

## LỜI NÓI ĐẦU

-Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế của cả nước, ngành điều hòa không khí cũng đã có những bước phát triển vượt bậc và ngày càng trở nên quen thuộc trong đời sống và sản xuất.

-Việt Nam là đất nước có khí hậu nhiệt đới nóng và ẩm, vì vậy điều hoà không khí và thông gió có ý nghĩa vô cùng to lớn đối với đời sống con người , cùng với sự phát triển như vũ bão của khoa học kỹ thuật nói chung, kỹ thuật điều tiết không khí cũng có những bước tiến đáng kể trong một vài thập kỷ qua, đặc biệt ở Việt Nam từ khi có chính sách mở cửa , các thiết bị điều hoà không khí đã được nhập từ nhiều nước khác nhau với nhu cầu ngày càng tăng và cũng ngày càng hiện đại hơn.

Ngày nay điều hòa là tiện nghi không thể thiếu trong các toà nhà, khách sạn, văn phòng, nhà hàng, các dịch vụ du lịch, văn hoá, y tế, thể thao mà còn cả trong các căn hộ, nhà ở, các phương tiện đi lại như ô tô, tàu hỏa, tàu thủy...

Điều hoà công nghệ trong những năm qua cũng đã hỗ trợ đắc lực cho nhiều ngành kinh tế, góp phần để nâng cao chất lượng sản phẩm, đảm bảo quy trình công nghệ như trong các ngành sợi, dệt, chế biến thuốc lá, chè, in ấn, điện tử, vi điện tử, bưu điện, viễn thông, máy tính, quang học, cơ khí chính xác, hoá học. Nội dung đề án gồm này gồm có các chương :

### **Chương 1: Các hệ thống điều hoà không khí**

### **Chương 2: Nguyên lý hoạt động của điều hoà không khí**

### **Chương 3: Điều hoà không khí với Inverter**

## CHƯƠNG 1:

### CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

#### 1.1. ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐẾN CON NGƯỜI

Các yếu tố khí hậu ảnh hưởng đến con người thể hiện qua các chỉ tiêu: nhiệt độ  $t$ , độ ẩm  $\varphi$ , tốc độ lưu triển của không khí, nồng độ các chất độc hại trong không khí và độ ồn.

##### 1.1.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ là yếu tố gây cảm giác nóng lạnh rõ rệt nhất với con người cũng như mọi động vật máu nóng khác, con người có thân nhiệt không đổi ( $37^{\circ}\text{C}$ ) và luôn luôn trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh dưới hai hình thức: truyền nhiệt và toả ẩm.

Truyền nhiệt bằng đối lưu và bức xạ từ bề mặt da (nhiệt độ khoảng  $36^{\circ}\text{C}$ ), cơ thể thải nhiệt vào môi trường bằng truyền nhiệt, nếu mất nhiệt quá mức thì cơ thể sẽ có cảm giác lạnh. Khi nhiệt độ môi trường lớn hơn  $36^{\circ}\text{C}$ , cơ thể nhận một phần nhiệt từ môi trường nên có cảm giác nóng. Trong một số trường hợp, tuy nhiên nhiệt độ không khí không cao lắm nhưng bề mặt một số vật thể có nhiệt độ rất cao ( lò luyện kim, lò rèn ...), khi đó có một vài bộ phận của cơ thể bị đốt nóng quá mức do bức xạ nhiệt từ các bề mặt có nhiệt độ cao. Trường hợp này còn phải xét tới điện tích bề mặt nóng và khoảng cách từ người tới bề mặt nóng.

Ngay cả khi nhiệt độ không khí lớn hơn  $36^{\circ}\text{C}$  thì cơ thể vẫn phải thải nhiệt vào môi trường bằng hình thức toả ẩm (thở, bay hơi, mồ hôi ...).

Cơ thể đổ mồ hôi nhiều hay ít cũng phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường, ngoài ra còn phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí và tốc độ chuyển động của không khí quanh cơ thể.

##### 1.1.2. Độ ẩm tương đối

Là yếu tố quyết định điều kiện bay hơi mồ hôi vào không khí sự bay hơi nước vào không khí chỉ diễn ra khi  $\varphi < 100\%$ . Nếu không khí có độ ẩm vừa phải thì khi nhiệt độ cao, cơ thể đổ mồ hôi bay vào không khí được nhiều sẽ gây cho cơ thể cảm giác dễ chịu hơn.

(khi bay hơi 1g mồ hôi, cơ thể thải được nhiệt lượng khoảng 2500J , nhiệt lượng này tương đương với nhiệt lượng của 1m<sup>3</sup> không khí giảm nhiệt độ đi 2<sup>0</sup>C) Nếu độ ẩm  $\phi$  lớn quá, mồ hôi thoát ra ngoài da bay hơi kém hơn hoặc thậm chí không bay hơi được, trên da sẽ có mồ hôi nhớp nháp.

Để thấy được vai trò của độ ẩm  $\phi$  có thể tham khảo ở bảng dưới đây tỉ lệ giữa lượng nhiệt cơ thể thải được bằng bay hơi nước (nhiệt ẩm) so với nhiệt thải bằng truyền nhiệt thuần túy (nhiệt hiện).

Bảng 1.1: Tỉ lệ giữa nhiệt ẩm và nhiệt hiện

T <sup>0</sup> c	10	26,7	29	36	37,5	40,6	43,3
Tỉ lệ %	18	30	40	100	120	160	200

Ngoài hai yếu tố nhiệt độ và độ ẩm, tốc độ lưu chuyển của không khí cũng đóng vai trò quan trọng trong trao đổi nhiệt ẩm giữa cơ thể và môi trường

C> tốc độ lưu chuyển của không khí sẽ làm tăng cường độ toả nhiệt và cường độ toả chất . Do đó về mùa đông, khí lạnh sẽ làm tăng sự mất nhiệt của cơ thể gây cảm giác lạnh ; ngược lại về mùa hè sẽ làm tăng cảm giác mát mẻ; đặc biệt trong điều kiện độ ẩm  $\phi$  lớn thì tăng nhanh quá trình bay hơi mồ hôi trên da, vì vậy mùa hè người ta thường thích sống trong môi trường không khí lưu chuyển mạnh (có gió trời hoặc có quạt) . Đây là thói quen của người việt nam do điều kiện khí hậu nóng ẩm, do đó khi thiết kế thông gió và điều hoà không khí cần phải chú ý đến một cách thích đáng . Tuy nhiên tốc độ gió thích hợp chọn lớn hay bé cũng tùy thuộc nhiệt độ không khí. Nếu lớn quá mức cần thiết dễ gây mất nhiệt cục bộ, làm cơ thể chóng mệt mỏi. Có nhiều cách đánh giá tác dụng tổng hợp của ba yếu tố trên để tìm ra miền trạng thái vì khí hậu thích hợp với điều kiện sống của con người (gọi là "điều kiện tiện nghi") . Tuy nhiên, miền tiện nghi cũng chỉ tương đối, vì nó còn phụ thuộc vào cường độ lao động và thói quen của từng người; có thể đánh giá điều kiện tiện nghi theo nhiệt độ hiệu quả tương đương.

Bảng 1.2: Tỷ lệ nhiệt độ và tốc độ không khí

Nhiệt độ không khí trong phòng °c	$\omega$ trong phòng m/s
16÷20	<0,25
21÷23	0,25÷0,3
24÷25	0,4÷0,6
26÷27	0,7÷1,0
28÷30	1,1÷1,3
>30	1,3÷1,5

$$T_{hq} = 0.5(T_k + T_u) - 1.94 \sqrt{\omega_k}$$

trong đó :  $T_k$  -nhiệt độ nhiệt kế, °c

$T_u$  -nhiệt độ nhiệt kế ướt, °c

$\omega_k$  -tốc độ không khí, m/s

### 1.1.3. Các chất độc hại

Ngoài ba yếu tố  $t$ ,  $\varphi$ ,  $\omega_k$  đã nói ở trên, môi trường không khí còn phải đảm bảo độ trong sạch nhất định, đặc trưng bằng nồng độ các chất độc hại.

Các chất độc hại có trong không khí thường gặp có thể phân thành ba loại :

- Bụi là các hạt vật chất kích thước nhỏ có thể thâm nhập vào đường thở
- Khí CO<sub>2</sub> và hơi tuy không có độc tính nhưng nồng độ lớn sẽ làm giảm lượng O<sub>2</sub> trong không khí. Chúng phát sinh do hô hấp của động, thực vật hoặc do đốt cháy các chất hữu cơ hoặc trong các phản ứng hoá học khác.

- Các hoá chất độc dạng khí, hơi (hoặc một số dạng bụi ) phát sinh trong quá trình sản xuất hoặc các phản ứng hoá học . Mức độ độc hại tùy thuộc vào cấu tạo hoá học và nồng độ của từng chất có loại chỉ gây cảm giác khó chịu (do có mùi hôi thối ) có loại gây bệnh nghề nghiệp, có loại gây chết người khi nồng độ đủ lớn

Tiếng ồn cũng là một yếu tố ảnh hưởng tới cảm giác dễ chịu của con người. Chất lượng của không khí trong nhà không chỉ được đánh giá qua các thông số nhiệt, ẩm của không khí mà còn quá mức độ trong sạch và mức ồn của không khí

nữa, vì vậy lọc bụi và tiêu âm trong hệ thống ĐHKK và thông gió cũng là một trong những nhiệm vụ của khâu xử lí không khí .

## **1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐỐI VỚI SẢN XUẤT**

Trước hết phải thấy rằng con người là một trong những yếu tố quyết định năng suất lao động và chất lượng sản phẩm, như vậy môi trường không khí trong sạch, có chế độ nhiệt ẩm thích hợp cũng chính là yếu tố gián tiếp nâng cao năng suất lao động và chất lượng sản phẩm.

Mặt khác, mỗi ngành kỹ thuật là yêu cầu một chế độ vi khí hậu riêng biệt, do đó ảnh hưởng của môi trường không khí đối với sản xuất không giống nhau nhìn chung, các quá trình sản xuất thường kèm theo sự thải nhiệt, thải CO<sub>2</sub> và hơi H<sub>2</sub>O có cả bụi và chất độc hoá học vào môi trường không khí, làm cho nhiệt độ, độ ẩm không khí và độ trong sạch nữa luôn bị biến động. Sự biến động nhiệt độ, độ ẩm không khí trong phòng tuy đều ảnh hưởng đến sản xuất nhưng mức độ ảnh hưởng không giống nhau.

## **1.3. CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

### **1.3.1. Hệ thống kiểu trung tâm.**

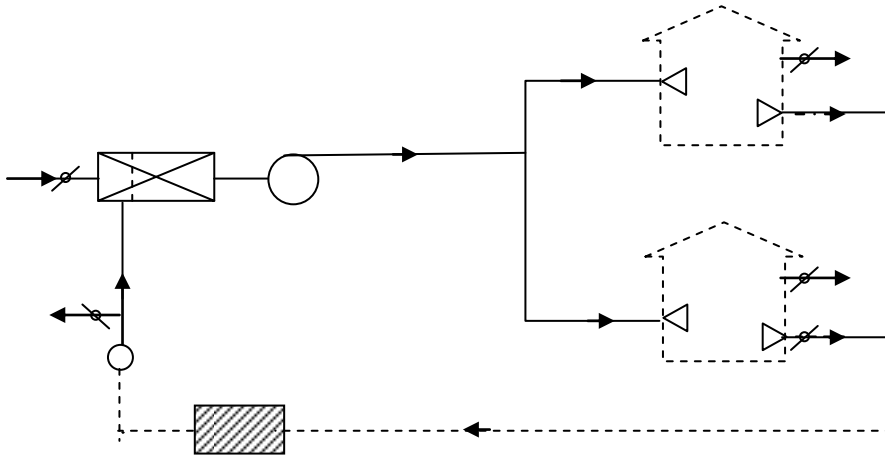
Sơ đồ nguyên lý của hệ thống được trình bày trên (hình 2.1 ). đây là sơ đồ thông dụng của hệ thống trung tâm và có tên gọi là sơ đồ kín (do có tuần hoàn không khí ) .

