



Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Bởi:

Võ Chí Chính
Đình Văn Thuận

ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

Nhiệm vụ và chức năng của hệ thống điều khiển

Chức năng quan trọng nhất của hệ thống điều hoà không khí là duy trì các thông số khí hậu trong một phạm vi nào đó không phụ thuộc vào điều kiện môi trường xung quanh và sự thay đổi của phụ tải.

Tuy nhiên chúng ta vẫn chưa xem xét làm thế nào mà hệ thống điều hoà không khí có thể thực hiện được điều đó khi phụ tải và môi trường luôn luôn thay đổi.

Hệ thống điều khiển có chức năng nhận các tín hiệu thay đổi của môi trường và phụ tải để tác động lên hệ thống thiết bị nhằm duy trì và giữ ổn định các thông số khí hậu trong không gian điều hoà không phụ thuộc vào điều kiện khí hậu bên ngoài và phụ tải bên trong.

Các thông số cơ bản cần duy trì là :

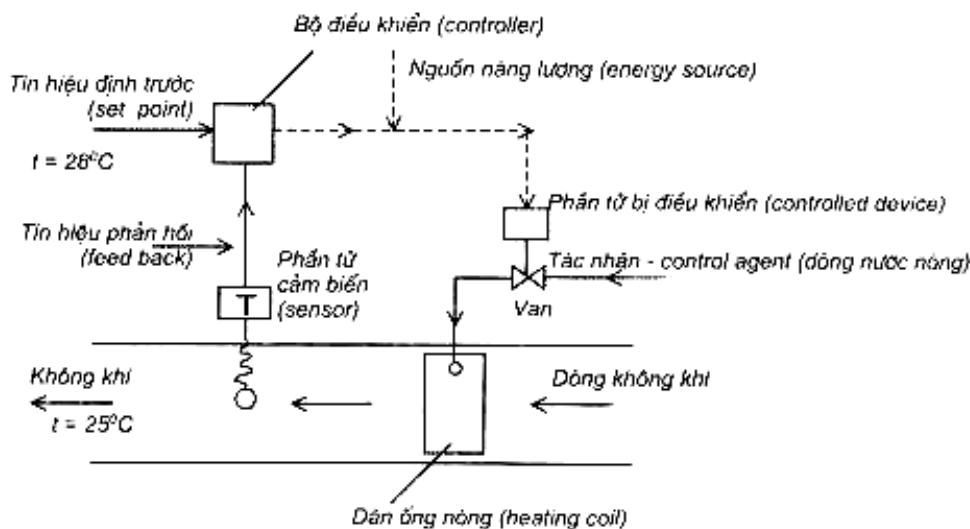
- Nhiệt độ;
- Độ ẩm;
- Áp suất;
- Lưu lượng.

Trong các thông số trên nhiệt độ là thông số quan trọng nhất.

Ngoài chức năng đảm bảo các thông số vi khí hậu trong phòng, hệ thống điều khiển còn có tác dụng bảo vệ an toàn cho hệ thống, ngăn ngừa các sự cố có thể xảy ra; đảm bảo hệ thống hoạt động hiệu quả và kinh tế nhất; giảm chi phí vận hành của công nhân.

Sơ đồ điều khiển và các thiết bị chính của hệ thống điều khiển

Sơ đồ điều khiển tự động



Các hệ thống điều khiển tự động trong điều hoà không khí hoạt động dựa trên nhiều nguyên tắc khác nhau. Tuy nhiên một hệ thống điều khiển đều có các thiết bị tương tự nhau.

Ta nghiên cứu sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ đầu ra của không khí nêu trên hình 11.1.

Ở đây thông số cần duy trì là nhiệt độ không khí đầu ra dàn trao đổi nhiệt, có thể gọi nó là thông số điều khiển. Hệ thống hoạt động như sau: Khi nhiệt độ không khí đầu ra dàn trao đổi nhiệt thay đổi (chẳng hạn quá cao so với yêu cầu, giá trị này đã được cài đặt sẵn ở bộ điều khiển), sự thay đổi đó được bộ cảm biến (sensor) ghi nhận được và truyền tín hiệu phản hồi lên thiết bị điều khiển. Thiết bị điều khiển tiến hành so sánh giá trị đo được với giá trị đặt trước (set point). Tùy thuộc vào mối quan hệ giữa các đại lượng này mà tính tín hiệu đầu ra nhằm tác động lên thiết bị bị điều khiển (controlled device) khác nhau. Tùy thuộc vào tín hiệu từ thiết bị điều khiển mà thiết bị điều khiển sẽ có hành động một cách phù hợp nhằm tác động lên nguyên nhân gây thay đổi thông số điều khiển. Ở đây nguyên nhân làm thay đổi thông số điều khiển là môi chất trao đổi nhiệt.

