

# Lecture 2



مقدمة في التحكم بالتغذية العكسية

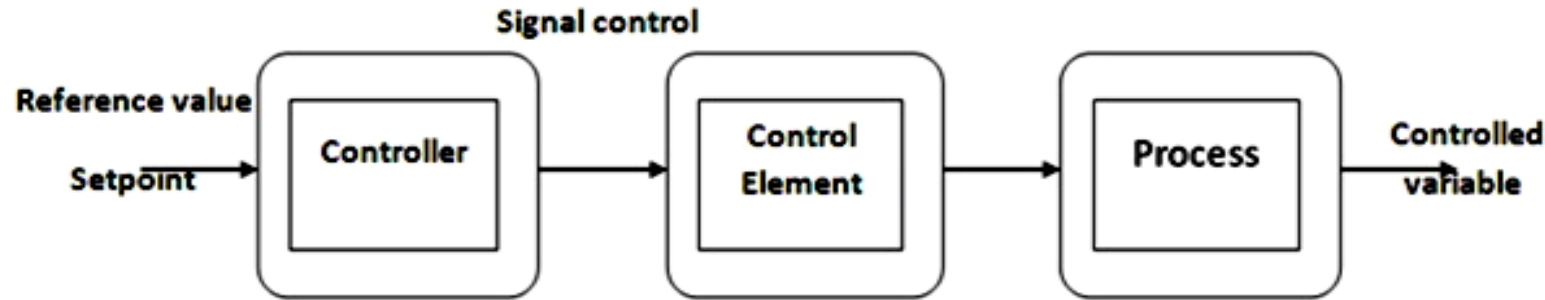
introduction to feedback control

## General description of open and closed loop

A. الوصف العام للحلقات المفتوحة والمغلقة :

حلقات التحكم المفتوحة: open loop control

يبين الشكل (1) المخطط الصندوقي (block diagram) لحلقة تحكم مفتوحة.



المخطط الصندوقي (block diagram)  
لحلقة تحكم مفتوحة.

لا تتعلق إشارة التحكم (Signal control) في حلقات التحكم المفتوحة بالمتغير المراد التحكم فيه (Controlled variable).

⊗ مميزات حلقة التحكم المفتوحة:

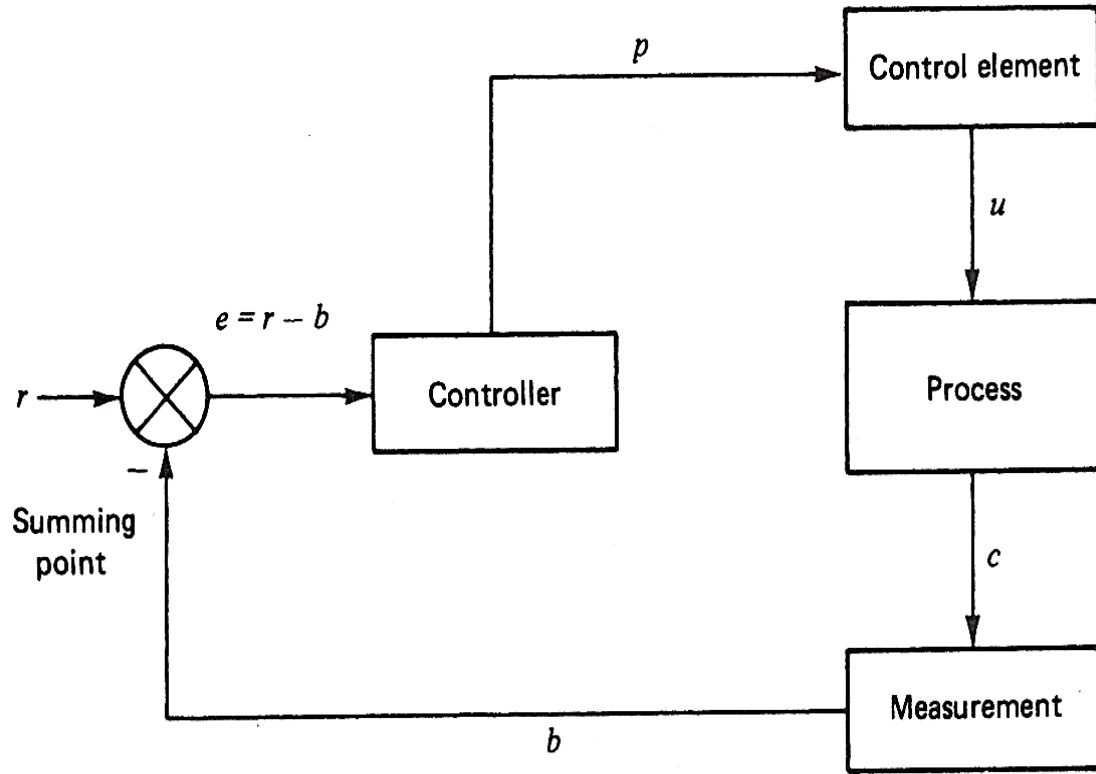
⊗ مميزات حلقة التحكم المفتوحة:

