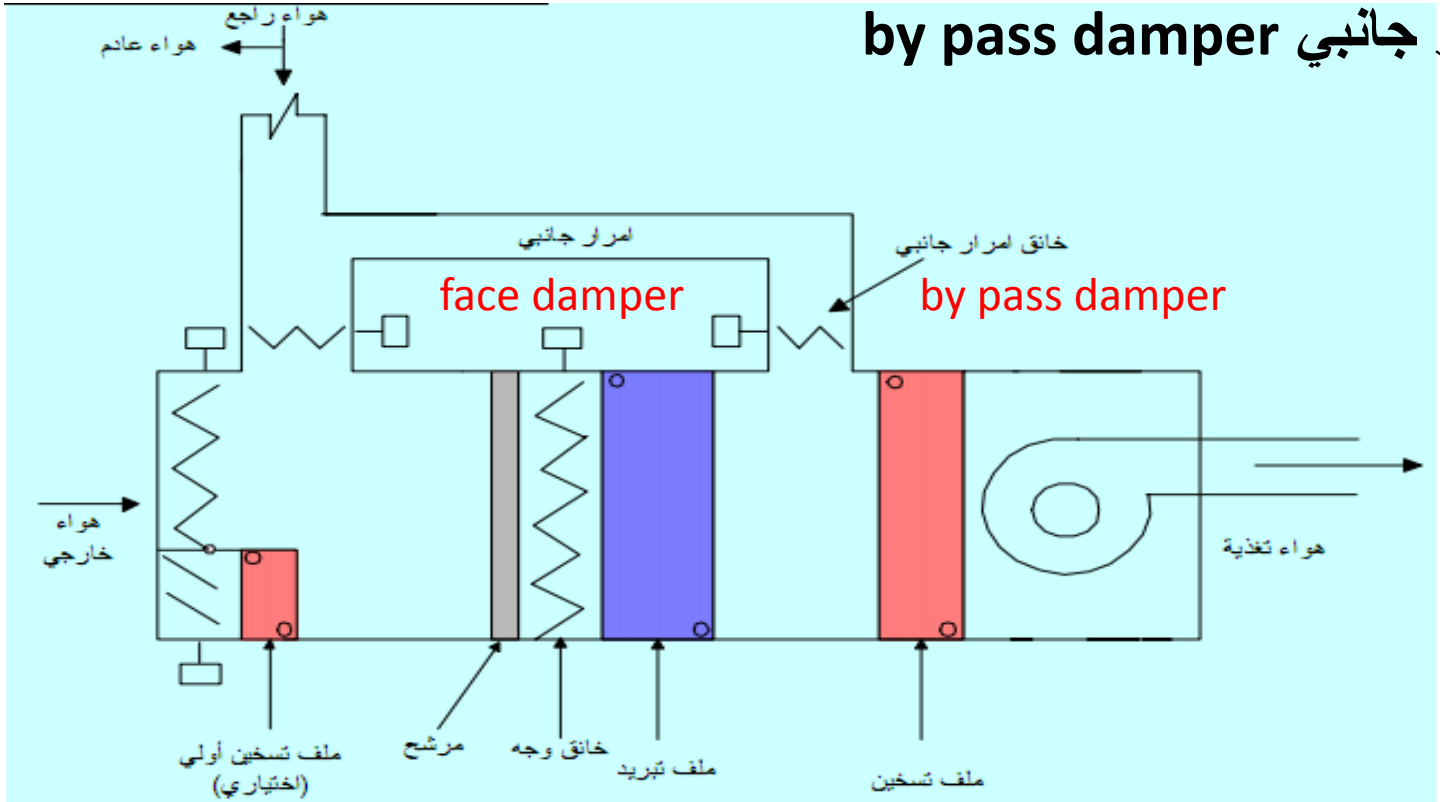
العمليات البسايكومترية صيفا وشتاءا:



نظام تكييف هواء كلي تقليدي ذو مجرى واحد

نظم ثابت الحجم ومتغير درجة الحرارة :

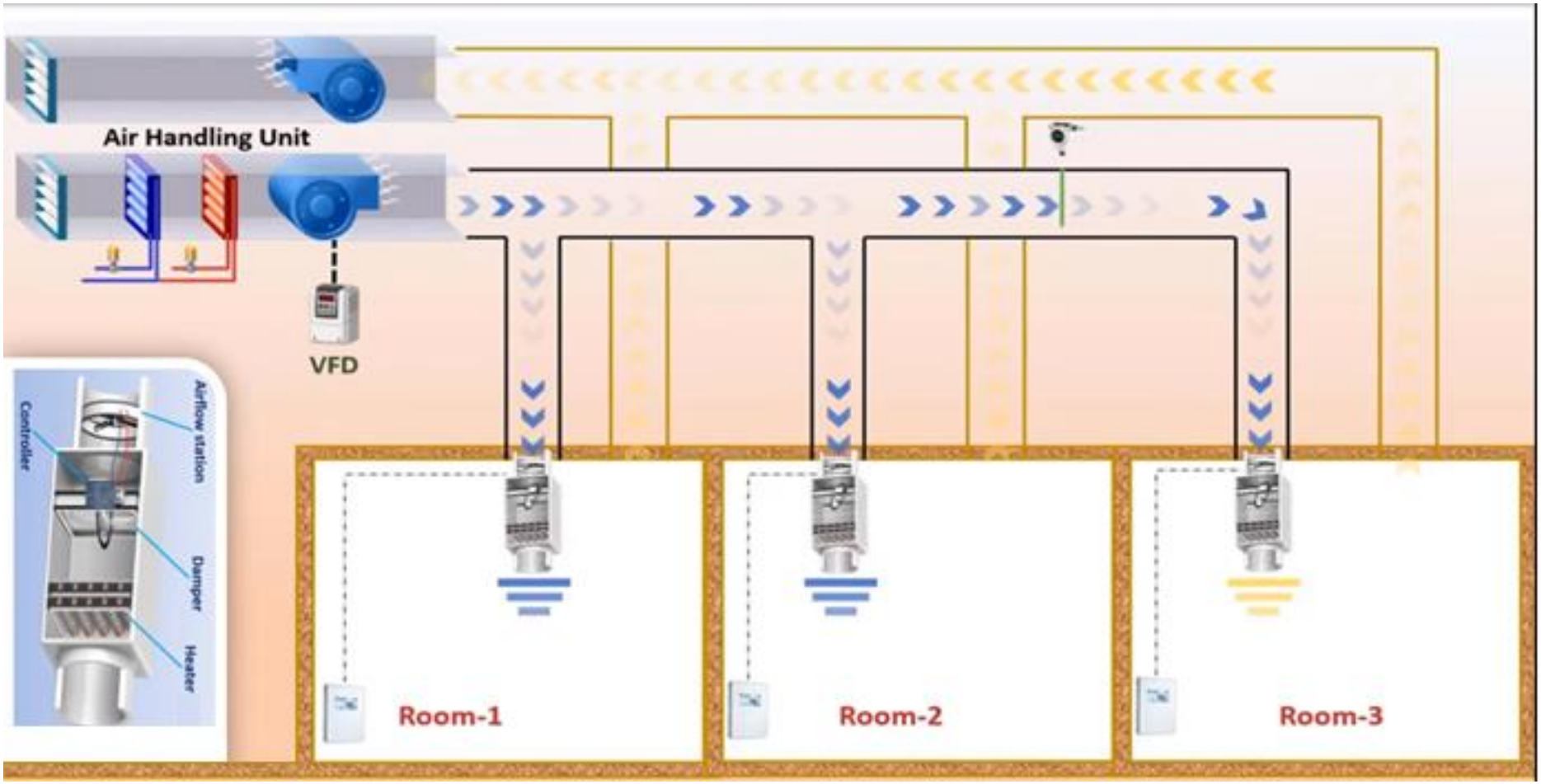
٢- الشكل التالي يبين مكونات النظام ويستخدم خانق وجه face damper وخانق إمرار جانبي by pass damper



نظام هواء كلي يستخدم خوانق و إمرار جانبي

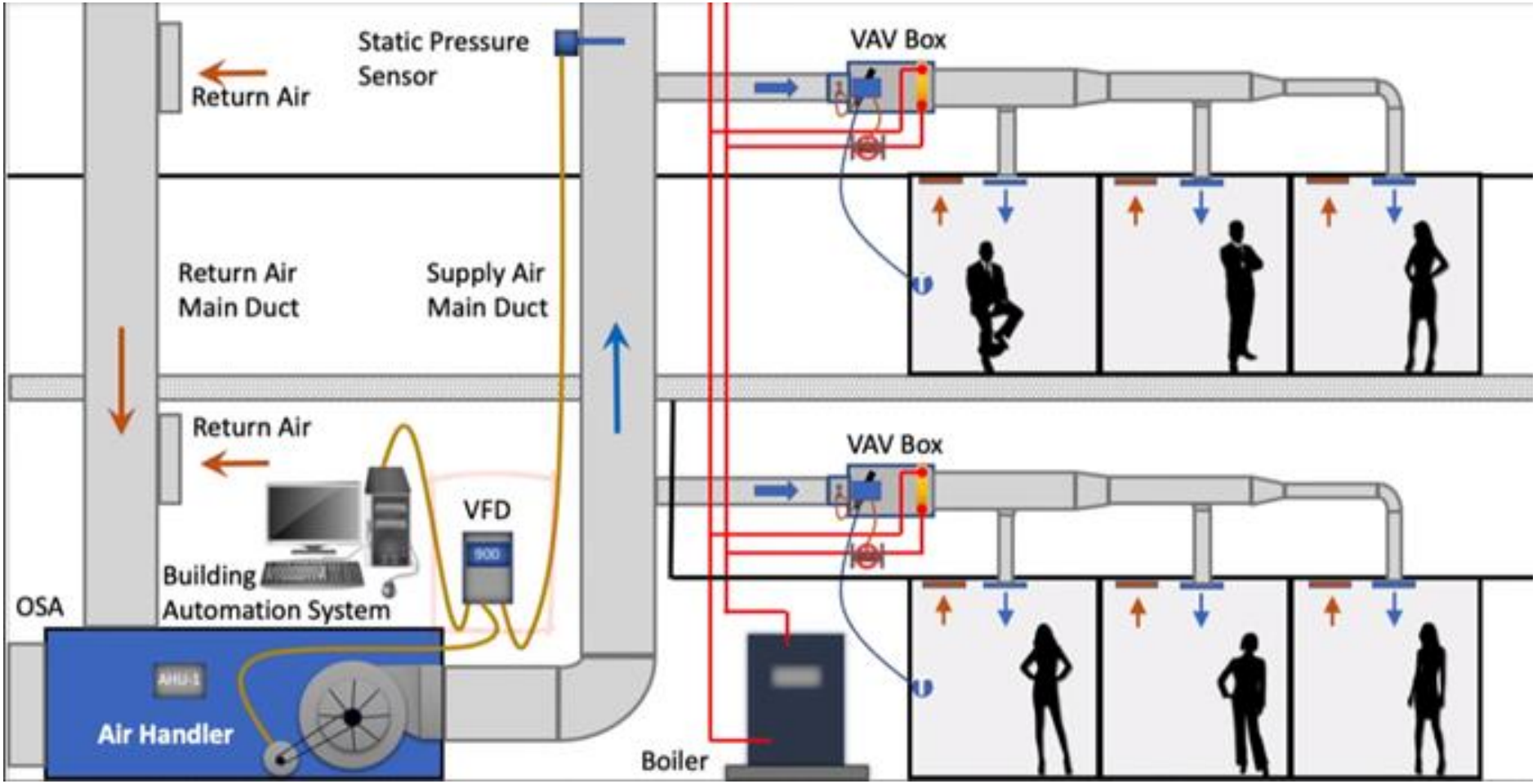
نظم متغير الحجم وثابت درجة الحرارة :

الشكل التالي يبين مكونات النظام ويستخدم خوانق تحكم في حجم الهواء لكل منطقة



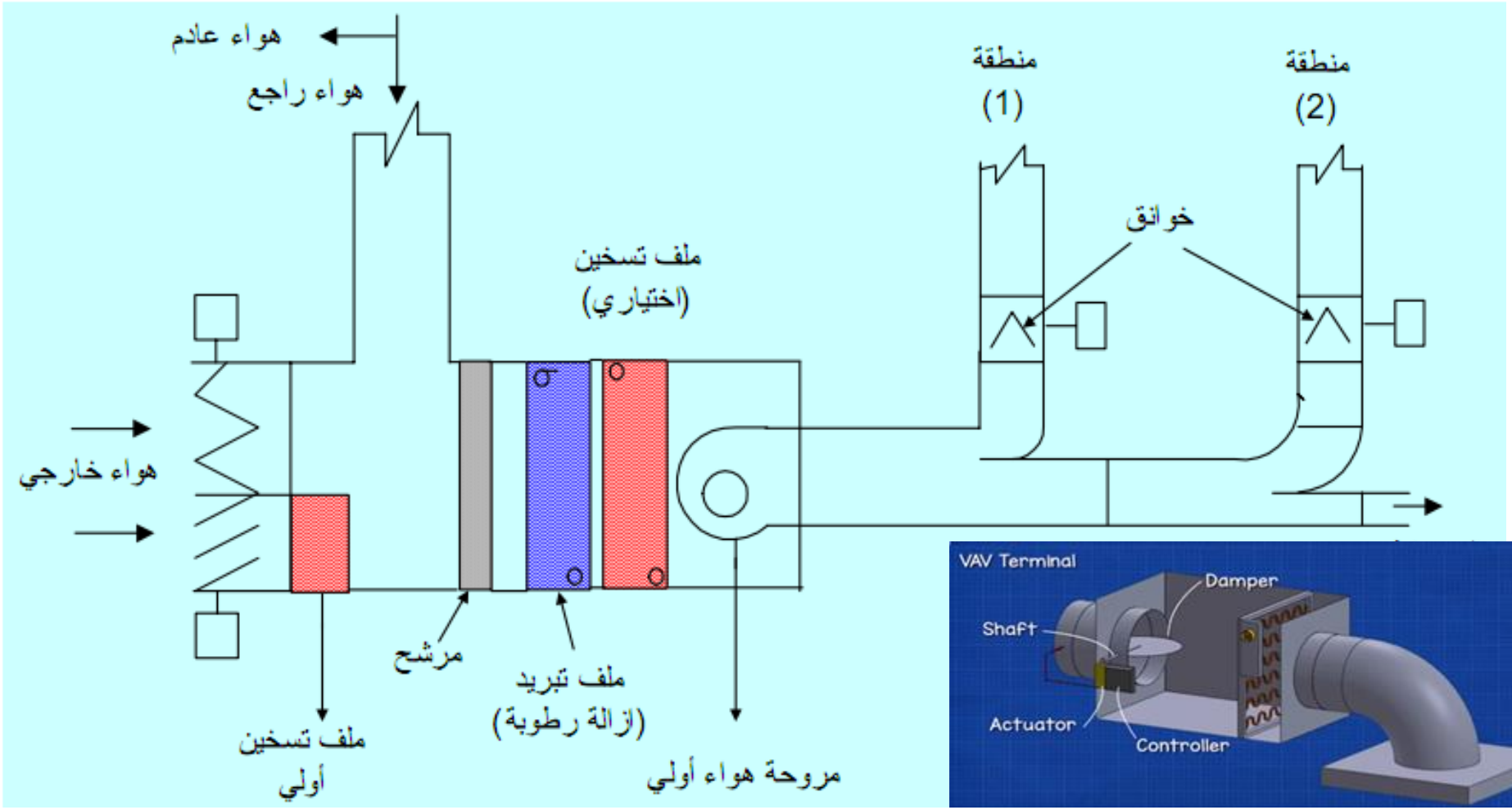
نظم متغير الحجم وثابت درجة الحرارة :

الشكل التالي يبين مكونات النظام ويستخدم خوانق تحكم في حجم الهواء لعدة مناطق



نظم متغير الحجم وثابت درجة الحرارة :

الشكل التالي يبين مكونات النظام ويستخدم خوانق تحكم في حجم الهواء لعدة مناطق



مزايا أنظمة الهواء الكلي التقليدية (Conventional system)

١. البساطة simplicity: سهلة التصميم والتركيب والتشغيل .

٢. قلة التكلفة الأولية low initial cost.

٣. الاقتصاد في التشغيل economy of operation. وذلك لأن الهواء الخارجي وحده يمكن أن يغطي احتياجات التكييف في الظروف المناخية المعتدلة ، بالإضافة إلى أنه في أغلب الأحيان تكون الأماكن التي يخدمها النظام محدودة وبالتالي عمل النظام يكون مقتصرا على أوقات محددة.

٤. التشغيل الهادئ quiet operation. جميع الأجهزة الميكانيكية يتم تركيبها في أماكن بعيدة عن الفراغ المراد تكييفه.

٥. مركزية الصيانة centralized maintenance. بسب وجود آلة التبريد ووحدة مناولة الهواء في مكان واحد

All-air HVAC system for single zone.

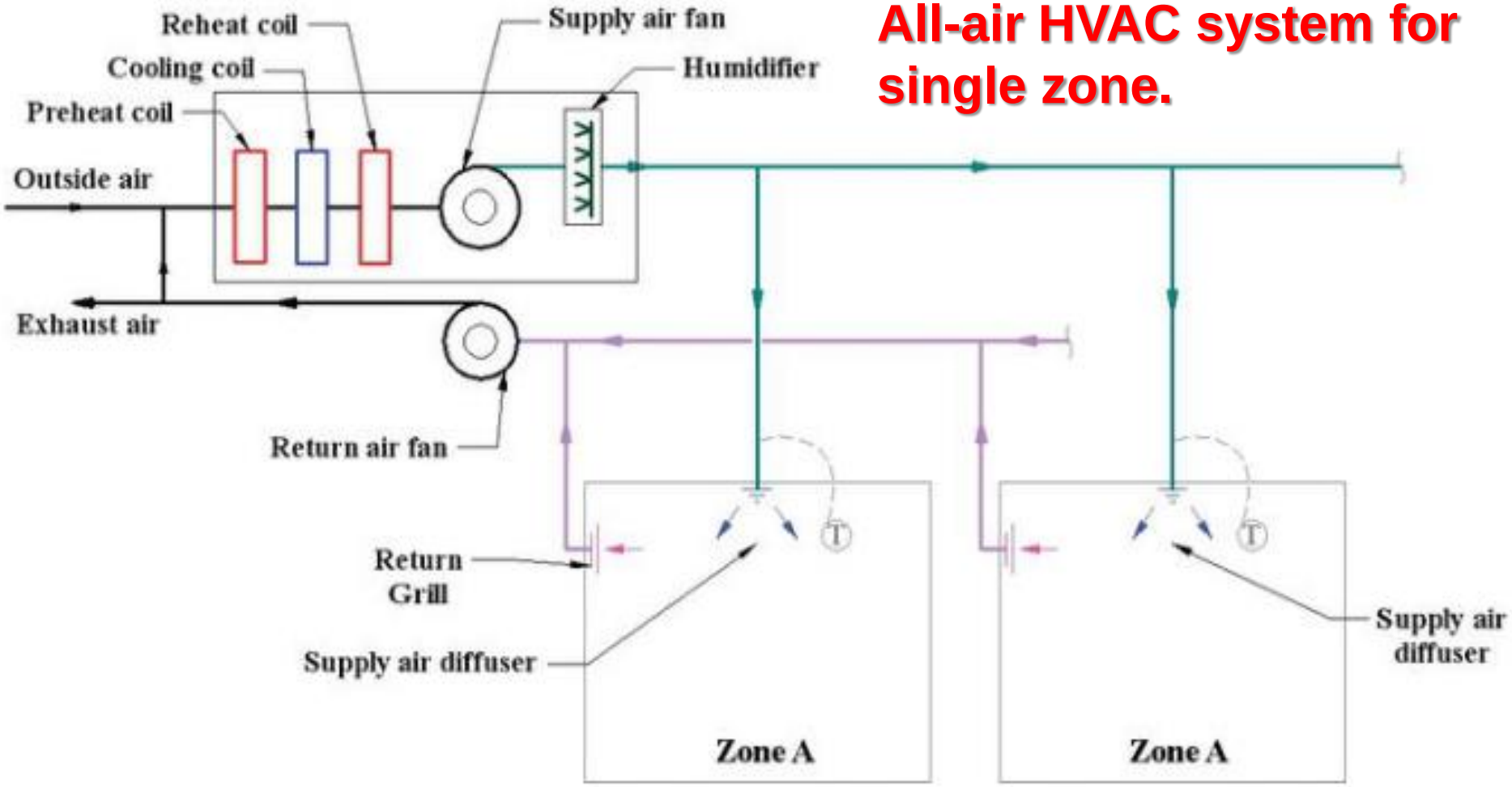
يتكون نظام المنطقة الواحدة من وحدة معالجة الهواء ، ومصدر حرارة ومصدر تبريد ، ومجاري توزيع ، وأجهزة توصيل مناسبة. يمكن دمج وحدات معالجة الهواء بالكامل حيث تتوفر مصادر الحرارة والتبريد أو منفصلة حيث يتم فصل مصدر الحرارة والتبريد. الحزمة المتكاملة هي الأكثر شيوعًا. الميزة الرئيسية لأنظمة المنطقة الواحدة هي البساطة في التصميم والصيانة والتكلفة الأولى المنخفضة مقارنة بالأنظمة الأخرى. ومع ذلك ، فإن عيبها الرئيسي هو خدمة منطقة حرارية واحدة عند تطبيقها بشكل غير صحيح.

في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء في منطقة واحدة ، يتحكم جهاز تحكم واحد مثل منظم الحرارة الموجود في المنطقة في تشغيل النظام ، كما هو موضح في الشكل التالي . قد يكون التحكم إما معدلاً أو في وضع الإيقاف للوفاء بالحمل الحراري المطلوب من منطقة واحدة.

يمكن تحقيق ذلك عن طريق ضبط خرج مصدر التدفئة والتبريد داخل الوحدة

مكونات نظام المنطقة الواحدة

All-air HVAC system for single zone.

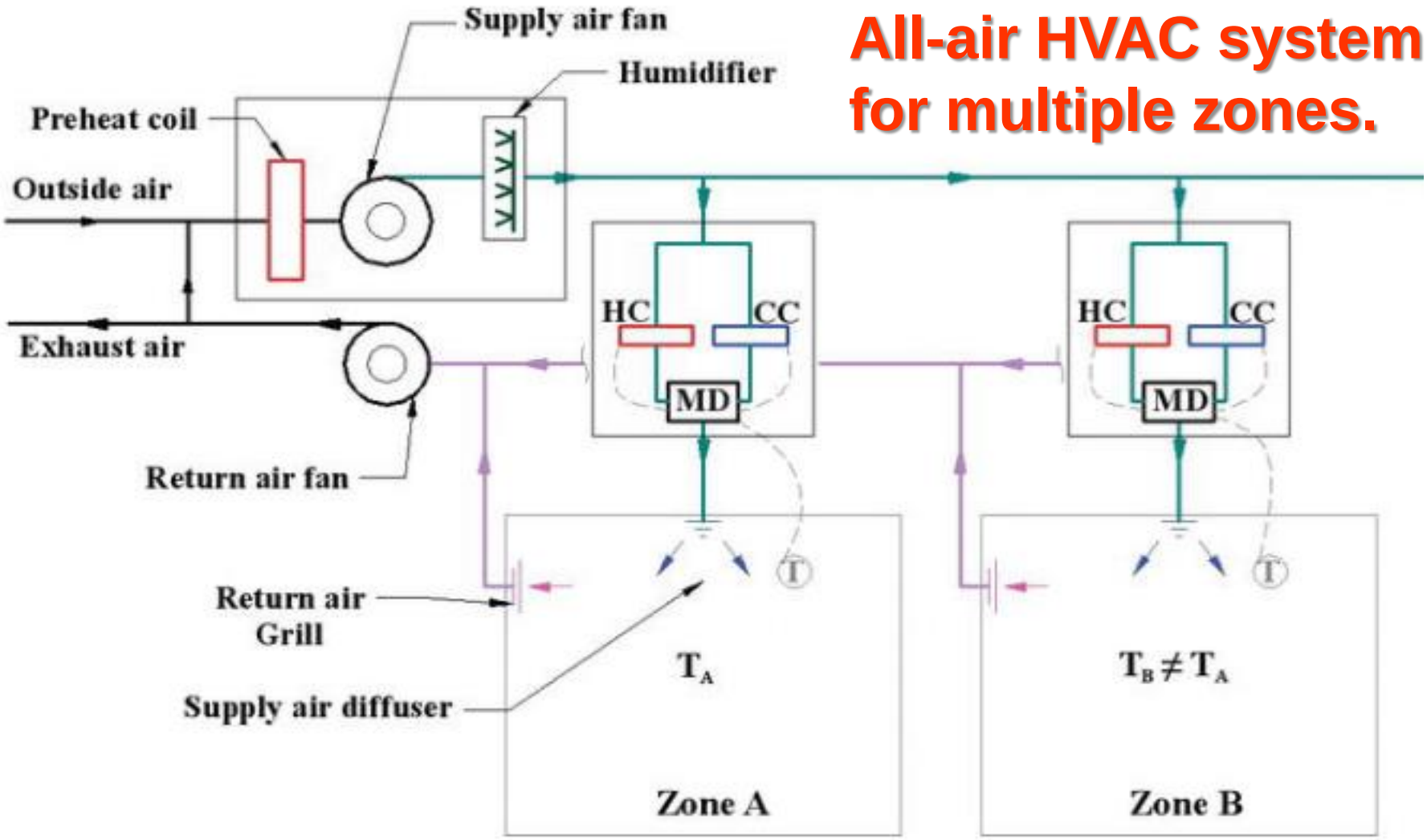


All-air HVAC system for multiple zones.

في نظام متعدد المناطق، يتم توفير مجاري هواء للتزويد الفردي لكل منطقة في المبنى. يتم خلط الهواء البارد والهواء الساخن (أو الهواء العائد) في وحدة معالجة الهواء لتحقيق المتطلبات الحرارية لكل منطقة. منطقة معينة لها هواء مكيف لا يمكن مزجه مع مناطق أخرى ، وجميع المناطق المتعددة ذات المتطلبات الحرارية المختلفة تتطلب قنوات إمداد منفصلة ، كما هو موضح في الشكل التالي. يتكون نظام الهواء متعدد المناطق من وحدة مناولة الهواء مع مسارات التدفق المتوازية من خلال ملفات التبريد وملفات التسخين ومخمدات الخلط الداخلية. من المستحسن أن تخدم منطقة متعددة بحد أقصى 12 منطقة بسبب القيود المادية على توصيلات مجاري الهواء وحجم المخمد. إذا كانت هناك حاجة إلى مزيد من المناطق ، فيمكن استخدام معالجات هواء إضافية.

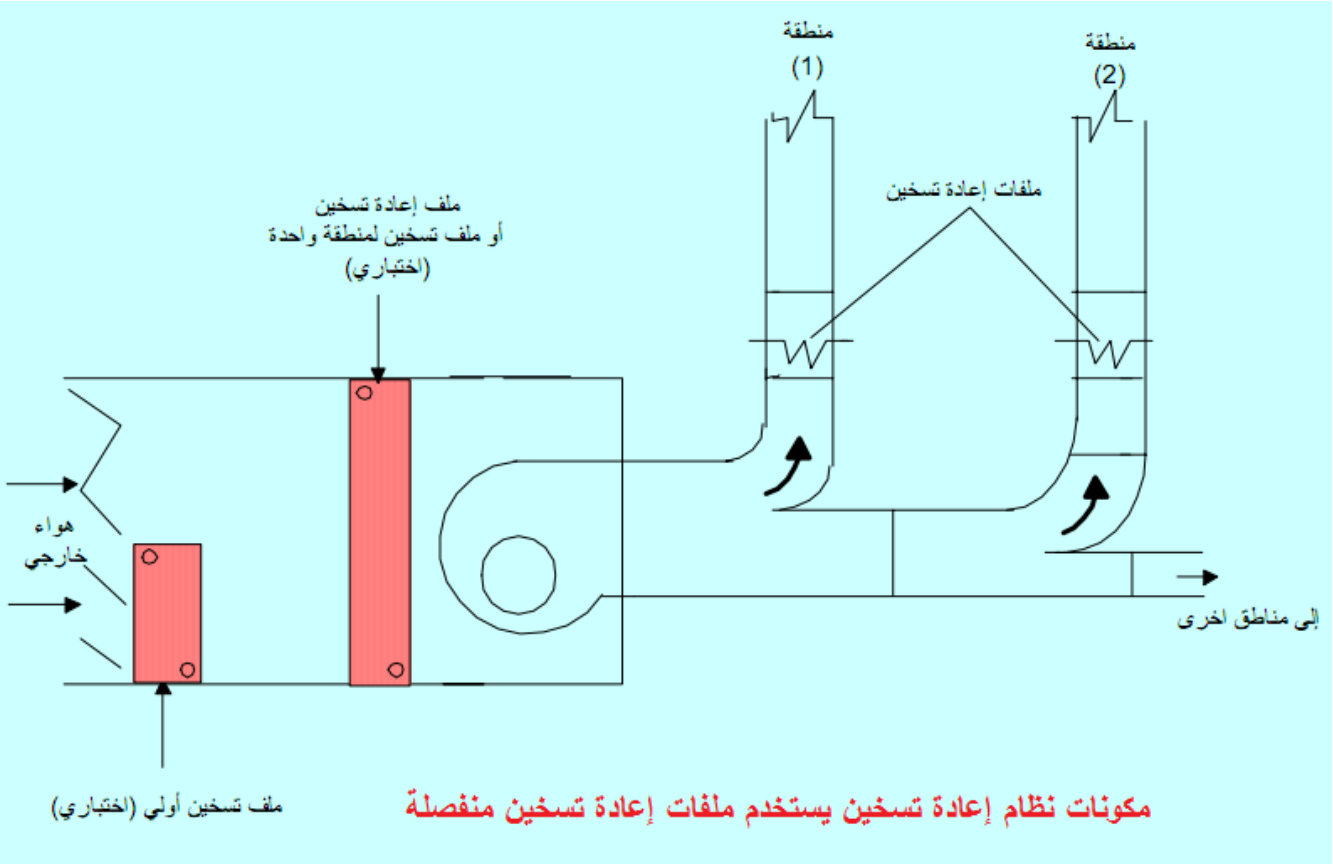
. العيب الرئيسي هو الحاجة إلى مجاري هواء إمداد متعددة لخدمة مناطق متعددة

مكونات نظام متعدد المناطق



٢- نظام إعادة التسخين ، Reheat system.