Thông số điều khiển:

Thông số điều khiển là thông số nhiệt vật lý cần phải duy trì của hệ thống điều khiển. Trong các hệ thống điều hoà không khí các thông số thường gặp là nhiệt độ, độ ẩm, lưu lượng, công suất vv ...

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Bộ cảm biến (sensor)

Là thiết bị cảm nhận sự thay đổi của thông số điều khiển và truyền các ghi nhận đó lên thiết bị điều khiển.

Nguyên tắc hoạt động của bộ cảm biến dựa trên sự giãn nở nhiệt của các chất, dựa vào lực dòng chảy ..

Thiết bị điều khiển

Thiết bị điều khiển sẽ so sánh giá trị ghi nhận được của bộ cảm biến với giá trị đặt trước của nó. Tùy theo mối quan hệ của 2 giá trị này mà tín hiệu điều khiển đầu ra khác nhau.

Phần tử điều khiển (Cơ cấu chấp hành)

Sau khi nhận tín hiệu từ thiết bị điều khiển cơ cấu chấp hành sẽ tác động, tác động đó có tác dụng làm thay đổi thông số điều khiển. Tác động thường gặp nhất có dạng ON-OFF

Các nguồn năng lượng cho hệ thống điều khiển

Người ta sử dụng nhiều nguồn năng lượng khác nhau cho các hệ thống điều khiển :

- Điện năng : Đại bộ phận các hệ thống điều khiển sử dụng điện năng để điều khiển do tính gọn nhẹ và dễ dàng sử dụng. Nguồn điện có điện áp thường nằm trong khoảng 24 - 220 V. Một số hệ thống sử dụng hệ thống có điện áp và dòng thấp : $U < 10V$, $I=4-50mA$.

- Hệ thống khí nén : Người ta có thể sử dụng hệ thống khí nén để điều khiển. Hệ thống đó có áp suất $P= 0 - 20 \text{ lb/m}^2$

- Hệ thống thủy lực : Hệ thống này thường có áp suất lớn $P = 80 - 100 \text{ lb/m}^2$

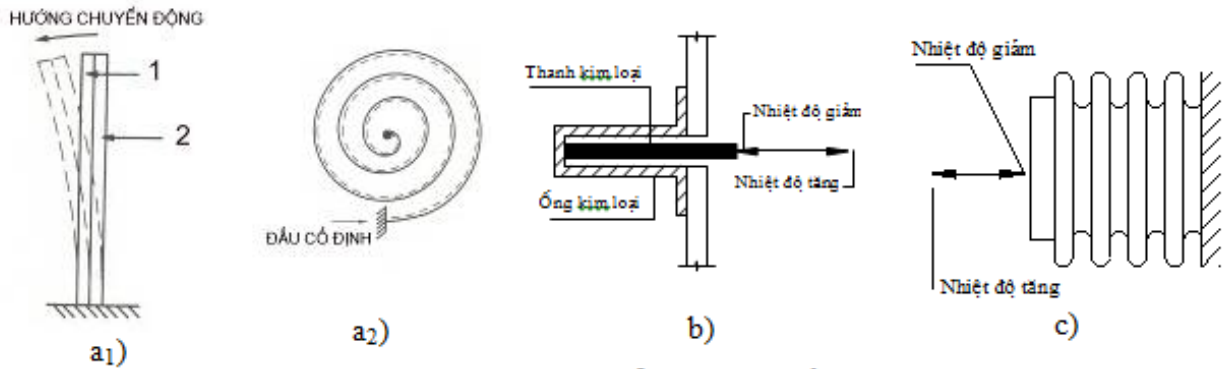
Các thiết bị điều khiển

Bộ phận cảm biến (sensor)

Trong điều hoà không khí có các bộ cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, áp suất và lưu lượng

Bộ cảm biến nhiệt độ

Tất cả các bộ cảm biến nhiệt độ đều hoạt động dựa trên nguyên tắc là các tính chất nhiệt vật lý của các chất thay đổi theo nhiệt độ. Cụ thể là sự giãn nở vì nhiệt, sự thay đổi điện trở theo nhiệt độ. Ta thường gặp các bộ cảm biến như sau:



Hình 11.2. Các kiểu bộ cảm biến

Thanh lưỡng kim (bimetal strip)

Trên hình 11.2a₁ là cơ cấu thanh lưỡng kim, được ghép từ 2 thanh kim loại mỏng có hệ số giãn nở nhiệt khác nhau. Một đầu của thanh được giữ cố định và đầu kia tự do. Thanh 1 làm từ vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt kém hơn thanh 2. Khi nhiệt độ tăng thanh 2 giãn nở nhiều hơn thanh 1 và uốn cong toàn bộ thanh sang trái. Khi nhiệt độ giảm xuống dưới giá trị định mức, thanh bị uốn cong sang phải.