1. حساس جدا للتغيرات التي تطرأ على النظام.

1. البساطة في التصميم والتنفيذ.

2. لا يستخدم في أنظمة التحكم التي تتطلب درجات دقة عالية.

2. قلة التكاليف.



## حلقات التحكم المغلقة: closed loop control

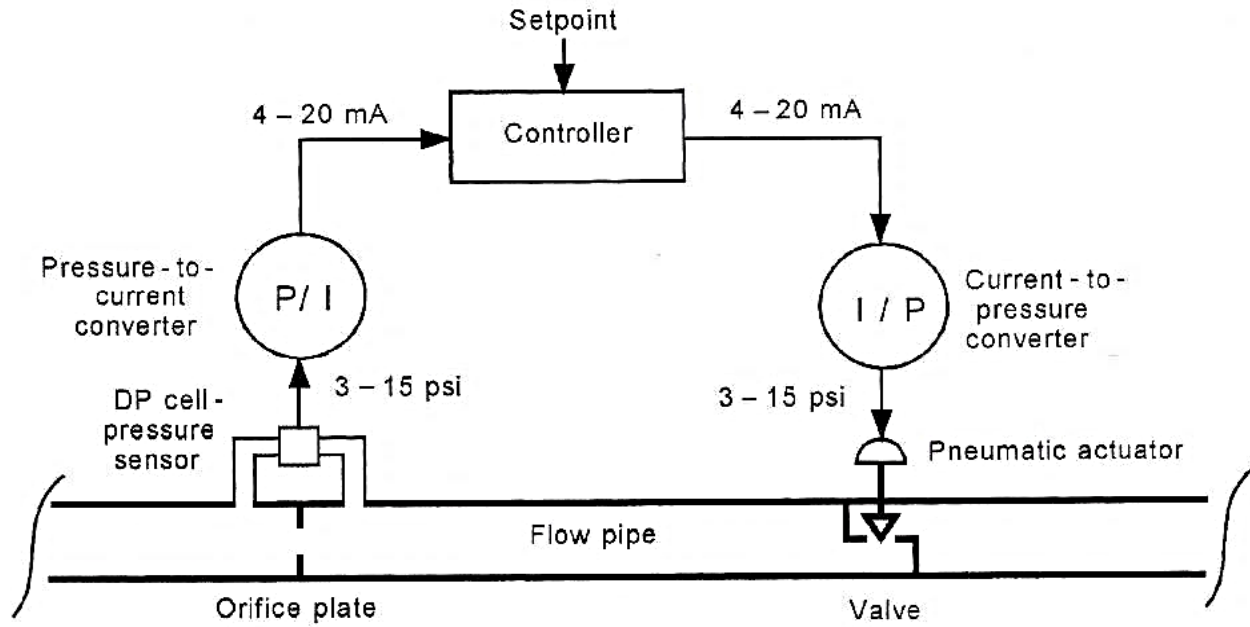
يبين الشكل المخطط الصندوقي (*block diagram*) لعناصر نظام التحكم في حلقة مغلقة. حيث:

- يرمز للبارامتر المراد التحكم به (Controlled variable) بالحرف (c).
- يرمز للقيمة المقاسة للمتغير (measured representation) بالحرف (b).
- يرمز للقيمة المرجعية للمتغير (Reference value) أو (Setpoint) بالحرف (r).

• يرمز لدخل المتحكم (Controller) والذي يمثل الخطأ أو الفرق بين الإشارة المرجعية ( $r$ ) والإشارة المقاسة ( $b$ ) ( $e = r - b$ )

• يرمز لخرج المتحكم (Controller) بالحرف (p) والذي يتناسب مع الخطأ ( $e$ )، والذي يمثل الدخل لعنصر التحكم (*Control Element*).