Nguyên lý làm việc của hệ thống như sau :

Không khí ngoài trời qua cửa lấy gió có van điều chỉnh 1 đi vào buồng hoà trộn 2 đặt trong buồng điều không ; tại đây được hoà trộn với không khí tuần hoàn sau đó qua thiết bị xử lí nhiệt ẩm 3 (bộ phận chính của buồng điều không ). Không khí sau khi được xử lí nhiệt ẩm đến trạng thái định trước sẽ được quạt cấp gió 4 vận chuyển theo đường ống dẫn gió chính 5 rồi chia đi các đường ống chính 6 tới từng gian điều hoà 7 tại đó qua hệ thống các miệng thổi 8, cấp khí trao đổi với không khí trong phòng sẽ nhận ẩm, âm và bụi từ các nguồn trong phòng thải ra,

tự thay đổi trạng thái ; sau đó được hút qua các miệng hút gió 9 rồi theo các đường ống gió hồi 10 đến thiết bị khử bụi 1.

Sau khi được làm sạch bụi không khí tuần hoàn được quạt gió hồi 12 đưa trở lại một phần vào hệ thống tại buồng hoà trộn 2; còn một phần được thải ra ngoài trời qua cửa thổi gió có lá điều chỉnh 13.



Hình 1.1: Sơ đồ hệ thống kiểu trung tâm

Với sơ đồ hở, cấu trúc của hệ thống trung tâm đơn giản hơn nhiều : hệ thống gồm các thiết bị ( chi tiết ) 1,2,3,4,5,6,8, và cửa thải trực tiếp 14 : không khí sau khi trao đổi trong phòng được thải toàn bộ ra ngoài trời mà không có tuần hoàn.

Như vậy, hệ thống ĐTKK kiểu trung tâm có đặc điểm là : nhiều gian điều hoà có chung một buồng điều khiển, do đó tiết kiệm thiết bị và mặt bằng, giảm được chi phí đầu tư.

-Mỗi gian điều hoà có những yêu cầu riêng về nhiệt độ và độ ẩm nhưng lại được cung cấp cùng một loại không khí đã được xử lí như nhau, do đó thường phải đặt thêm thiết bị phụ trợ cho các nơi có yêu cầu riêng ( ví dụ, thiết bị phun ẩm bổ xung cho nơi cần độ ẩm lớn hơn hoặc máy điều hoà nhiệt độ cục bộ cho nơi cần nhiệt độ thấp hơn ).

-Hệ thống có đường ống gió dài, trở lực lớn, chi phí nhiều điện năng dẫn động quạt và vật liệu làm ống dẫn.

-Do đường ống gió nối thông các gian điều hoà với nhau nên có nguy cơ lây lan hoả hoạn khi một nơi bị cháy.

-Hệ thống rất khó lắp đặt các thiết bị khống chế, điều chỉnh tự động do các gian điều hoà có đặc điểm tải nhiệt, tải ẩm khác nhau và yêu cầu chế độ nhiệt độ, độ ẩm trong phòng cũng không giống nhau .

-Hệ thống kiểu trung tâm thường hay lắp đặt cho các công trình công cộng ( nhà văn hoá, rạp hát, thư viện, khách sạn, ..) hoặc cho các xí nghiệp kiểu cũ cải tạo lại nay lắp thêm hệ thống ĐHKK.

### **1.3.2. Hệ thống kiểu phân tán**

- Hệ thống kiểu phân tán cũng có thể kín hoặc hở (Hình 1.3) trình bày sơ đồ nguyên lí của hệ thống (kín) .Các thiết bị chính tương tự như ở hình 1.2 và hoạt động gần giống ở sơ đồ điều khiển trung tâm.

- Điểm khác nhau căn bản giữa hệ thống phân tán với hệ thống trung tâm là : được trang bị một buồng điều hoà không cùng với hệ thống vận chuyển và phân phối không khí riêng, hoạt động độc lập với nhau . vì vậy hệ thống kiểu phân tán có nhiều nhược điểm :

-Không khí được xử lí theo đúng yêu cầu của từng nơi, do đó thường không cần thiết bị phụ trợ.

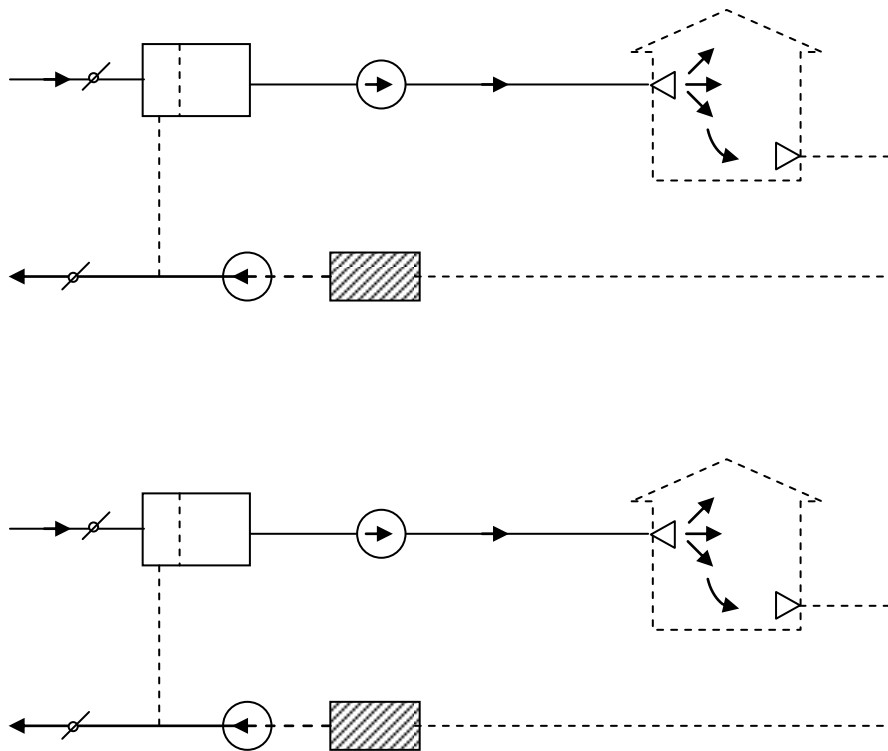
-Dễ dàng tự động hoá khâu điều chỉnh, khống chế.

-Hệ thống ống dẫn ngắn, trở lực nhỏ cho phép sử dụng các quạt dọc trục có năng suất gió lớn, cột áp bé, kích thước gọn, dễ lắp đặt.

-Hệ thống đường ống độc lập nên ít có nguy cơ lây lan hoả hoạn.

Tuy nhiên hệ thống đòi hỏi chi phí đầu tư lớn, mặt bằng cần rộng rãi, vận hành phức tạp và tốn kém hơn hệ thống trung tâm.

Ngay nay các xí nghiệp hiện đại đều được lắp đặt hệ thống kiểu này.



Hình 1.2 : Sơ đồ hệ thống phân tán

### 1.3.3. Hệ thống kiểu cục bộ

Đặc điểm của hệ thống kiểu cục bộ là chỉ có tác dụng trong phạm vi hẹp của không gian . Thông thường, hệ thống cục bộ được chế tạo dưới dạng, trong đó có bố trí đủ cả bốn khâu hệ thống (thường không có hệ thống ống dẫn gió, các cửa phân phối gió đặt ngay trên mặt trước của võ máy ). Các máy ĐHKK cục bộ chỉ có chức năng làm lạnh (hoặc có cả thiết bị sưởi ấm ) mà không có chức năng tăng ấm ( ví dụ các máy BK 1500,BK 2500 của liên xô ).

Các máy điều hoà cửa sổ thường có năng xuất lạnh, năng xuất gió bé, lắp đặt thích hợp cho các phòng hẹp.

Một số máy được tách riêng khâu năng lượng khỏi khâu xử lí, gọi là máy hai cục. Máy lạnh, dàn nóng và quạt thải nhiệt đặt trong cùng một vỏ, dàn lạnh quạt cấp gió cửa thổi gió và hút gió, .. đặt trong một vỏ khác hình 1.3 trình bày cấu trúc một máy ĐHKK cửa sổ (mặt chiếu bằng ).

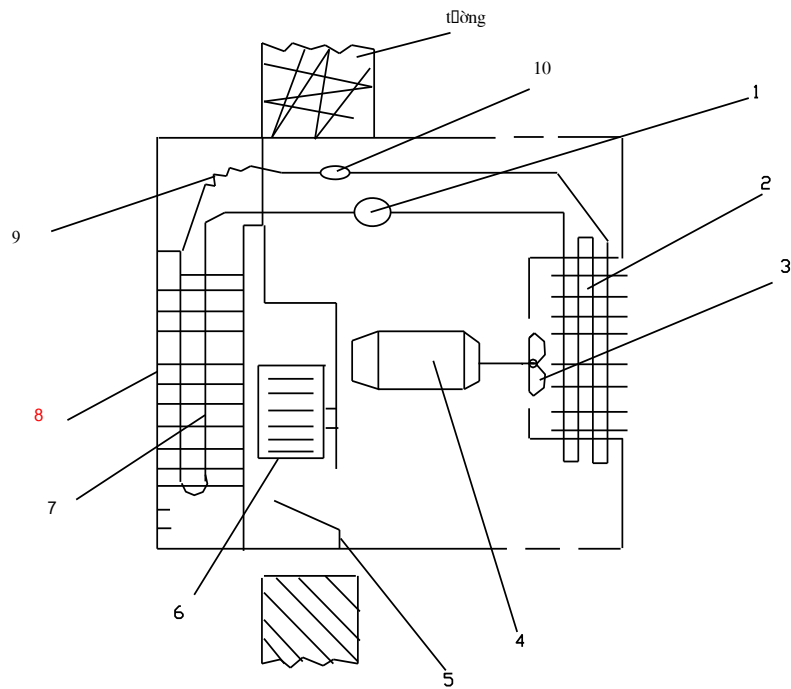


Hệ thống làm lạnh được đặt bên trong vỏ máy gồm máy nén 1(dạng bloc kín), tác nhân lạnh (là freon) từ máy nén được làm mát trong giàn ngưng tụ 2 (còn gọi là dàn nóng ), sau đó được qua lọc ẩm nhờ pin lọc 10 rồi tiết lưu tới áp suất bão hoà nhờ ống mao 9 .

Nhiệt thải ra từ giàn ngưng được quạt gió nóng 3 thải ra ngoài trời ở mặt sau vỏ máy D, không khí lấy vào làm mát dàn nóng và máy nén lấy từ các khe ở thành bên. Trong giàn bay hơi 7, tác nhân lạnh bay hơi, lấy nhiệt của không khí, sau đó qua ống hút vào bầu giãn nở và ống tiêu âm về máy nén 1 tiếp tục chu kỳ sau.