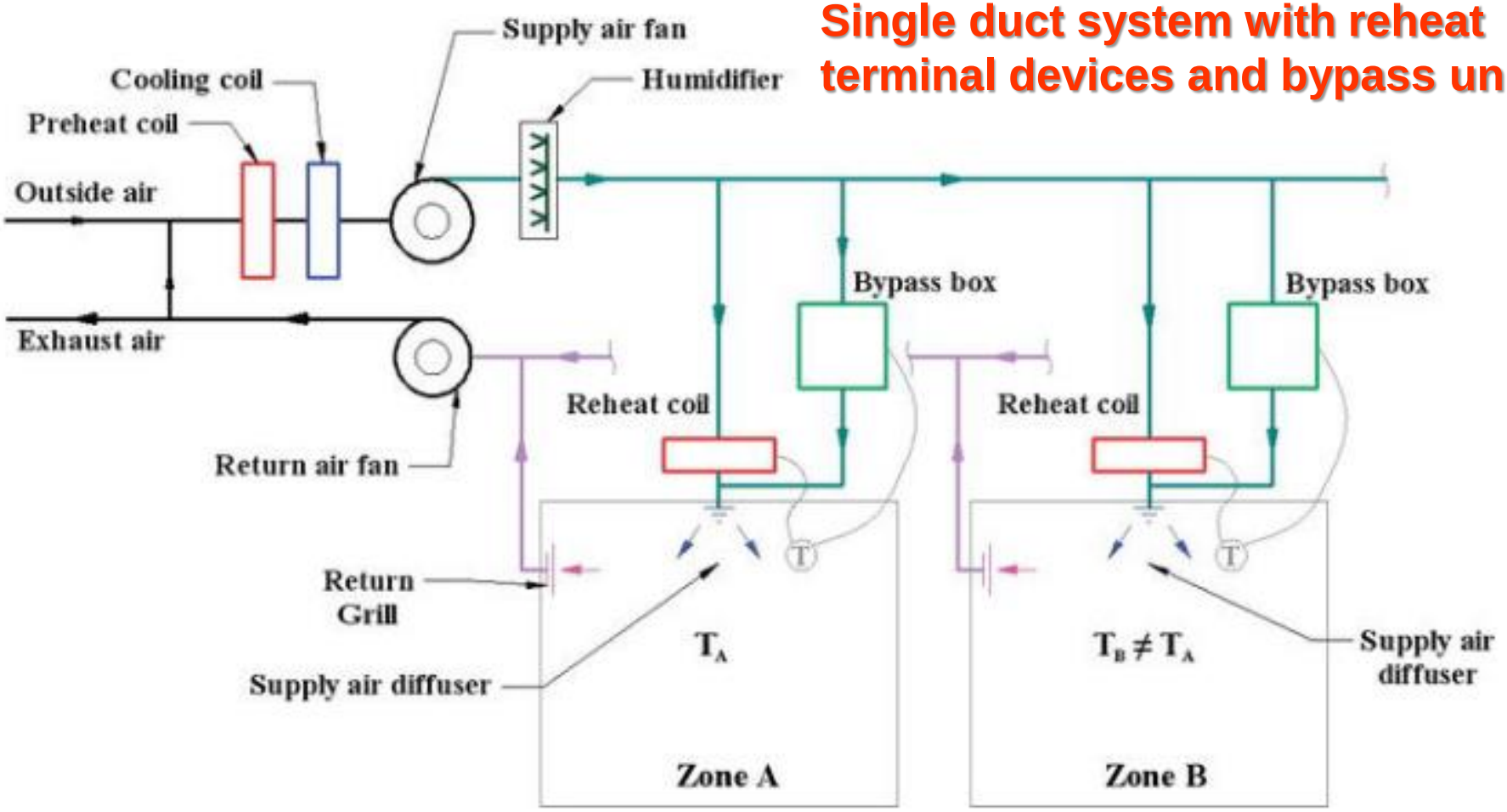
يهدف هذا النظام إلى التحكم في درجة حرارة الهواء لأماكن مختلفة أحمالها عن طريق إعادة تسخين خلال الوحدات الطرفية المتواجد في الأماكن المراد تكييفها كما هو موضح في الشكل التالي:



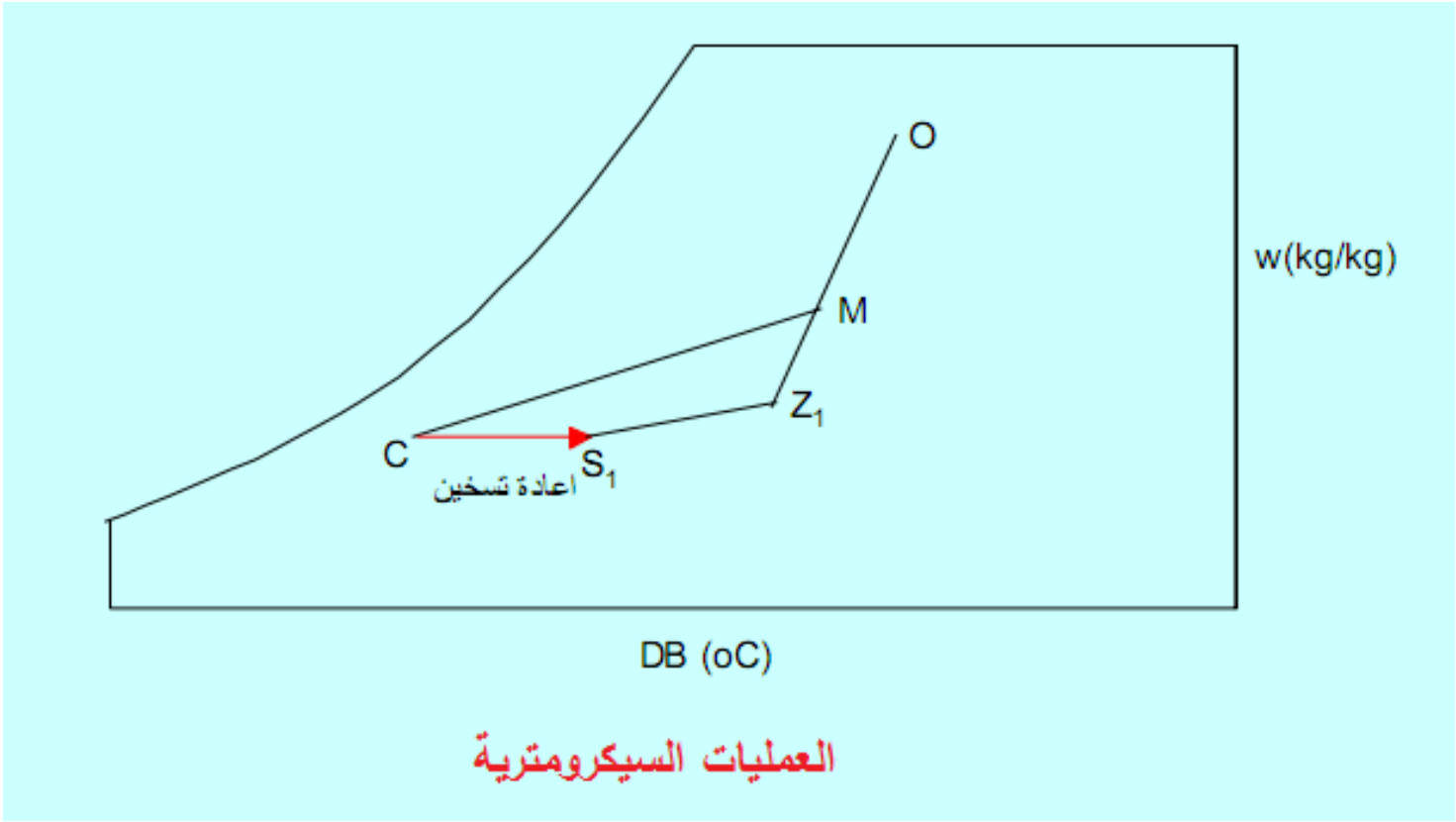
مكونات نظام إعادة تسخين يستخدم ملفات إعادة تسخين منفصلة

مكونات نظام إعادة التسخين ، Reheat system.

Single duct system with reheat terminal devices and bypass units.



٢- نظام إعادة التسخين ، Reheat system.



العمليات السيكرومترية

مزايا نظام إعادة التسخين ، Reheat system.

١. التحكم في درجة حرارة الهواء لأماكن مختلفة أحمالها .

٢. إعادة تسخين الهواء بواسطة مصادر مختلفة : بخار ،كهرباء ، ماء ساخن .

٣. تتم التغذية الأولية للهواء عن طريق وحدة مركزية تسمح بأكبر حمل تبريد

٤. يعمل الثيرموستات الوحدة الطرفية على تشغيل أنظمة إعادة التسخين

٥. توصي ASHRAE بعدم استخدام أنظمة إعادة التسخين إلا عند الضرورة تماشيا مع مبادئ ترشيد الطاقة .

٣- نظام الهواء الكلي الحثي ذو الحجم الثابت ،
. Constant volume induction system

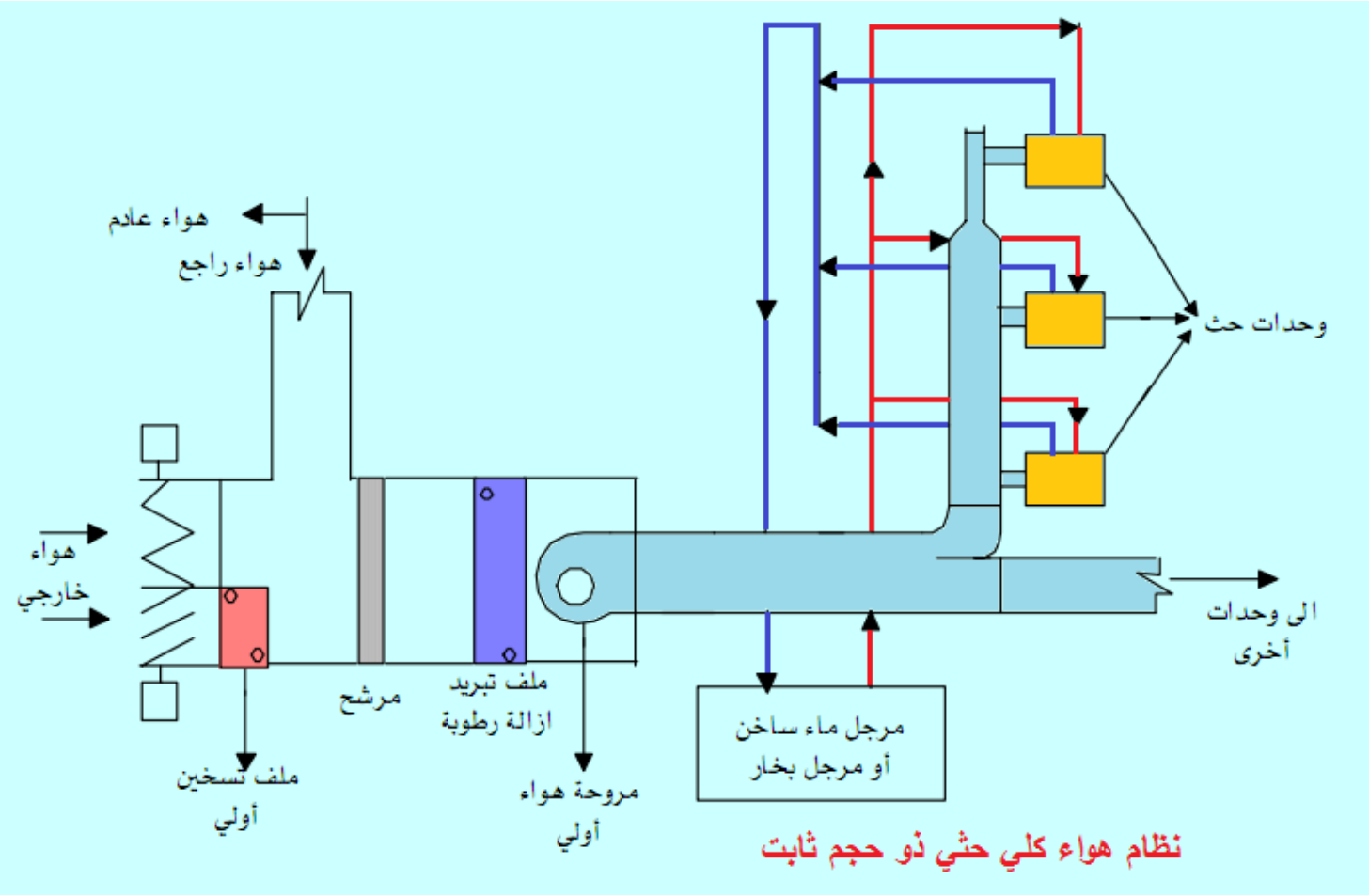
١. يناسب المباني المتوسطة والصغيرة ومتعددة الغرف .

٢. يستخدم غالبا في المباني الأفقية مما يلزم استخدام مجار هواء وإمداد أنابيب أفقية .

٣. يناسب الأماكن حيث تتوفر خدمة الماء الساخن .

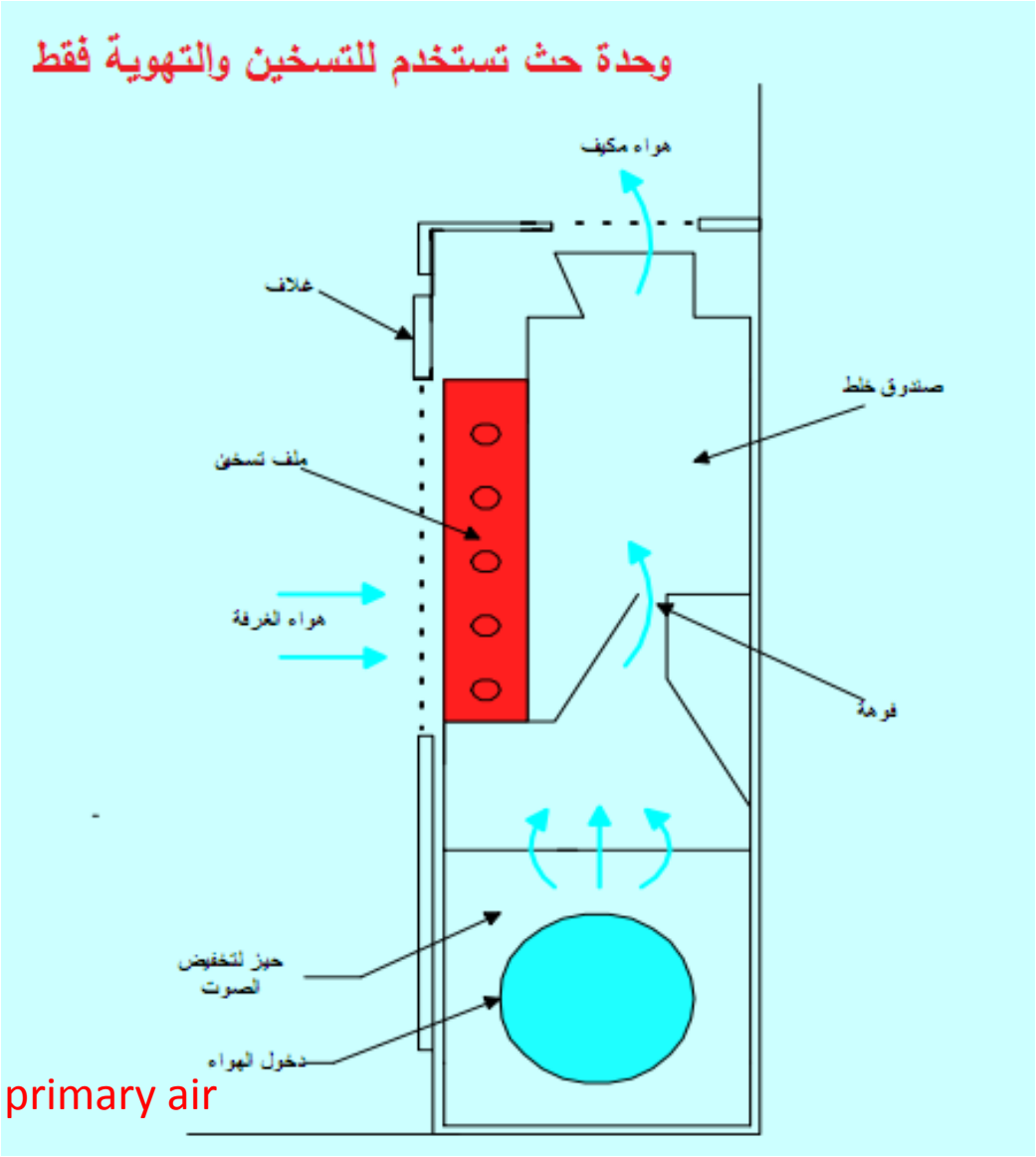
٤. يناسب التطبيقات ذات الأحمال الكامنة العالية : مدارس ، معامل ، مستشفيات ، فنادق ، والشقق.

في هذه الأنظمة يتم دفع كميات الهواء البارد primary air إلى الوحدات الحثية في الغرف وهو الذي يقوم بتغطية احتياجات الغرف من التبريد والترطيب أو إزالة الرطوبة والتهوية ، هذا الهواء يحث هواء الغرفة الذي يتم تسخينه بواسطة ملف تسخين لإعطاء درجة الحرارة المطلوبة صيفا وشتاء



وحدة الحث(مناولة الهواء)، induction system .

- يوضح الشكل التالي وحدة حث تستخدم للتسخين والتهوية فقط
(نظام حثي ذو حجم ثابت)



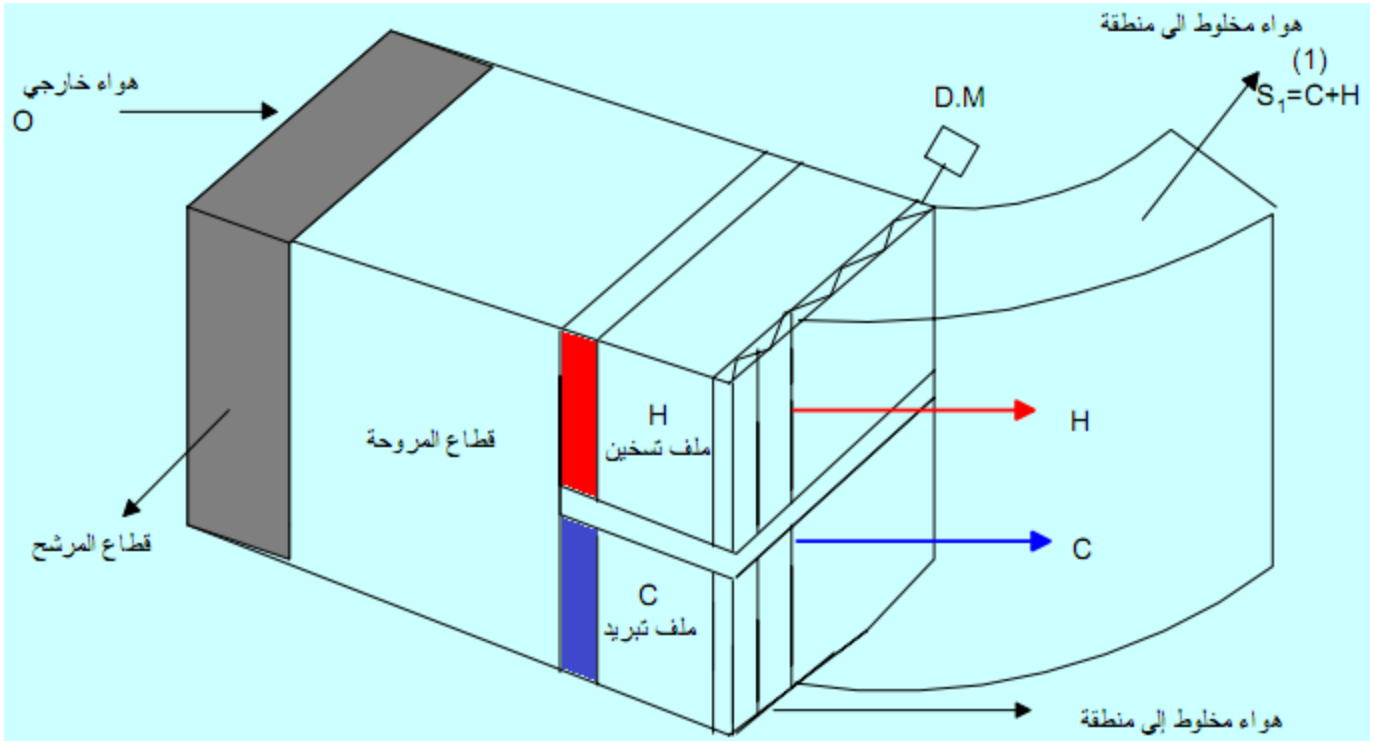
٣- مزايا نظام الهواء الكلي الحثي ذو الحجم الثابت ،
. Constant volume induction system

١. التحكم في درجة حرارة كل غرفة ، كل غرفة منطقة zone لوحدها
٢. التصميم السهل لنظام الهواء .
٣. مركزية هواء التغذية الأولي primary air ويكون حجمه ثابتا.
٤. بساطة نظام التحكم .
٥. التشغيل الاقتصادي، عدم الحاجة إلى آلات التبريد في حالة الظروف المناخية المعتدلة.
٦. التحكم في التهوية ، تخفيف الروائح.
٧. هدوء التشغيل، لبعد المراوح عن الوحدة .

٤- نظام الوحدة المتعددة المناطق
Multi-zone unite system.

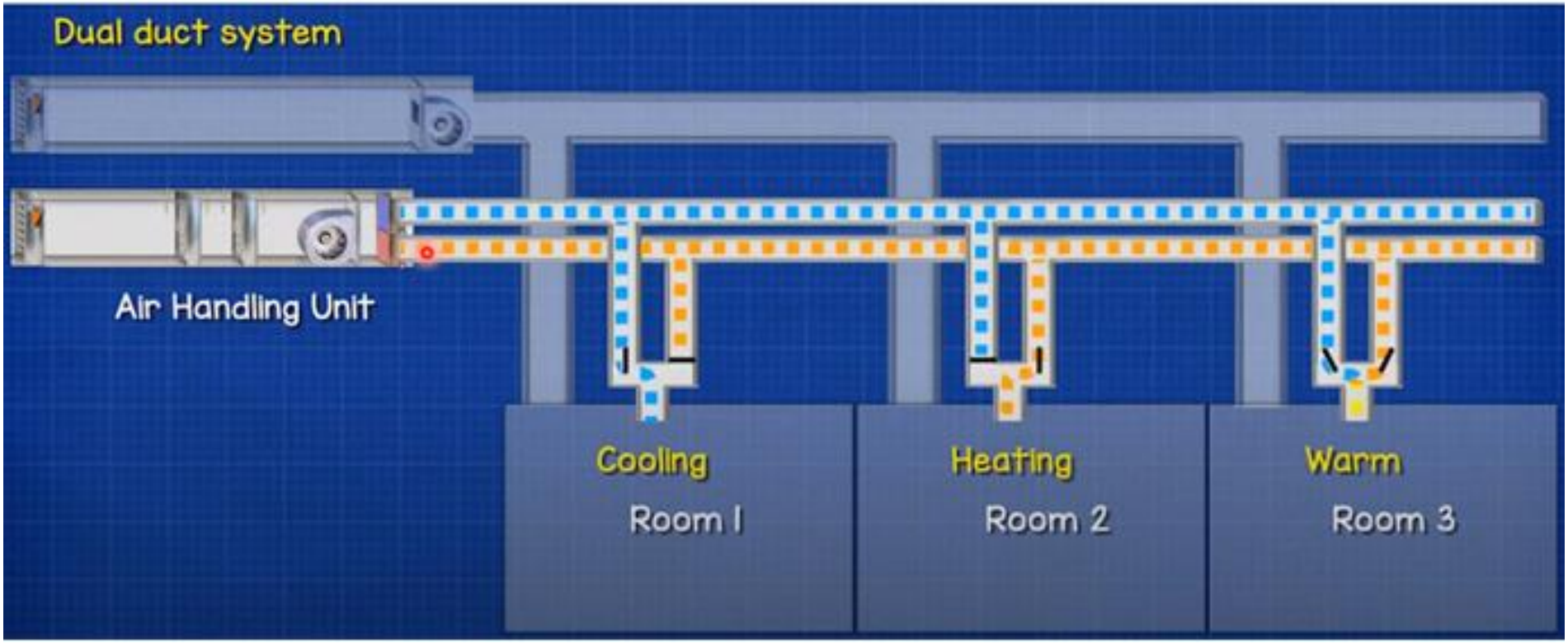
تشتمل الوحدة على:

١- ملفات تبريد وتسخين على التوازي.
٢- صندوق المزج.
٣- مرشح (فلتر).
٤- غرف للهواء البارد والساخن.
٥- خوانق تقوم بمزج الهواء البارد بالساخن بالنسب المطلوبة

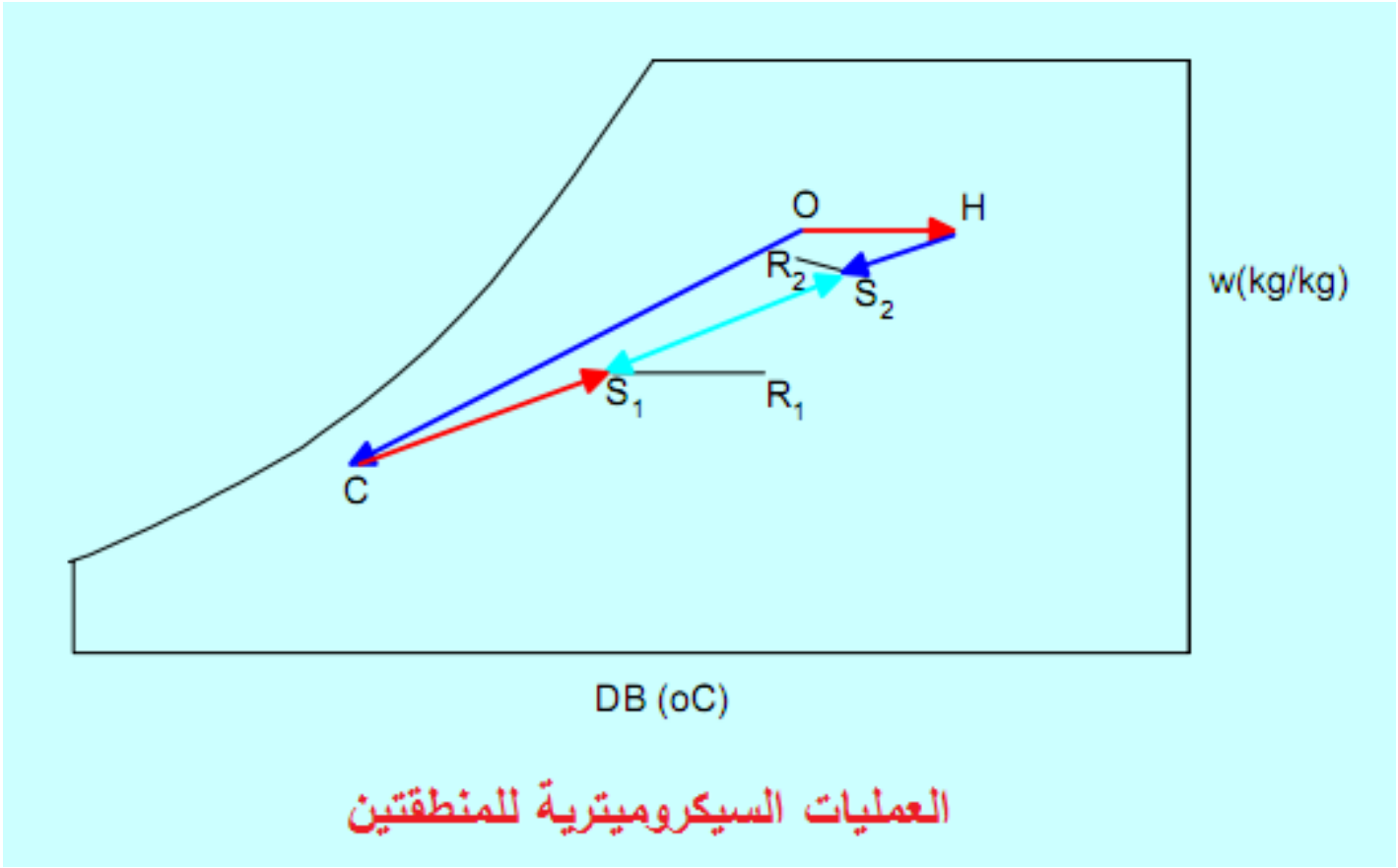


مكونات نظام وحدة هواء كلي متعددة المناطق

العمليات في نظام الوحدة المتعددة المناطق ،
Multi-zone unite system.