• خرج عنصر التحكم (u) يشغل العملية أو النظام (Process) عن طريق عنصر التحكم أو عملية التحكم (controlling Process).



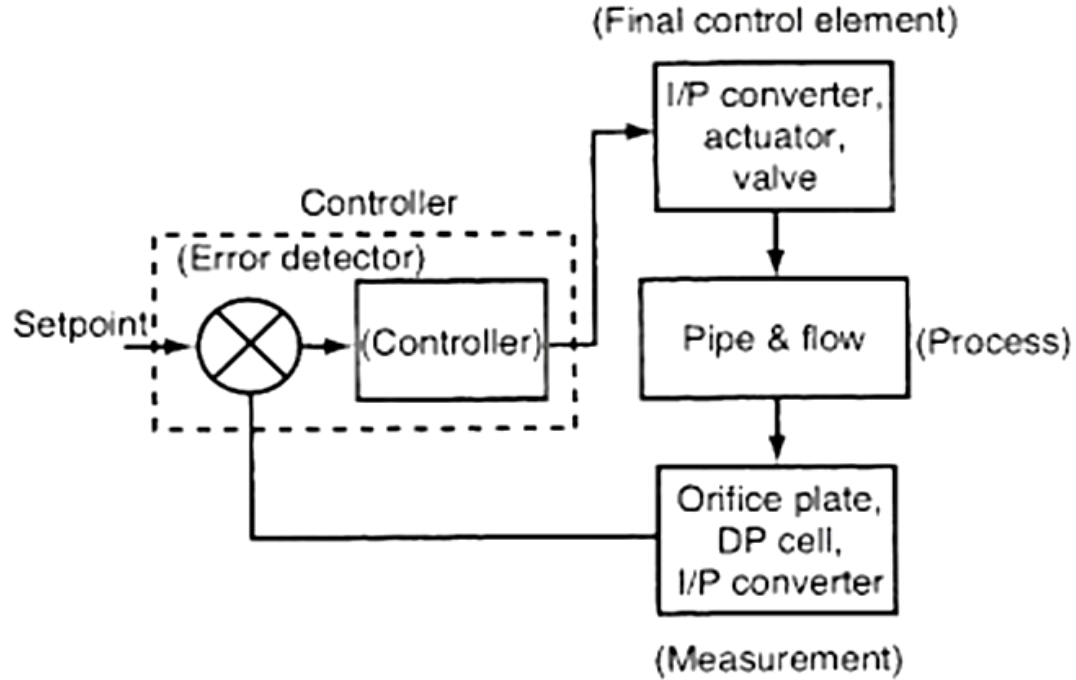
(a) Physical diagram of a process-control loop

## تطبيق على حلقات التحكم المغلقة:

يبين الشكل نظام تحكم فيزيائي  
(*physical system control*) للتحكم بجريان  
الهواء عبر أنبوب.

ملاحظة:  $(1 \text{ kilopascal} = 0.1450377 \text{ psi})$

- ✓ إن تغير الجريان على صفيحة الفوهة (orifice plate) سوف يولد فرق ضغط على طرفي الفوهة.
- ✓ يحول اختلاف الضغط على طرفي الفوهة إلى إشارة ضغط غازية ضمن المجال (3 – 15 psi).
- ✓ يقوم المحول (*pressure – to – current converter*) (*P/I*) بتحويل إشارة الضغط إلى تيار ضمن المجال (4 – 20 mA) والتي تمثل إشارة دخل المتحكم (**Controller**).
- ✓ تمثل إشارة خرج المتحكم إشارة تيار ضمن المجال (4 – 20 mA).



✓ تطبق إشارة خرج المتحكم على دخل محول (I/P) والذي يقوم بتحويل إشارة التيار إلى ضغط ضمن المجال (3 – 15 psi).

✓ تطبق إشارة خرج المحول (I/P) على المشغل الهوائي (pneumatic actuator) الذي ينظم جريان الهواء ضمن الأنبوب وفق القيمة المرجعية (Setpoint).

يبين الشكل المخطط الصندوقي (block diagram) لعناصر نظام التحكم بجريان الهواء عبر أنبوب.