Không khí đã được làm lạnh nhờ quạt li tâm 6 thổi qua các cửa cấp gió đặt ở phía trên, trước vỏ máy, không khí tuần hoàn được hút vào quạt qua tấm lọc bụi 8 và giàn lạnh 7. Không khí được bổ sung được lấy từ cửa gió 5 có thể điều chỉnh độ mở bằng tay tùy số lượng người trong phòng. Việc đóng mở máy, điều chỉnh lưu lượng quạt gió, đóng mở cửa gió được thay đổi bằng cách thay đổi cách đấu dây của động cơ 4. Động cơ được nối đồng trục với các quạt 3 và 6.

Như vậy, trong máy ĐHKK cửa sổ ở trên các thiết bị thuộc về khâu năng lượng 1,2,3,4,9,10. Khâu xử lý không khí gồm 7.8, khâu vận chuyển và phân phối gồm cửa 5, quạt 6 và các cửa cấp gió, lấy gió ở mặt chính (không thể hiện trong hình vẽ).



Hình 1.3 : Cấu trúc một máy ĐHKK cửa sổ

Các máy ĐHKK cục bộ tuy chỉ có tác dụng trong phạm vi hẹp của không gian, nhưng do gọn, làm việc chắc chắn, dễ lắp đặt, dễ vận hành, sửa chữa,... nên được dùng rất rộng rãi, đặc biệt thích hợp cho các phòng hẹp, các nơi không có yêu cầu duy trì độ ẩm nghiêm ngặt.

Cần phân biệt máy điều hoà không khí cục bộ với tủ điều hoà có năng suất khá lớn (cỡ hàng chục ngàn tới hàng trăm ngàn kilocalo trong một thời gian, và do đó chúng hoạt động như một hệ thống kiểu trung tâm hoặc phân tán).

## **CHƯƠNG 2:**

# **NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

## **2.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

Máy điều hòa nhiệt độ thu nhiệt lượng trong phòng kín rồi mang nhiệt này thải ra ngoài trời, nhờ đó mà có thể làm cho nhiệt độ trong phòng kín lạnh xuống theo nhu cầu của người sử dụng.

Nguyên lý hoạt động như sau:

Trong phòng kín đặt một dàn ống, bên trong giàn ống này cho bay hơi một loại chất lỏng dễ bay hơi (gọi là ga lạnh), khi chất lỏng bay hơi trong giàn bay hơi ở nhiệt độ thấp sẽ thu nhiệt của không khí trong phòng (được quạt gió thổi trong giàn bay hơi). Không khí nóng trong phòng bị mất nhiệt sẽ lạnh đi và nhiệt độ trong phòng sẽ thấp xuống. Hơi do ga lạnh bay hơi tạo thành, theo đường ống cửa hút của một máy nén và được nén lên áp suất cao, nhiệt độ cao, sau đó tới dàn ngưng tụ đặt bên ngoài phòng lạnh. Hơi nén trong dàn ngưng tụ có nhiệt độ cao nên dễ dàn truyền nhiệt ra bên ngoài, còn bản thân hơi nóng trong giàn sẽ bị mất nhiệt ngưng tụ thành chất lỏng chảy qua ống mao dẫn hoặc van tiết lưu để hạ áp suất và nhiệt độ xuống thấp rồi đi vào dàn bay hơi trong phòng lạnh, khép kín chu trình làm việc của máy điều hòa nhiệt độ.

## **2.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

### **2.2.1. Nhiệm vụ và chức năng của hệ thống điều khiển**

Chức năng quan trọng nhất của hệ thống điều hòa 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 hòa 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

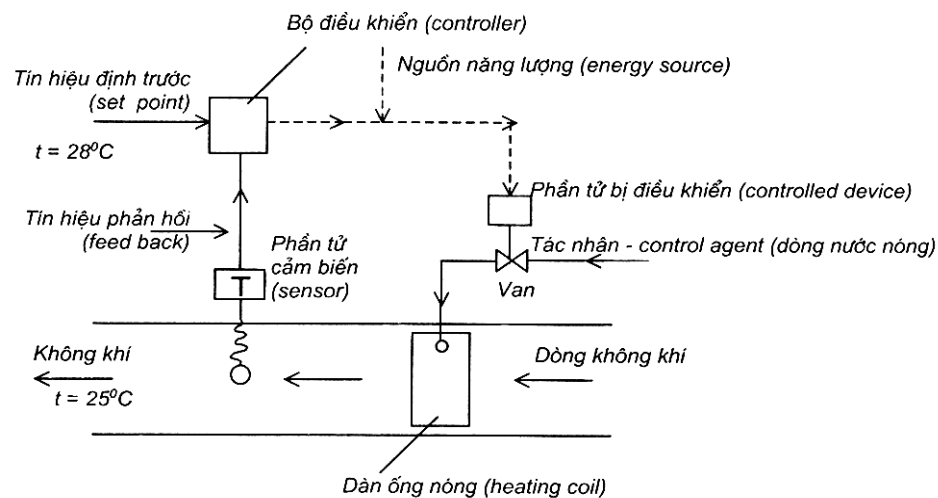
Trong các thông số trên nhiệt độ là thông số quan trọng nhất.

- 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.

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

### 2.2.2.1. Sơ đồ điều khiển tự động

Sơ đồ điều khiển của hệ thống :



Hình 2.1: Sơ đồ hệ thống điều khiển

Các hệ thống điều khiển tự động trong điều hòa 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 2.1

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.

*a. 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 hòa không khí các thông số thường gặp là nhiệt độ, độ ẩm, lưu lượng, công suất vv...

*b. 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.

*c. 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.

#### *d. 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.

#### **2.2.2.2. 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 24V – 220V.

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  $P = 80 - 100 \text{ lb/}$

#### **2.2.2.3. Các thiết bị điều khiển**

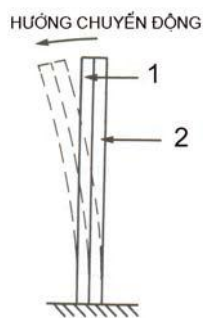
##### **a. Bộ phận cảm biến (sensor)**

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:



a1



a2

Hình 2.2: Các kiểu bộ cảm biến

- Thanh lưỡng kim (*bimetalstrip*)

Trên hình 2.2a1 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 2.2a2).

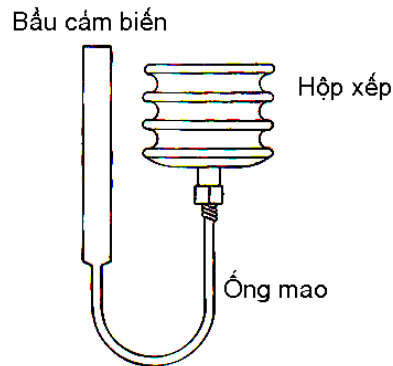
- Bộ cảm biến ống và thanh

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

nhệt độ thay đổi môi chất co giãn là hộp xếp hoặc màng mỏng căng phồng làm di chuyển 1 thanh gắn trên đó

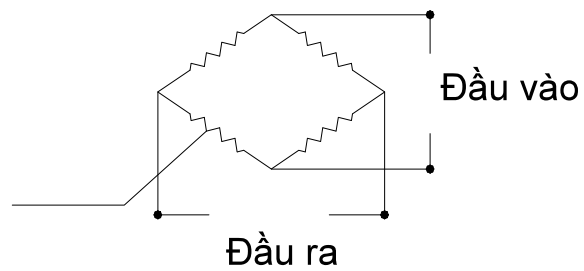


Hình 2.3: Bộ cảm biến kiểu hộp xếp có ống mao và bầu cảm biến

- *Cảm biến điện trở*

Cảm biến điện trở có các loại sau đây:

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

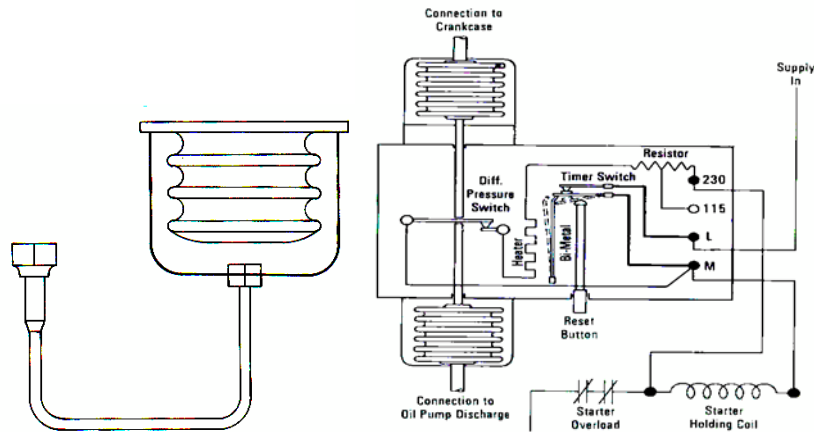


Hình 2.4: Bộ cảm biến kiểu điện trở



### - 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.



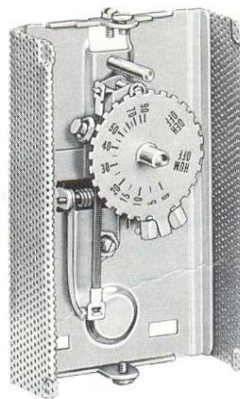
Hình 2.5: Bộ cảm biến áp suất

### - Bộ cảm biến độ ẩm

Bộ cảm biến độ ẩm cũng 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:

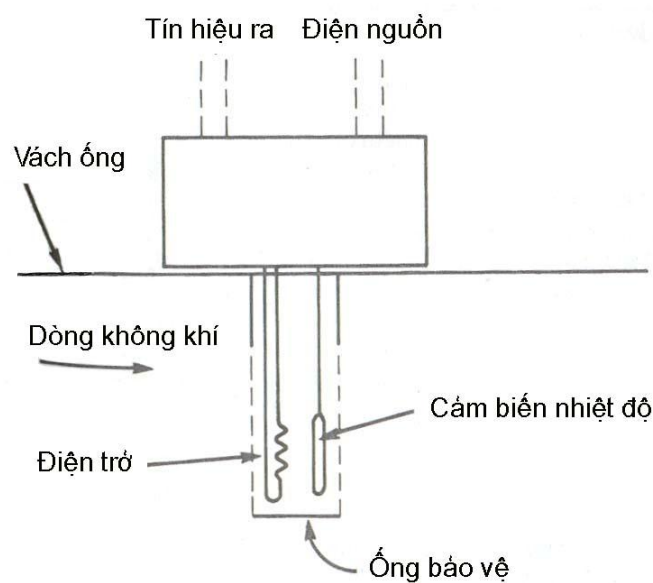
- Loại dùng chất hữu cơ (organic element)
- Loại điện trở (Resistance element)



Hình 2.6: Bộ cảm biến độ ẩm

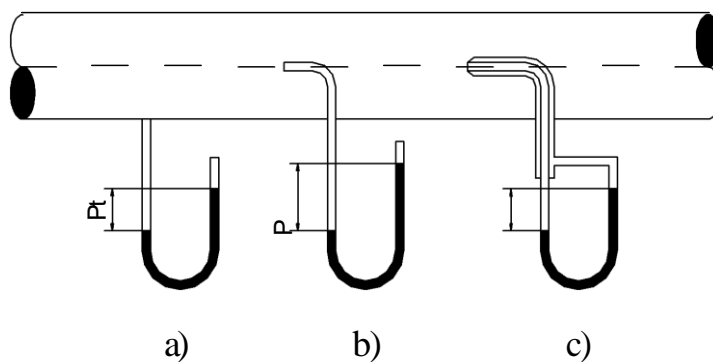
Trên hình 2.6 là bộ cảm biến độ ẩm, nó có chứa một sợi hấp thụ ẩm. Sự thay đổi độ ẩm làm thay đổi chiều dài sợi hấp thụ. Sợi hấp thụ có thể là tóc người hoặc vật liệu chất dẻo axêtat.