العمليات في نظام الوحدة المتعددة المناطق ،
Multi-zone unite system.



العمليات السيكروميترية للمنطقتين

استخدام نظام الوحدة المتعددة المناطق ،
Multi-zone unite system.

يستخدم هذا النظام في الحالات التالية:

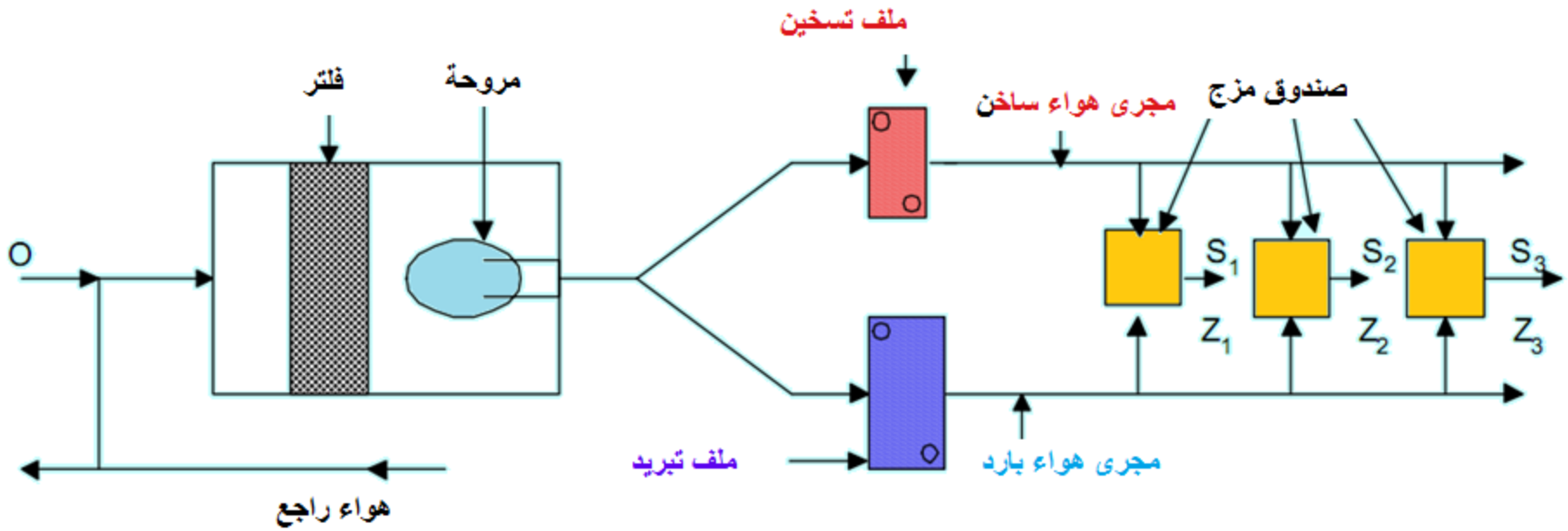
- المباني التي تحتوي على عدد من المناطق الصغيرة والكبيرة والتي تحتاج إلى تحكم منفصل في درجات الحرارة مثل المدارس ومجمعات المكاتب والمناطق الداخلية ذات الطوابق المفتوحة على بعضها لمبنى متعدد الطوابق.
- المباني التي تحتوي على مناطق في اتجاهات مختلفة وكذلك أحمال داخلية مختلفة مثل المباني التي تستعمل الطابق الأرضي كبنك.
- المباني ذات المناطق الداخلية مختلفة الأحجام كأستديو هات الراديو والتلفزيون.

مزايا نظام الوحدة المتعددة المناطق ،
.Multi-zone unite system

١. التحكم في درجة حرارة المناطق .
٢. سهولة الحصول على أقل حجم للوحدة .
٣. سهولة تغيير التشغيل من الصيف الى الشتاء والعكس .
٤. سهولة توزيع الهواء و موازنته .
٥. مركزية معدات التبريد .
٦. مركزية الصيانة .
٧. التشغيل الاقتصادي.
٨. التشغيل الهادئ .

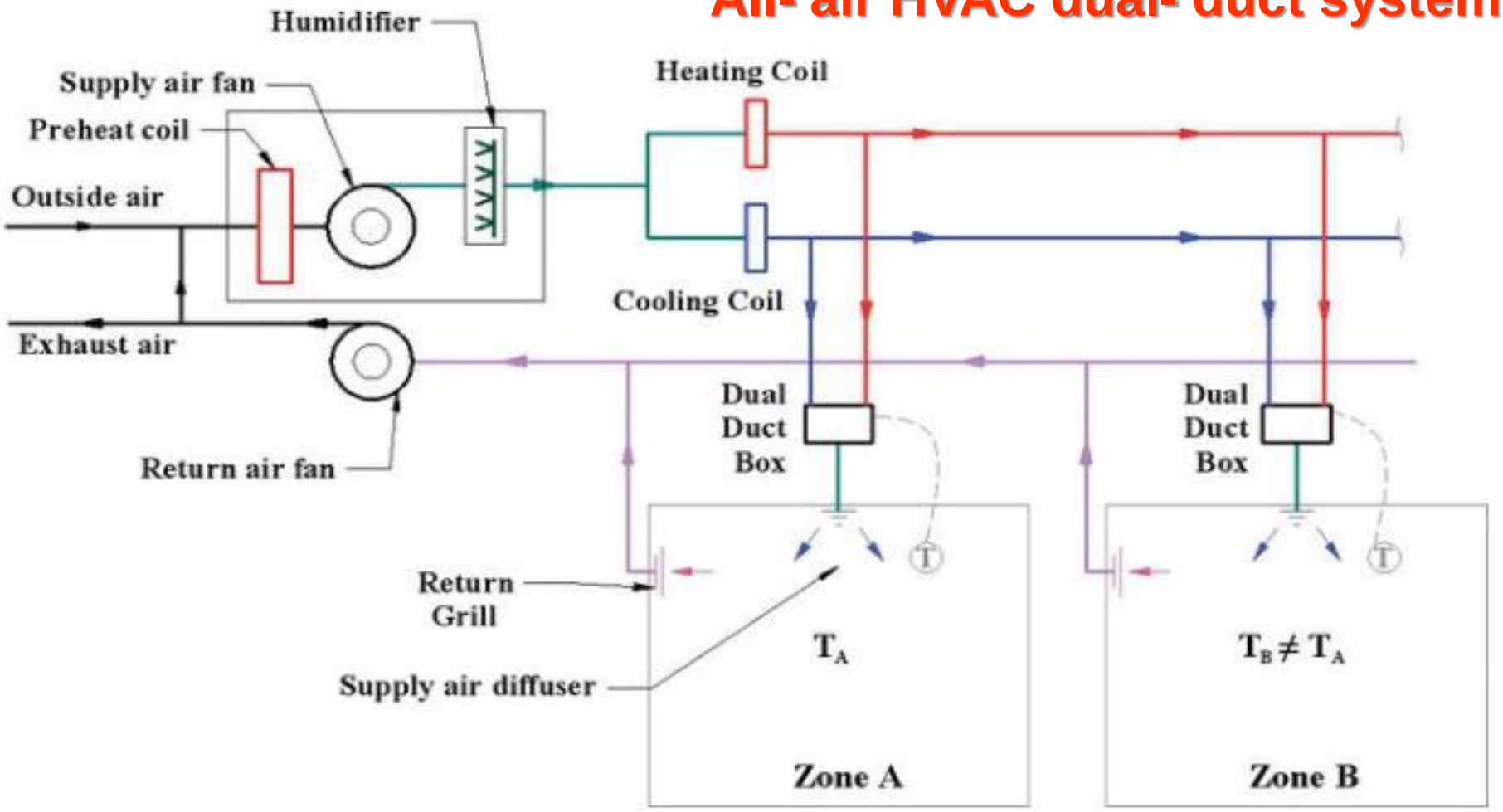
٥- نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.

يوفر نظام الهواء الكلي ثنائي المجرى التحكم في درجة الحرارة للأماكن والمناطق المراد تكييفها كل على حده، ويمكن الحصول على التحكم في درجة الحرارة عن طريق تزويد صندوق المزج أو الخلط بهواء من مجريين كلاهما عند درجتي حرارة مختلفتين أحدهما ساخن والآخر بارد. يقوم صندوق الخلط بمزج الهواء البارد والحار بنسب حسب ضبط التيرموستات الموجود في المكان أو المنطقة.



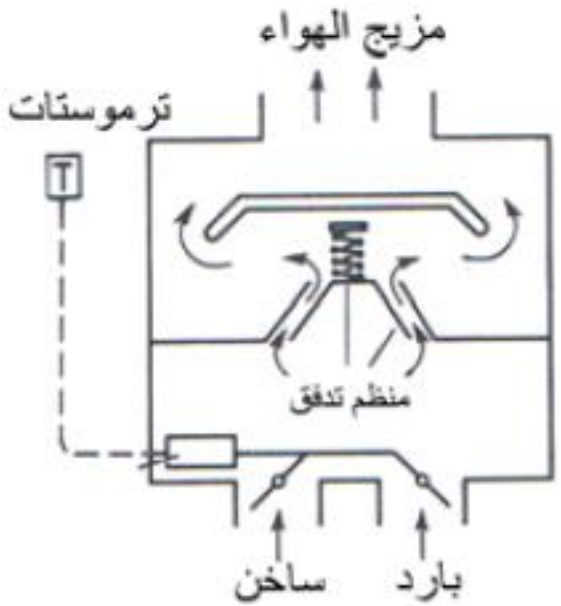
مكونات نظام المجرى الثنائي

All- air HVAC dual- duct system.

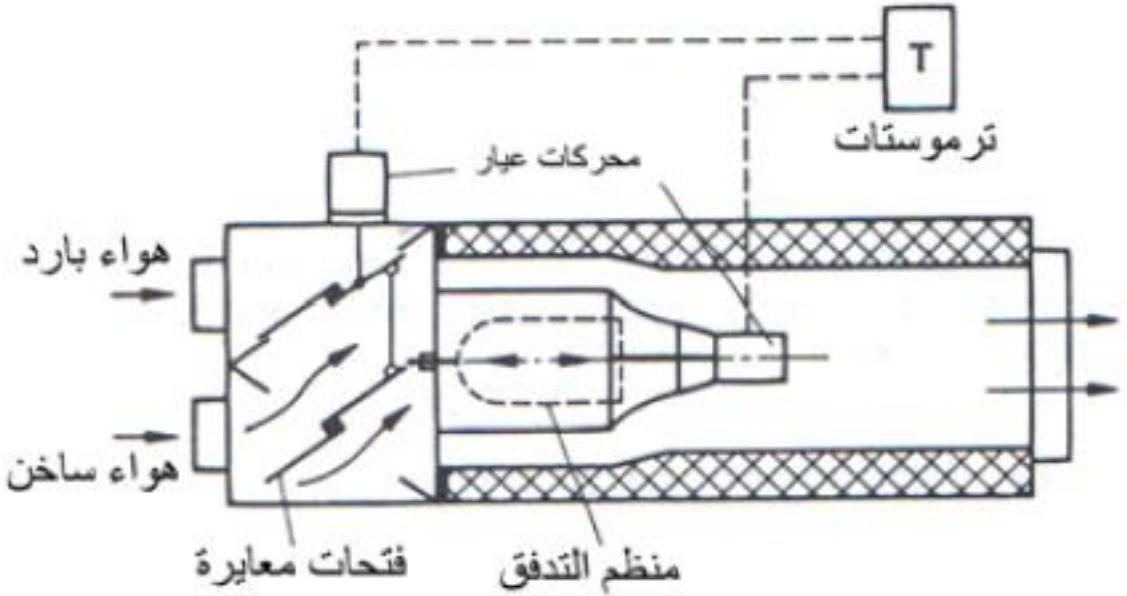


مكونات نظام المجرى الثنائي

يجري التحكم بعملية المزج عن طريق محرك عيار يعمل عن طريق ضغط الهواء وينظم عملية المزج عن طريق صمامين أحدهما للهواء الساخن والآخر للهواء البارد فعندما يفتح صمام الهواء الساخن يغلق صمام الهواء البارد وهكذا. إن إشارة التحكم تصدر عن ترموستات موجود في الغرفة ، الشكل التالي يبين أشكالا مختلفة للعلب المزج في الأنظمة ثنائية المجاري.

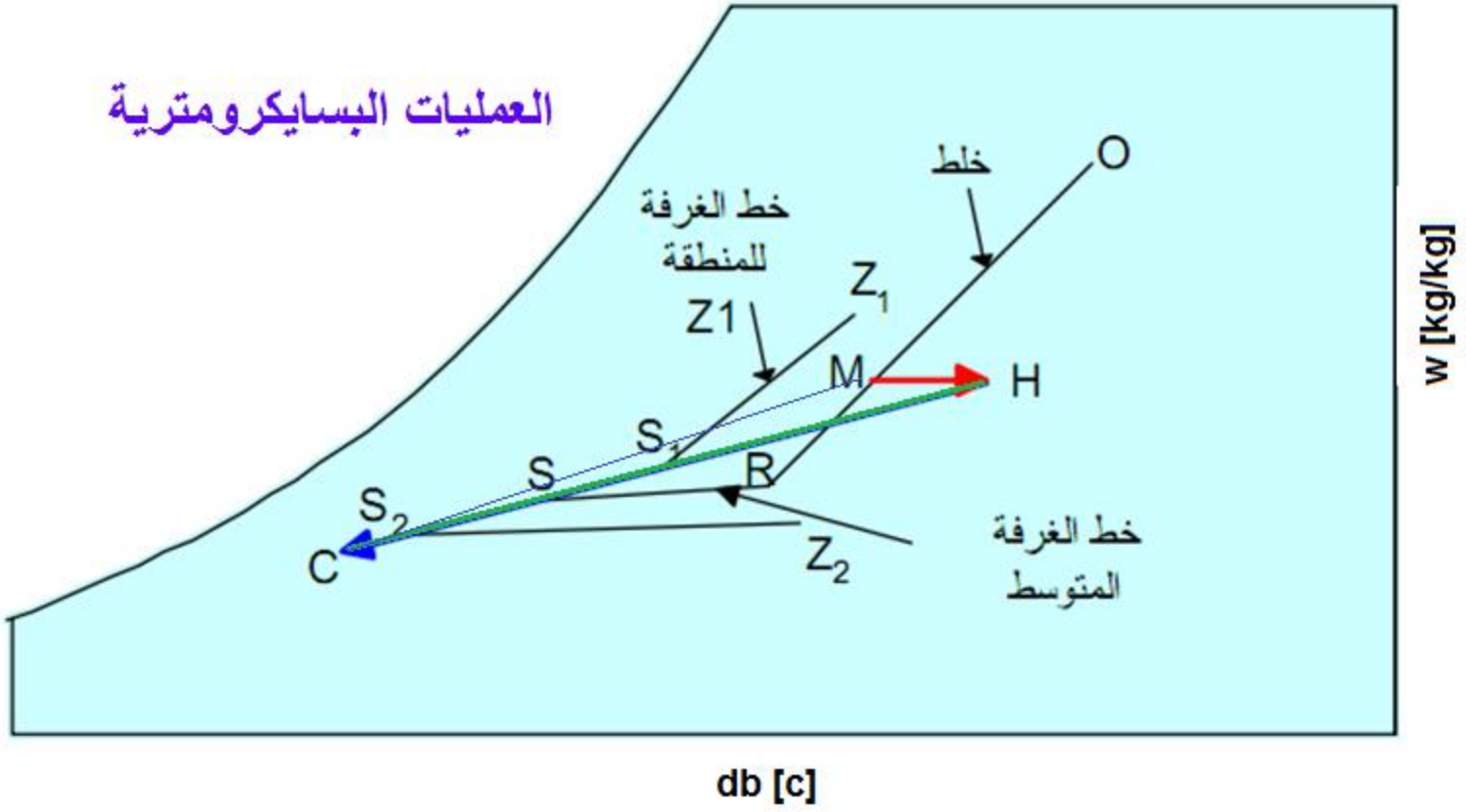


علبة مزج لنظام ثنائي المجرى ذو ضغط عالي



علبة مزج لنظام ثنائي المجرى بتدفق متغير

عمليات نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.



مزايا نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.

- ✓ التحكم المنفصل في درجة الحرارة، توفر الهواء البارد والساخن يسهل الاستجابة السريعة لدرجة الحرارة المطلوبة .
- ✓ سهولة الحصول على أقل حجم للوحدة ، نسبة لتوفر التبريد والتسخين عند كل نهاية في نفس الوقت.
- ✓ سهولة التبديل في التشغيل من الساخن الى البارد .
- ✓ يتم ضبط تيرموستات المكان أو المنطقة مرة واحدة على مدار العام.
- ✓ مركزية معدات التبريد و التكييف .
- ✓ مركزية الخدمة و الصيانة .
- ✓ مركزية مداخل الهواء الخارجي .
- ✓ كفاءة المرشحات .
- ✓ التشغيل الاقتصادي .
- ✓ هدوئ التشغيل .
- ✓ مرونة تصميم نظام الهواء .
- ✓ اختيار سرعات الهواء المتوسطة والعالية ممكن على أساس اقتصادي وحسب متطلبات المبنى.

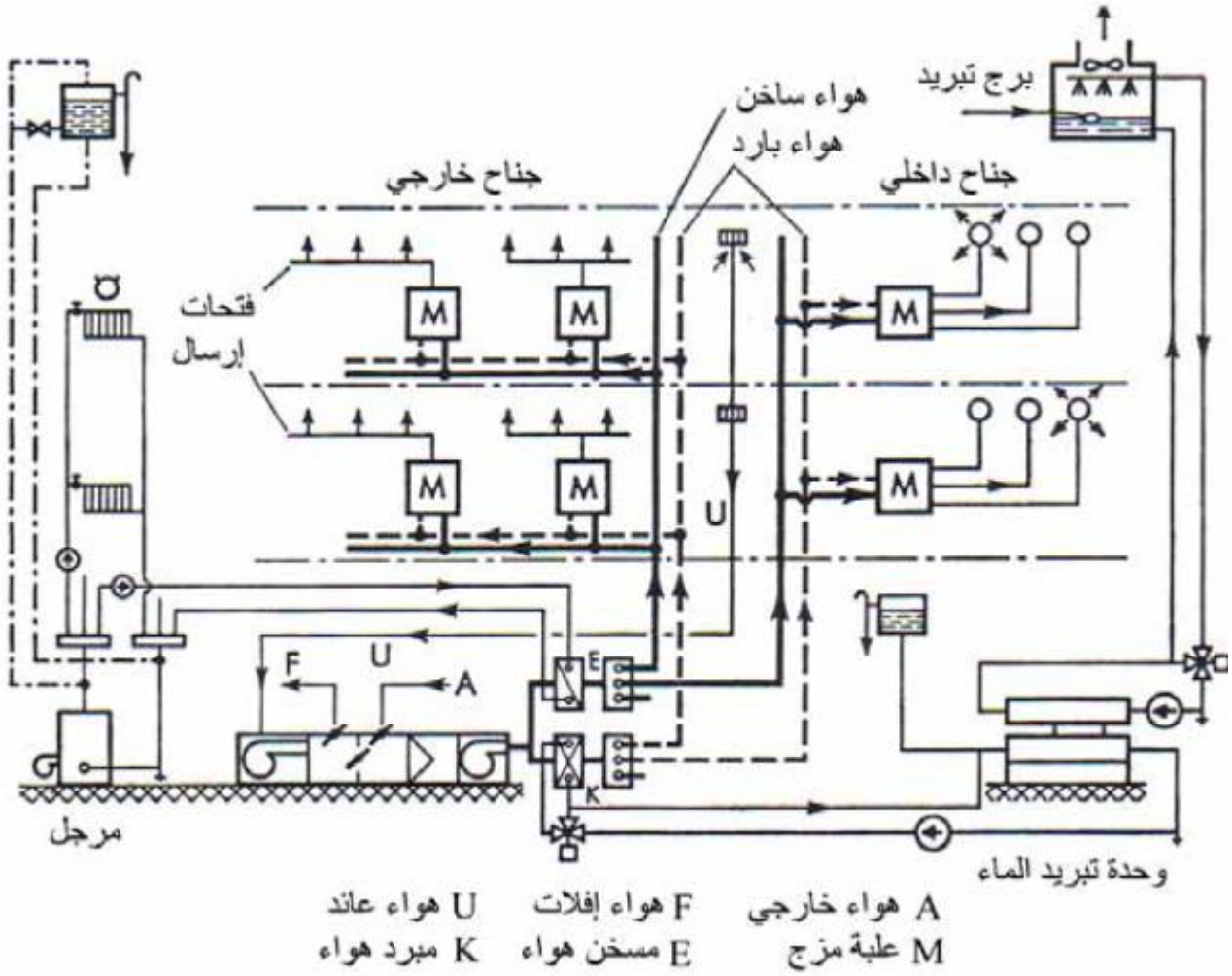
سلبيات نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.

١. استخدام المساللك الهوائية المنفصلة يعمل على زيادة التكلفة الأولية مقارنة بالأنظمة الأخرى .

٢. دقة التحكم تحتاج الى وحدة مناولة كبيرة وهذا بدوره يؤثر على التكلفة الأولية .

٣. يستهلك كميات أكبر من الطاقة ، وعليه لا ينصح بالوقت الحالي في استخدامه تماشيا مع مبادئ ترشيد الطاقة .

نظام المجرى الثنائي لبناء متعدد الطوابق



٦- نظام حجم الهواء المتغير

Variable air volume system (VAV).

تتطلب بعض الفراغات التزود بتدفق هواء مختلف بسبب التغيرات في الأحمال الحرارية، لذلك فإن نظام الهواء بالحجم المتغير (VAV) هو الحل المناسب لتحقيق الراحة الحرارية. يسمح هذا النظام بتغيير الأحمال الحرارية عن طريق تغيير معدلات الهواء خلال الوحدة الطرفية terminal unit الموجودة داخل المكان المكيف، من مزايا هذا النظام قلة كل من التكلفة الابتدائية وتكلفة التشغيل نسبة لأن حجم الهواء يتطلب تحكما بسيطا في حدود ٢٠% لمخارج الهواء.

عبارة عن motorized damper ويتحكم ترموستات درجة حرارة الموجودة بالغرفة على بداية كل branch داخل المكان space حيث يقوم بإدخال كمية هواء تناسب الحمل.

ويستخدم هذا النظام مع الأحمال الحرارية الثابتة على مدار العام مثل المخازن التجارية والمباني المكتبية والفنادق والمستشفيات والمساكن والمدارس

١- يستخدم في الأماكن التي بها نسبة إشغال متغيرة .

٢- يعمل على توفير الطاقة.

الوحدات الطرفية في نظام حجم الهواء المتغير
Variable air volume system (VAV).

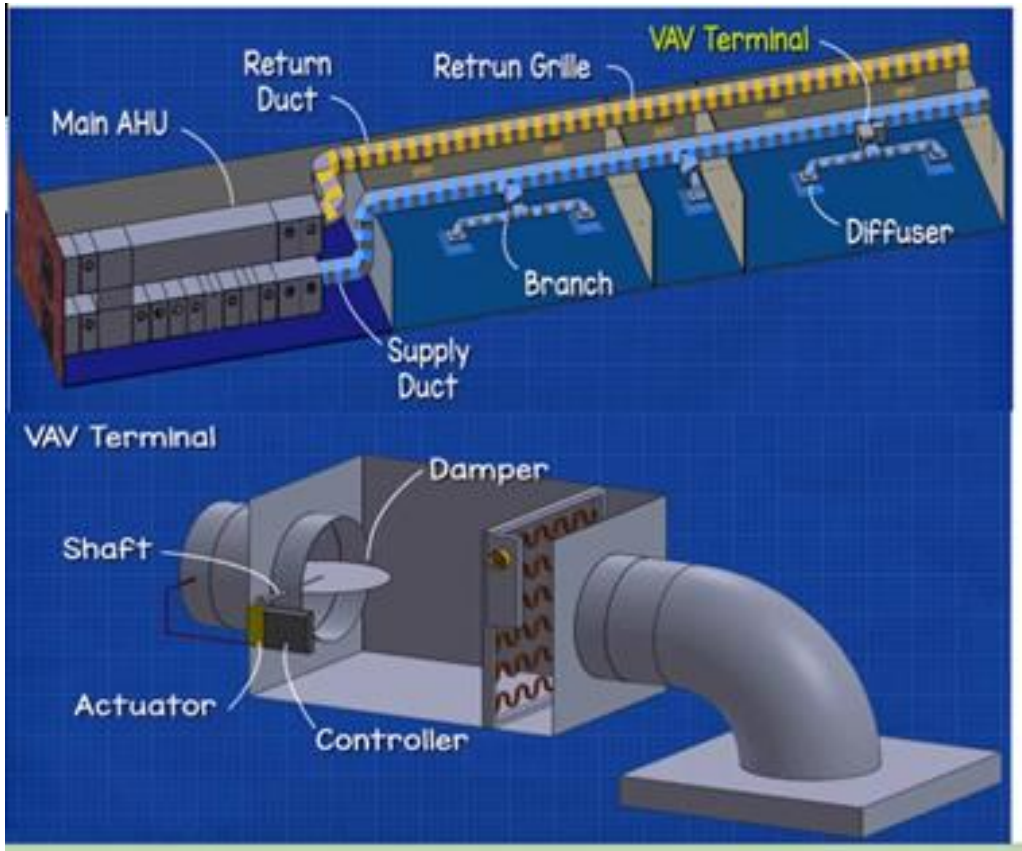
وحدات طرفية متغيرة الحجم

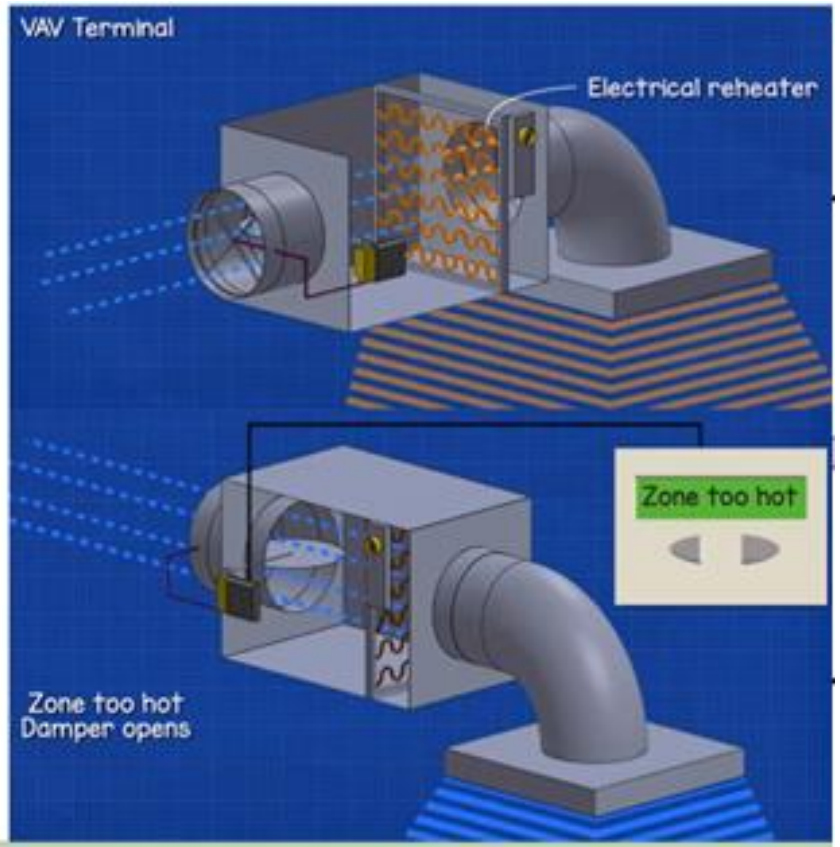
VAV units

الوحدات الطرفية في نظام حجم الهواء المتغير
Variable air volume system (VAV).