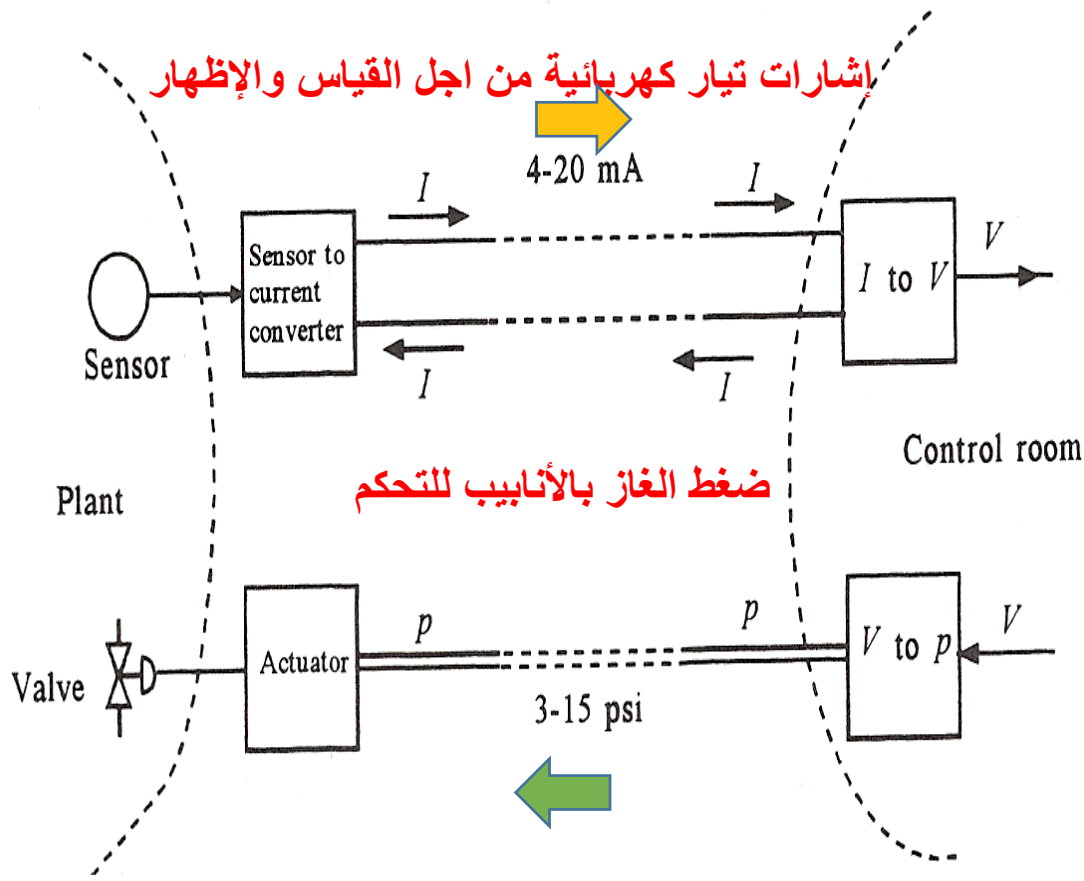
### نوع إشارة التجهيزات حسب الموقع:

• تتطلب أنظمة التحكم أو القياس تحديد مجال تغير العوامل، فعلى سبيل المثال يمكن أن نحدد مجال درجات الحرارة ضمن المجال (20 – 120°).

• يجب أن يغطي مجال المتغير مجال العمل الكامل للمشغل (الإغلاق الكامل والفتح الكامل).

• يمكن أن يتم تصميم نظام التحكم حسب نوع إشارة المعلومات، فيمكن أن تكون إشارة المعلومات تشابهية (analog signal) أو رقمية (digital signal).

• يمكن تمثيل ونقل تغيرات (Controlled variable) في أنظمة التحكم التي تعمل على إشارات تشابهية ولمسافات محددة بين غرفة التحكم (control room) والشبكة (plant) بطريقتين.



### a. إشارة التيار: (*current signal*)

يتم نقل إشارات التيار الكهربائي عادة في المجال (4 – 20 mA).

حيث توافق درجة الحرارة الدنيا ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) قيمة التيار الدنيا والتي تعادل (4 mA) ، بينما توافق درجة الحرارة العظمى ( $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) قيمة التيار العظمى والتي تعادل (20 mA).

إن ارتفاع مقاومة النواقل لن يؤثر على قيمة جهد الخرج، ويمكن بشكل عام العمل على ضمن المجال (0 – 1000  $\Omega$ ).

لا يتم نقل المعلومات بإشارة جهد نظرا لان مقاومة النواقل تؤثر على قيمة الإشارة المنقولة مما يحدث أخطاء كبيرة في القياس .