Một dạng khác của bộ cảm biến dạng này là thanh lưỡng kim được uốn cong dạng xoắn tròn ốc, đầu ngoài cố định đầu trong di chuyển. Loại này thường được sử dụng để làm đồng hồ đo nhiệt độ (hình 11.2a₂).

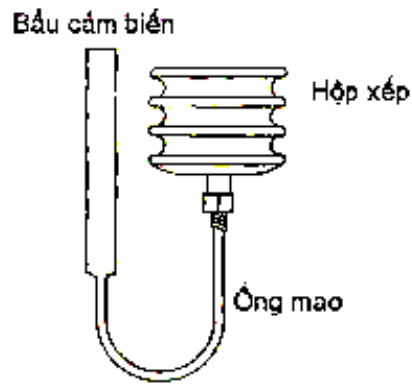
Bộ cảm biến ống và thanh

Cấu tạo gồm 01 thanh kim loại có hệ số giãn nở nhiệt lớn đặt bên trong 01 ống trụ kim loại giãn nở nhiệt ít hơn. Một đầu thanh kim loại hàn chặt vào đáy của ống đầu kia tự do. Khi nhiệt độ tăng hoặc giảm so với nhiệt độ định mức đầu tự do chuyển động sang phải hoặc sang trái.

Bộ cảm biến kiểu hộp xếp

Cấu tạo gồm một hộp xếp có các nếp nhăn hoặc một màng mỏng có khả năng co giãn lớn, bên trong chứa đầy một chất lỏng hoặc chất khí. Khi nhiệt độ thay đổi môi chất co giãn là hộp xếp hoặc màng mỏng căng phồng làm di chuyển 1 thanh gắn trên đó

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí



Bộ cảm biến kiểu hộp xếp có ống mao và bầu cảm biến

Cảm biến điện trở

Cảm biến điện trở có các loại sau đây:

- Cuộn dây điện trở
- Điện trở bán dẫn
- Cặp nhiệt

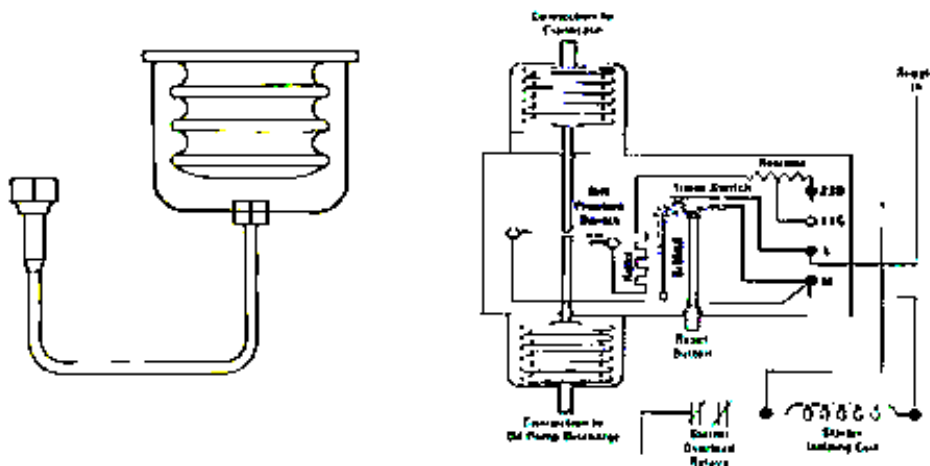


Bộ cảm biến kiểu điện trở

Bộ cảm biến áp suất

Bộ cảm biến áp suất thường là bộ cảm biến kiểu hộp xếp. Khác với bộ cảm biến nhiệt độ kiểu hộp xếp luôn luôn đi kèm với bầu cảm biến, bên trong có môi chất, thì ở đây hộp xếp được nối trực tiếp với tín hiệu áp suất để ghi nhận sự thay đổi áp suất của môi chất và tác động lên màng xếp.