VAV Terminal

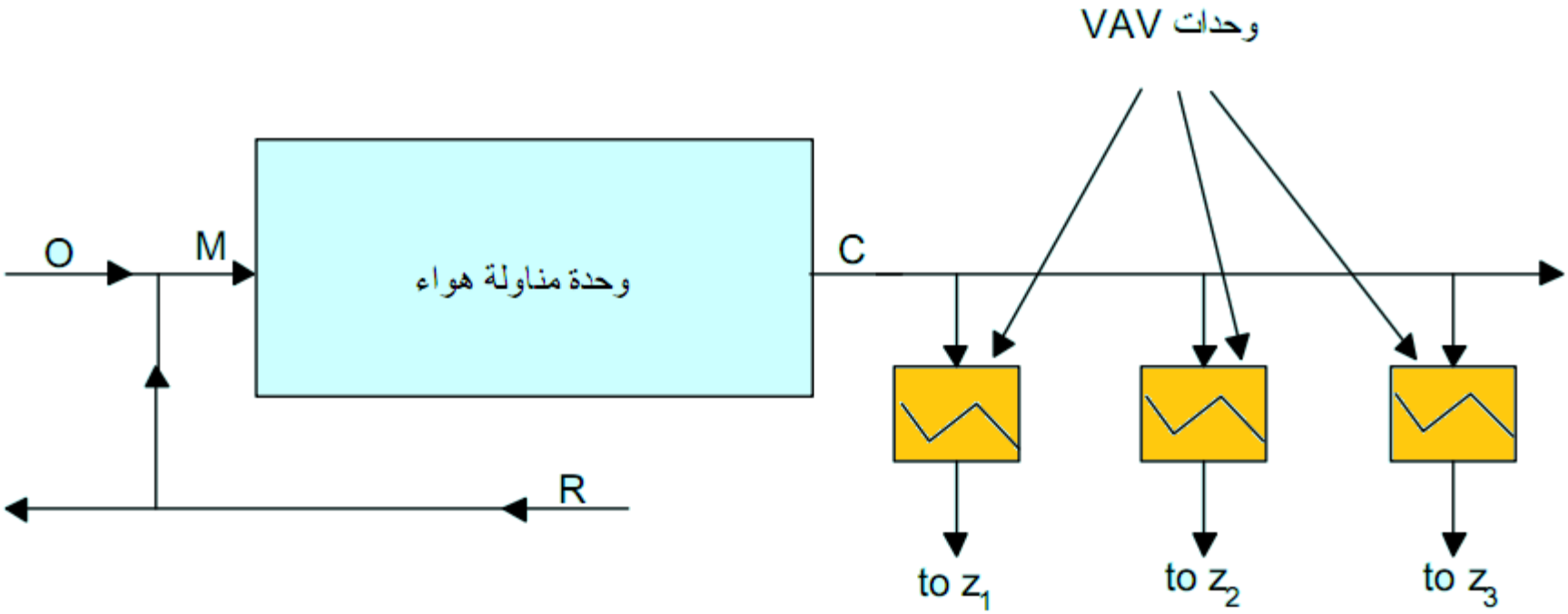
الوحدات الطرفية في نظام حجم الهواء المتغير
Variable air volume system (VAV).





VAV system can result in fan motor savings of almost 50%

Variable air volume system (VAV)

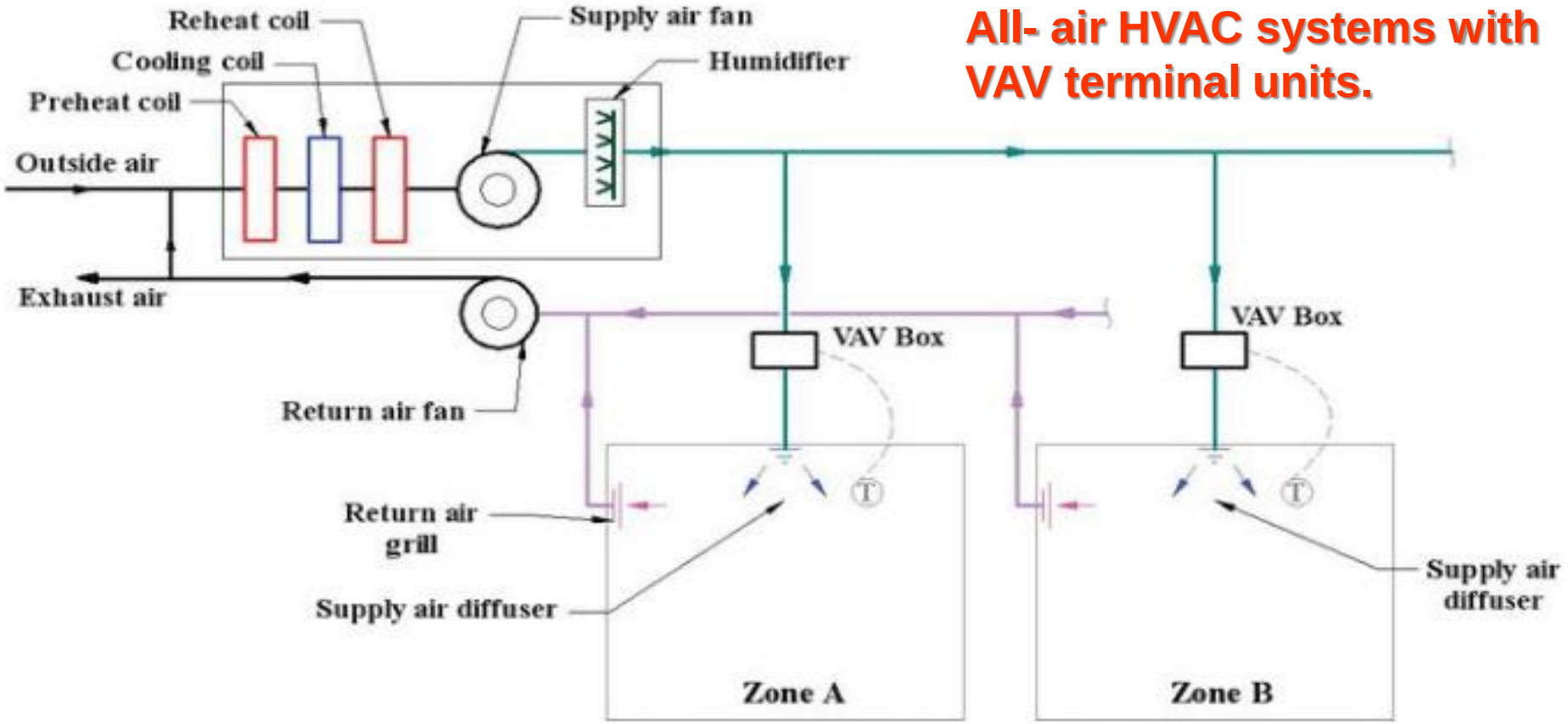


مكونات نظام تكييف الهواء متغير الحجم

مكونات نظام حجم الهواء المتغير

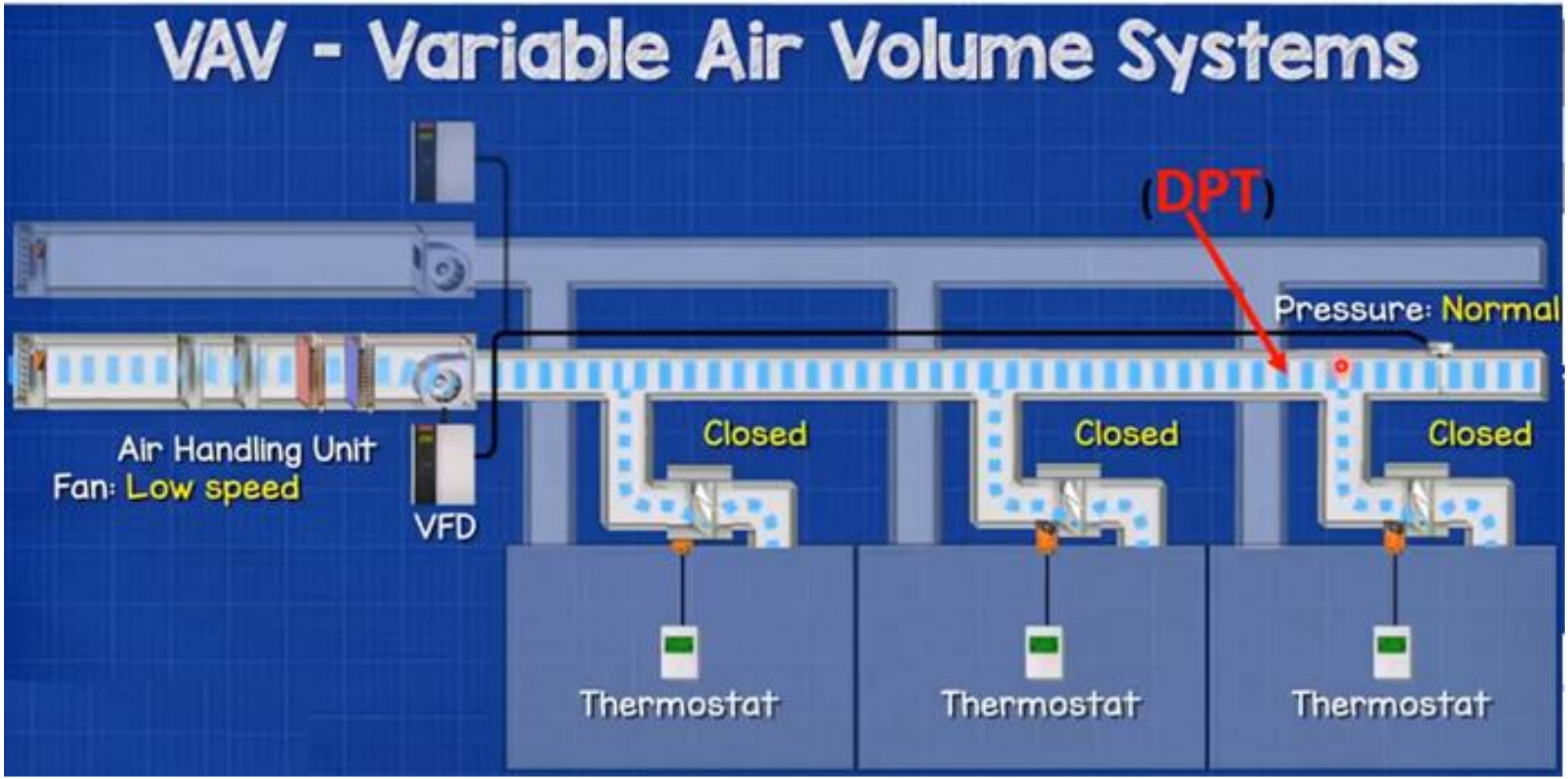
يتكون نظام VAV من وحدة معالجة هواء مركزية توفر الهواء لصندوق التحكم VAV الطرفي الموجود في كل منطقة لضبط حجم هواء الإمداد ، كما هو موضح في الشكل، يتم التحكم في درجة حرارة هواء الإمداد لكل منطقة عن طريق التحكم بمعدل تدفق الهواء.

All- air HVAC systems with VAV terminal units.



All- air HVAC systems with VAV terminal units.

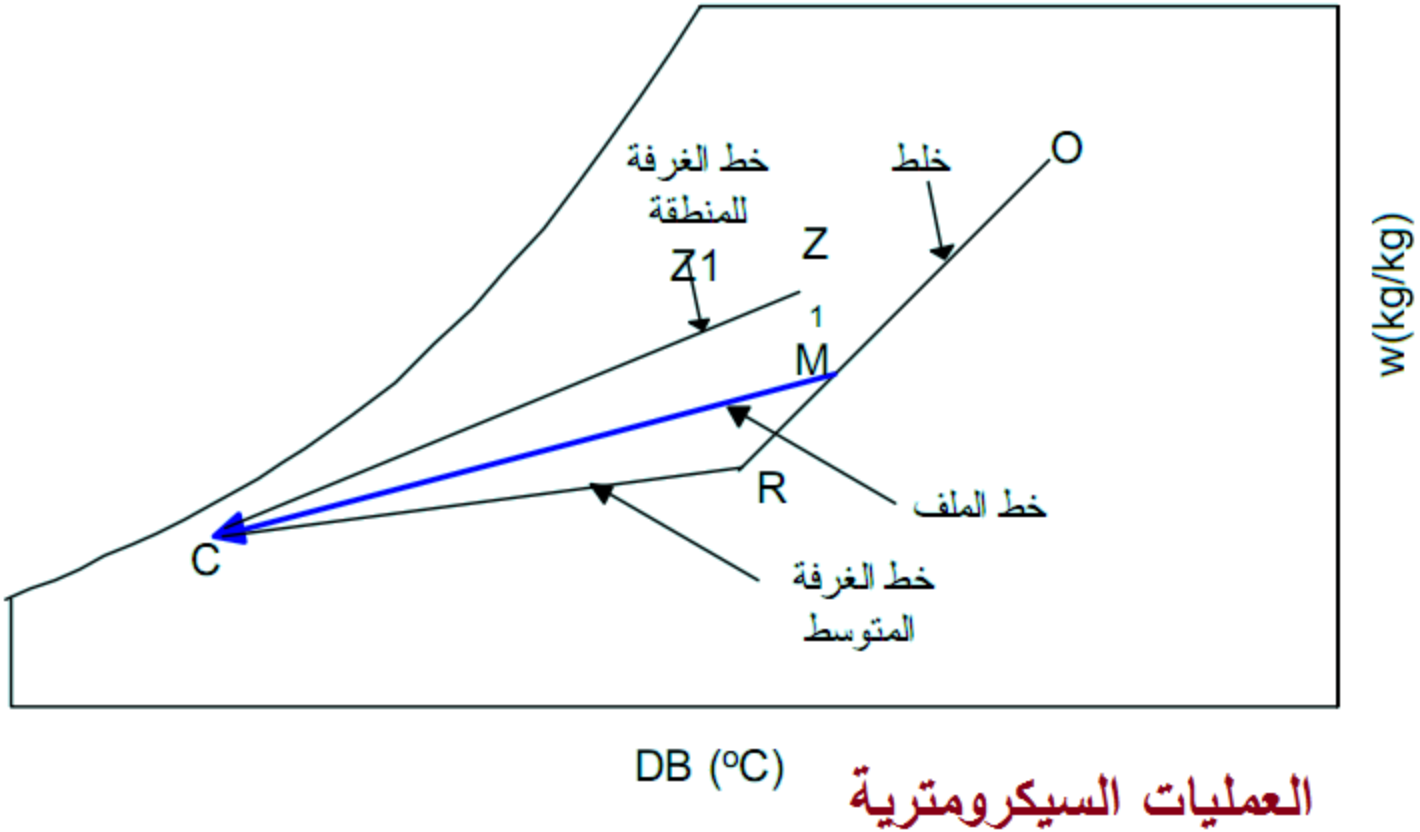
Variable Frequency Drive (VFD)



All- air HVAC systems with VAV terminal units.

Variable Frequency Drive (VFD)

العمليات في نظام حجم الهواء المتغير وثبات درجة الحرارة ، Variable air volume system (VAV).



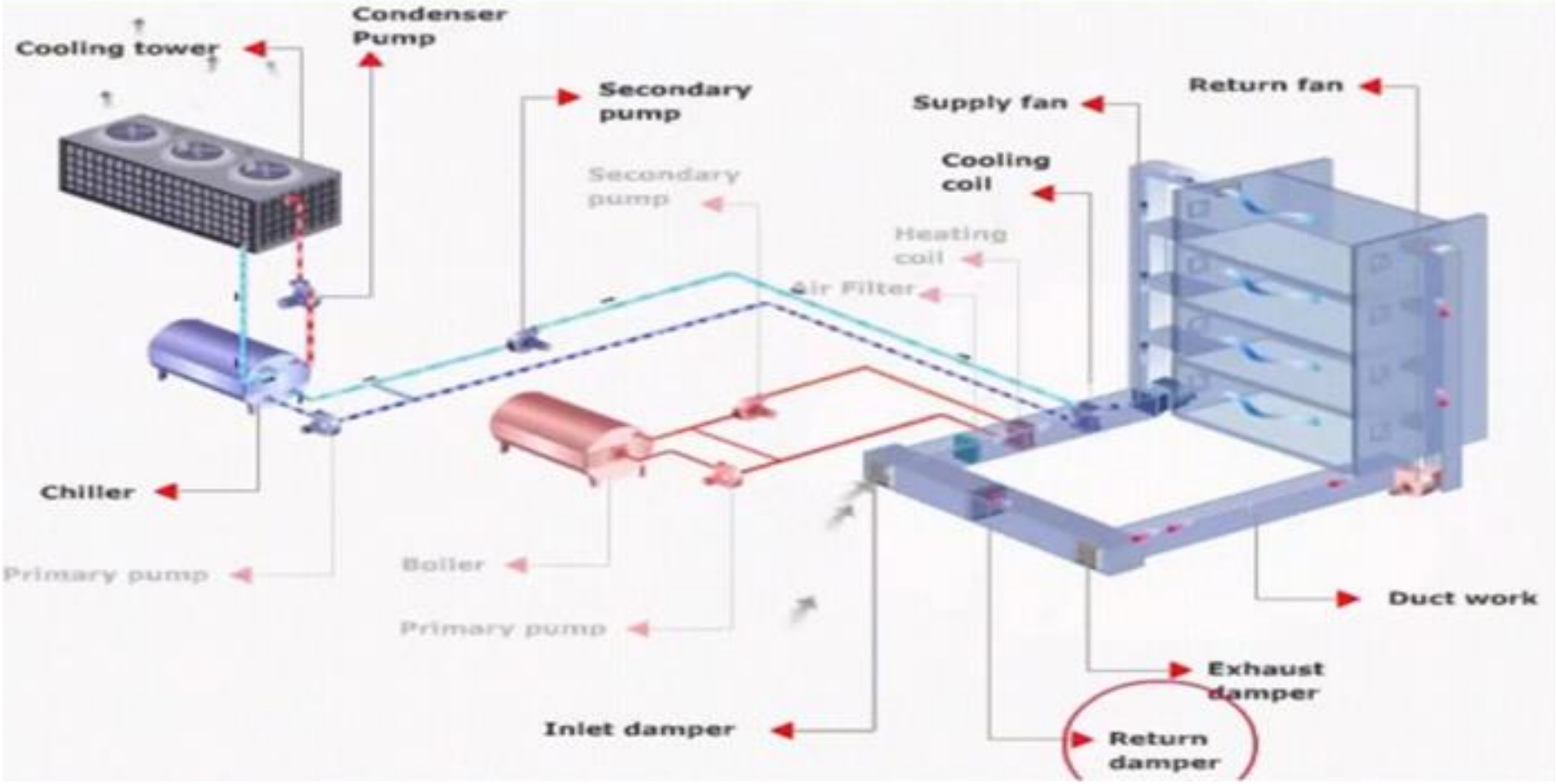
العمليات السيكرومترية

مزايا نظام حجم الهواء المتغير
Variable air volume system (VAV)

١. التحكم المنفصل في درجة حرارة الغرفة .
٢. قلة التكلفة الأولية .
٣. التشغيل الاقتصادي .
٤. الصيانة و الخدمة المركزية .
٥. بساطة الأداء .

العيب الرئيسي هو أن معدل تدفق الهواء المتحكم فيه يمكن أن يؤثر سلبًا على المناطق المجاورة الأخرى، قد يقلل أيضًا من معدل تدفق التهوية وخاصة في الأحمال الجزئية ، مما قد يمثل مشكلة لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ويؤثر على جودة الهواء الداخلي للمبنى

نظام الهواء الكلي All-Air system



أنظمة التكييف المركزي

ثانيا: أنظمة الماء الكلي ALL-WATER SYSTEM

أنظمة الماء الكلي ALL-WATER SYSTEM

يستخدم هذا النظام الماء فقط للتبريد والتسخين

- **نظام وحدة الملف – مروحة Fan – Coil Unit System(FCU)**

يستخدم نظام الماء الكلي وحدات الفانكويل FCU ، حيث يجري خلال ملف الوحدة ماء بارد أو ساخن سبق تجهيزه في الغرفة المركزية للتبريد. يتم التحكم في درجة الحرارة بواسطة التحكم في معدل الجريان خلال الملف عن طريق صمامات تحكم. يعتبر نظام التكييف الذي يستخدم وحدات الفانكويل fan coil الأرخص والأوسع انتشارا في الوقت الحاضر في الفنادق والمباني المكتبية والمراكز الطبية.

مزايا النظام FCU

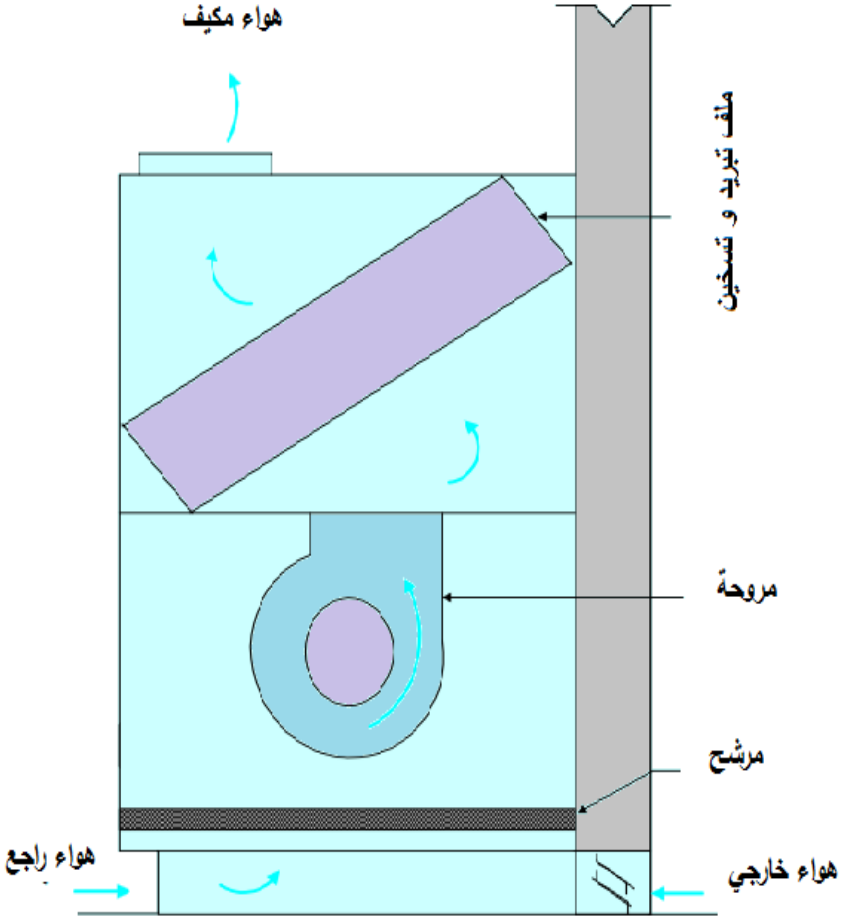
١- قلة التكلفة.	٣- لا يشغل حيزا كبيرا .
٢- لا يحتاج إلى مسالك هوائية .	٤- تكون البكتريا داخل الأماكن المكيفة

عيوب النظام FCU

١. لا يوفر التحكم الجيد في رطوبة هواء الغرفة .
٢. إجراء الصيانة داخل أماكن المكيفة .
٣. تكون البكتريا داخل الأماكن المكيفة ، نمو البكتريا داخل الأنابيب ووحدات التكييف بسبب الرطوبة.

- **نظام وحدة الملف – مروحة Fan – Coil Unit System**

يوضح الشكل التالي مكونات FCU تقوم المروحة بسحب الهواء من الغرفة ودفعه خلال الملف وإعادته للغرفة



مكونات وحدة ملف – مروحة

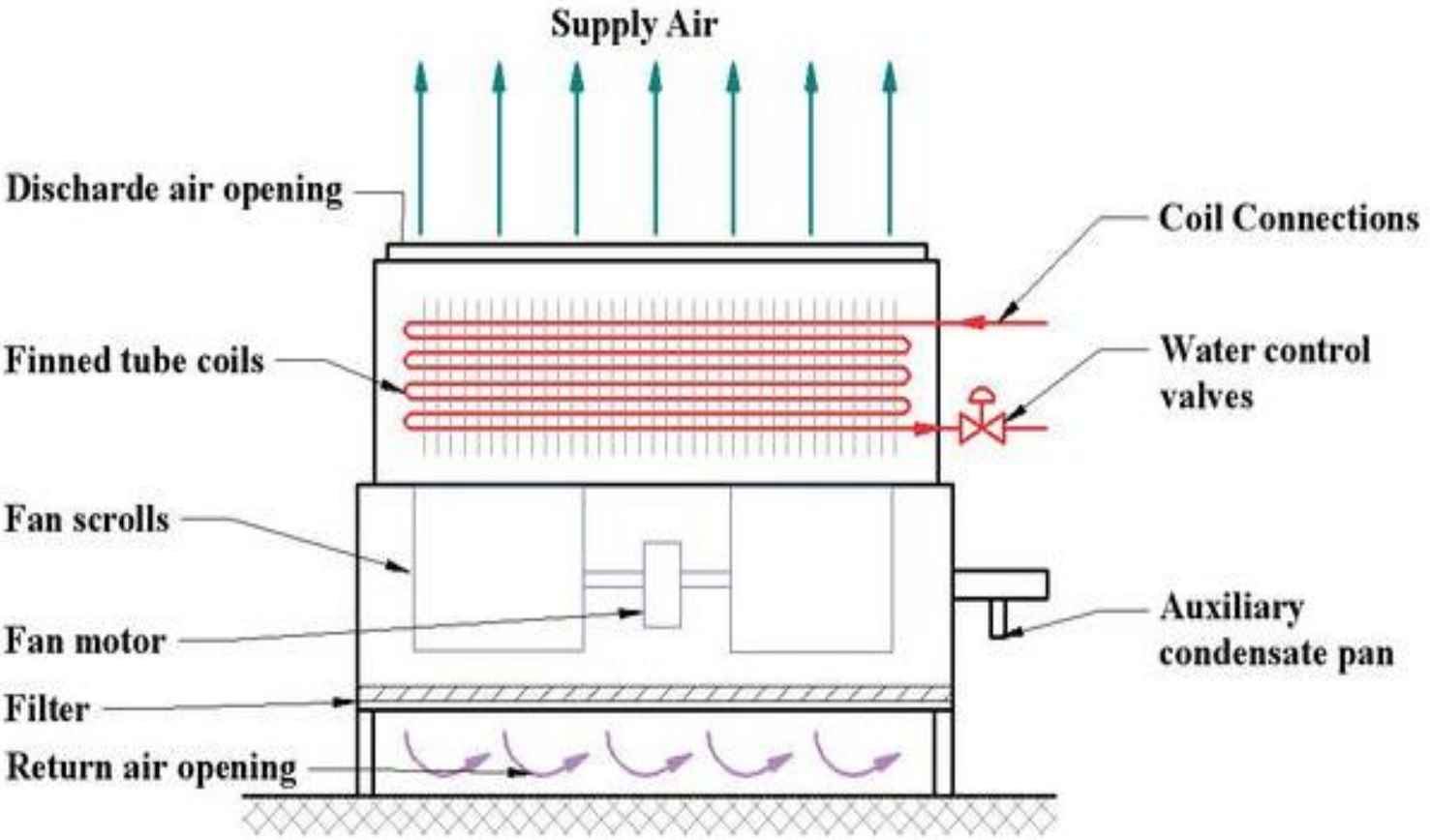
مزايا الوحدة FCU:

١- التحكم المنفصل في درجة حرارة الهواء .
٢- سريان مؤكد للهواء خلال الغرف .
٣- التشغيل الاقتصادي .
٤- صغر أبعاد المسالك الهوائية .

العيب الرئيسي لملفات المروحة:

هو هواء التهوية ولا يمكن حله إلا إذا تم توصيل وحدات ملف المروحة بالهواء الخارجي. عيب آخر هو مستوى الضوضاء ، خاصة في الأماكن الحرجة.

- **مكونات نظام وحدة الملف – مروحة Fan – Coil Unit System**



All-water system: fan-coil units.

أنواع أنظمة الماء الكلي ALL-WATER SYSTEM

١- نظام الأنبوب الواحد (Single piping System).

- نظام أنبوب الراجع العكسي (Reverse return piping).
- نظام أنبوب الراجع المباشر (Direct return piping).

٢ - نظام متعدد الأنبوب (Multi – piping System).

- نظام ثلاثي الأنبوب (3-pipe system).
- نظام رباعي الأنبوب (4- pipe system).

نظام الأنبوب الواحد (Single piping System).

أولا: نظام أنبوب الراجع العكسي (Reverse return piping).

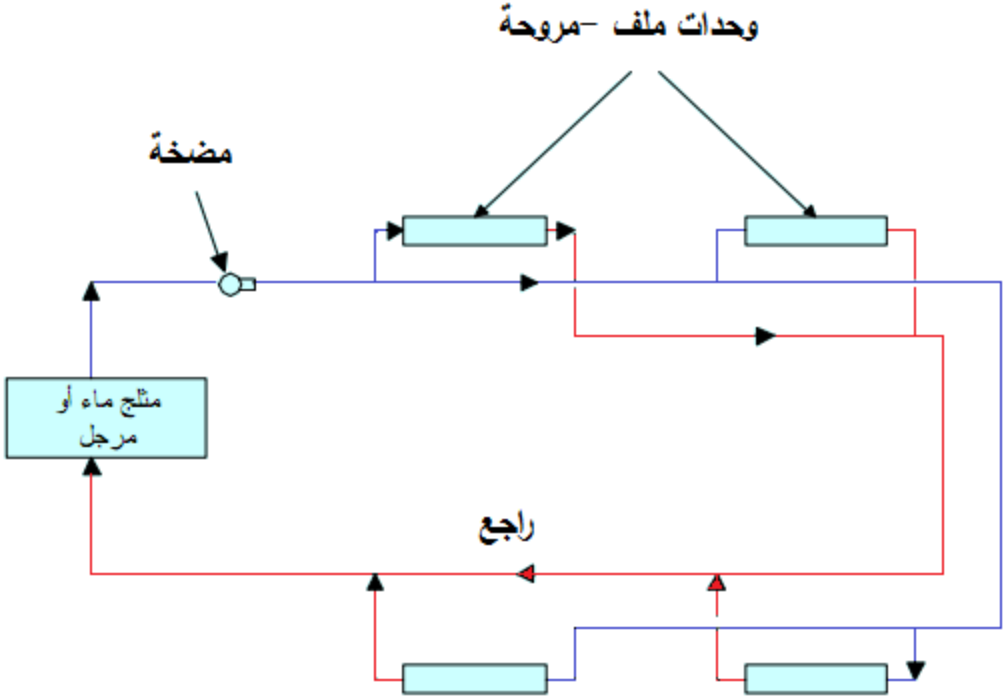
يعتمد على مبدأ التوازن الهيدروليكي في الجريان.