Trên hình 2.7 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.



Hình 2.7: Phong kế dây nóng

- Ống pitô

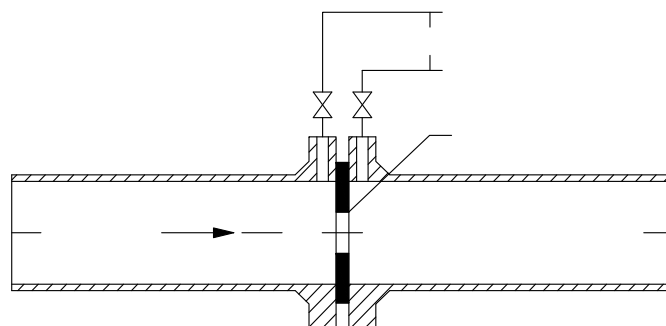


Hình 2.8: Ống pitô đo áp suất và lưu lượng

Trên hình 2.8 trình bày ống pitô đo áp suất: áp suất tĩnh (2.8a), áp suất tổng (2.8b), và áp suất động (2.8c).

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

- Tầm đục lỗ



Hình 2.9: Lưu lượng kế có vòng đục lỗ

Trên hình 2.9 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:

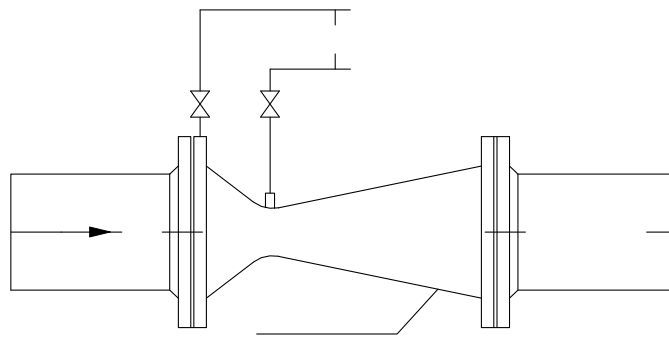
$$Q = C.F. \sqrt{\Delta P_t}$$

Trong đó:

C- Hằng số;

F- Diện tích tiết diện của ống,  $m^2$ .

- Ống Venturi



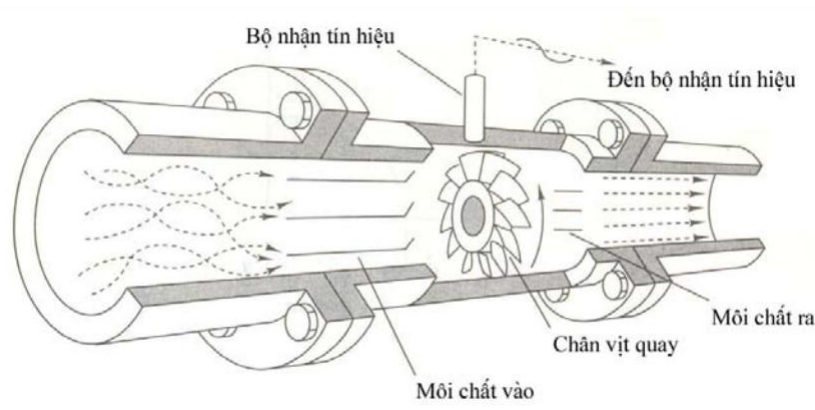
Hình 2.10: Lưu lượng kế Venturi

Lưu lượng kế kiểu Venturi gồm một ống có cổ thắt ở giữa (hình 2.10). 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.

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

- 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.



Hình 2.11: Lưu lượng kế chân vịt

## b. Các thiết bị được điều khiển

### - Van điện từ

Có 2 loại van điện từ

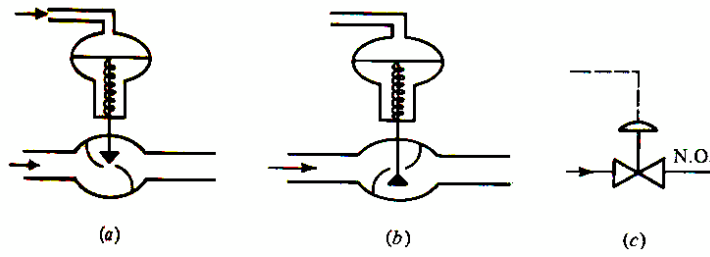
\* *Loại đóng mở on-off*: Van chỉ có 2 trạng thái đóng và mở. Van thường có 2 loại van 2 ngã và van 3 ngã.

\* *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)



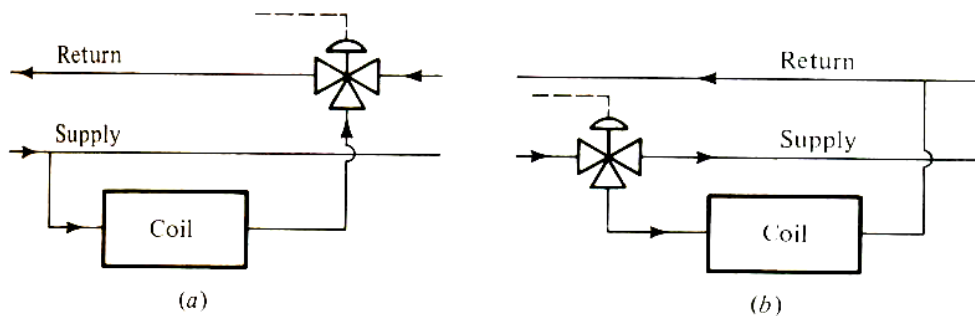
Hình 2.12: Van điện từ 2 ngã

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.

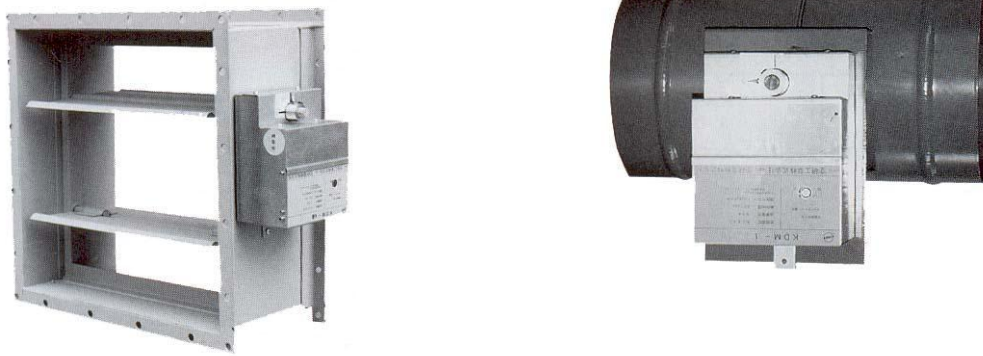


a) Van 3 ngã hỗn hợp;

b) Van điện từ 3 ngã by-pass

Hình 2.13: Van điện từ 3 ngã

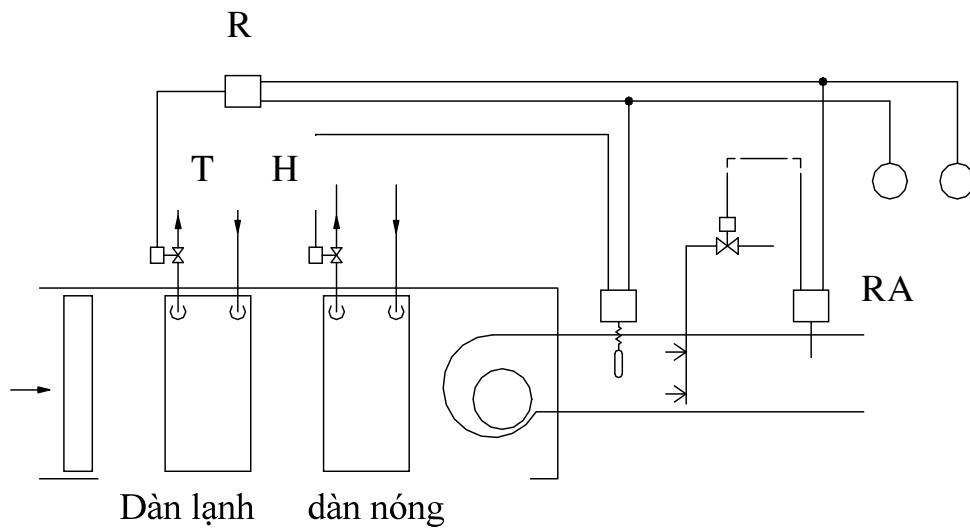
Cửa gió : Các cửa gió điều khiển phải là cửa gió mà việc đóng mở thực hiện bằng mô tơ. Trên hình 2.14 là cửa gió điều chỉnh, bên hông các cửa gió có gắn mô tơ. Mô tơ có trục gắn vào trục quạt của các cánh van điều chỉnh. Khi nhận tín hiệu điều khiển, mô tơ hoạt động và thực hiện việc đóng hay mở van theo yêu cầu.



Hình 2.14: Lưu lượng kế Venturi

## 2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN

### 2.3.1. Điều khiển nhiệt độ.



Hình 2.15: Sơ đồ điều khiển nhiệt độ

Trên hình 2.15 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 phun, nước lạnh được cấp vào nhờ các van điện từ thường đóng (NC-Normal Close) và thường mở (NO- Normal Open).

### **2.3.2. Điều khiển công suất.**

#### **2.3.2.1. Phương pháp điều khiển ON-OFF**

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

Khống 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.

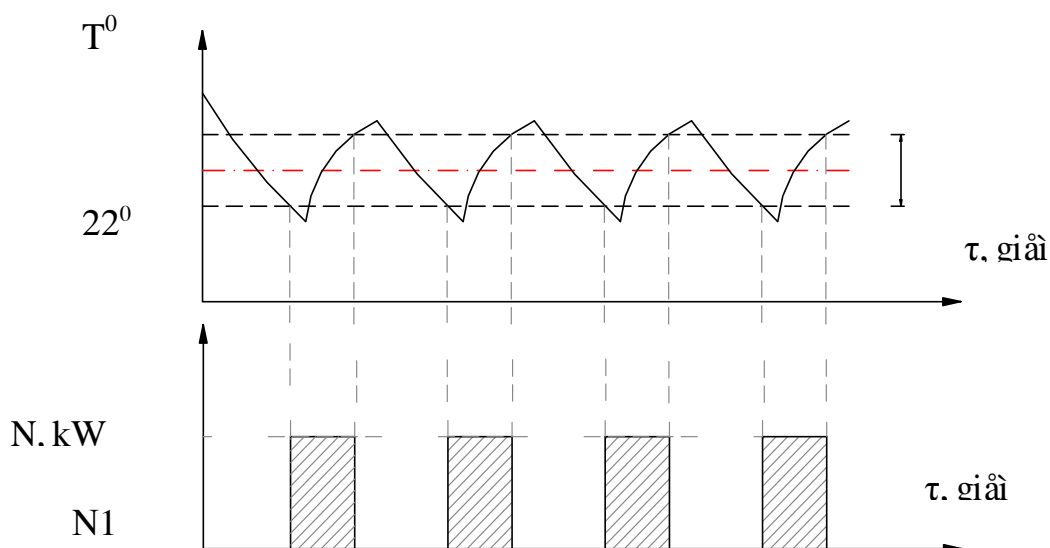
Như vậy máy sẽ làm việc trong khoảng nhiệt độ từ 21 - 23°C .

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 2.16: 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  $Q_{lạnh}$  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.