### a. الإشارات الغازية : (*pneumatic signal*)

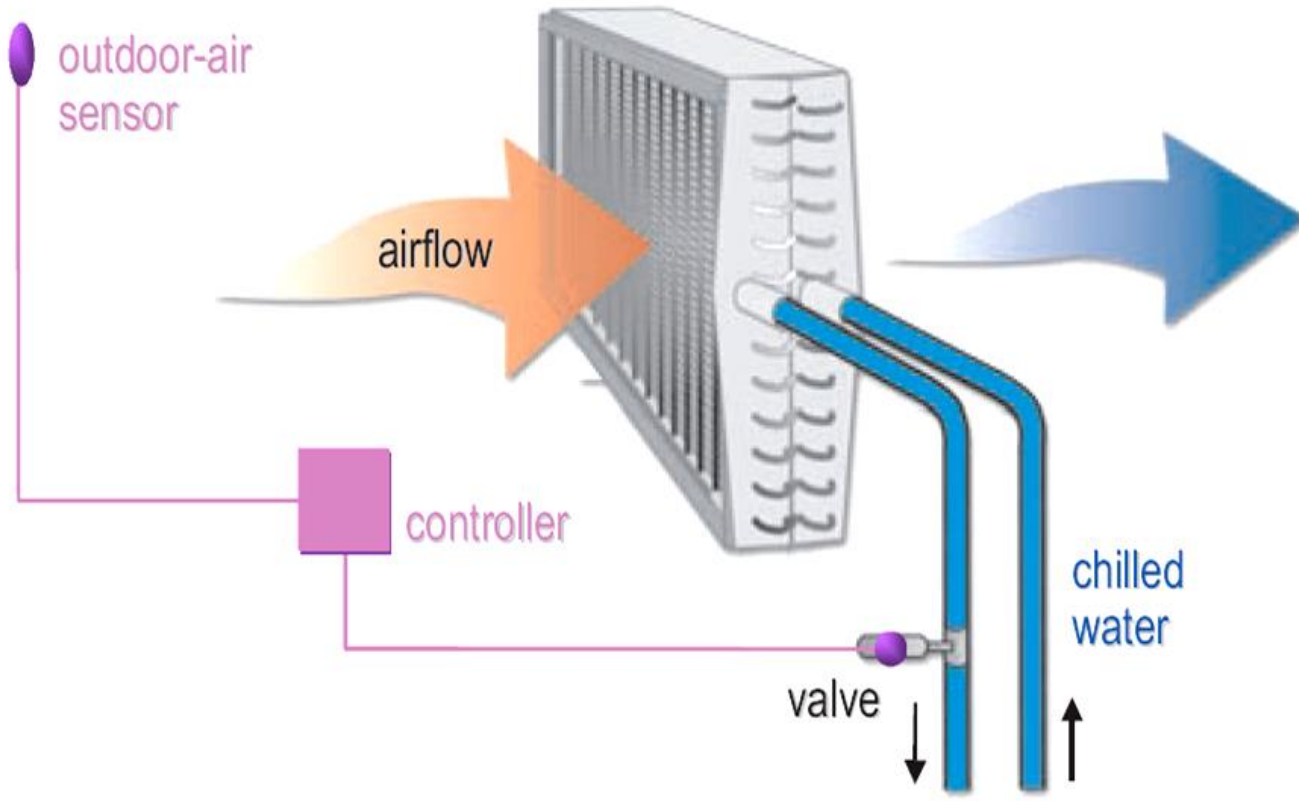
يتم عادة نقل إشارات التحكم الهوائية في أمريكا بضغط في المجال (3 – 15 psi) ويكون الغاز المستخدم عبارة عن **هواء جاف**. يمكن ان يصل طول انبوب الغاز الى عدة مئات من الامتار.

يتم نقل إشارات التحكم الهوائية في بريطانيا بضغط في المجال (20 – 100 KPa).