١- يستخدم في حالة هبوط الضغط ألمتساو عبر الفانكويلات .

٢- يستخدم في معظم أنظمة المياه المغلقة .

٣- التصميم الاقتصادي بالنسبة للمنشآت الجديدة .

٤- النظام لا يحتاج الى موازنة لأن طول دورات الماء بين خطي التغذية والراجع متساو لجميع الفانكويلات .

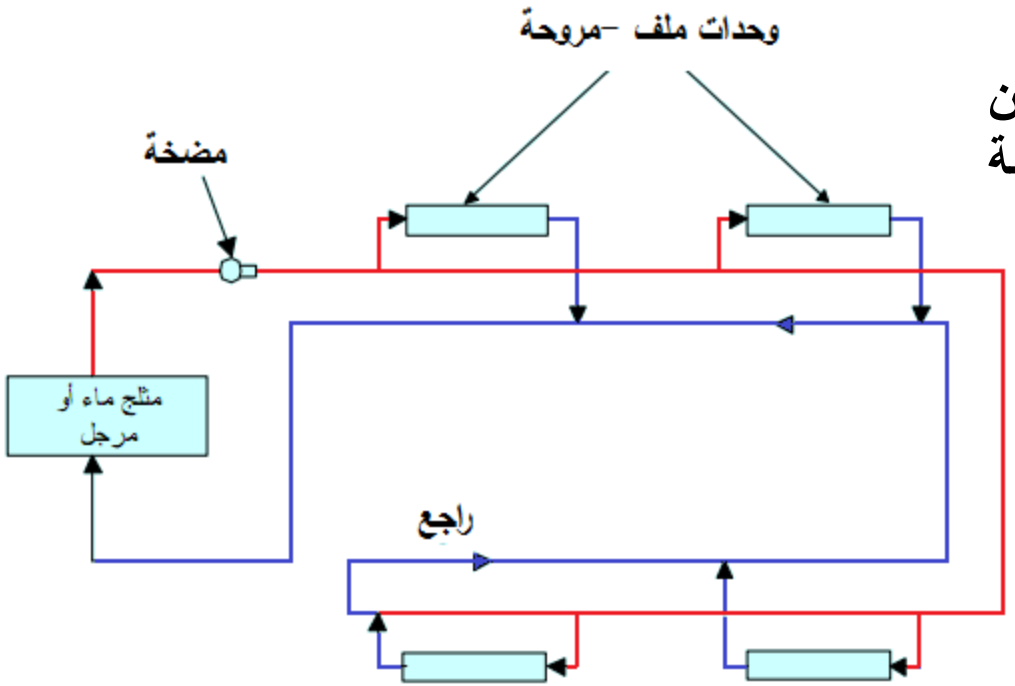


نظام ملف – مروحة مع راجع عكسي

ثانيا: نظام أنبوب الراجع المباشر(Direct return piping .

يستخدم في الأنظمة المفتوحة open system وهي أنظمة يسري فيها الماء إلى خزان مفتوح إلى الهواء الجوي كأبراج التبريد وغسالات الهواء ، ويوصى باستخدامها مع الأنظمة المغلقة عندما تحتاج الوحدات إلى صمامات موازنة .

مثال عدد من الوحدات تحتاج إلى معدلات جريان مختلفة وسعات تبريد مختلفة والى صمامات موازنة وقياس دقيق لهبوط الضغط لتحديد معدل الجريان.



نظام ملف – مروحة مع راجع مباشر

مزايا النظا م:

١. تكلفة الأنابيب قليلة مقارنة بنظام الأنبوب العكسي .
٢. يستخدم مع الأنظمة المفتوحة .

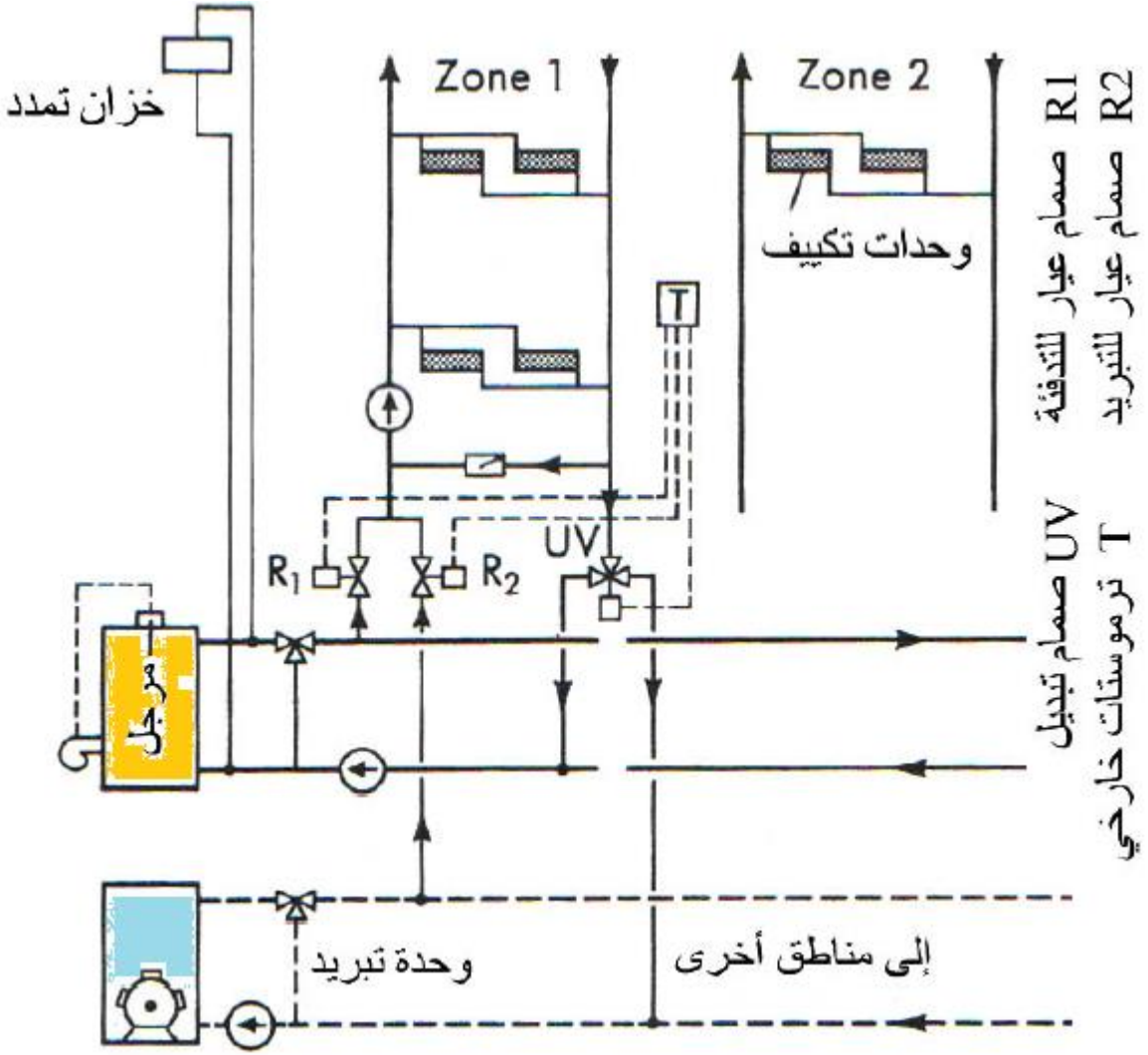
سلبيات النظام

١ - يحتاج الى موازنة .
٢- تكلفة التصميم عالية .

مقارنة ما بين نظام أنبوب الراجع المباشر والراجع العكسي

النظام	المزايا	السلبيات	الاستخدامات
راجع مباشر	-تكلفة الأنابيب قليلة	-يحتاج إلى موازنة. -تكلفة التصميم عالية. -هبوط الضغط غير متساو عبر الوحدات	يستخدم في الأنظمة المفتوحة.
راجع عكسي	-هبوط الضغط المتساو عبر وحدات الملف_مروحة. -تكلفة التصميم قليلة -لا يحتاج إلى موازنة	- تكلفة الأنابيب عالية	يستخدم في أنظمة المياه المغلقة

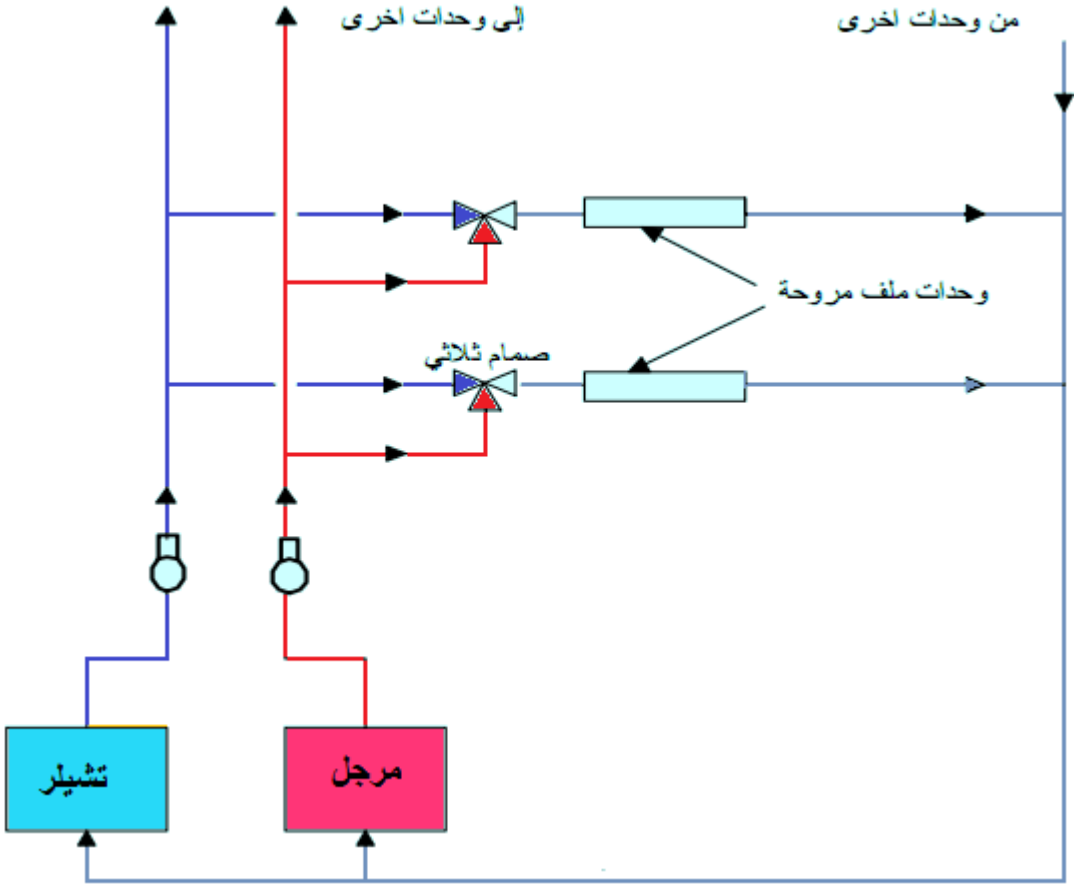
نظام أنبوب الواحد (نظام ثنائي الأنبوب مع صمام تبديل)



٢ ـ نظام متعدد الأنبوب (Multi – piping System).

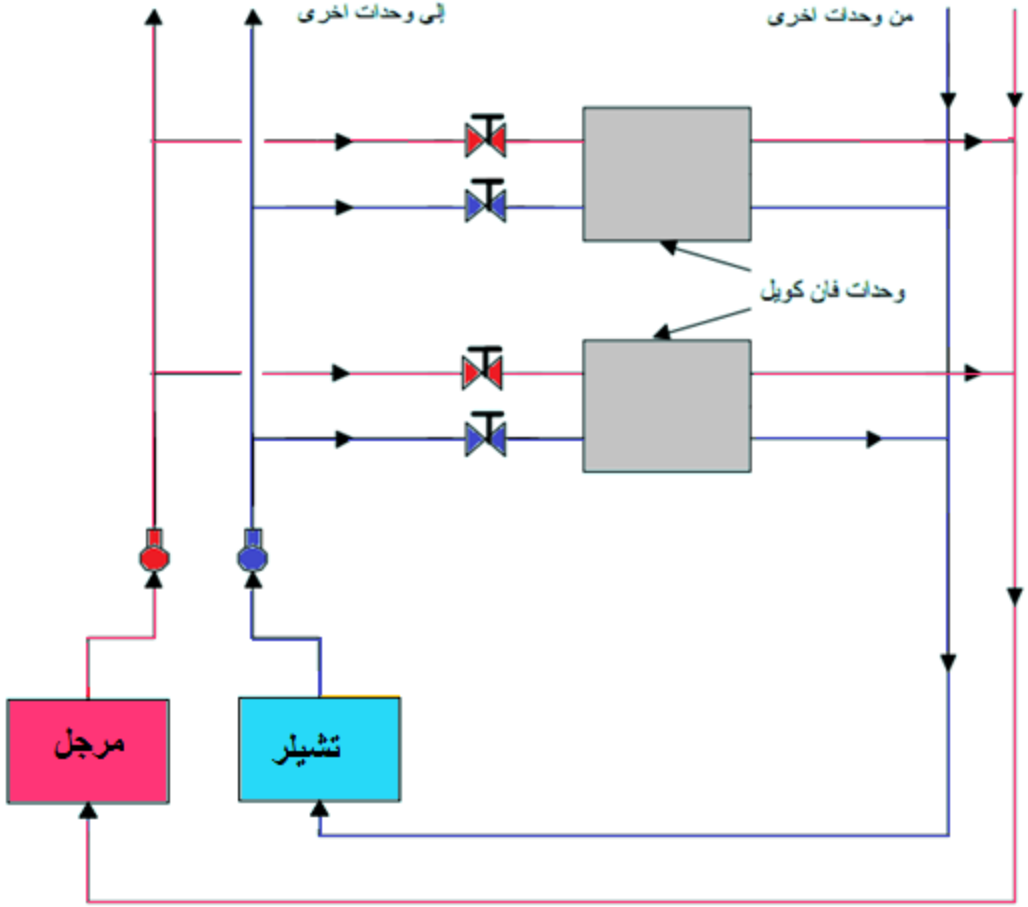
يعمل النظام متعدد الأنبوب على تزويد ملفات FCU بالماء البارد والماء الساخن على مدار العام وعليه كل وحدة تعتبر منفصلة وتعمل بمعزل عن الوحدات الأخرى . صمام التحكم يقوم بتزويد الوحدة بالماء البارد أو الساخن حسب الحاجة ويكون النظام متعدد الأنبوب عادة أما ثلاثي أو رباعي الأنبوب

نظام ثلاثي الأنبوب (3-pipe system).



يبين الشكل التالي نظام تكييف مركزي مائي ثلاثي الأنابيب واحدة لتغذية الماء البارد وأخرى لتغذية الماء الساخن للملف وراجع واحد مشترك. بالرغم من أن الانبوب الراجع المشترك يجعل النظام الثلاثي أقل تكلفة من حيث الانشاء إلا أن تكلفة التشغيل أعلى من النظام الرباعي الأنبوب وذلك نسبة لعملية المزج بين الماء البارد والساخن

نظام رباعي الأنبوب (4-pipe system).



أهم مساوئ النظام ثلاثي الأنبوب هي الضياعات الحرارية بسبب عملية مزج الماء الساخن معا لبارد في خط العودة، لهذا السبب لم يعد هذا النظام يستخدم منذ أن تم العمل بالنظام ـ رباعي الأنبوب عام١٩٦٦

يوفر هذا النظام دائرتين منفصلتين للماء البارد والماء الساخن الأمر الذي يقلل من مشاكل المزج، كما يمكن استخدام ملف واحد أو ملفين منفصلين

مزايا نظام متعدد الأنبوب (Multi – piping System).

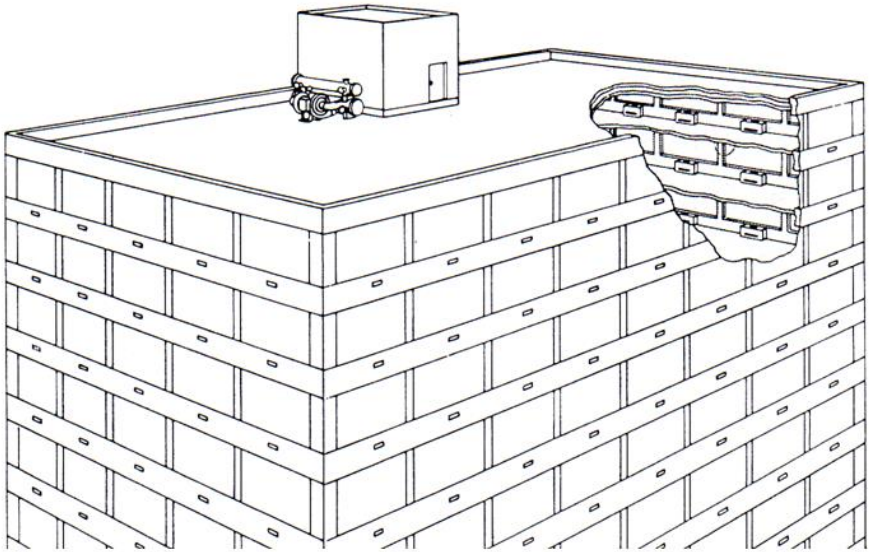
- الاستجابة السريعة لضبط الثيرموستات نتيجة لتوفر الماء البارد والماء الساخن.

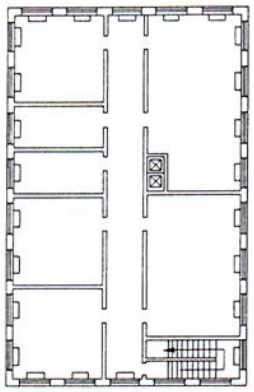
- عدم جدوى تقسيم المبنى إلى مناطق حسب الاتجاه.

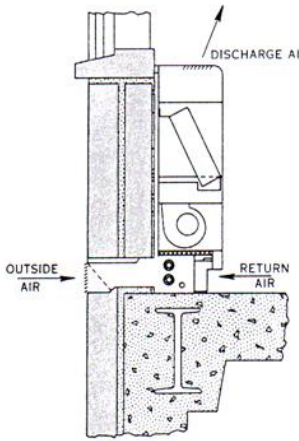
- عدم الحاجة لتبديل التشغيل.

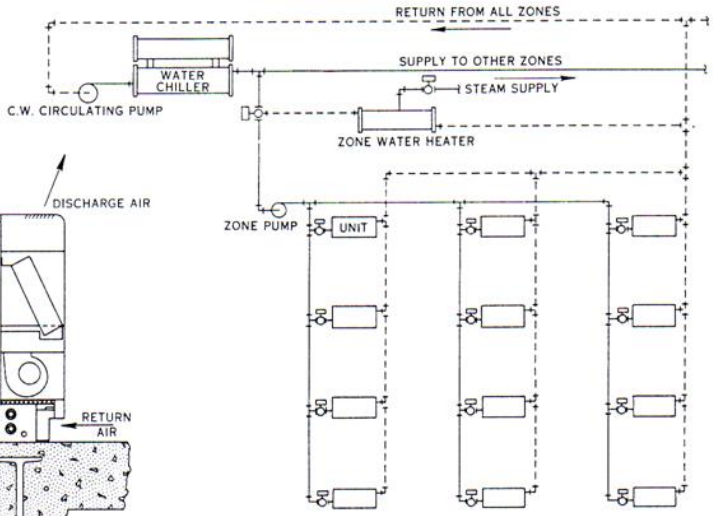
- التحكم في درجات حرارة الغرفة على مدار العام.

نظام باستخدام وحدات الفانوكويل في كل فراغ مراد تكييفه
مؤلفة من (شبكة أنابيب للماء + وحدة التبريد + وحدة تسخين +
مضخات للماء البارد و للماء الساخن +فتحات تعويض الهواء









أنظمة التكييف المركزي

ثالثاً: أنظمة الهواء – ماء (Air – Water Systems)

أنظمة الهواء – ماء (Air – Water Systems)

- في هذه الأنظمة يتم ضخ كميات قليلة من الهواء من محطة التكييف إلى المكان المراد تكييفه في حين أن الجزء الأكبر من الحمل الحراري 80-90% للغرفة يتم تغطيته بواسطة ماء بارد أو ماء ساخن من محطة التكييف عبر ملفات لوحدات حث أو ألواح تسخين.

- **تصنف هذه الأنظمة على النحو التالي:**

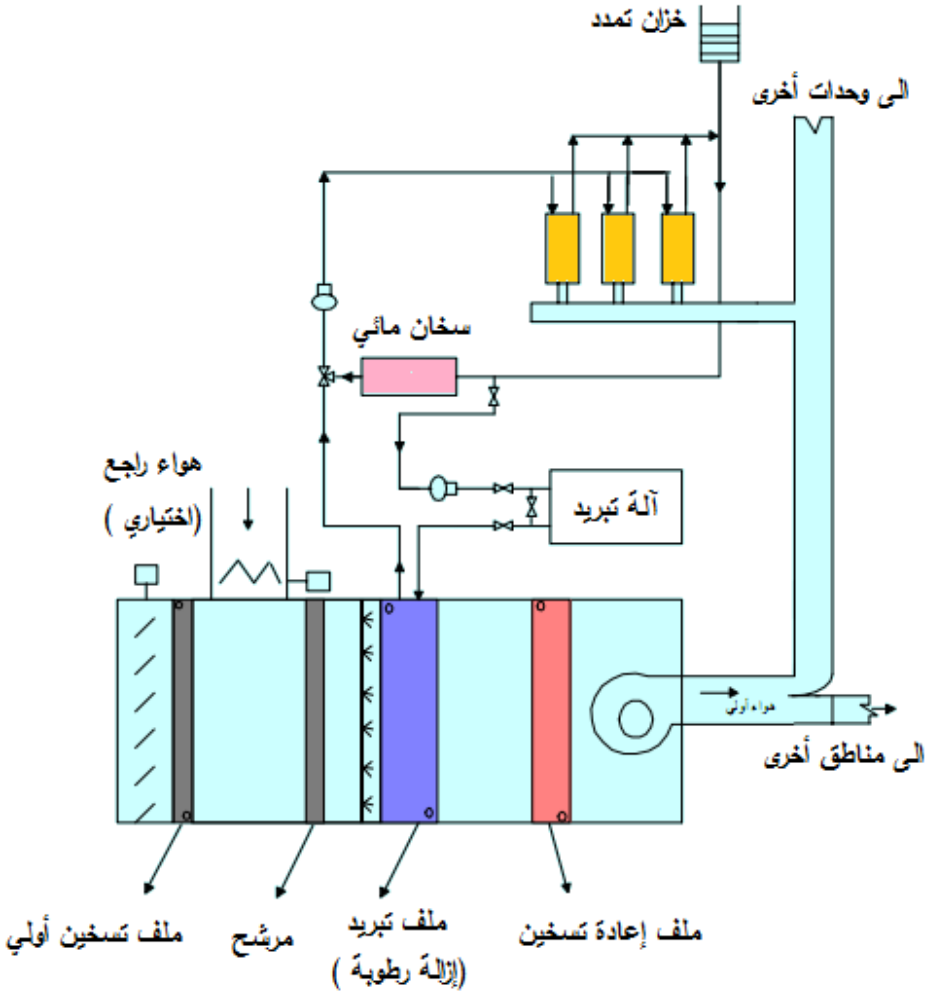
١- نظام وحدة الحث induction unit system:

يستخدم في المباني متعددة الغرف والطوابق كالمكاتب والفنادق وغرف المرضى بالمستشفيات وكذلك الشقق السكنية ، ويصمم خصيصا للمباني التي تمتاز بأحمال محسوسة ذات طبيعة انعكاسية (غرفة بحاجة إلى تبريد وأخرى إلى تسخين) وأحمال المباني الحديثة مثل ناطحات السحاب ، بسبب محدودية المكان.

٢- نظام وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي primary air fan- coil system

٣- الأسقف المبردة chilled ceilings

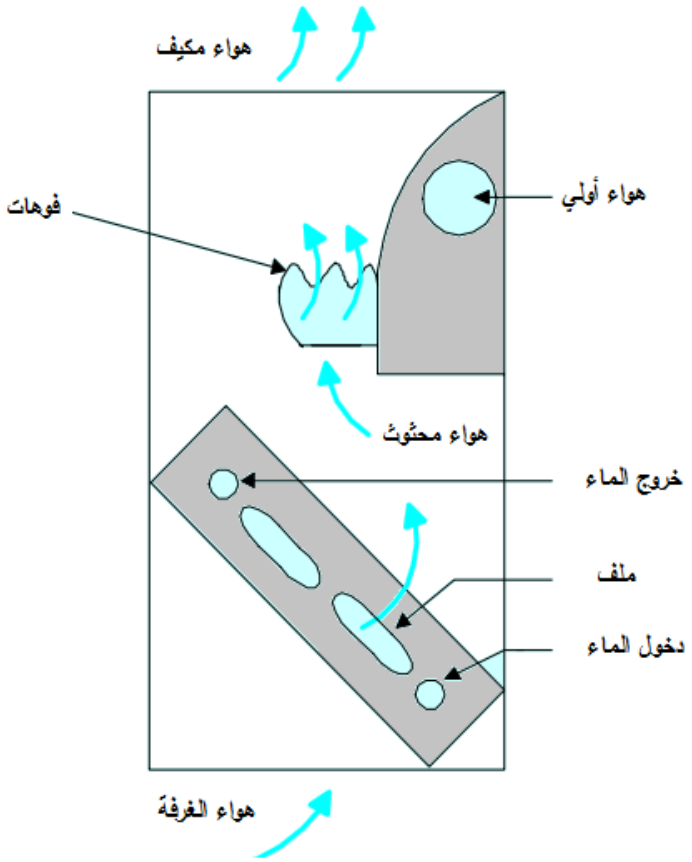
١- نظام وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):



يوضح الشكل التالي نظام وحدة حث يستخدم هواء أولي وهواء خارجي ، يساعد ملف التسخين الأولي على زيادة قدرة الهواء على امتصاص النداوة في الشتاء ومنع الهواء البارد من دخول مزيل الرطوبة. تدفع المضخة الأولية الماء البارد من التشيلر إلى ملفات مزيل الرطوبة في حين المضخة الثانوية تدفع الماء إلى ملفات وحدة الحث.

١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

يوضح الشكل التالي نظام وحدة حث تم تزويدها بهواء أولي بضغط عال يخرج من الفوهات الموجودة بالوحدة . هذا الهواء يعمل على حث هواء الغرفة عبر الملف الذي يتم تزويده بماء من المضخة الثانوية. هذا الهواء المحثوث يتم تبريده أو تسخينه حسب درجة حرارة الماء الثانوية وكذلك حسب درجة حرارة الهواء الممزوج (الهواء الأولي والهواء المحثوث) الذي يتم دفعه للغرفة.



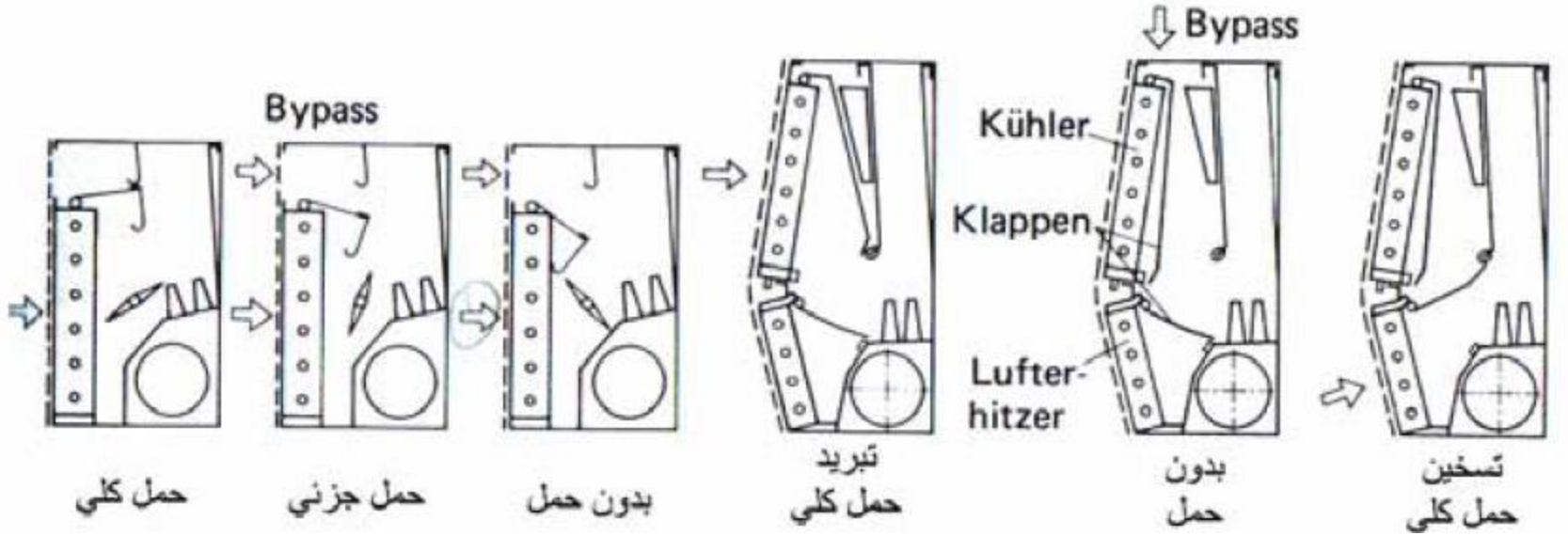
مكونات وحدة حث تستخدم للتبريد والتسخين والتهوية

وظيفة الهواء الأولي:

١- تزويد الغرفة بالهواء اللازم للتهوية.
٢- التغلب على الأحمال المتسربة للغرفة.
٣- الحصول على إزالة الرطوبة للتغلب على الأحمال الكامنة للغرف.
٤- إعطاء القوة اللازمة لحث ودفع الهواء للغرفة.