### 2.3.2.2. 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.

Phương pháp điều khiển bước là thay đổi công suất theo từng bước, tránh công suất thay đổi quá đột ngột. Hệ điều hòa 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.

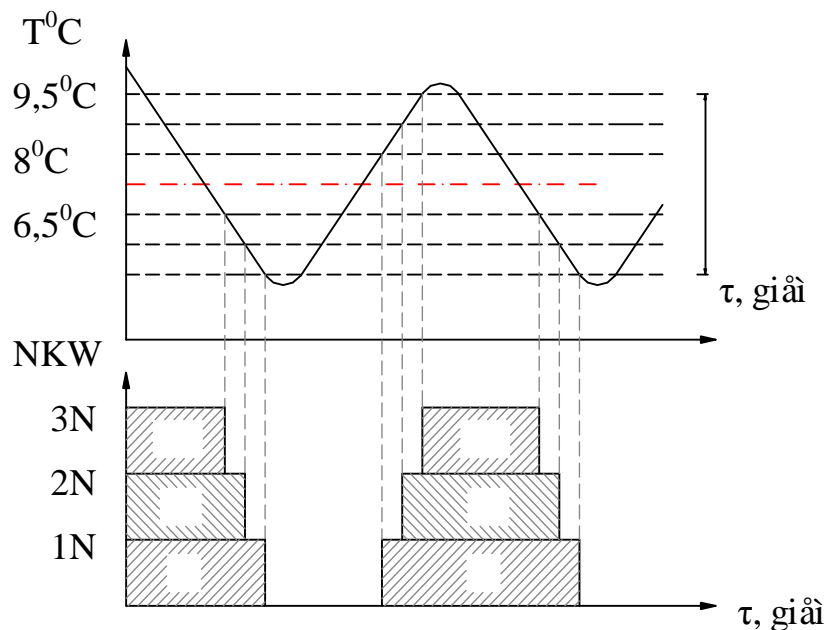
Ta nghiên cứu một ví dụ: Thiết bị điều khiển công số một hệ thống điều

hòa 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  $9^{\circ}\text{C}$  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  $7^{\circ}\text{C}$  thì tổ máy II dừng tiếp. Nếu xuống  $6,5^{\circ}\text{C}$  thì dừng thêm tổ I.



Hình2.17: 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).

- 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  $9^{\circ}\text{C}$  và dừng khi nhiệt độ giảm xuống  $7^{\circ}\text{C}$ .

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 (vì sai) của biến điều khiển tương đối lớn do phải qua từng cấp

## **CHƯƠNG 3:**

# **ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ VỚI INVERTER**

### **3.1. BIẾN TẦN**

#### **3.1.1. Biến tần và tầm quan trọng của biến tần trong công nghiệp**

Với sự phát triển như vũ bão về chủng loại và số lượng của các bộ biến tần, ngày càng có nhiều thiết bị điện – điện tử sử dụng các bộ biến tần, trong đó một bộ phận đáng kể sử dụng biến tần phải kể đến chính là bộ biến tần điều khiển tốc độ động cơ điện.

Trong thực tế có rất nhiều hoạt động trong công nghiệp có liên quan đến tốc độ động cơ điện. Đôi lúc có thể xem sự ổn định của tốc độ động cơ mang yếu tố sống còn của chất lượng sản phẩm, sự ổn định của hệ thống... Ví dụ: máy ép nhựa làm đế giày, cán thép, hệ thống tự động pha trộn nguyên liệu, máy ly tâm định hình khi đúc... Vì thế, việc điều khiển và ổn định tốc độ động cơ được xem như vấn đề chính yếu của các hệ thống điều khiển trong công nghiệp.

Điều chỉnh tốc độ động cơ là dùng các biện pháp nhân tạo để thay đổi các thông số nguồn như điện áp hay các thông số mạch như điện trở phụ, thay đổi từ thông ... Từ đó tạo ra các đặc tính cơ mới để có những tốc độ làm việc mới phù hợp với yêu cầu của phụ tải cơ. Có hai phương pháp để điều chỉnh tốc độ động cơ:

- Biến đổi các thông số của bộ phận cơ khí tức là biến đổi tỷ số truyền chuyển tiếp từ trục động cơ đến cơ cấu máy sản xuất.
- Biến đổi tốc độ góc của động cơ điện. Phương pháp này làm giảm tính phức tạp của cơ cấu và cải thiện được đặc tính điều chỉnh, đặc biệt linh hoạt khi ứng dụng các hệ thống điều khiển bằng điện tử. Vì vậy, bộ biến tần được sử dụng để điều khiển tốc độ động cơ theo phương pháp này.

Khảo sát cho thấy:

- Chiếm 30% thị trường biến tần là các bộ điều khiển moment.

- Trong các bộ điều khiển moment động cơ chiếm 55% là các ứng dụng quạt gió, trong đó phần lớn là các hệ thống HAVC (điều hòa không khí trung tâm), chiếm 45% là các ứng dụng bơm, chủ yếu là trong công nghiệp nặng.
- Nâng cấp cải tạo các hệ thống bơm và quạt từ hệ điều khiển tốc độ không đổi lên hệ tốc độ có thể điều chỉnh được trong công nghiệp với lợi nhuận to lớn thu về từ việc tiết giảm nhiên liệu điện năng tiêu thụ.

Tính hữu dụng của biến tần trong các ứng dụng bơm và quạt

- Điều chỉnh lưu lượng tương ứng với điều chỉnh tốc độ Bơm và Quạt.
- Điều chỉnh áp suất tương ứng với điều chỉnh góc mở của van.
- Giảm tiếng ồn công nghiệp.
- Năng lượng sử dụng tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc ba của tốc độ động cơ.
- Giúp tiết kiệm điện năng tối đa.

Như tên gọi, bộ biến tần sử dụng trong hệ truyền động, chức năng chính là thay đổi tần số nguồn cung cấp cho động cơ.

### **3.2. PHÂN LOẠI BIẾN TẦN**

Biến tần thường được chia làm hai loại:

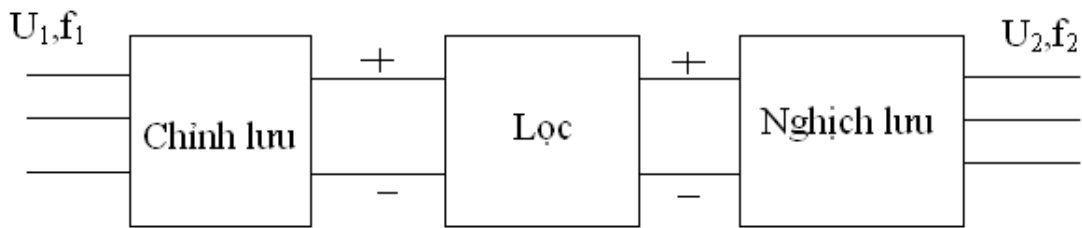
- Biến tần trực tiếp
- Biến tần gián tiếp

#### **3.2.1. Biến tần trực tiếp**

Biến tần trực tiếp là bộ biến đổi tần số trực tiếp từ lưới điện xoay chiều không thông qua khâu trung gian một chiều. Tần số ra được điều chỉnh phẳng và nhỏ hơn tần số lưới ( $f_1 < f_{\text{lưới}}$ ). Loại biến tần này hiện nay ít được sử dụng.

### 3.2.2. Biến tần gián tiếp

Các bộ biến tần gián tiếp có cấu trúc như sau:



Hình 3.1: Sơ đồ cấu trúc của biến tần gián tiếp

Như vậy để biến đổi tần số cần thông qua một khâu trung gian một chiều vì vậy có tên gọi là biến tần gián tiếp. Chức năng của các khối như sau:

a) Chỉnh lưu: Chức năng của khâu chỉnh lưu là biến đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Chỉnh lưu có thể là không điều chỉnh hoặc có điều chỉnh. Ngày nay đa số chỉnh lưu là không điều chỉnh, vì điều chỉnh điện áp một chiều trong phạm vi rộng sẽ làm tăng kích thước của bộ lọc và làm giảm hiệu suất bộ biến đổi. Nói chung chức năng biến đổi điện áp và tần số được thực hiện bởi nghịch lưu thông qua luật điều khiển. Trong các bộ biến đổi công suất lớn, người ta thường dùng chỉnh lưu bán điều khiển với chức năng làm nhiệm vụ bảo vệ cho toàn hệ thống khi quá tải. Tùy theo tầng nghịch lưu yêu cầu nguồn dòng hay nguồn áp mà bộ chỉnh lưu sẽ tạo ra dòng điện hay điện áp tương đối ổn định.

b) Lọc: Bộ lọc có nhiệm vụ san phẳng điện áp sau chỉnh lưu.

c) Nghịch lưu: Chức năng của khâu nghịch lưu là biến đổi dòng một chiều thành dòng xoay chiều có tần số có thể thay đổi được và làm việc với phụ tải độc lập. Nghịch lưu có thể là một trong ba loại sau:

- Nghịch lưu nguồn áp: trong dạng này, dạng điện áp ra tải được định dạng trước (thường có dạng xung chữ nhật) còn dạng dòng điện phụ thuộc vào tính chất tải. Nguồn điện áp cung cấp phải là nguồn sức điện động có nội trở nhỏ. Trong các ứng dụng điều khiển động cơ, thường sử dụng nghịch lưu nguồn áp.

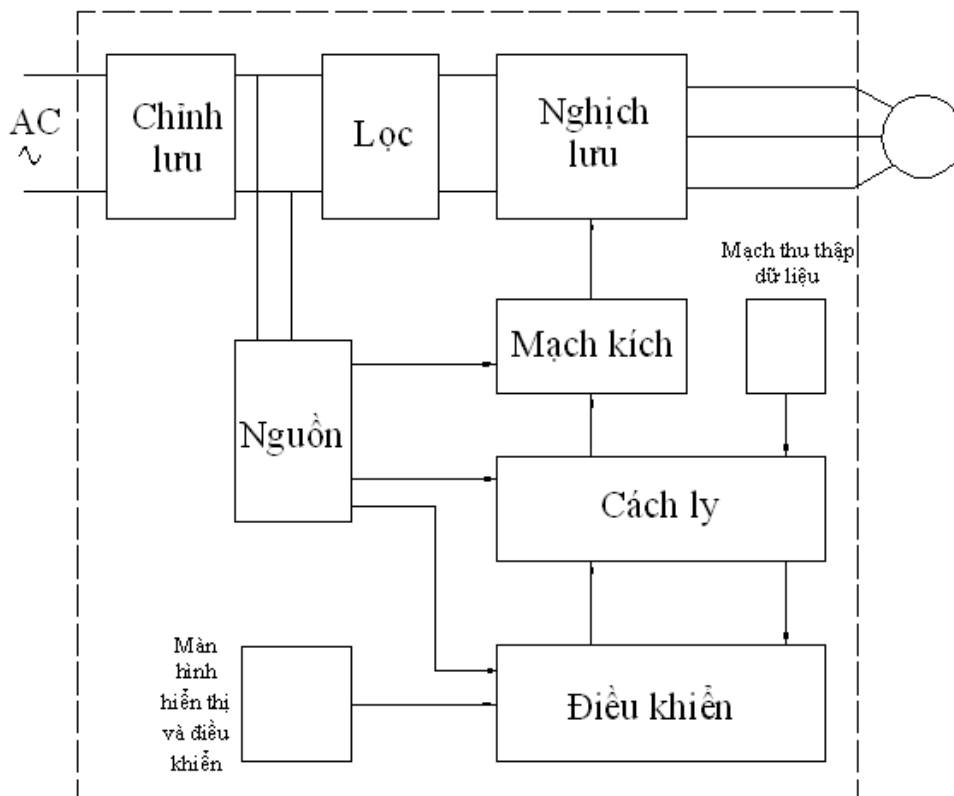
- Nghịch lưu nguồn dòng: Ngược với dạng trên, dạng dòng điện ra tải được định hình trước, còn dạng điện áp phụ thuộc vào tải. Nguồn cung cấp phải là

nguồn dòng để đảm bảo giữ dòng một chiều ổn định, vì vậy nếu nguồn là sức điện động thì phải có điện cảm đầu vào đủ lớn hoặc đảm bảo điều kiện trên theo nguyên tắc điều khiển ổn định dòng điện.