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí



Bộ cảm biến áp suất

Bộ cảm biến độ ẩm

Bộ cảm biến độ ẩm hoạt động dựa trên nguyên lý về sự thay đổi các tính chất nhiệt vật lý của môi chất khi độ ẩm thay đổi.

Có 02 loại cảm biến độ ẩm:

- Loại dùng chất hữu cơ (organic element)
- Loại điện trở (Resistance element)



Bộ cảm biến độ ẩm

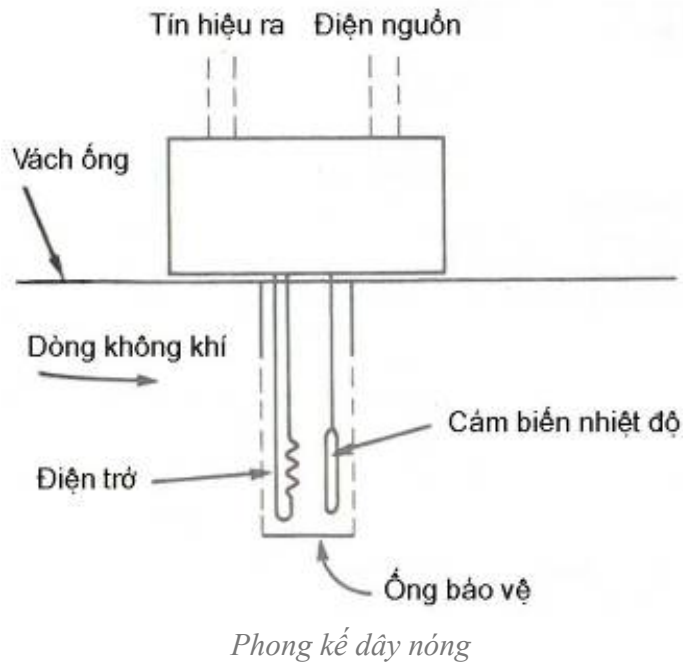
Trên hình 11.6 là bộ cảm biến độ ẩm, nó có chứa một sợi hấp thụ ẩm. Sự thay đổi độ ẩm làm thay đổi chiều dài sợi hấp thụ. Sợi hấp thụ có thể là tóc người hoặc vật liệu chất dẻo axêtat.

Bộ cảm biến lưu lượng

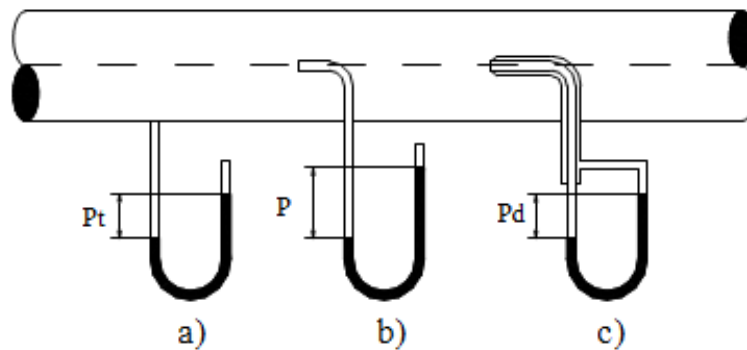
Phong kế dây nóng (hot wire anemometer)

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Trên hình 11.7 trình bày cấu tạo của phong kế dây nóng. Thiết bị gồm một dây điện trở và một cảm biến nhiệt độ. Môi chất đi qua dây điện trở và làm lạnh nó, tốc độ gió tỷ lệ với công suất điện cần thiết để duy trì nhiệt độ chuẩn dùng đối chiếu.



Ống pitô



Ống pitô đo áp suất và lưu lượng

Trên hình 11.8 trình bày ống pitô đo áp suất: áp suất tĩnh (11.8a), áp suất tổng (11.8b) và áp suất động (11.8c).

Cơ sở để đo lưu lượng là sự phụ thuộc giữa lưu lượng vào sự thay đổi áp suất khi đi qua thiết bị.