١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

رسم تخطيطي لنظام وحدات الحث، نظام ثنائي وآخر رباعي الأنبوب

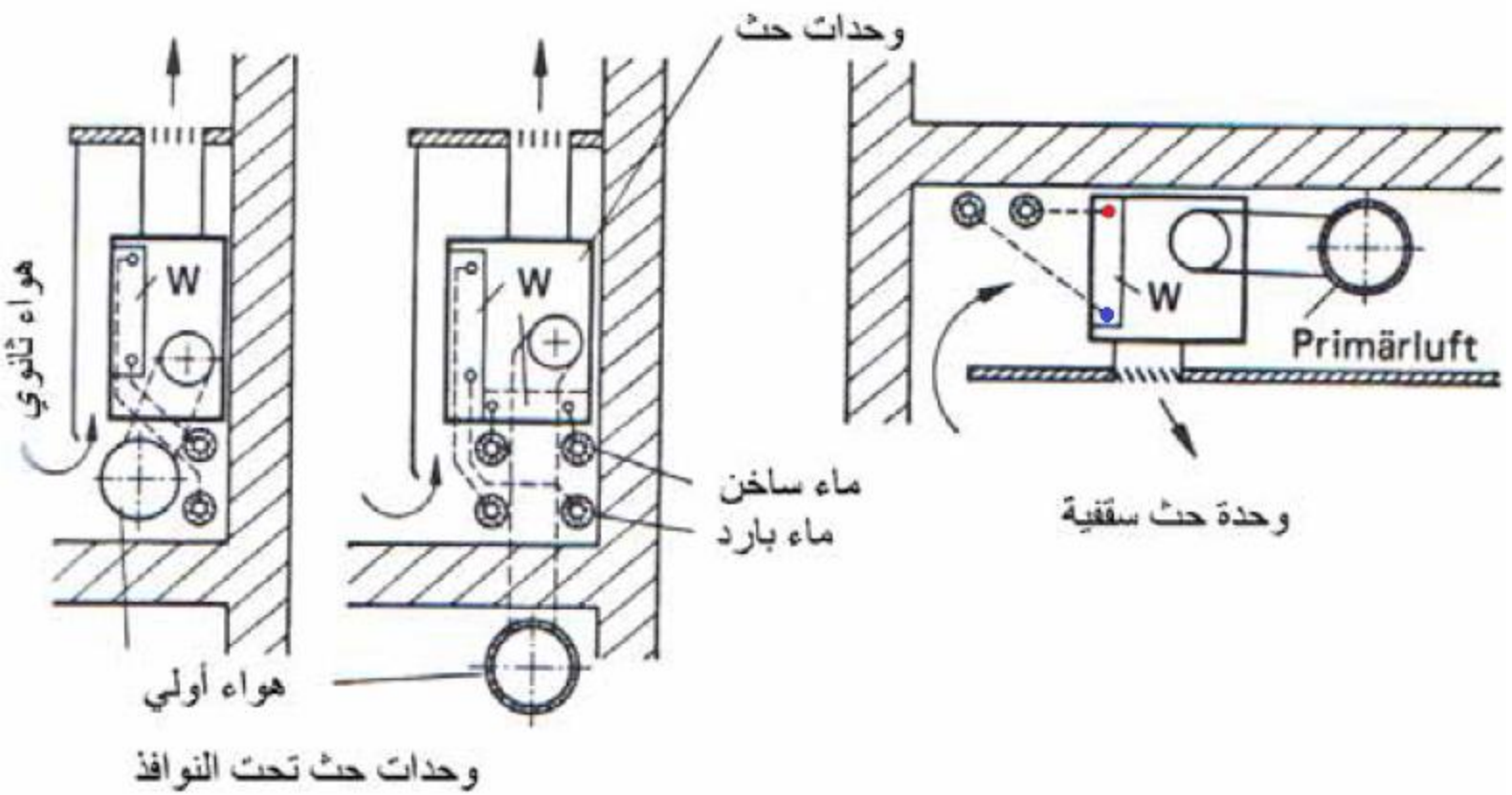


وحدات الحث، نظام رباعي الأنبوب

وحدات الحث، نظام ثنائي الأنبوب

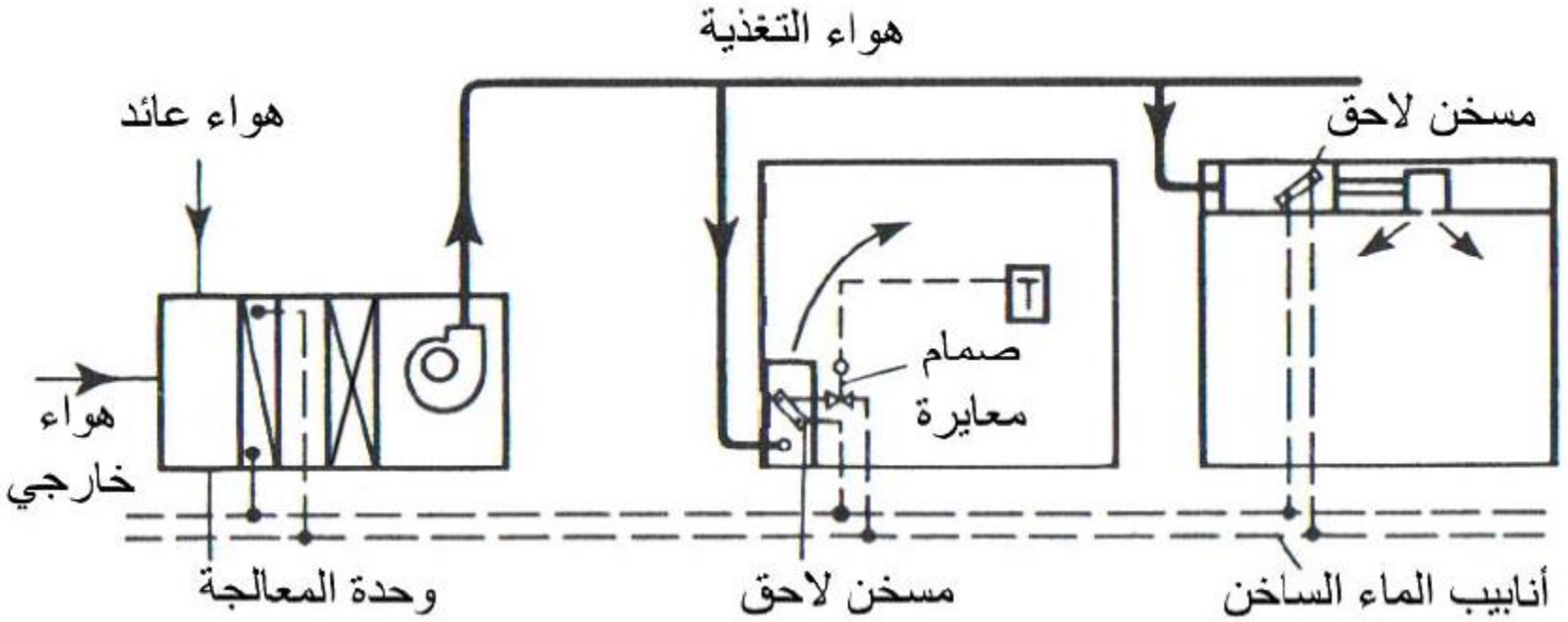
١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

تركيب وحدات الحث، تحت النوافذ وتحت السقف



١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

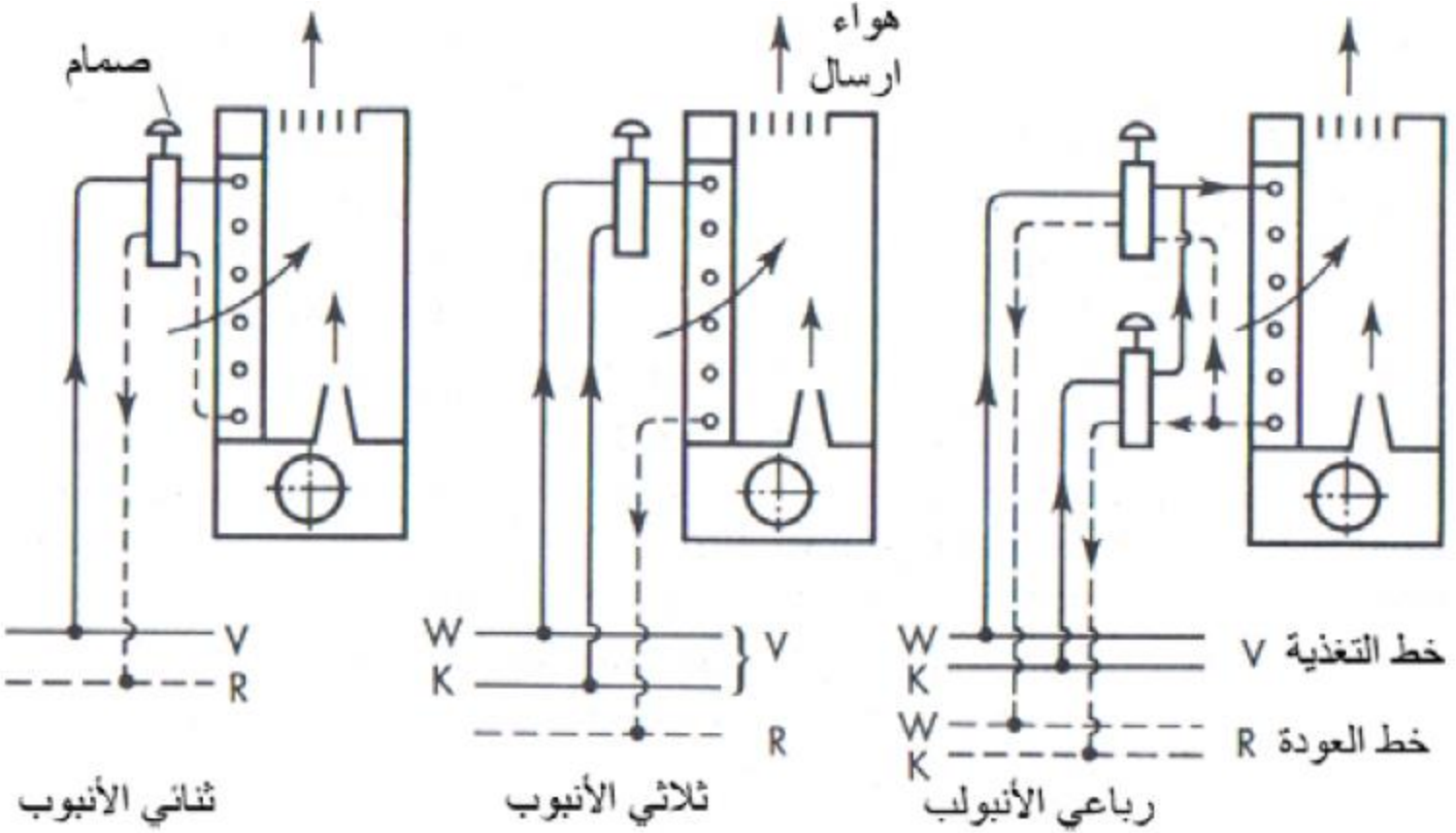
تركيب وحدات الحث، تحت النوافذ وتحت السقف



تسمح ه ذه الأنظمة بالتحكم الجيد بدرجة الحرارة ولا تتطلب تقسيم البناء إلى مناطق مختلفة.
هذه الأنظمة مناسبة بشكل خاص للاستخدام في المستشفيات والمخابر الطبية حيث لا وجود للسطوح الباردة التي قد تؤدي إلى حدوث التكاثف وتراكم الغبار و نمو البكتريا زيادة في تكاليف التشغيل من ٣٠إلى ٦٠% مقارنة مع أنظمة الهواء ذات التدفق المتغير أو أنظمة وحدات الحث (الفقرة التالية).

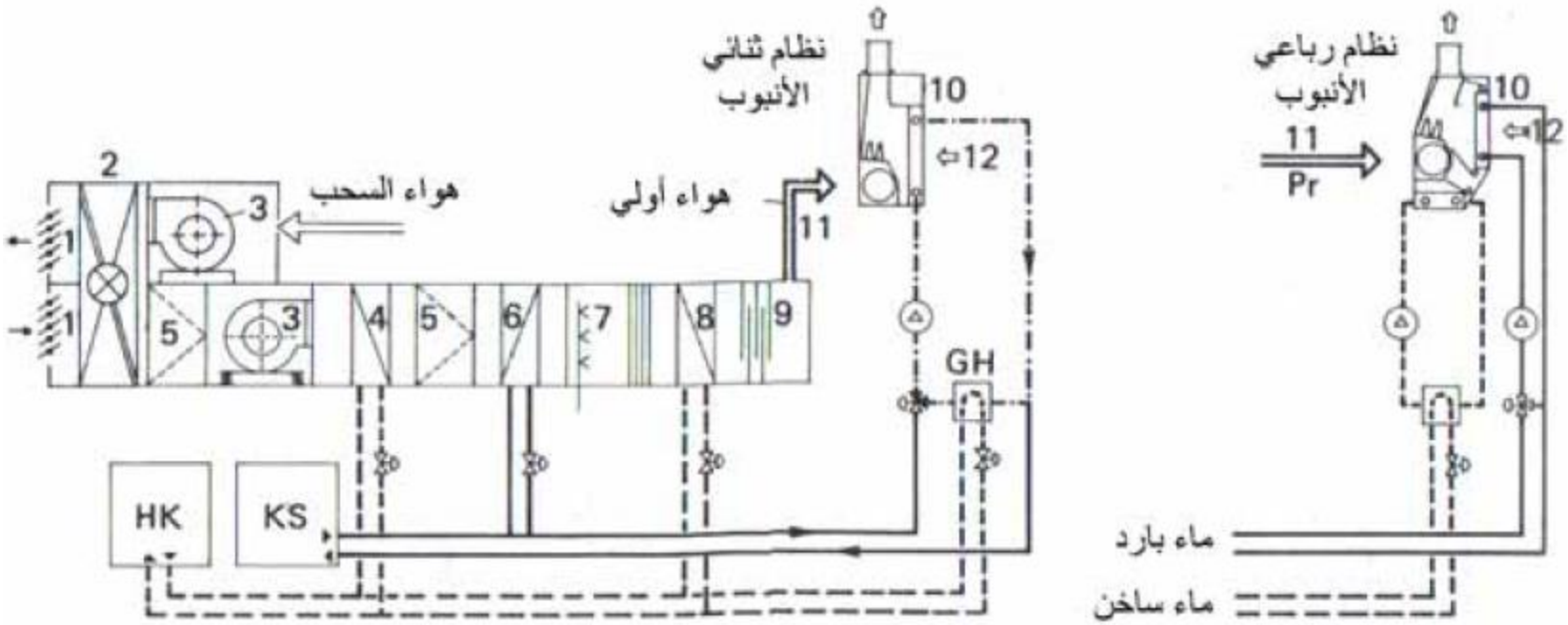
١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

طرق توصيل وحدات الحث مع خطوط الماء الساخن والبارد



١- وحدة الحث الهوائي المائي (induction unit system):

رسم تخطيطي لنظام وحدات الحث، نظام ثنائي وآخر رباعي الأنبوب

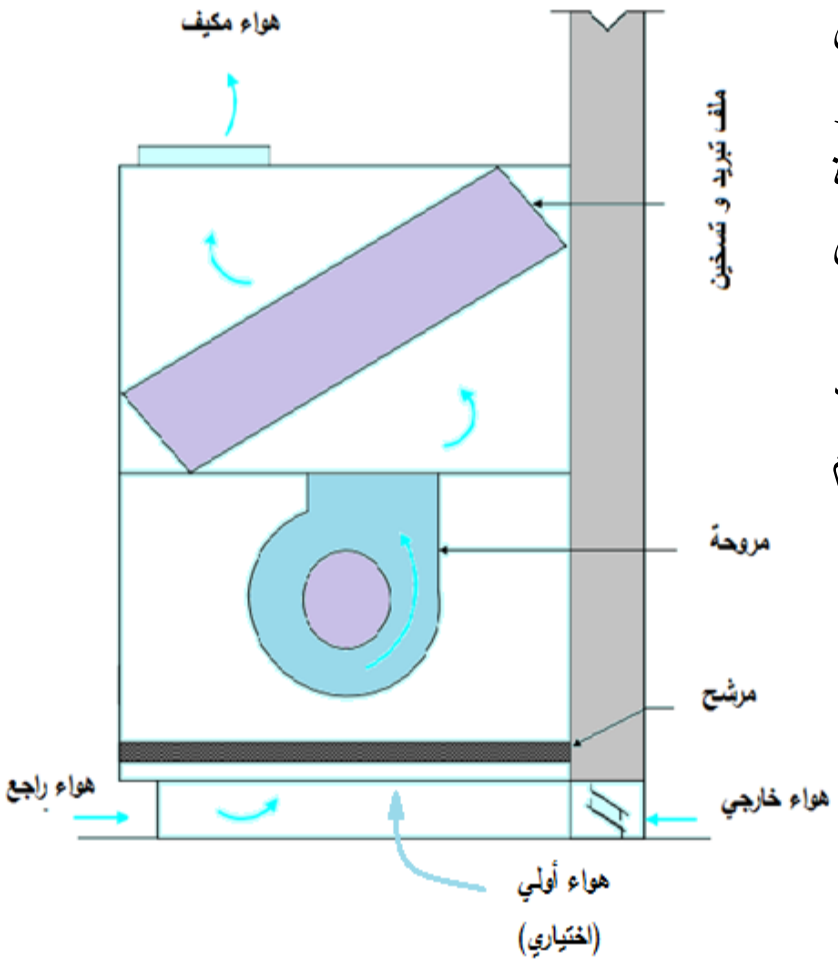


1- شفرات عيار-خانق
2- مبال استعادة الطاقة
3- مروحة
4- مسخن اولي
5- فلتر
6- مبرد
7- مرطب هواء
8- مسخن لاحق
9- مخمد ضجيج
10- وحدة حث
11- مجرى الهواء الأولي
12- الهواء الثانوي
GH- مبادل تسخين بجريان متعاكس
HK- مرجل
KS- وحدة تبريد الماء

٢- نظام وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي Primary air fan – coil system

يوضح الشكل التالي نظام وحدة ملف ومروحة مع هواء أولي وهي تشبه نظام وحدة الحث (الفارق هو استبدال وحدة الحث بوحدة ملف –مروحة) ، وهي أكثر التطبيقات التي تناسب هذا النظام هي المباني متعددة الغرف كالفنادق والمستشفيات والشقق حيث يمكن تحويل الوحدات لتعمل في الشتاء.

يمتاز هذا النظام على نظام وحدة الحث بأدائه الجيد وهدوء التشغيل ولكن نسبة التكلفة المبدئية العالية للنظام فإن اختيار نظام وحدة الحث يصبح ذات ميزة .



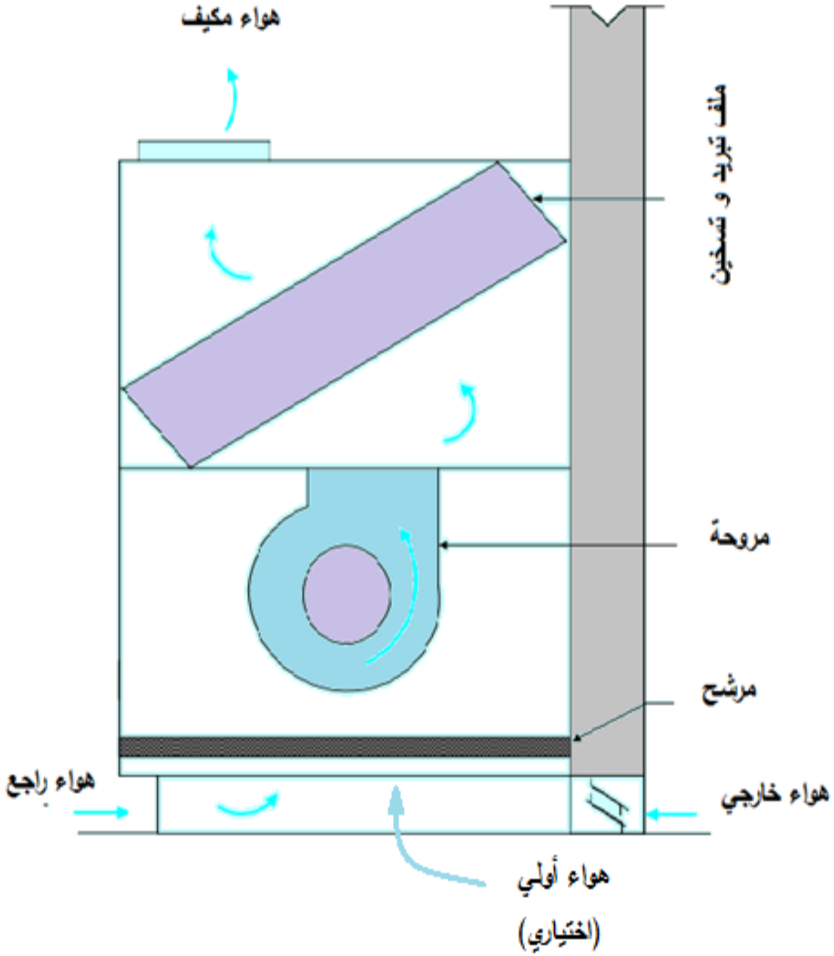
مكونات وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي

المكونات الأساسية لوحدة ملف – مروحة هي:

١- مدخل الهواء الراجع من الغرفة .
٢- مدخل الهواء الأولي (اختياري).
٣- مرشح (فلتر).
٤- مروحة
٥- ملفي التبريد والتسخين.
٦- مخرج الهواء

٢- مزايا نظام وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي

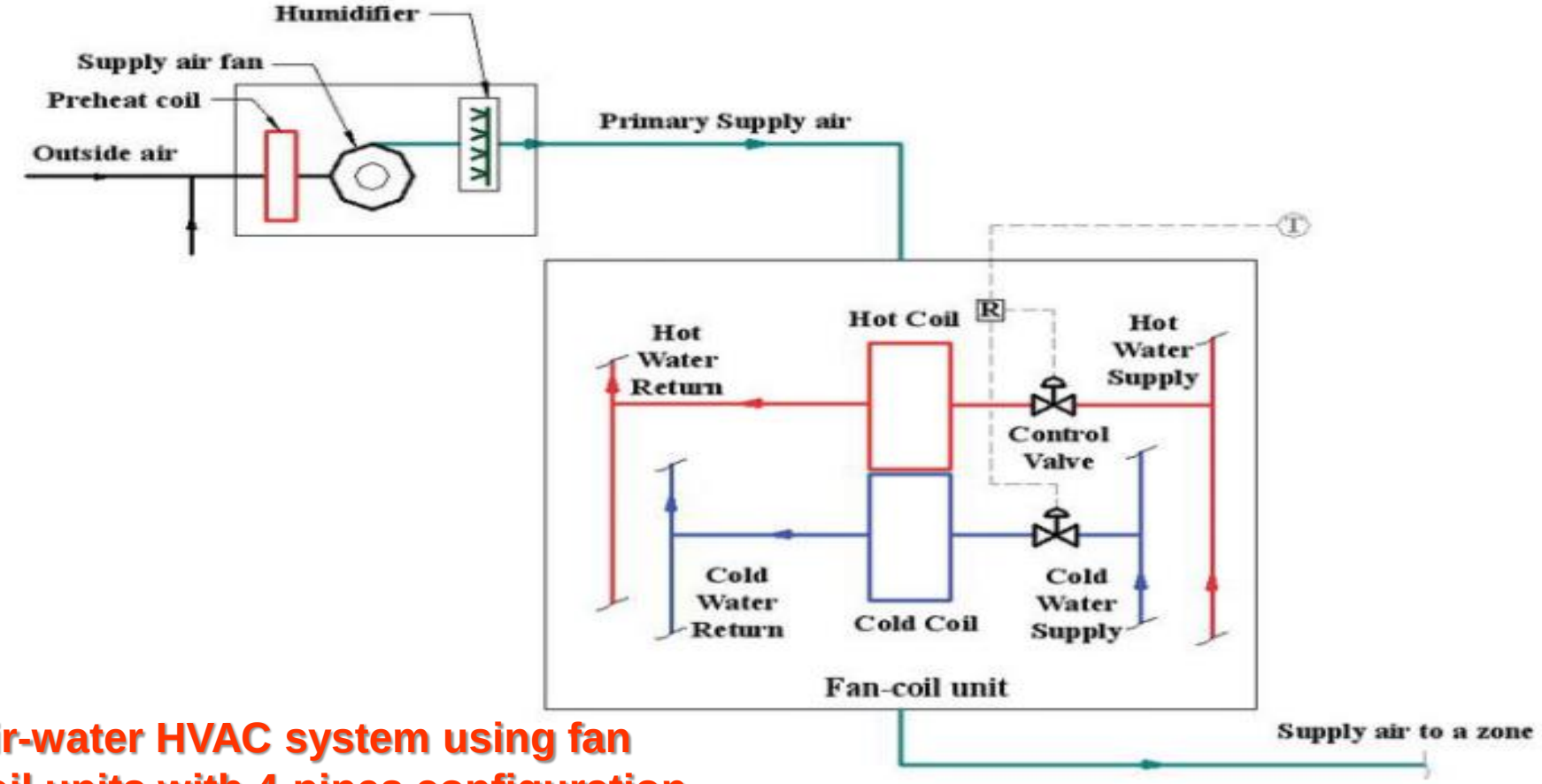
١. التدفئة والتبريد في آن واحد .
٢. يوفر النظام احتياجات المبنى من التدفئة والتبريد صيفا وشتاءا .
٣. التحكم المنفصل لدرجة الحرارة في كل غرفة .
٤. توفير هواء التهوية في كل الأوقات .
٥. توفير توزيع الهواء من أسفل النوافذ خصوصا في الأماكن الباردة شتاءا.



مكونات وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي

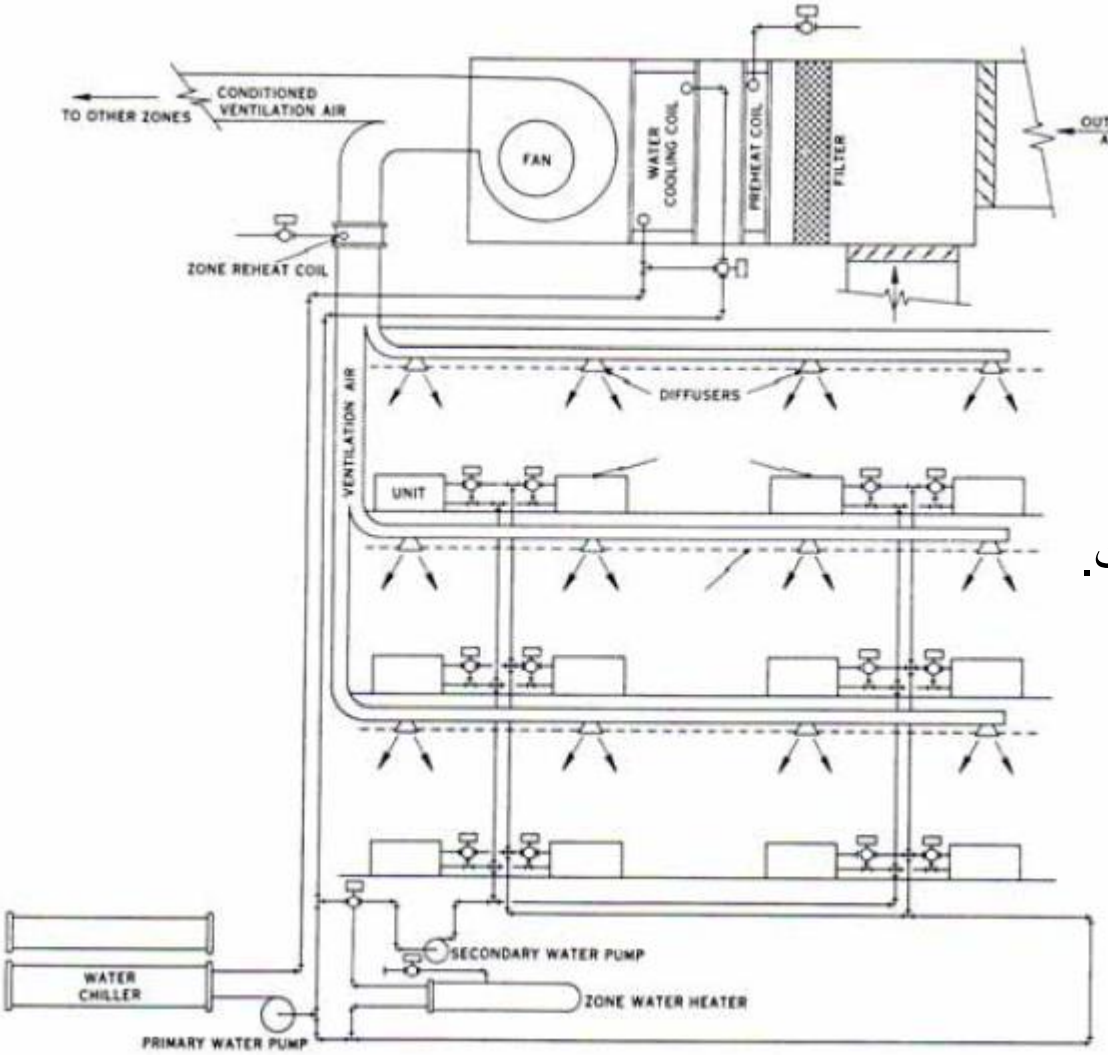
الأنواع الرئيسية لنظام وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي

نظام التكييف الهوائي - المائي باستخدام وحدات ملف المروحة المؤلفة من ٤ أنابيب.