**Nghịch lưu cộng hưởng:** Loại này dùng nguyên tắc cộng hưởng khi mạch hoạt động, do đó dạng dòng điện (hoặc điện áp) thường có dạng hình sin. Cả điện áp và dòng điện ra tải phụ thuộc vào tính chất tải.

### 3.3. CẤU TRÚC CƠ BẢN CỦA MỘT BỘ BIẾN TẦN

Cấu trúc cơ bản của một bộ biến tần như hình



Hình 3.2: Sơ đồ cấu trúc cơ bản của biến tần gián tiếp

Tín hiệu vào là điện áp xoay chiều một pha hoặc ba pha. Bộ chỉnh lưu có nhiệm vụ biến đổi điện áp xoay chiều thành một chiều.

Bộ lọc có nhiệm vụ san phẳng điện áp một chiều sau chỉnh lưu.

Nghịch lưu có nhiệm vụ biến đổi điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều có tần số có thể thay đổi được. Điện áp một chiều được biến thành điện áp xoay chiều nhờ việc điều khiển mở hoặc khóa các van công suất theo một quy luật nhất định.

Bộ điều khiển có nhiệm vụ tạo tín hiệu điều khiển theo một luật điều khiển nào đó đưa đến các van công suất trong bộ nghịch lưu. Ngoài ra nó còn có chức năng sau:

- Theo dõi sự cố lúc vận hành
- Xử lý thông tin từ người sử dụng
- Xác định thời gian tăng tốc, giảm tốc hay hãm
- Xác định đặc tính – momen tốc độ
- Xử lý thông tin từ các mạch thu thập dữ liệu
- Kết nối với máy tính.
- ...

Mạch kích là bộ phận tạo tín hiệu phù hợp để điều khiển trực tiếp các van công suất trong mạch nghịch lưu. Mạch cách ly có nhiệm vụ cách ly giữa mạch công suất với mạch điều khiển để bảo vệ mạch điều khiển.

Màn hình hiển thị và điều khiển có nhiệm vụ hiển thị thông tin hệ thống như tần số, dòng điện, điện áp,... và để người sử dụng có thể đặt lại thông số cho hệ thống.

Các mạch thu thập tín hiệu như dòng điện, điện áp nhiệt độ,... biến đổi chúng thành tín hiệu thích hợp để mạch điều khiển có thể xử lý được. Ngoài ra còn có các mạch làm nhiệm vụ bảo vệ khác như bảo vệ chống quá áp hay thấp áp đầu vào...

Các mạch điều khiển, thu thập tín hiệu đều cần cấp nguồn, các nguồn này thường là nguồn điện một chiều 5, 12, 15VDC yêu cầu điện áp cấp phải ổn định. Bộ nguồn có nhiệm vụ tạo ra nguồn điện thích hợp đó.

Sự ra đời của các bộ vi xử lý có tốc độ tính toán nhanh có thể thực hiện các thuật toán phức tạp thời gian thực, sự phát triển của các lý thuyết điều khiển, công nghệ sản xuất IC có mức độ tích hợp ngày càng cao cùng với giá thành của các

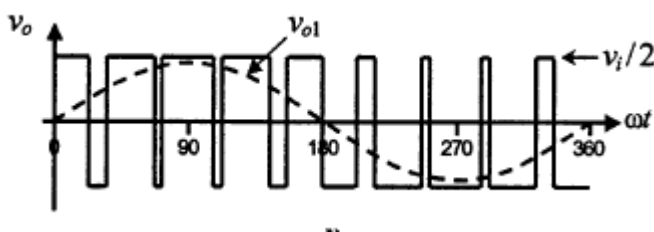


linh kiện ngày càng giảm dẫn đến sự ra đời của các bộ biến tần ngày càng thông minh có khả năng điều khiển chính xác, đáp ứng nhanh và giá thành rẻ.

### 3.4. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN

#### 3.4.1. Phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM)

Nội dung của phương pháp điều chế độ rộng xung là tạo ra một tín hiệu sin chuẩn có tần số bằng tần số ra và biên độ tỷ lệ với biên độ điện ra nghịch lưu. Tín hiệu này sẽ được so sánh với một tín hiệu răng cưa có tần số lớn hơn rất nhiều tần số của tín hiệu sin chuẩn. Giao điểm của hai tín hiệu này xác định thời điểm đóng mở van công suất. Điện áp ra có dạng xung với độ rộng thay đổi theo từng chu kỳ.



Hình 3.3: Dạng sóng đầu ra theo phương pháp điều chế độ rộng xung

( $v_{o1}$  là thành phần sin cơ bản,  $v_i$  là điện một chiều vào bộ nghịch lưu,  $v_o$  là điện áp ra)

Trong quá trình điều chế, người ta có thể tạo xung hai cực hoặc một cực, điều biến theo độ rộng xung đơn cực và điều biến theo độ rộng xung lưỡng cực.

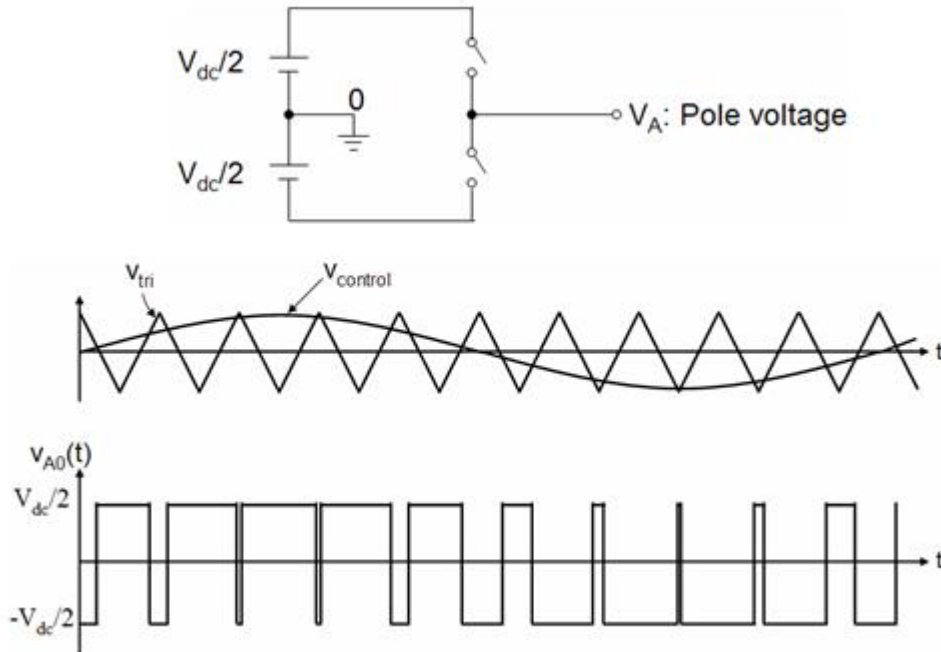
Có hai phương pháp điều chế cơ bản là:

- Điều chế theo phương pháp sin PWM (SPWM)
- Điều chế vectơ

##### 3.4.1.1. Điều chế theo phương pháp SPWM

Để tạo ra điện áp xoay chiều bằng phương pháp SPWM, ta sử dụng một tín hiệu xung tam giác  $v_{tri}$  (gọi là sóng mang) đem so sánh với một tín hiệu sin chuẩn  $v_c$  (gọi là tín hiệu điều khiển). Nếu đem xung điều khiển này cấp cho bộ nghịch lưu một pha, thì ở ngõ ra sẽ thu được dạng xung điện áp mà thành phần điều hòa cơ bản có tần số bằng tần số tín hiệu điều khiển  $v_c$  và biên độ phụ thuộc vào nguồn

điện một chiều cấp cho bộ nghịch lưu và tỷ số giữa biên độ sóng sin mẫu và biên độ sóng mang. Tần số sóng mang lớn hơn rất nhiều tần số tín hiệu điều khiển. Hình 3-3 miêu tả nguyên lý của của phương pháp điều chế SPWM một pha:



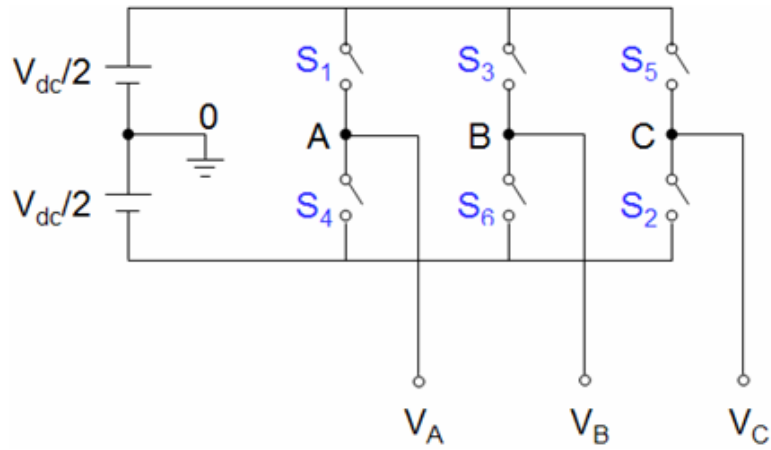
Hình 3.4: Nguyên lý điều chế SPWM một pha