إشارات بتيار غازي ضمن أنابيب من اجل التحكم بالمشغل (valve)

مخطط نظام نقل معلومات القياس والتحكم بين الشبكة وغرفة التحكم

## Open Loop



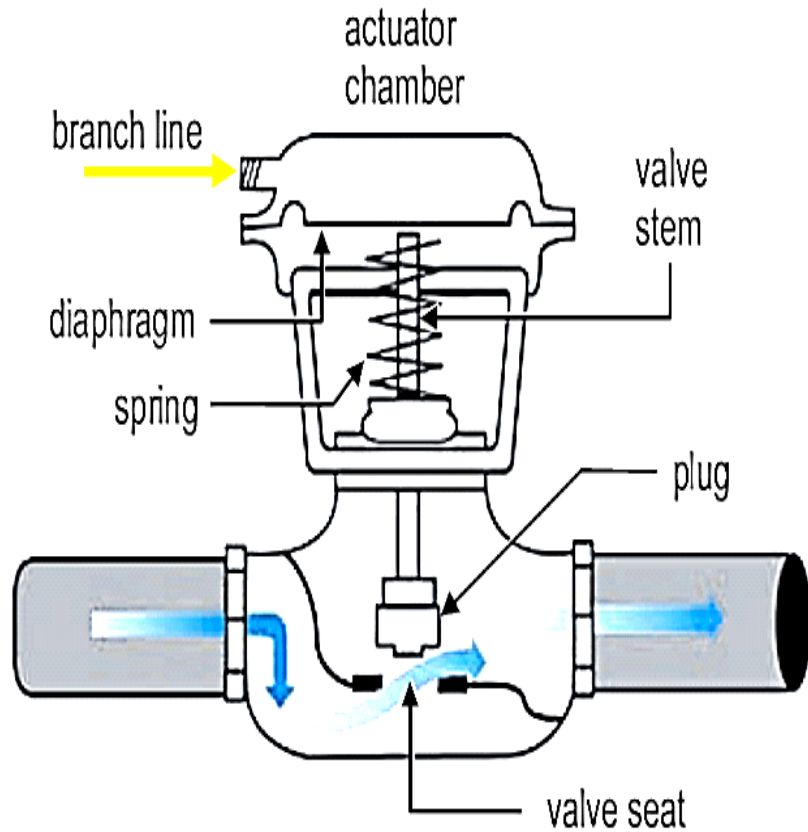
تطبيق:

حلقة التحكم المفتوحة (open loop)

من العيوب الأساسية للحلقات المفتوحة أنها لا تأخذ بالحسبان التغيرات (الأعطال) المؤثرة على درجة حرارة الهواء المتجه نحو الوشيجة. كالتغير الحاصل لتيار الهواء (Airflow) أو درجة حرارة الماء. ربما يكون الهواء ساخن جداً، أو بارداً جداً، نتيجة عطل ما في النظام (الماء غير بارد في الأنابيب، المروحة معطلة،....).

## الجهاز المتحكم به هوائياً (Pneumatic Controlled Device)

## Pneumatic Controlled Device

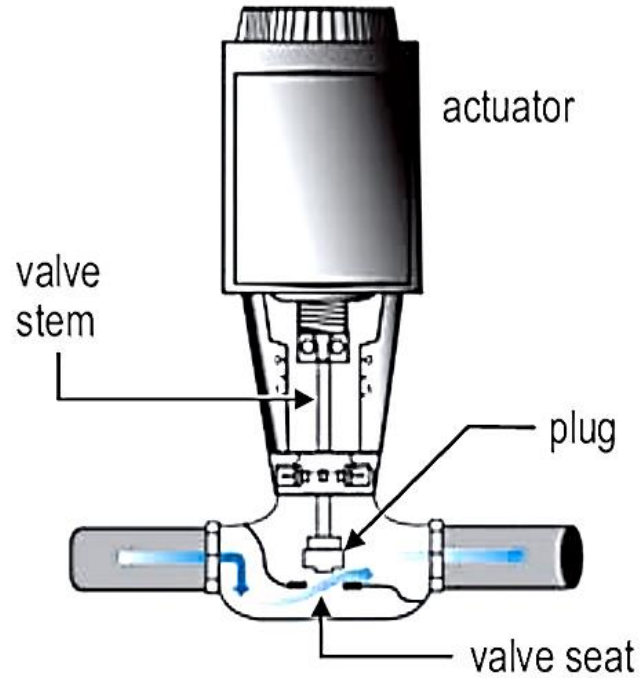


يوضح الشكل بنية صمام تحكم بمستوى تدفق ماء عبر أنبوب عن طريق التحكم بضغط تيار هوائي. يتم تزويد غرفة التشغيل (Actuator chamber) بخط هواء فرعي (Branch line)، بحيث تتراوح قيمة ضغط الهواء المستخدم (20-KPa 100). يدفع الهواء المضغوط الغشاء (Diaphragm)، والذي بدوره يبذل قوة لتحريك ذراع الصمام (Valve stem) نحو الأسفل. يتحرك القرص (Plug) نحو كرسي الصمام (Valve seat) مما يقلل من تدفق الماء في الصمام. سيعمل النابض (Spring) على تحريك الذراع نحو الأعلى عند انخفاض ضغط الهواء لزيادة تدفق الماء عبر الصمام والأنبوب.