Air-water HVAC system using fan coil units with 4-pipes configuration.

الأنواع الرئيسية لنظام وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي



نظام ملف - مروحة ثنائي الأنبوب مع هواء أولي عن طريق فتحات سقفية

من مزايا هذه الأنظمة نذكر:

- ✓ التدفئة والتبريد بآن واحد
- ✓ التحكم المستقل بدرجات الحرارة في كل غرفة.
- ✓ توفير هواء التهوية في جميع الأوقات.
- ✓ زمن تسخين أو تبريد قصير

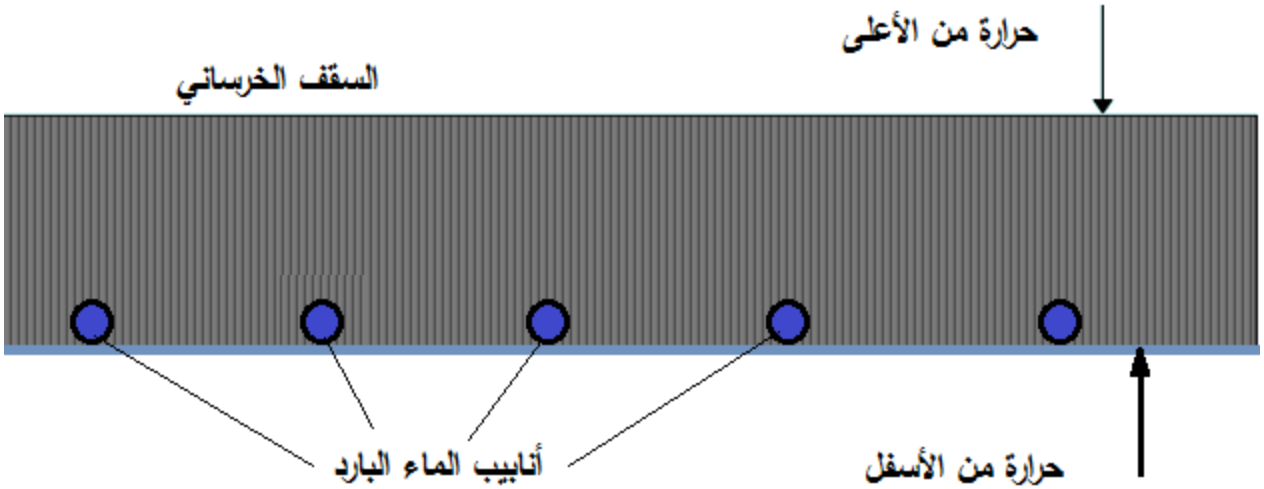
من مساوئ هذا النظام :

زيادة تكاليف الصيانة بسبب وجود المراوح والمحركات إضافة إلى الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيلها.

٣- نظام الأسقف المبردة chilled ceilings :

في هذا النظام يتم تبريد الأسقف بواسطة طريقتين:

الطريقة الأولى: تستخدم فيها أنابيب في شكل ملفات يتم دفنها داخل خراسانة السقف أثناء التشييد وتغطى من الأسفل عن طريق اللياسة أو غيرها .تكلفتها الابتدائية عالية وتستخدم مع سعات التبريد العالية وتكون المسافات بين الأنابيب متقاربة.

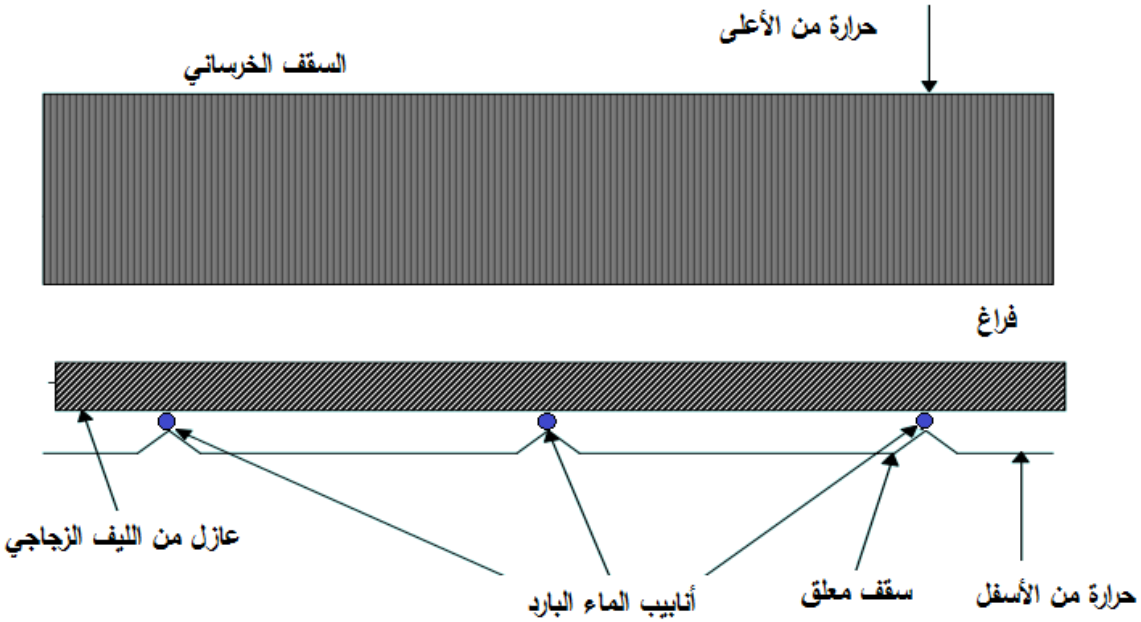


مكونات نظام سقف مبرد—الطريقة الأولى

٣- نظام الأسقف المبردة chilled ceilings :

الطريقة الثانية: يتم فيها تعليق الأنابيب بواسطة قضبان قصيرة ومثبت فوقها عازل للسقف كما هو موضح في الشكل التالي.

يوجد عادة مع نظام الأسقف المبردة مصدر إضافي لتزويد الغرفة بالهواء المكيف لتغطية حمل التهوية وذلك بواسطة مجاري هواء وغريلات جدارية أو نواشر سقفية ربما لا تناسب هذا النظام نسبة لأن ارتفاع السقف يكون قصيرا بحيث لا يسمح بتركيب الجاري بالإضافة إلى أن النواشر سوف تكون قريبة من الأرضية مما يتسبب في حدوث ضوضاء داخل الغرفة.



مكونات نظام سقف مبرد—الطريقة الثانية

٣- نظام الأسقف المبردة chilled ceilings :

مزايا النظام

١. اقتصادي التشغيل .
٢. لا يشغل حيزا من أرضية الغرفة .
٣. لا يحتاج الى أعمال وصلات وتركيبات كالتي تحتاجها الوحدات الطرفية .
٤. هادئ التشغيل لوجود عازل في السقف .

عيوب النظام

١. تكلفته الابتدائية عالية .
٢. وجود الأنابيب يشغل حيزا أسفل السقف مما يعيق عملية إعادة تفصيل وتقسيم المبنى .
٣. ضرورة تركيب أسقف مستعارة تحت مجاري الهواء مع مصادر إضاءة مخفية .

نتيجة للأسباب المذكورة أعلاه نجد أن هذا النظام نادر الاستخدام .

أماكن تركيب الوحدات الهوائية Location of air terminal units

تصنف الوحدات الطرفية الهوائية:

١- وحدات طرفية بمصدري هواء منفصلين separate air terminal units

مثال: وحدة الملف – مروحة مع هواء أولي.

الهواء الأولي primary air: يتم تزويد مصدر الهواء الأولي بمخرج هواء تحت ضغط عال، ويتطلب ذلك خوانق موازنة وبطانة خامدة للصوت وجهاز تخفيض للضغط ، ويتم توزيه من أسفل النوافذ أو من جانب الجدار.

• الهواء الثانوي secondary air: هذه الوحدة (ملف – مروحة) توزع الهواء من السقف أو أسفل النوافذ ويجب أن تتحكم في كمية الهواء المكيف الداخل للغرفة وتعمل على انسياب الهواء بصورة منتظمة وهادئة ويجب أيضا أن تزود بخامد للصوت وجهاز تحكم في كمية الهواء.

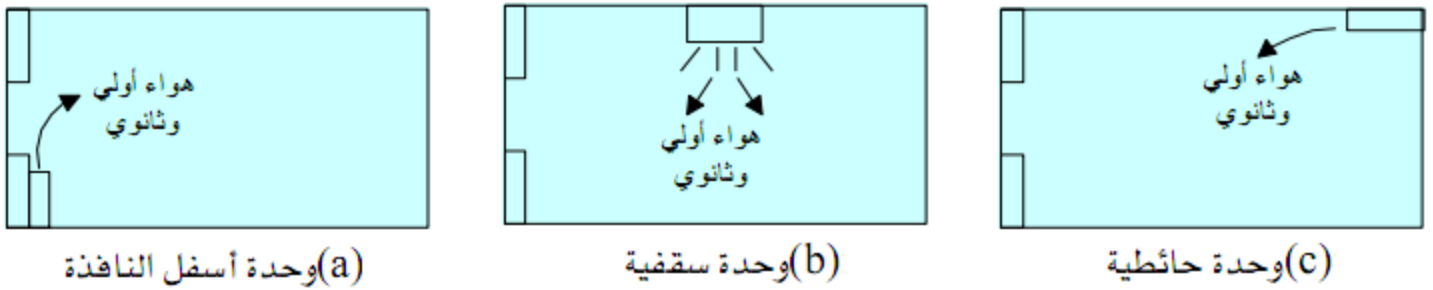
٢- وحدات طرفية بهواء ممزوج air mixing terminal units:

مثال: وحدة الحث & وحدة ملف – مروحة مع هواء أولي & وحدة ملف مروحة مع هواء خارجي)، في هذه الوحدات يتم مزج الهواء الأولي والهواء الثانوي قبل دخوله للغرفة. حيز الهواء الثانوي يزود عادة بخوانق تحكم control dampers بينما يزود مجرى الهواء الأولي بخوانق موازنة balancing dampers. وصندوق المزج يتم عزله بمادة خامدة للصوت والهواء يتم تصريفه خلال فتحة تصريف واحدة. يتم تركيب هذه الوحدات عادة في الأسقف والجوانب أو أسفل النوافذ.

أماكن تركيب الوحدات الهوائية Location of air terminal units

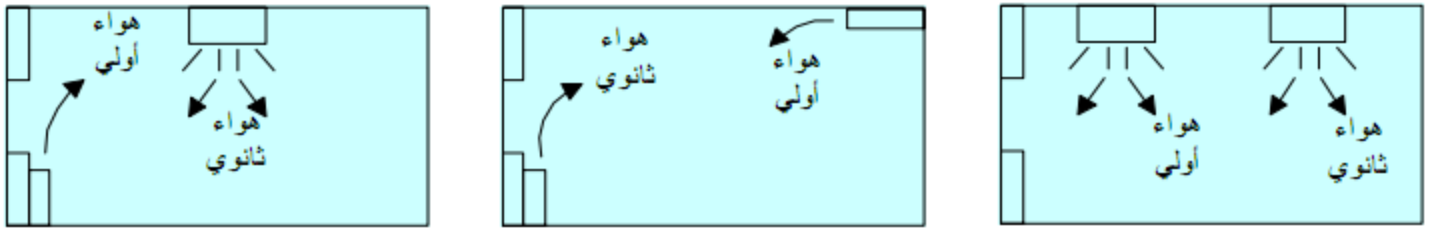
الشكل التالي يوضح أماكن تركيب الوحدات الطرفية الهوائية في أماكن مختلفة في الغرفة

أماكن تركيب الوحدات الطرفية الهوائية



(a)وحدة أسفل النافذة (b)وحدة سقفية (c)وحدة حائطية

وحدات هواء بمصدري هواء منفصلين



(d)وحدتان منفصلتان ، أسفل النافذة وسقفية

(e)وحدتان منفصلتان ، أسفل النافذة وحائطية

(f)وحدتان منفصلتان سقفيتان

وحدات هواء يهواء مخلوط

أنظمة التكييف المركزي

تطبيقات أنظمة التكييف المركزي
Applications of central A/C systems

Applications of central A/C systems

ملاحظات:

١- من المهم اختيار نظام تكييف له سعة تبريد يمكن التحكم فيها لتغطي أي تغيرات متوقعة للأحمال في حدود التصميم.

٢- تعتبر طبيعة الأحمال من العوامل الهامة في اختيار نظام التكييف فمثلا المسجد النبوي الشريف حيث الأعداد الكبيرة من المصلين نجد أن نظام الهواء الكلي هو الأنسب لأنه يوفر كميات كبيرة من الهواء النقي بعكس نظام الهواء – ماء.

٣- يؤثر حجم التطبيق في اختيار نظام التكييف فمثلا الأحمال الصغيرة يمكن التعامل معها بتكلفة قليلة باستخدام أنظمة التمدد المباشر والهواء الكلي أكثر من نظام مثلجات الماء مع أنظمة الهواء – ماء.

٤- عند اختيار أي نظام من الضروري أن يتم اختيار مكونات متوافقة مع بعضها البعض:

- اختيار أجهزة تحكم معقدة وباهظة الثمن مع نظام تبريد تجاري متخلف.
- اختيار أجهزة مكلفة وجهاز تحكم متطور لنظام تكييف هواء تجاري غير اقتصادي ، لأنه يمكن الحصول على نفس الأداء بأجهزة أقل جودة وارخص سعرا.

٥- يجب أن تتم حسابات التصميم واختيار الأجهزة واستلامها من قبل أهل الاختصاص والكفاءة والخبرة.، حتى يتسنى للنظام العمل بالصورة المطلوبة.

1- المستشفيات (Hospitals)

يتم تصميم أنظمة التكييف في المستشفيات على أساس:

- **تواجد المرضى باستمرار ٢٤ ساعة.**
- **عمل أنظمة التكييف على مدار العام.**
- **توزيع الهواء على جميع الغرف ، في حين أن الممرات وغرف الممرضات وأقسام الخدمات يجب أن يتم تزويدها بمصدر هواء تغذية منفصل .**
- **كل غرفة يجب أن يوجد بها مروحة شفط لخلق ضغط سالب لتفادي تبادل الهواء**

ولتحقيق الأهداف السالفة الذكر لا بد:

١. يجب التعامل مع الادارات والأقسام المختلفة بأنظمة مختلفة .
٢. يجب عمل موازنة بين كميات هواء التغذية وهواء العادم للحصول على ضغط موجب أو ضغط سالب في أماكن معينة حسب الحاجة للحد من من انبعاث الميكروبات والروائح .
٣. استخدام مرشحات هواء ذات كفاءة عالية (HEPA) لتنقية الهواء من و التخلص من البكتريا .
٤. يجب تزويد الأماكن بالهواء النقي الكافي لتخفيف الروائح لمستويات منخفضة .
٥. عدم استخدام غسالات الهواء والرشاشات، لأنها بؤر لانتشار الميكروبات، وفي حال الضرورة لعمليات الترطيب استخدام البخار الجاف المعقم في مجاري الهواء .

٦- النظام الأمثل للمستشفيات عامة هو نظام الهواء الكلي .

٧- يستخدم نظام الهواء – ماء في أماكن المرضى .

٨- يعتبر نظام الهواء ذو الحجم المتغير (VAV) مفضلا في المستشفيات لأنه يمتاز :

١- المقدرة على العمل عند السعات المنخفضة .

٢- المستويات المنخفضة من الضوضاء .

٣- الترشيد في استهلاك الطاقة خصوصا في الليل.

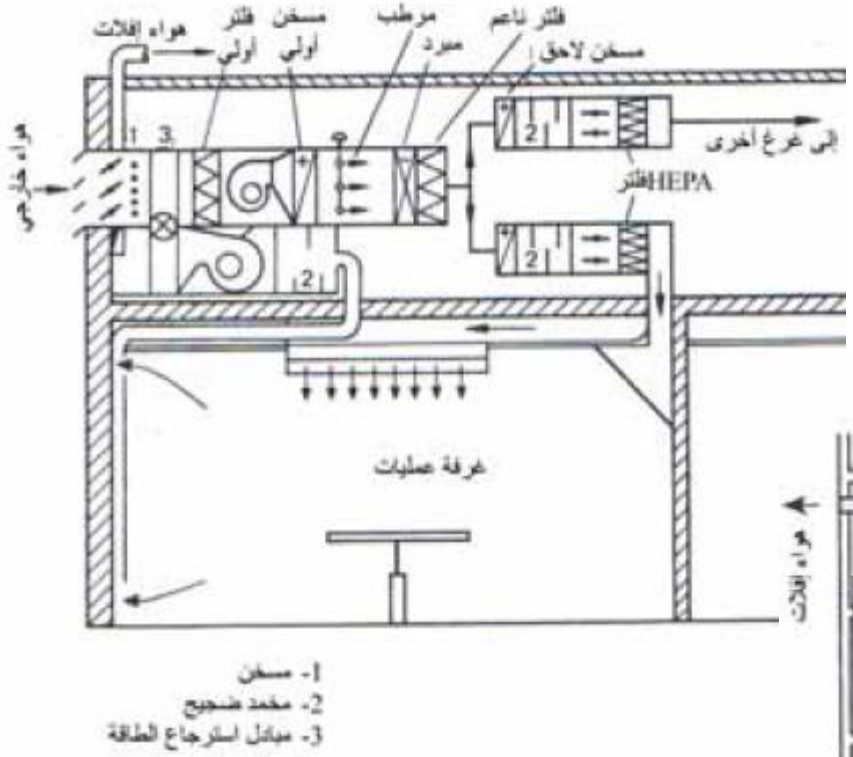
٩- يجب أن يتضمن التصميم إدخال أنظمة تحكم متطورة (DDC) مع نظام إدارة المباني (BMS) للتوفير والترشيد وتقليل تكاليف الصيانة .

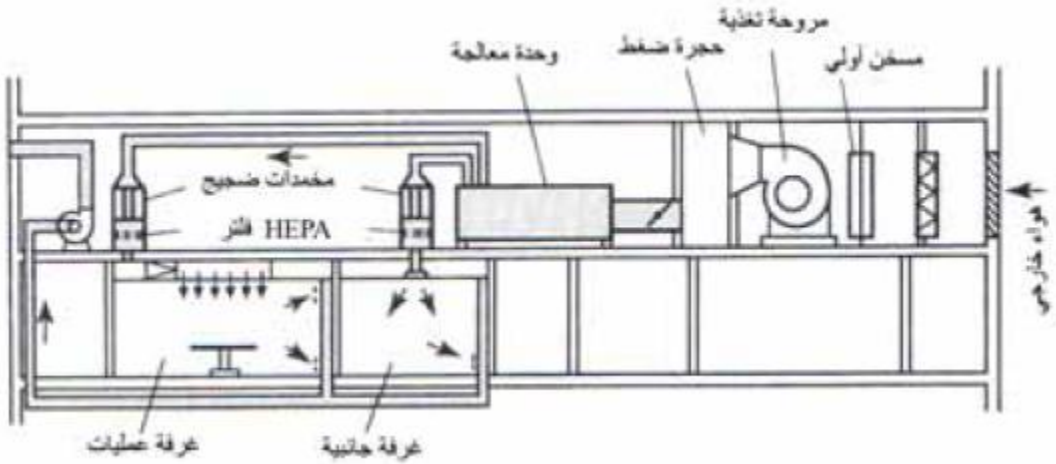
١٠- بما أن المستشفيات تعمل ٢٤ ساعة ، فإنه يلزم الحاجة إلى أجهزة احتياطية : كا تشيلرات الماء ووحدات مناولة الهواء AHU والمضخات والمراجل وكذلك يلزم توفير مولد كهربائي احتياطي يخدم الأماكن الهامة على الأقل كغرف العمليات والطوارئ وغرف العناية المشددة .

١١- تستخدم لغرف العمليات ثلاثة مرشحات على الشكل التالي:

- ✓ مرشح عادي بالقرب من مدخل الهواء الخارجي لحماية تجهيزات وحدة المعالجة.
- ✓ مرشح ناعم عند بداية مجاري الهواء .
- ✓ مرشح من النوع – HEPA قبل الدخول مباشرة إلى غرفة العمليات.

أمثلة على نظام التكييف لغرف العمليات





٢- الفنادق (Hotels):

١. تكييف الغرف للنزلاء :

١- تصمم الغرف دائما لتسع شخصين بسرير واحد أو بسريين ، الحمل المحسوس يكون بحدود (60-80 W/m2) أو (1500 W/bed) ،حمولة تلفاز (400W) ، الهواء النقي (25L/s) بإفتراض أن هذه الكمية يتم طردها من دورات المياه بواسطة مراوح شفط .

٢- ففي الفنادق ٣ نجوم إن مكيفات الشباك تعطي أداءا مقبولا إذا تم استبعاد الضجيج .

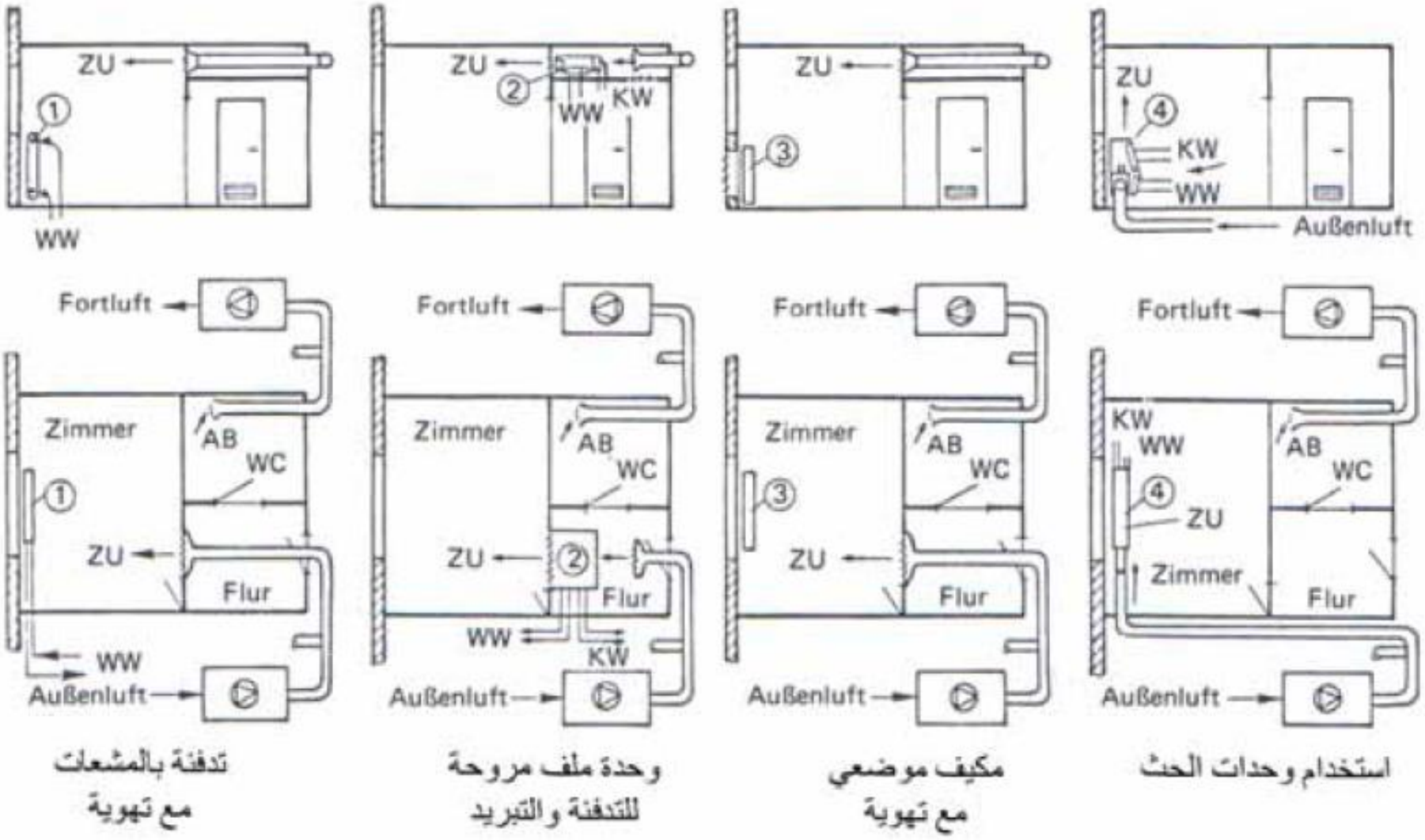
٣- يستخدم نظام الماء الكلي بوحدات (ملف – مروحة) في الفنادق ٥ نجوم .

٤- النظام الأمثل لتكييف الغرف في الفنادق هو نظام الملف مروحة ذو الأربعة أنابيب مع هواء إضافي، سرعة منخفضة لهواء نقي يتم تبريده وإزالة رطوبته ومن ثم توزيعه خلال مجرى الهواء الى وحدات الملف مروحة وطرده لاحقا من خلال دورات المياه .

٥- تختار وحدات الفانكويل بحيث تعمل على ثلاث سرعات و يدويا، وبأن تعطي مستوى للصوت NC=30db عند السرعة المنخفضة وتغطي أكبر حمل حراري للغرف

٢. تكييف القاعات العامة : استقبال ، قاعات الطعام ، صالات .....الخ .

طرق مختلفة لتكييف غرف الفنادق



3- الأسواق المركزية (Supermarkets):

١. أعداد الزوار يقترح $3m^2$ لكل شخص ، الحرارة المنبعثة من الشخص (100W) محسوسة (80W) كامنة .

٢. الإضاءة الشديدة ، ($45-80\ W/m^2$).

٣. ثلاجات العرض المفتوحة، مكثف داخلي أو خارجي .

٤. تبلغ أحمال التبريد في الأسواق المركزية ($90-200W/m^2$) من المساحة الكلية وتعتمد على الاضاءة والثلاجات .

٥. نظام الهواء الكلي ثابت الحجم مع إعادة تسخين وخوانق لضبط نسب الهواء النقي والهواء الراجع حسب ظروف الهواء الخارجي مع التشغيل الاقتصادي لمحطة التبريد هو الوضع المثالي الذي يناسب الأسواق المركزية .

٦. يلزم استخدام مجاري هواء ذات سرعات منخفضة للتعامل مع الهواء المتسرب من الثلاجات ، بلإضافة الى وضع نواشر سقفية أوغريلات جدارية.

٧. يجب تغذية 50% من إجمالي هواء التغذية في الثلث الأمامي من مساحة المبيعات ، لأن أغلب الحمل الحراري يكون عند المداخل .

٨. يجب تزويد المداخل بسخانات في الشتاء للحد من تأثير تسرب الهواء البارد الى الداخل .

Design Steps

ملخص خطوات التصميم لأي مشروع HVAC

١- حساب حمل التكييف cooling load لكل فراغ يراد تكييفه space بالمشروع .

٢- تحديد نوع النظام المناسب للمشروع : DX & Chilled water.

٣- حساب الحمل الحراري الكلي للمشروع لمعرفة سعة التشيلر المطلوب مع الأخذ في الاعتبار: Diversity Factor .

Diversity Factor=0.8 – 0.9 Total load

٤- اختيار التشيلر المناسب select the chillerعلى حسب الحمل من الكتلوكات .

٥- تحديد المناور أو الدكتات الاسمنتية بالمشروع ليكون فيها الأنابيب select the riser possition.

٦- توصيل الوحدات FCU بـ main branches ثم إلى المناور riser.

٧- تحديد قياس sizing شبكة الأنابيب .