Khi:

$$v_c > v_{tri}, V_{A0} = V_{dc}/2$$

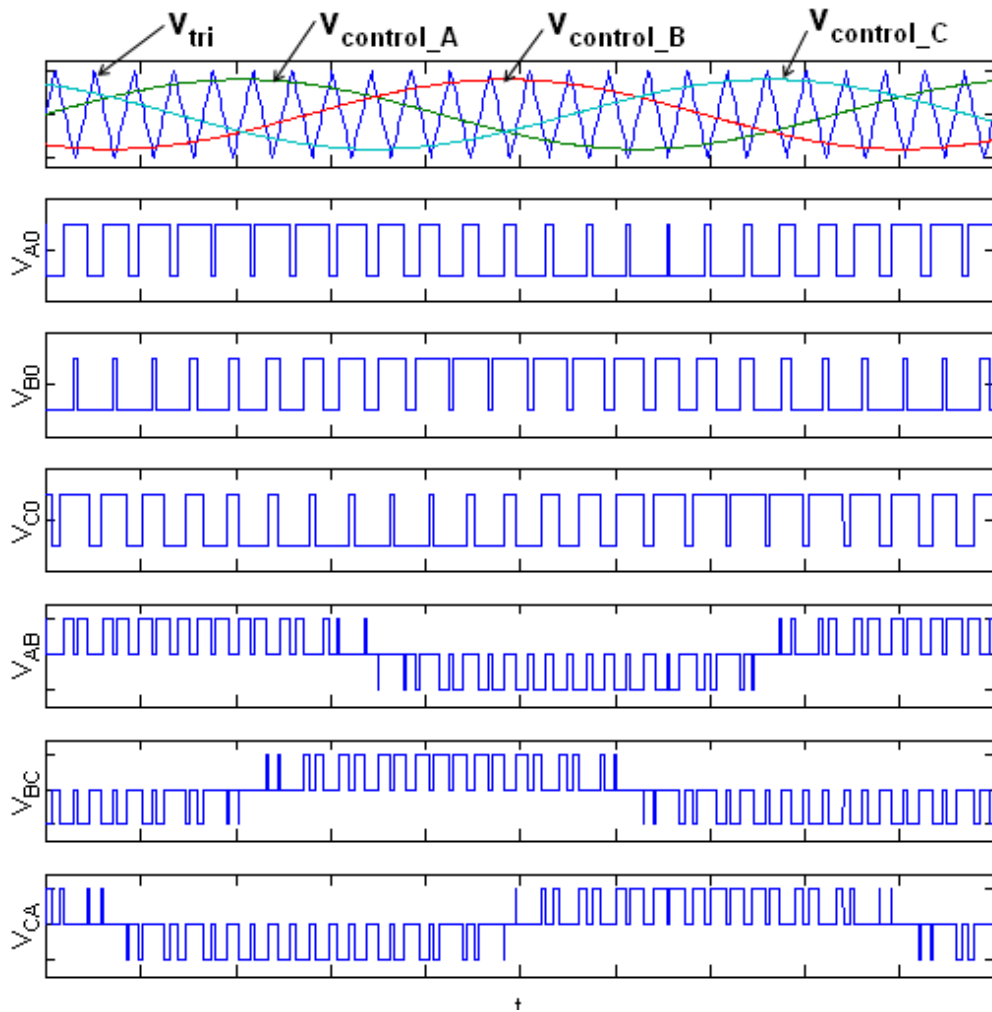
$$v_c < v_{tri}, V_{A0} = -V_{dc}/2$$

Đối với nghịch lưu áp ba pha có sơ đồ như hình 3-5. Để tạo ra điện áp sin ba pha dạng điều rộng xung, ta cần ba tín hiệu sin mẫu.



Hình 3.5: Nghịch lưu áp ba pha

Nguyên lý điều chế và dạng sóng như sau:



Hình 3.6: Nguyên lý điều chế SPWM ba pha

Hệ số điều chế biên độ  $m_a$  được định nghĩa là tỷ số giữa biên độ của tín hiệu điều khiển với biên độ của sóng mang:

$$m_a = \frac{V_c}{V_{tri}} \quad (3-1)$$

- $m_a$  - hệ số điều biên
- $V_c$  - biên độ sóng điều khiển
- $V_{tri}$  - biên độ sóng mang

Trong vùng tuyến tính ( $0 < m_a < 1$ ), biên độ của thành phần sin cơ bản  $V_{A01}$  (điện áp pha) trong dạng sóng đầu ra tỷ lệ với hệ số điều biên theo công thức:

$$V_{A01} = m_a \frac{V_{dc}}{2} \quad (3-2)$$

Đối với điện áp dây là:

$$V_{AB1} = m_a \frac{\sqrt{3}V_{dc}}{2} \quad (3-3)$$

Như vậy trong phương pháp này biên độ điện áp dây đầu ra bộ nghịch lưu chỉ có thể đạt 86,67% điện áp một chiều đầu vào trong vùng tuyến tính ( $0 < m_a < 1$ ).

Hệ số điều chế tỷ số  $m_f$  là tỷ số giữa tần số sóng mang và tần số tín hiệu điều khiển:

$$m_f = \frac{f_{tri}}{f_c} \quad (3-4)$$

- $m_f$  - hệ số điều chế tỷ số
- $f_{tri}$  - tần số sóng mang, bằng tần số PWM
- $f_c$  - tần số tín hiệu điều khiển

Giá trị của  $m_f$  được chọn sao cho nên có giá trị dương và lẻ. Nếu  $m_f$  là một giá trị không nguyên thì trong dạng sóng đầu ra sẽ có các thành phần điều hòa phụ (subharmonic). Nếu  $m_f$  không phải là một số lẻ, trong dạng sóng đầu ra sẽ tồn tại thành phần một chiều và các hài bậc chẵn. Giá trị của  $m_f$  nên là bội số của 3 đối

ngịch lưu áp ba pha vì trong điện áp dây đầu ra sẽ triệt tiêu các hài bậc chẵn và hài là bội số của ba.

Như vậy, nếu điện áp một chiều đầu vào không đổi, để điều chỉnh biên độ và tần số của điện áp đầu ra ta chỉ việc điều chỉnh biên độ và tần số của tín hiệu sin chuẩn  $v_c$ . Đặc trưng cơ bản của phương pháp này là thành phần sóng điều hòa của điện áp ra. Muốn giảm các sóng điều hòa bậc cao cần phải tăng tần số sóng mang hay tần số PWM. Tuy nhiên càng tăng tần số PWM thì tổn hao chuyển mạch lại tăng lên.

### **3.4.2. Phương pháp điều chế vectơ không gian (SVPWM)**

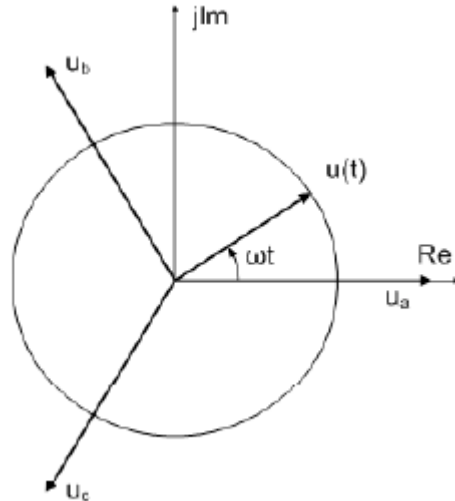
Phương pháp điều chế vectơ không gian khác với các phương pháp điều chế độ rộng xung khác. Với phương pháp điều chế PWM khác, bộ nghịch lưu được xem như ba bộ biến đổi đẩy kéo riêng biệt với ba điện áp pha độc lập nhau. Đối với phương pháp điều chế vectơ không gian, bộ nghịch lưu được xem như một khối duy nhất với 8 trạng thái đóng ngắt từ 0 đến 7.

#### **3.4.2.1. Thành lập vectơ không gian**

Đối với nguồn áp ba pha cân bằng, ta luôn có phương trình sau:

$$u_a(t) + u_b(t) + u_c(t) = 0 \quad (3-5)$$

Và bất kỳ ba hàm số nào thỏa mãn phương trình trên đều có thể chuyển sang hệ tọa độ hai chiều vuông góc. Ta có thể biểu diễn phương trình trên dưới dạng ba vectơ gồm  $[u_a \ 0 \ 0]^T$ , trùng với trục x, vectơ  $[0 \ u_b \ 0]^T$  lệch một góc  $120^\circ$  và vectơ  $[0 \ 0 \ u_c]^T$  lệch một góc  $240^\circ$  so với trục x, như hình vẽ sau:



Hình 3.7: biểu diễn vector không gian trong hệ tọa độ  $x0y$

Từ đó ta xây dựng được phương trình của vector không gian trong hệ tọa độ phức như sau:

$$u(t) = \frac{2}{3} \left( u_a + u_b \cdot e^{j\frac{2}{3}\pi} + u_c \cdot e^{-j\frac{2}{3}\pi} \right) \quad (3-6)$$

Trong đó  $2/3$  là hệ số biến hình. Phân tích  $u(t)$  trong phương trình trên thành phần thực và phần ảo.

$$u_t = u_x + ju_y \quad (3-7)$$

Ta xây dựng được công thức chuyển đổi hệ tọa độ từ ba pha abc sang hệ tọa độ phức x-y bằng cách cân bằng phần thực và phần ảo trong phương trình (3-6), ta

có:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{u}(t) &= \frac{2}{3} \left[ \mathbf{u}_a + \mathbf{u}_b \cos(2\pi/3) + j\sin(2\pi/3) + \mathbf{u}_c \cos(-2\pi/3) + j\sin(-2\pi/3) \right] \\
 \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{u}_x = \frac{2}{3} \mathbf{u}_a + \mathbf{u}_b \cos(2\pi/3) + \mathbf{u}_c \cos(-2\pi/3) \\ \mathbf{u}_y = \frac{2}{3} \mathbf{u}_b \sin(2\pi/3) - \mathbf{u}_c \sin(-2\pi/3) \end{cases} & \quad (3-8) \\
 \Rightarrow \begin{pmatrix} \mathbf{u}_x \\ \mathbf{u}_y \end{pmatrix} &= \frac{2}{3} \begin{pmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{u}_a \\ \mathbf{u}_b \\ \mathbf{u}_c \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Tiếp theo hình thành tọa độ quay  $\alpha$ - $\beta$  bằng cách cho hệ tọa độ x-y quay với vận tốc góc  $\omega t$ . Ta có công thức chuyển đổi hệ tọa độ như sau:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{u}_\alpha \\ \mathbf{u}_\beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\omega t) & \cos(\frac{\pi}{2} + \omega t) \\ \sin(\omega t) & \cos(\frac{\pi}{2} + \omega t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{u}_x \\ \mathbf{u}_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\omega t) & -\sin(\omega t) \\ \sin(\omega t) & \cos(\omega t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{u}_x \\ \mathbf{u}_y \end{pmatrix} \quad (3-9)$$

Nguồn áp ba pha tạo ra là cân bằng và sin nên ta có thể viết lại phương trình điện áp pha như sau:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{u}_a &= V_m \sin(\omega t) \\
 \mathbf{u}_b &= V_m \sin(\omega t - 2\pi/3) \\
 \mathbf{u}_c &= V_m \sin(\omega t + 2\pi/3)
 \end{aligned} \quad (3-10)$$

Từ phương trình (3-9) ta xây dựng được phương trình sau:

$$\mathbf{u}(t) = V_r e^{j\theta} = V_r e^{j\omega t} \quad (3-11)$$

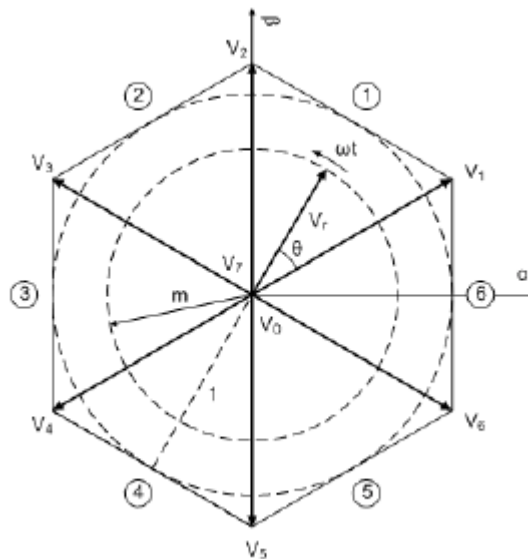
Thể hiện vectơ không gian có biên độ  $V_r$  quay với vận tốc góc  $\omega t$  quanh gốc tọa độ 0. Phương trình điện áp dây theo phương trình (3-8) như sau:

$$\begin{pmatrix} V_{L\alpha} \\ V_{L\beta} \end{pmatrix} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{3}{2}} V_s \begin{pmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_1 \\ q_3 \\ q_5 \end{pmatrix} \quad (3-11)$$

Trong đó  $\sqrt{2}$  để chuyển từ giá trị biên độ sang giá trị hiệu dụng,  $\sqrt{3}$  để chuyển giá trị điện áp pha thành điện áp dây. Vectơ điện áp dây sẽ sớm pha hơn vectơ điện áp pha một góc  $\pi/6$ . Nếu lồng ghép các trạng thái có thể có của  $q_1, q_3$  và  $q_5$  vào phương trình (3-11) ta thu được phương trình điện áp dây (trị biên độ) theo các trạng thái của các khóa.