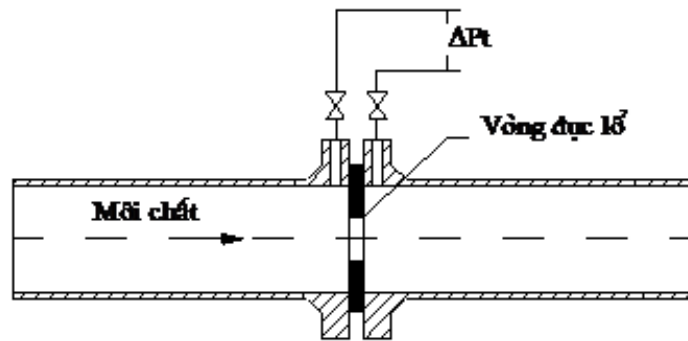
$$Q = C \cdot \sqrt{E_d}$$

và lưu lượng:

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v = C \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{P_t} = C_1 \cdot \sqrt{P_t}$$

Tấm đục lỗ



Lưu lượng kế có vòng đục lỗ

Trên hình 11.9 trình bày lưu lượng kế sử dụng vòng có đục lỗ nhỏ ở giữa. Người ta nhận thấy sự thay đổi áp suất tĩnh phía trước và phía sau của vòng phụ thuộc vào lưu lượng theo quan hệ sau đây:

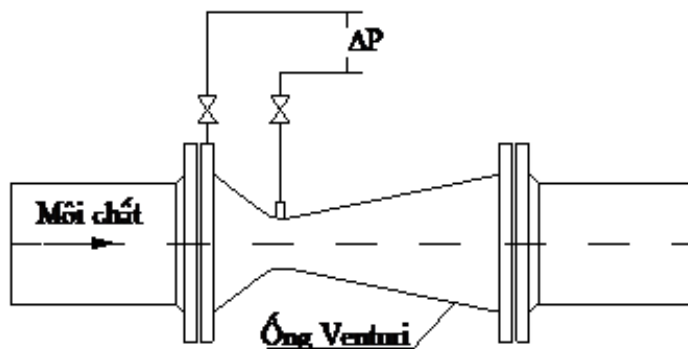
$$Q = C \cdot F \cdot \sqrt{\Delta P_t}$$

trong đó:

C- Hằng số;

F- Diện tích tiết diện của ống, m².

Ống Venturi



Lưu lượng kế Venturi

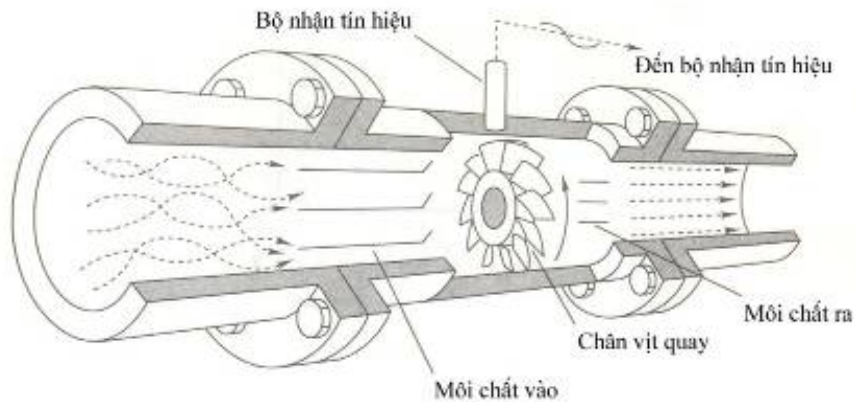
Lưu lượng kế kiểu Venturi gồm một ống có cổ thắt ở giữa (hình 11.10). Độ chênh áp suất giữa đầu vào của ống và ở vị trí cổ thắt tỷ lệ với lưu lượng môi chất chuyển động ngang qua ống.

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

$$Q = C_v \sqrt{\Delta P}$$

Lưu lượng kế kiểu chân vịt xoay

Vòng chân vịt chuyển động xoay dưới tác dụng của dòng chảy, vòng quay càng nhanh nếu tốc độ dòng chảy lớn. Thiết bị được nối với cơ cấu đo để chỉ chỉ lưu lượng.



Lưu lượng kế chân vịt

Các thiết bị được điều khiển

Van điện từ

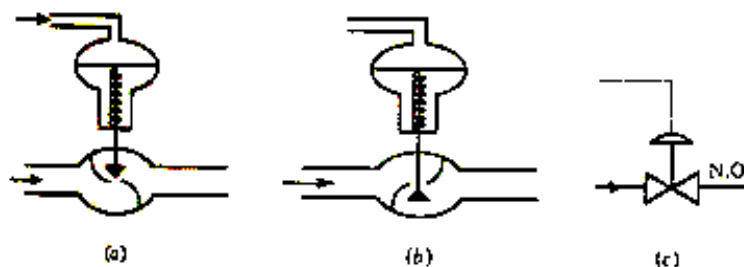
Có 2 loại van điện từ

* *Loại đóng mở on-off*: Van chỉ có 2 trạng thái đóng và mở. Van thường có 2 loại van 2 ngã và van 3 ngã.