٨- Start To Connect Pumps & Expansion Tank & Chiller And Cooling Towers

٩- عدد المضخات : No of pumps = No of chillers +1

١٠- في حال سعة التشيلر 500T.R يفضل تركيب تشيلرين سعة كل واحد منهما 250T.R وآخر standby سعة 250[T.R]

١١- في الأماكن المهمة مثل المستشفيات يكون 100% standby chiller

١٢- عدد أبراج التبريد: No of cooling towers = No of chillers

No of cooling tower pumps = No of cooling towers +1

١٣- التدفق الكلي لمضخة التشيلر:

Total flow rate of chiller pump[gpm] = 2,4 × Total capacity of chiller[T.R]

١٤- التدفق الكلي لمضخة برج التبريد:

Total flow rate of cooling tower pump[gpm] = 3 × Total capacity of chiller[T.R]

مراحل تركيب نظام التكييف المركزي

١- مرحلة التصميم :

حساب الأحمال الحرارية للمشروع وتحديد حجم الأماكن المطلوبة للمبني، تصميم مجاري الهواء ومطابقتها مع المخططات الأخرى كمخططات المدني والكهرباء لضمان عدم تعارض هذه المخططات وحتى يتم إنجاز المشروع في احسن صورة.

٢- مرحلة التنفيذ :

١- مرحلة اعتماد المواد :

معرفة مواصفات المواد المستخدمة في التركيبات قبل الاتفاق مع أي شركة لتنفيذ التركيبات لان أسعار هذه الشركات تعتمد علي جودة هذه المواد .

آ- **العوازل:** العازل الداخلي يستخدم لتغطية الدكت في الأماكن غير المكيفة وغير المعرضة للشمس بسماكة ١ أنش وبكثافة ٢٤ كغ . ويكون العازل الخارجي المستخدم في تغطية المناطق المعرضة للشمس بسماكة ٢ أنش وبكثافة ٤٨ كغ . ويكون عازل الصوت المستخدم في داخل الدكت بسماكة ١ أنش وبكثافة ٢٤ كغ ويمتد من ماكينة التكييف إلى داخل المبني بمسافة ٣ الى ٦ متر.

مراحل تركيب نظام التكييف المركزي

ب - مجاري الهواء (Duct) :

تستخدم في صناعة مجاري الهواء مواد كثيرة ولكن افضل نوع هو النيبون استيل الياباني.

ج - موزعات الهواء (Grill Diffusers):

ما يجب الحرص عليه في موزعات الهواء هو وجود الدنابر وهو مفتاح للتحكم في كمية الهواء.

هـ - التأكد من جودة نوعية صناديق الخشب المستخدمة في بفتحات مجاري الهواء كما هي مصممة بالمخطط.

و - التأكد من نوعية القماش المستخدم بين الماكينة والدكت الداخل للمبني حيث يتم وضع هذا لقماش ليقلل من انتقال الاهتزازات بين الماكينة والدكت.

٢- مرحلة التركيبات:

١- تثبيت صناديق الإطارات الخشبية بعد دهنها بمادة عازلة للرطوبة في الأماكن المحددة بالمخططات.

٢- يتم تعليق القطع المصنعة لمجاري الهواء علي حمالات مصنوعة من زوايا حديدية مدهونة بمادة مانعة للصدأ .

٣- الربط بين مجاري الهواء عن طريق رابط وتسمي هذه الطريقة بعملية الجمع.

٤- احكام قطع الصاج مع بعضها بوضع معجون حديد علي اماكن الربط بين العلب.

٥- وضع العازل الحراري حول مجاري الهواء وتثبيته بمادة لاصقه .

٦- عند تركيب السقف المستعار تترك أماكن لمداخل ومخارج الهواء بالسقف وبعد ذلك يتم تركيب مداخل ومخارج الهواء بالأماكن التي تم تركها بالسقف وتثبت فتحات مداخل ومخارج الهواء لمجاري الصاج. وبالنسبة للاماكن التي لا يوجد بها سقف زائف يتم تركيب مداخل ومخارج الهواء علي الحوائط عن طريق تثبيتها بالإطارات الخشبية المخصصة لهذا الغرض.

٧- بعد الانتهاء من أعمال العزل لمجاري الهواء الخارجة من المبني والمتصلة بماكينة التكييف يتم تغطيتها للحماية. وهناك طريقتين : التغطية بواسطة الأسمنت والتغطية بواسطة ألواح الألمنيوم.

٨- عند وضع الماكينات علي القواعد علي الأسطح يتم وضع عازل بين ماكينة التكييف والقاعدة المحمولة عليها لمنع انتقال الاهتزازات إلى الأرضيات المتصل بالقاعدة .

٩- تركيب مرشح الهواء النفي (FILTER) في مجاري الهواء أو في الماكينة.

١٠- يتم في بعض مجاري الهواء تركيب السخان الكهربائي للهواء (DUCT HEATERS) داخل مجاري الهواء علي السطح للتدفئة في فصل الشتاء.

١١- يجب أن يتم توصيل الكهرباء وتصريف الماء الداخلة إلى ماكينة التكييف بوصلات خاصة تكون علي شكل بايب مرن لكي يمتص الاهتزازات الصادرة مع الماكينة.

١٢- عند الانتهاء من جميع أعمال تركيب التكييف يتم تركيب مفتاح تشغل التكييف (THERMOSTAT) إن الموضع الصحيح لمنظم الحرارة الذي يزيد من فاعلية التكييف هو أن يكون بعيداً عن مخارج الهواء وقريبا من فتحات الراجع (Return Air Diffuser) ويراعي ضبط التكييف علي الدرجة المطلوبة ويكون عند ابعد مدخل هواء من الماكينة أن أمكن وان يكون ارتفاعها ١٥٠ سم عن الأرض (مكان النظر).

الإجابة على الاختبار الذاتي

س١- اذكر أنواع أنظمة تكييف الهواء الكلي؟

١- أنظمة تقليدية (Conventional system) و تشمل النظم التالية (حسب طريقة التحكم بدرجة حرارة الغرفة):

- نظام ثابت الحجم متغير درجة الحرارة.
- نظام متغير الحجم وثابت درجة الحرارة.

٢- نظام إعادة التسخين ، Reheat system.

٣- نظام الهواء الكلي الحثي ذو الحجم الثابت ، Constant volume induction system .

٤- نظام الوحدة المتعددة المناطق ، Multi-zone unite system.

٥- نظام المجرى الثنائي ، Dual duct system.

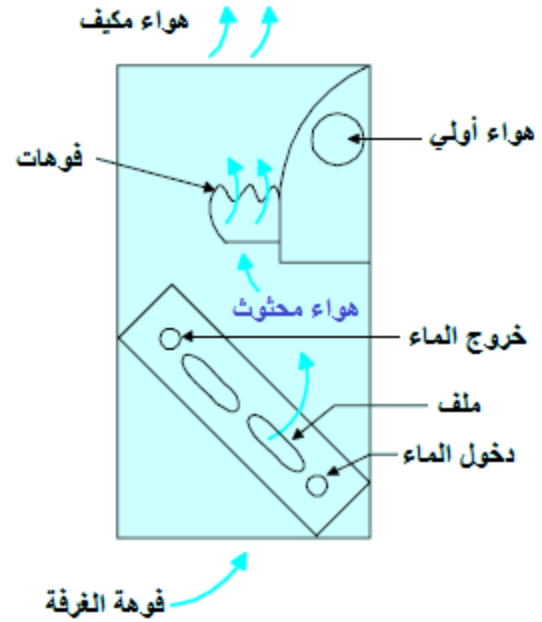
٦- نظام حجم الهواء المتغير وثبات درجة الحرارة ، Variable air volume system (VAV)

س٢- ارسم وحدة الحث ومع أي نظام يتم استخدامها؟

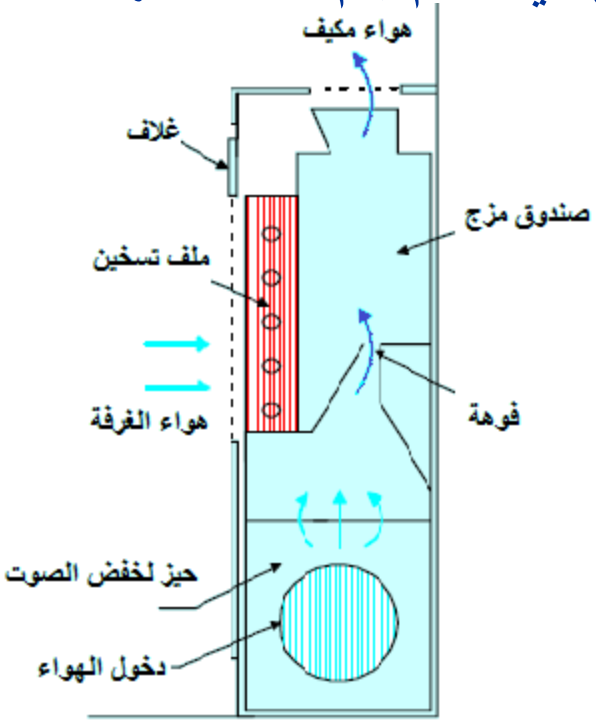
تستخدم وحدة الحث مع الأنظمة التالية:

١- نظام الهواء – الماء (تكييف كامل) **٢- نظام الهواء الكلي ذو حجم ثابت (جهاز تسخين وتهوية فقط)**

س٢- ارسم وحدة الحث ومع أي نظام يتم استخدامها؟



وحدة حث تستخدم للتبريد والتسخين والتهوية



وحدة حث تستخدم للتسحين والتهوية فقط

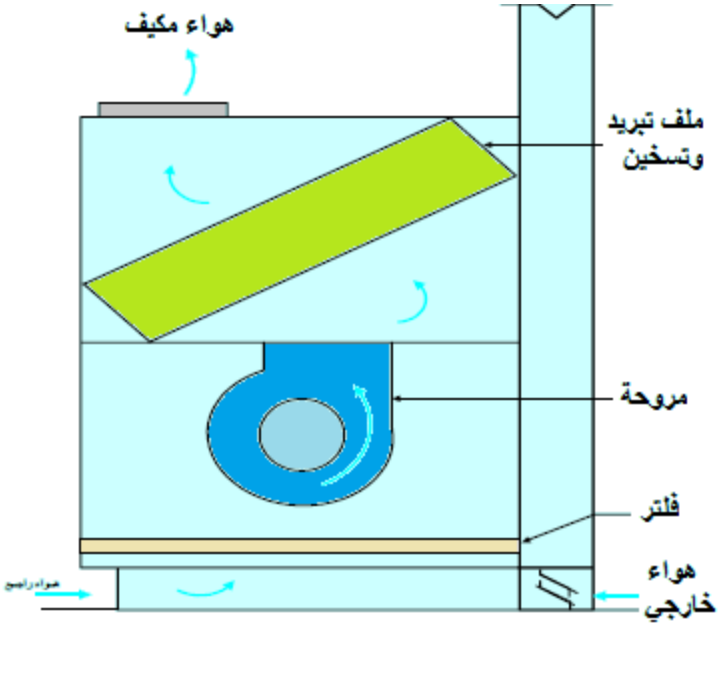
س٣- ما هي أنواع وحدة الملف – مروحة ، مستعينا بالرسم ووضح الفروق بينهما؟

أنواع وحدة الملف – مروحة :

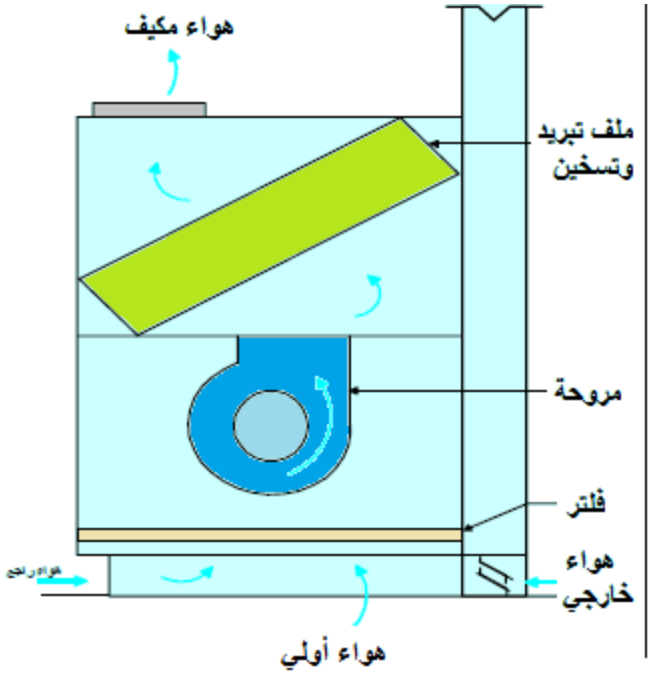
١- وحدة ملف مروحة مع نظام ماء كلي.

٢- وحدة ملف مروحة مع هواء أولي.

س٣- ما هي أنواع وحدة الملف – مروحة ، مستعينا بالرسم ووضح الفروق بينهما؟



وحدة ملف - مروحة مع هواء

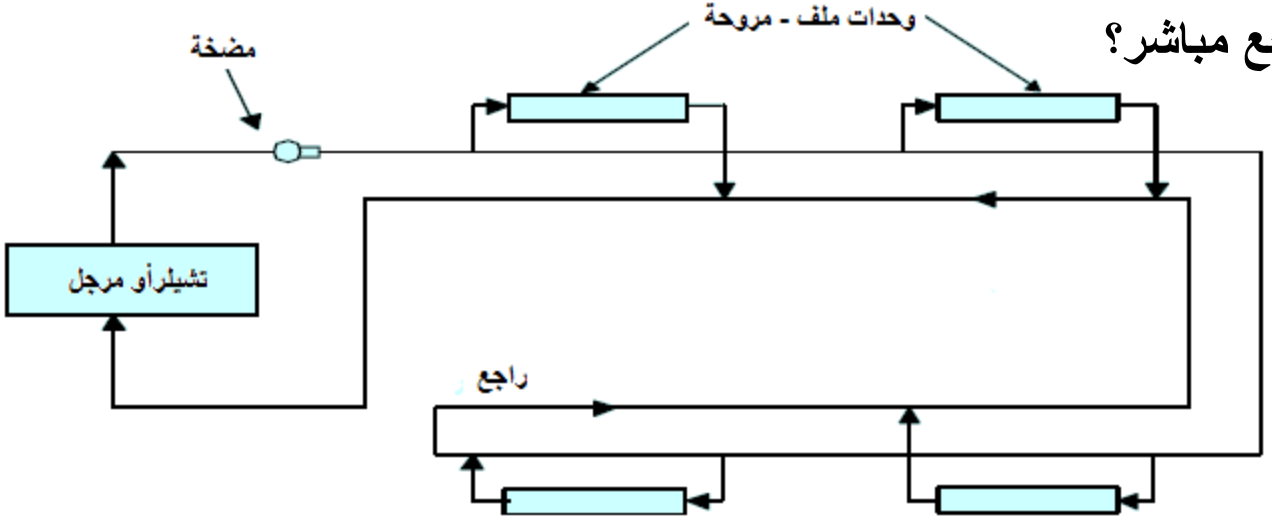


وحدة ملف - مروحة مع هواء أولي

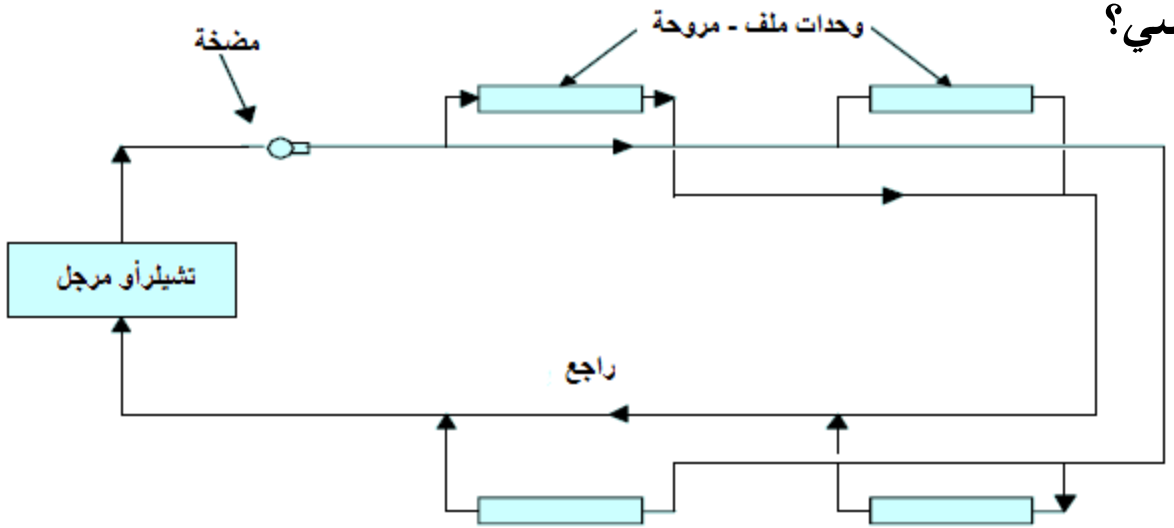
س٤- ارسم أنظمة تكييف المائي التالية:

- نظام الأنبوب الواحد مع راجع مباشر؟
- نظام الأنبوب الواحد مع راجع عكسي؟
- وضح استخدامات كل نظام ومزاياه وسلبياته؟

- نظام الأنبوب الواحد مع راجع مباشر؟



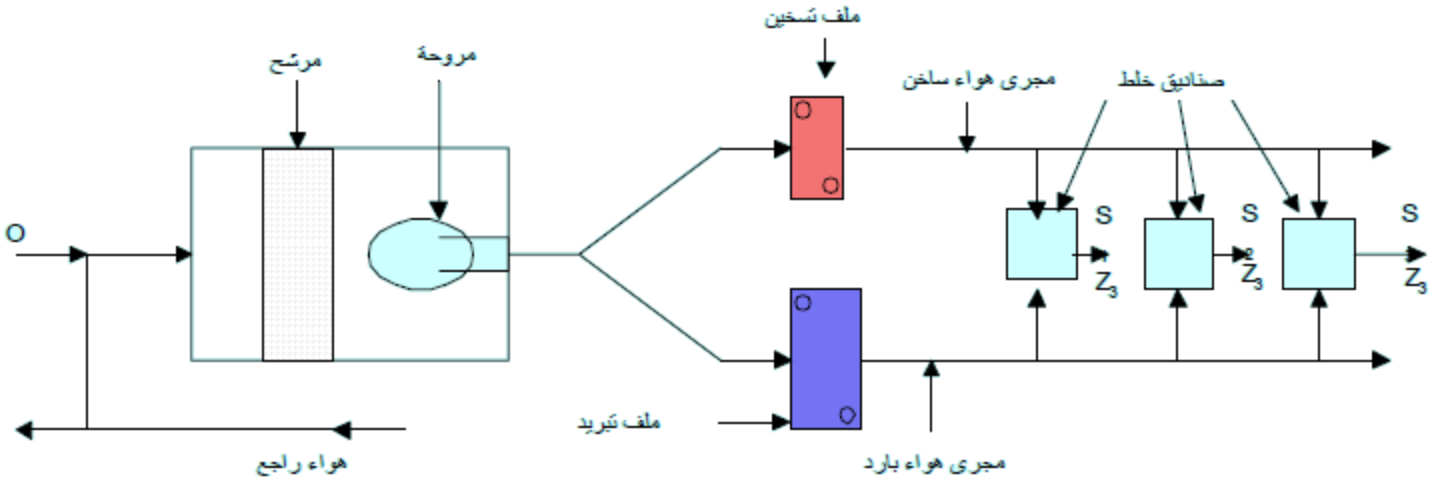
- نظام الأنبوب الواحد مع راجع عكسي؟

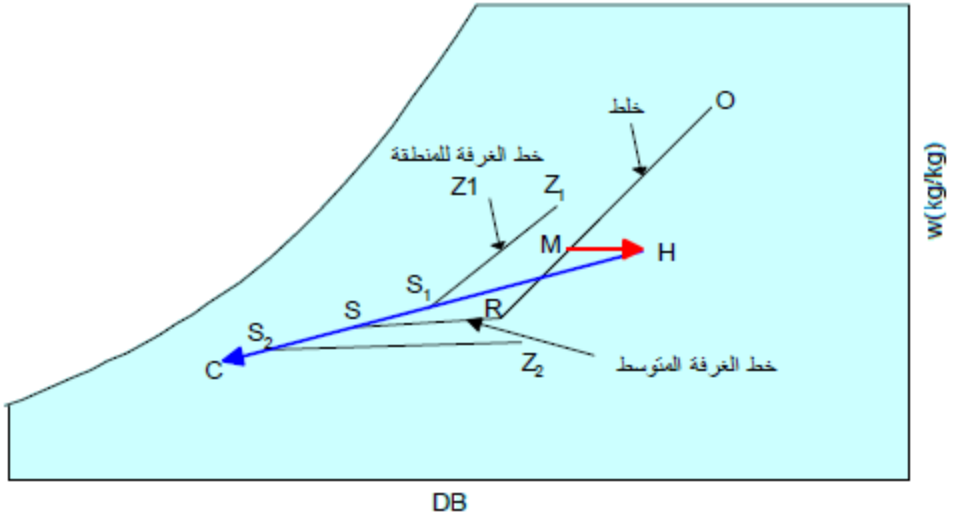


- وضح استخدامات كل نظام ومزاياه وسلبياته؟

النظام	المزايا	السلبيات	الاستخدامات
نظام الراجع المباشر	تكلفة الأنابيب قليلة	يحتاج إلى موازنة تكلفة التصميم عالية هبوط الضغط غير متساو	يستخدم في الأنظمة المفتوحة
نظام الراجع العكسي	هبوط الضغط ألمتساو عبر الوحدات تكلفة التصميم قليلة لا يحتاج إلى موازنة	تكلفة الأنابيب قليلة	يستخدم في الأنظمة المغلقة

س٥- ارسم نظام تكييف الهواء ثنائي المجرى وقم بتمثيله على خريطة البسايكرومتري ؟





س٦- اذكر مزايا وعيوب نظام تكييف الهواء ثنائي المجرى؟

نظام تكييف الهواء ثنائي المجرى	
المزايا	**العيوب**
١. التحكم المنفصل في درجات الحرارة ٢. سهولة الحصول على أقل حجم للوحدة ٣. سهولة عدم تغيير التشغيل ٤. مركزية معدات التكييف ٥. مركزية الخدمة والصيانة ٦. مركزية مدخل الهواء الخارجي ٧. كفاءة المرشحات أو الفلاتر ٨. هدوء التشغيل ٩. مرونة تصميم نظام الهواء	١. زيادة التكلفة الأولية ٢. عدم دقة التحكم يحتاج إلى وحدة مناولة كبيرة وهذا بدوره يؤثر على التكلفة الكلية للنظام ٣. للا يتماشى مع مبادئ ترشيد الطاقة.

س٧- اذكر ما تعرفه عن الأسقف المبردة واذكر مزايا وعيوب هذا النظام ؟

في هذا النظام يتم تبريد الأسقف بواسطة طريقتين:

الطريقة الأولى: تستخدم فيها أنابيب في شكل ملفات يتم دفنها داخل خراسانة السقف أثناء التشييد وتغطى من الأسفل عن طريق اللياسة أو غيرها .تكلفتها الابتدائية عالية وتستخدم مع سعات التبريد العالية وتكون المسافات بين الأنابيب متقاربة.

الطريقة الثانية: يتم فيها تعليق الأنابيب بواسطة قضبان قصيرة ومثبت فوقها عازل للسقف كما هو موضح في الشكل التالي.

يوجد عادة مع نظام الأسقف المبردة مصدر إضافي لتزويد الغرفة بالهواء المكيف لتغطية حمل التهوية وذلك بواسطة مجاري هواء وغريلات جدارية أو نواشر سقفية ربما لا تناسب هذا النظام نسبة لأن ارتفاع السقف يكون قصيرا بحيث لا يسمح بتركيب الجاري بالإضافة إلى أن النواشرسوف تكون قريبة من الأرضيةمما يتسبب في حدوث ضوضاء داخل الغرفة.

المزايا	العيوب
١. اقتصادي التشغيل . ٢. لا يشغل حيزا من أرضية الغرفة . ٣. لا يحتاج الى أعمال وصلات وتركيبات كالتي تحتاجها الوحدات الطرفية . ٤. هادئ التشغيل لوجود عازل في السقف .	١. تكلفته الابتدائية عالية . ٢. وجود الأنابيب يشغل حيزا أسفل السقف مما يعيق عملية إعادة تفصيل وتقسيم المبنى . ٣. ضرورة تركيب أسقف مستعارة تحت مجاري الهواء مع مصادر إضاءة مخفية .

س٨- وضح الفرق بين نظام الهواء الكلي الحثي متغير الحجم ونظام وحدة الحث الهوائي المائي.

في نظام الهواء الكلي الحثي يتم تزويد وحدة الحث بماء ساخن أو بخار فقط من مصدر خارجي وعليه فإن وحدة الحث يكون فيها ملف تسخين فقط . أما في النظام الهوائي المائي فإن وحدة الحث يتم تزويدها بماء بارد أو ساخن مصدره محطة التكييف أو وحدة مناولة الهواء.

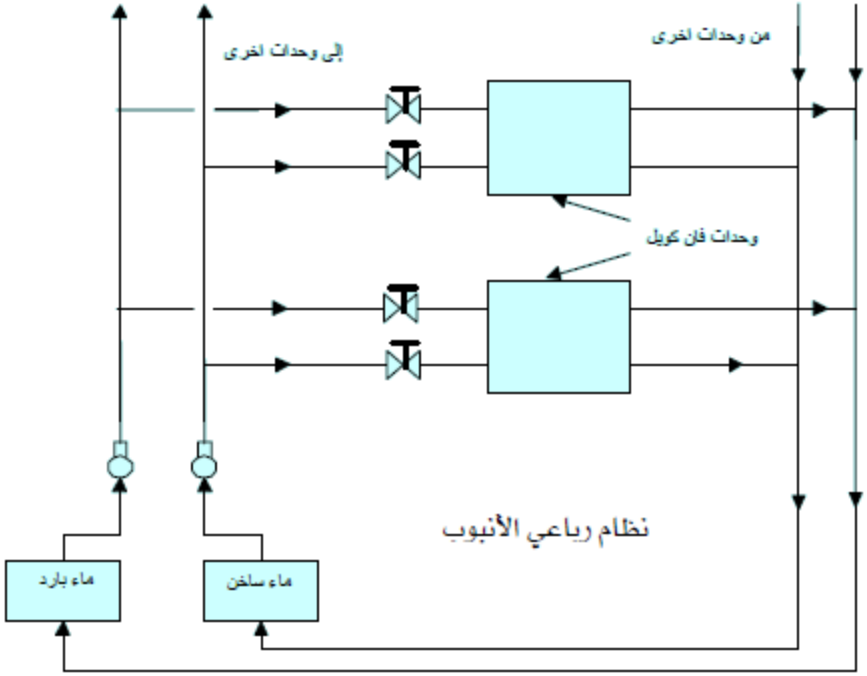
س٩- ما الفرق بين الغريل والناشر وبين الغريل والحاكم؟.

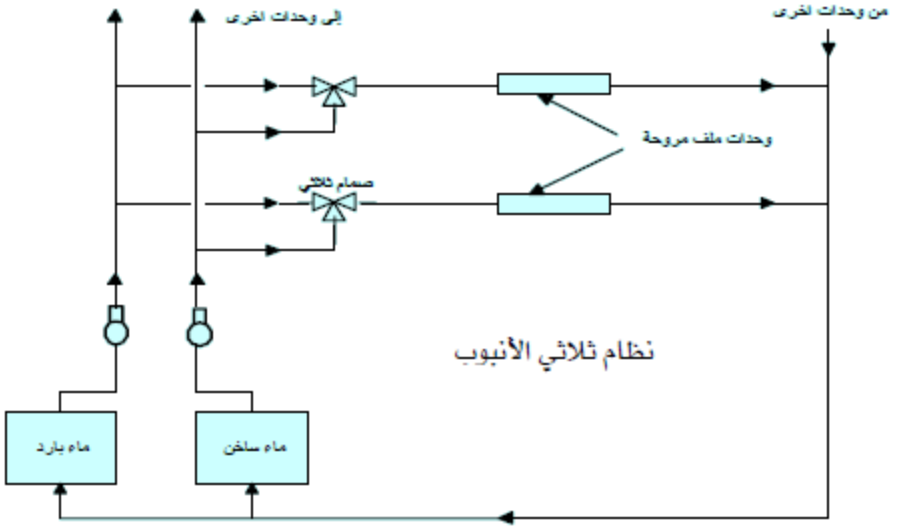
الناشر يستخدم لتزويد الغرفة بالهواء المكيف ويوضع دائما في الأسقف أو الجدران.
الغريل يستخدم عادة مع هواء الراجع ولذلك يتم وضعه دائما أسفل الجدران.
الحاكم هو عبارة عن غريل به خوانق من الداخل للتحكم في كمية واتجاه الهواء عندما يستخدم في تغذية الهواء للغرف

س١٠- اذكر مزايا النظام المائي الكلي متعد الأنبوب.

١- الاستجابة السريعة لضبط الثيرموستات نتيجة لتوفر الماء البارد والماء الساخن.
٢- عدم جدوى تقسيم المبنى إلى مناطق حسب الاتجاه.
٣- عدم الحاجة لتبديل التشغيل.
٤- التحكم في درجات حرارة الغرفة على مدار العام.

س١١- مستعينا بالرسم وضح الفرق بين نظامي الأنبوب الثلاثي والرباعي؟





شكراً لحضوركم

وحسن سماعكم