## الصمام المُتحكَّم به إلكترونيًا (Electronic Controlled Device)

## Electronic Controlled Device

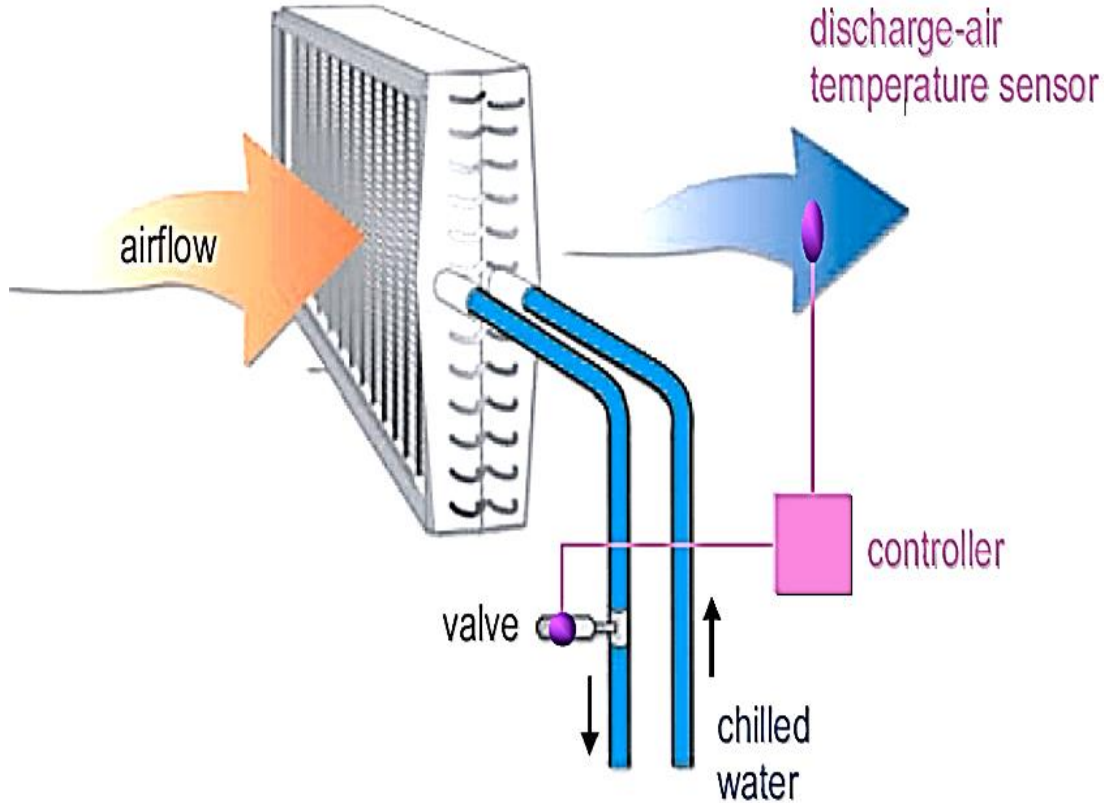


يحتوي جسم الصمام المستخدم في نظام التحكم الكهربائي- التماثلي على قرص (plug) يتحرك صعوداً وهبوطاً لتغيير تدفق الماء عبر الصمام، بمساعدة مُشغِّل الصمام (valve actuator).

يتألف مُشغِّل الصمام الإلكتروني في الشكل من محرك كهربائي صغير مربوط إلى مسنن (gear) وقارننة (linkage) وعمود الإدارة (shaft). يُربط عمود الإدارة مع جذع الصمام (valve stem) ليعمل على تحريك القرص (plug) إلى أعلى وأسفل.

تتحرك بعض محركات المُشغِّلات في اتجاه الإغلاق فقط، مع وجود نابض لإرجاع جذع الصمام إلى وضعية الفتح.