* *Loại đóng mở bằng mô tơ (Motorize)*: Van đóng mở bằng mô tơ cho phép đóng mở nhiều vị trí và thường được dùng để điều chỉnh lưu lượng.

- Căn cứ vào số hướng của dòng, van điện từ có thể chia làm loại 2 ngã và 3 ngã.

* *Van 2 ngã*: Hai ngã gồm một ngã môi chất vào và 01 ngã môi chất ra. Loại van này có 2 kiểu: Loại thường mở (NO- Normally Open) và loại thường đóng (NC- Normally Close)



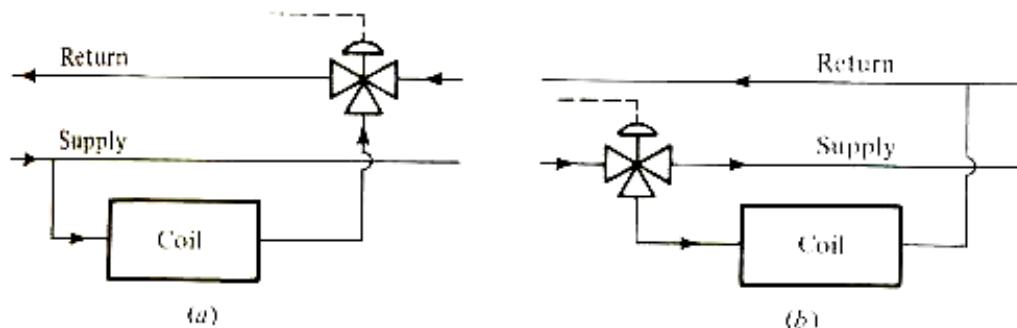
Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Van điện từ 2 ngã

a) Loại thường mở; bc) Loại thường đóng

* *Van điện từ 3 ngã*: Gồm có 3 ngã môi chất vào ra. Loại 3 ngã cũng được chia ra làm 2 loại khác nhau:

- Van 3 ngã hỗn hợp: Có 02 cửa vào và 01 cửa ra
- Van 3 ngã kiểu bypass: Có 01 cửa vào và 02 cửa ra.

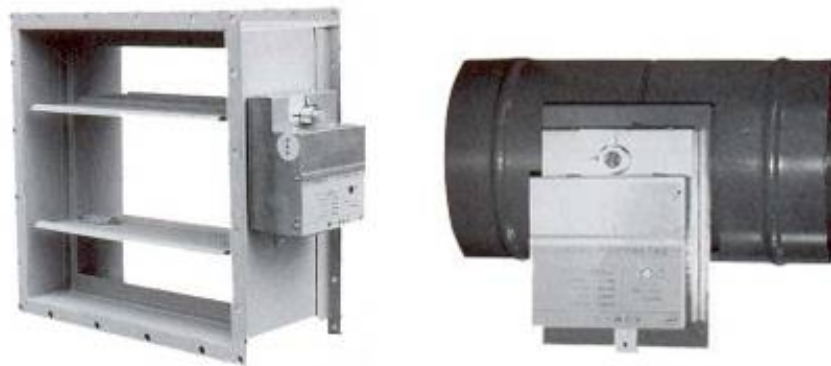


Van điện từ 3 ngã

a) Van 3 ngã hỗn hợp; b) Van điện từ 3 ngã by-pass

Cửa gió

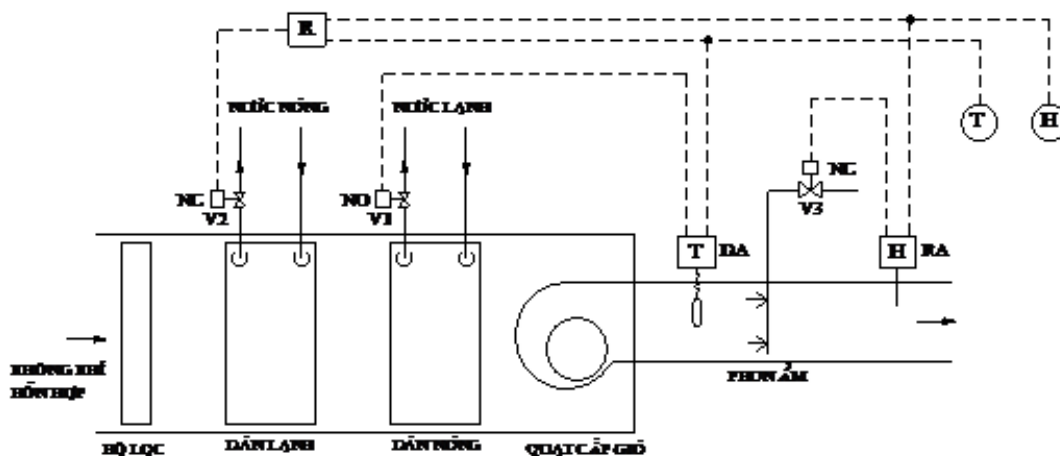
Các cửa gió điều khiển phải là cửa gió mà việc đóng mở thực hiện bằng mô tơ. Trên hình 11.14 là cửa gió điều chỉnh, bên hông các cửa gió có gắn mô tơ. Mô tơ có trục gắn vào trục quạt của các cánh van điều chỉnh. Khi nhận tín hiệu điều khiển, mô tơ hoạt động và thực hiện việc đóng hay mở van theo yêu cầu.



Lưu lượng kế Venturi

CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN

Điều khiển nhiệt độ



Sơ đồ điều khiển nhiệt độ

Trên hình 11.15 là sơ đồ điều khiển nhiệt độ của một AHU. AHU có 02 dàn trao đổi nhiệt: một dàn nóng và một dàn lạnh các dàn hoạt động độc lập và không đồng thời. Mùa hè dàn lạnh làm việc, mùa đông dàn nóng làm việc.

Đầu ra của không khí có bố trí hệ thống phun nước bổ sung để bổ sung ẩm cho không khí.

Nước nóng, nước lạnh và nước phun được cấp vào nhờ các van điện từ thường đóng (NC-Normal Close) và thường mở (NO- Normal Open).

Điều khiển công suất

Phương pháp điều khiển ON-OFF

Phương pháp này thường được sử dụng trong các hệ thống nhỏ.

Không chế trạng thái của một phần tử nào đó ở 2 trạng thái : Đóng và mở

Ví dụ : Để điều chỉnh nhiệt độ không khí trong phòng, máy điều hòa cửa sổ thực hiện như sau :

- + Nhiệt độ đặt trong phòng là 22 °C
- + Khi nhiệt độ trong phòng xuống 21°C máy sẽ dừng chạy.
- + Khi nhiệt độ lên 23 °C thì máy bắt đầu chạy lại.

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Như vậy máy sẽ làm việc trong khoảng nhiệt độ từ $21 - 23^{\circ}\text{C}$.

Độ chênh nhiệt độ giữa 2 vị trí ON và OFF gọi là vi sai điều khiển.

Bây giờ ta hãy biểu thị trên đồ thị sự thay đổi nhiệt độ phòng và công suất theo thời gian.

Trong điều kiện lý tưởng khi nhiệt độ lên 23°C thì máy bắt đầu chạy và ngược lại khi nhiệt độ đạt 21°C thì máy dừng nhưng do quá tính nhiệt nên đến 23°C và 21°C nhưng nhiệt độ phòng vẫn thay đổi một khoảng nào đó .

Hình 11.16. Điều khiển công suất theo kiểu ON-OFF

Trong một chu kỳ, thời gian không khí được làm lạnh (nhiệt độ giảm) và đốt nóng (nhiệt độ tăng) phụ thuộc vào mối quan hệ giữa công suất làm lạnh $Q_{\text{lạnh}}$ và tổng nhiệt thừa của phòng QT.

* Đặc điểm của phương pháp điều khiển kiểu ON-OFF

- Đơn giản , giá thành thấp nên thường sử dụng cho hệ thống nhỏ.
- Công suất giữa các kỳ dao động lớn. Nên không thích hợp cho hệ thống lớn và điều khiển chính xác.

Phương pháp điều khiển bước.

Thường được sử dụng cho hệ thống lớn có nhiều máy. Phương pháp này có ưu điểm hạn chế được sự sai lệch lớn công suất giữa các kỳ.

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

Phương pháp điều khiển bước là thay đổi công suất theo từng bước, tránh công suất thay đổi quá đột ngột. Hệ điều hoà có điều khiển bước phải có nhiều tổ máy.