## Closed Loop



## حلقة التحكم المغلقة (Closed loop)

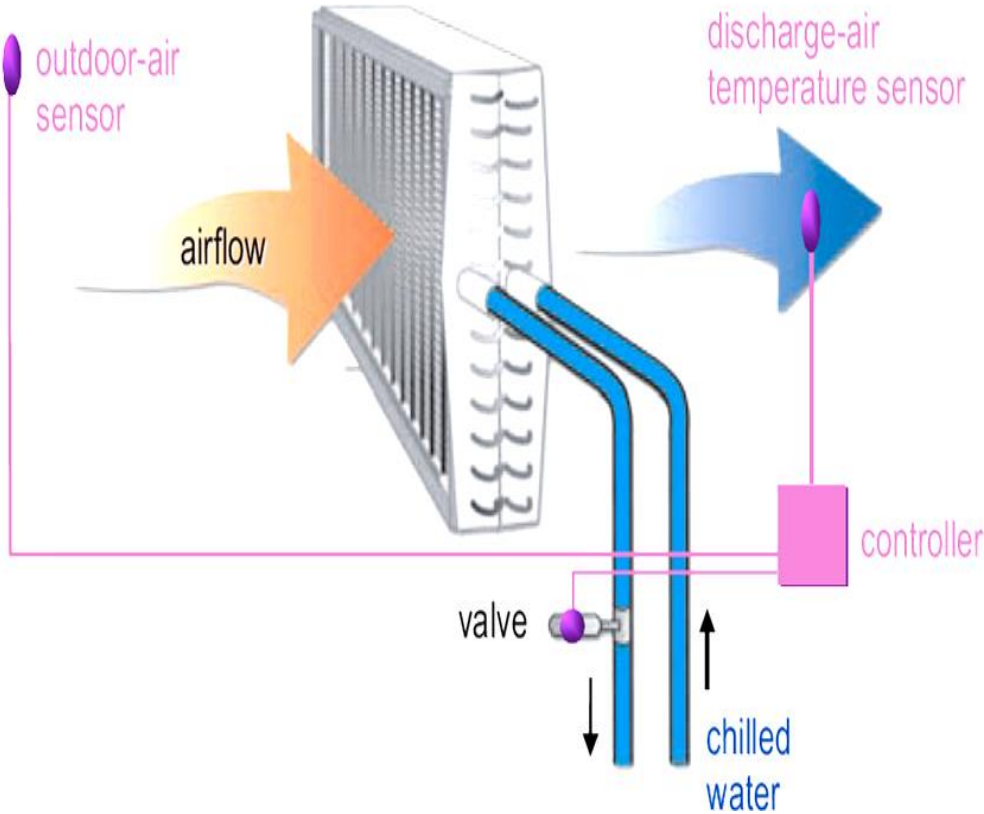
يقوم المتحكم في حلقة التحكم المغلقة بمقارنة درجة حرارة الهواء الخارج من الوشاعة مع درجة الحرارة المرجعية، حيث يتم تعديل وضعية الصمام بما يتناسب مع التغير الحاصل في درجة حرارة الهواء الخارج من الوشاعة. بمعنى آخر يعتمد تحكم الحلقة المغلقة بشكل أساسي على المتغير المتحكم به وليس على درجة حرارة الهواء الوسط الخارجي.

تعتبر استراتيجية التحكم المغلق أفضل من التحكم المفتوح، لأنها تراعي أو تتعامل مع جميع العوامل التي قد تؤثر على الهواء المبرد.

لذلك تعتبر الحلقات المغلقة الأكثر استخداماً.

## Control Reset

## حلقة التحكم القابلة للضبط (Reset control)



يستخدم هذا النوع من حلقات التحكم للتخفيض من الطاقة الكهربائية المصروفة مع الإبقاء على فعالية النظام ذاتها.

يتم في بعض الحالات المزج بين حلقتي التحكم المفتوحة والمغلقة. فنجد في الشكل حلقة تحكم مغلقة تقيس درجة حرارة الهواء الخارج من الوشيعية، ويتم تعديل وضعية الصمام بما يناسب درجة الحرارة المرجعية. في حين أن حلقة التحكم المفتوحة تقيس درجة حرارة الوسط الخارجي، فعندما تنخفض درجة حرارة الهواء الخارجي يعمل المتحكم على إعادة ضبط النقطة المرجعية إلى قيمة أعلى.

تدعى إستراتيجية التحكم هذه بالتحكم القابل للضبط. يمثل حساس الحلقة المغلقة المصدر الرئيسي للمعلومات في حين أن حساس الحلقة المفتوحة يمثل المصدر الثانوي للمعلومات.