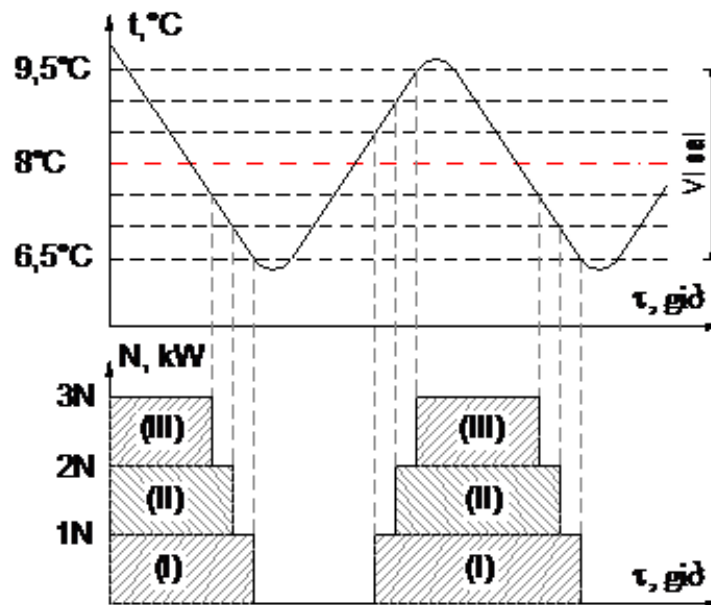
Trong hệ thống này bộ điều khiển căn cứ vào tín hiệu của biến điều khiển sẽ tác động lên các rơ le hay công tắc và làm thay đổi công suất thiết bị ra theo từng bước hay giai đoạn.

Ta nghiên cứu một ví dụ: Thiết bị điều khiển công số một hệ thống điều hoà gồm 3 cụm máy chiller.

- Biến điều khiển là nhiệt độ của nước lạnh vào máy t_{nv} .
- Giá trị định trước là $t_{nv} = 8^{\circ}\text{C}$

* *Khi nhiệt độ tăng* : Khi nước về $t_{nv} = 8,5^{\circ}\text{C}$ chỉ có tổ máy I làm việc. Nếu nhiệt độ tiếp tục tăng đến 9°C thì tổ máy II khởi động và làm việc cùng tổ I. Nếu nhiệt độ tăng đến $9,5^{\circ}\text{C}$ thì tổ máy thứ III khởi động làm việc.

* *Khi nhiệt độ giảm* : Khi nhiệt độ giảm xuống $7,5^{\circ}\text{C}$ thì tổ máy thứ III ngừng hoạt động. Nếu tiếp tục giảm xuống 7°C thì tổ máy II dừng tiếp. Nếu xuống $6,5^{\circ}\text{C}$ thì dừng thêm tổ I.



Điều khiển công suất theo bước

Ta nghiên cứu đồ thị thay đổi nhiệt độ và phụ tải:

- Ta có nhận xét là đồ thị công suất thay đổi từng bậc, tránh hiện tượng xung (thay đổi đột ngột).

Điều khiển tự động trong điều hoà không khí

- Các máy làm việc như sau :

+ Máy I : Làm việc trong khoảng khi nhiệt độ tăng lên $8,5^{\circ}\text{C}$ và dừng khi nhiệt độ giảm xuống $6,5^{\circ}\text{C}$. Như vậy máy I làm việc trong khoảng thời gian dài nhất.

+ Máy II: làm việc trong khoảng khi nhiệt độ tăng lên tới 9°C và dừng khi nhiệt độ giảm xuống 7°C .

+ Máy II: Làm việc khi nhiệt độ tăng lên $9,5^{\circ}\text{C}$ và dừng khi nhiệt giảm xuống $7,5^{\circ}\text{C}$

Như vậy máy I làm việc nhiều nhất và máy II làm việc ít nhất. Để tránh tình trạng đó trong mạch điện người ta có thiết kế công tắc chuyển mạch để đổi vai trò các máy cho nhau, tránh cho một máy nén bất kỳ làm việc quá nhiều trong khi máy khác hầu như không hoạt động.

Ưu, nhược điểm của phương pháp điều khiển theo bước :

- Tránh được sự thay đổi công suất quá đột ngột. Thích hợp cho hệ thống lớn.
- Các máy làm việc không đều nhau nên phải thường xuyên chuyển đổi vai trò của các máy.
- Biên độ dao động (vi sai) của biến điều khiển tương đối lớn do phải qua từng cấp.