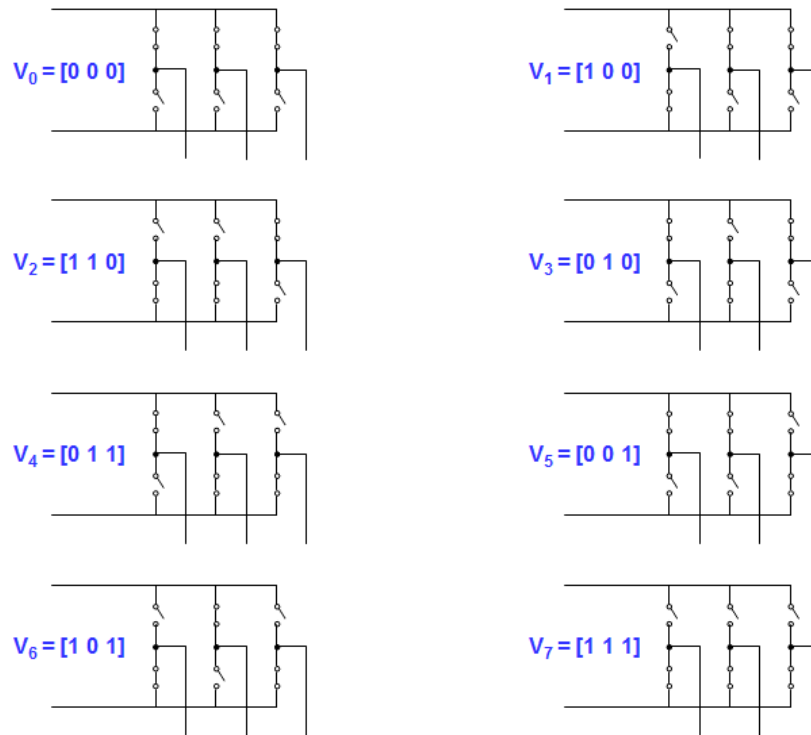
$$\bar{V}_n = \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} e^{j(2n-1)\pi/6} = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[ \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{6}\right) + j \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{6}\right) \right] \quad (3-12)$$

Với  $n = 0, 1, 2, \dots, 6$  ta thành lập được 6 vectơ không gian  $V_1 - V_6$  và hai vectơ 0 là  $V_0$  và  $V_7$  như hình sau:





Hình 3.8: Các vector không gian từ 1 đến 6

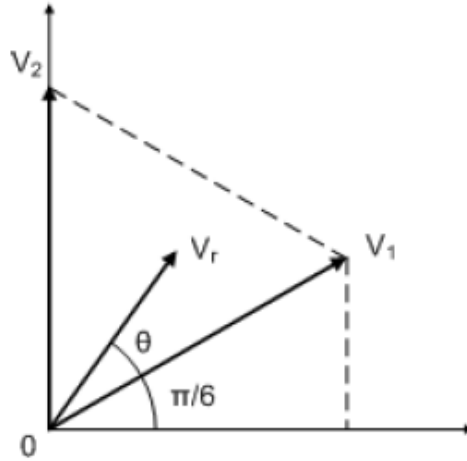


Hình 3.9: Trạng thái đóng ngắt của các van

### 3.4.2.2. Tính toán thời gian đóng ngắt

Bảng 3.1: Giá trị điện áp các trạng thái đóng ngắt và vector không gian tương ứng

Vector điện áp	Trạng thái của các khóa			Điện áp pha			Điện áp dây		
	Q1	Q3	Q5	V <sub>an</sub>	V <sub>bn</sub>	V <sub>cn</sub>	V <sub>ab</sub>	V <sub>bc</sub>	V <sub>ca</sub>
V <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V <sub>1</sub>	1	0	0	2/3	1/3	1/3	1	0	-1
V <sub>2</sub>	1	1	0	1/3	1/3	-2/3	0	1	-1
V <sub>3</sub>	0	1	0	-1/3	2/3	-1/3	-1	1	0
V <sub>4</sub>	0	1	1	-2/3	1/3	1/3	-1	0	1
V <sub>5</sub>	0	0	1	-1/3	-1/3	2/3	0	-1	1
V <sub>6</sub>	1	0	1	1/3	-2/3	1/3	1	-1	0
V <sub>7</sub>	1	1	1	0	0	0	0	0	0



Hình 3.10: Vectơ không gian  $V_r$  trong vùng 1

Giả sử tần số băm xung  $f_{PWM}$  đủ cao để trong suốt chu kỳ điều rộng xung  $T_s$ , vectơ  $V_r$  không thay đổi vị trí. Nhờ đó ta có thể phân tích  $V_r$  theo các vectơ  $V_1$ ,  $V_2$  và vectơ  $V_0$  hoặc  $V_7$  như phương trình sau:

$$\begin{aligned} V_r \times T_s &= V_1 \times T_1 + V_2 \times T_2 + V_{0-7} \times T_{0-7} \\ T_s &= T_1 + T_2 + T_{0-7} \end{aligned}$$

(3-13)

Với:  $T_s$  là chu kỳ điều rộng xung

$T_n$  là thời gian duy trì ở trạng thái  $V_n$

Chuyển sang hệ tọa độ vuông góc, ta có phương trình sau – suy ra từ phương trình (3-11) và (3-12):

$$T_s m \begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) \\ \sin\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) \end{pmatrix} = T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} \cos\frac{\pi}{6} \\ \sin\frac{\pi}{6} \end{pmatrix} + T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} \cos\frac{\pi}{2} \\ \sin\frac{\pi}{2} \end{pmatrix} + T_{0-7} \cdot 0 \quad (3-14)$$

Cân bằng phần thực và phần ảo, ta có:

$$\begin{cases} T_s m \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) = T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) + T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ T_s m \sin\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) = T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) + T_1 \frac{2}{\sqrt{3}} \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \end{cases} \quad (3-15)$$

Giải phương trình trên để tìm  $T_1$  và  $T_2$ :

$$\begin{aligned} \Rightarrow T_1 &= T_s m \frac{\sqrt{3} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right)}{2 \cos \frac{\pi}{6}} = T_s m \frac{\sqrt{3} \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right)}{2 \frac{\sqrt{3}}{2}} \\ \Leftrightarrow T_1 &= T_s \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) = T_s \cos\left(\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\pi}{3} - \theta\right)\right) = T_s \sin\left(\frac{\pi}{3} - \theta\right) \\ \Rightarrow T_2 &= T_s m \frac{\sqrt{3}}{2} \sin\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) - T_s m \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \\ \Leftrightarrow T_2 &= T_s m \left[ \sin\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) - \cos\left(\frac{\pi}{6} + \theta\right) \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \right] \\ \Leftrightarrow T_2 &= T_s m \sin\left(\frac{\pi}{6} + \theta - \frac{\pi}{6}\right) = T_s m \sin(\theta) \end{aligned} \quad (3-16)$$

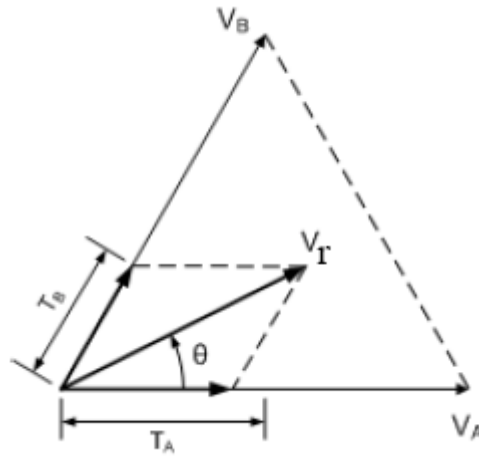
Suy ra:

$$\begin{cases} T_1 = T_s m \sin(\pi / 3 - \theta) \\ T_2 = T_s m \sin(\theta) \\ T_{0-7} = T_s - T - 1 - T_2 \end{cases} \quad (3-17)$$

Trong đó:

- $m$  - tỷ số điều biên
- $T_s$  - chu kỳ điều rộng xung
- $\theta$  - góc lệch pha giữa  $V_r$  và  $V_n$

Ta nhận thấy việc giải phương trình (3-13) để tìm  $T_1$ ,  $T_2$  và  $T_s$  không phụ thuộc vào hai vectơ giới hạn vùng đó:



Hình 3.11: Vectơ không gian  $V_r$  trong vùng bất kỳ

Dựa trên kết quả trên phương trình (3-17), ta xây dựng công thức tổng quát trong phương trình (3-18) sau đây:

$$\begin{cases} T_A = T_s \sin(\pi/3 - \theta) \\ T_B = T_s \sin(\theta) \\ T_{0-7} = T_s - T_A - T_B \end{cases} \quad (3-18)$$

### 3.4.2.3. Phân bố các trạng thái đóng ngắt

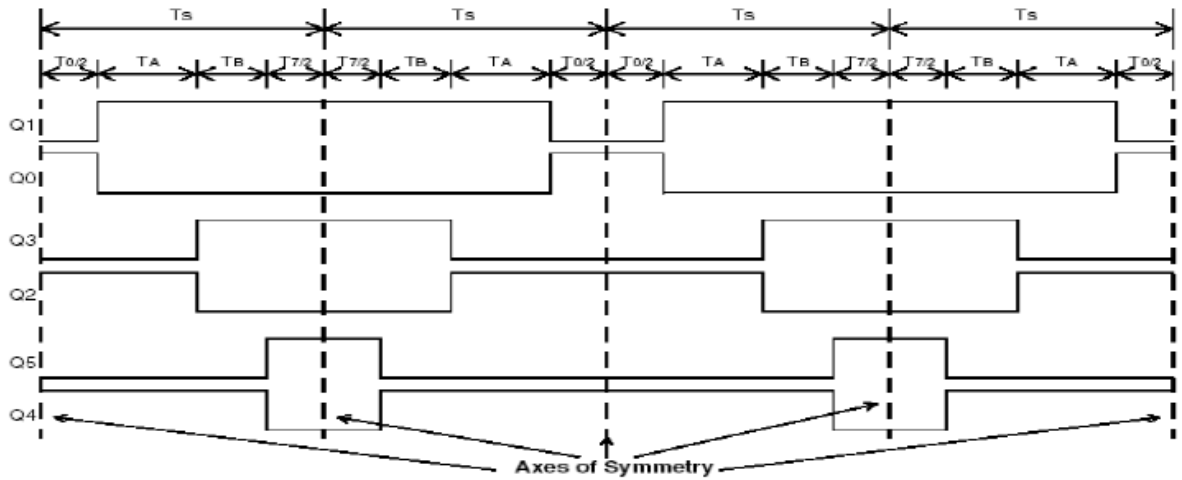
Vấn xét trường hợp  $V_a$  nằm trong vùng 1, với kết quả từ phương trình (3-17):

$$\begin{cases} T_1 = T_s \sin(\pi/3 - \theta) \\ T_2 = T_s \sin(\theta) \\ T_{0-7} = T_s - T_1 - T_2 \end{cases} \quad (3-18)$$

### 3.4.2.4. Kỹ thuật thực hiện vectơ không gian

Thông thường một trong những tiêu chuẩn để lựa chọn giải đồ đóng kích linh kiện là giảm thiểu tối đa số lần chuyển mạch của linh kiện, để giảm tổn hao

trong quá trình đóng cắt của chúng. Số lần chuyển mạch sẽ ít nếu ta trình tự điều khiển sau:

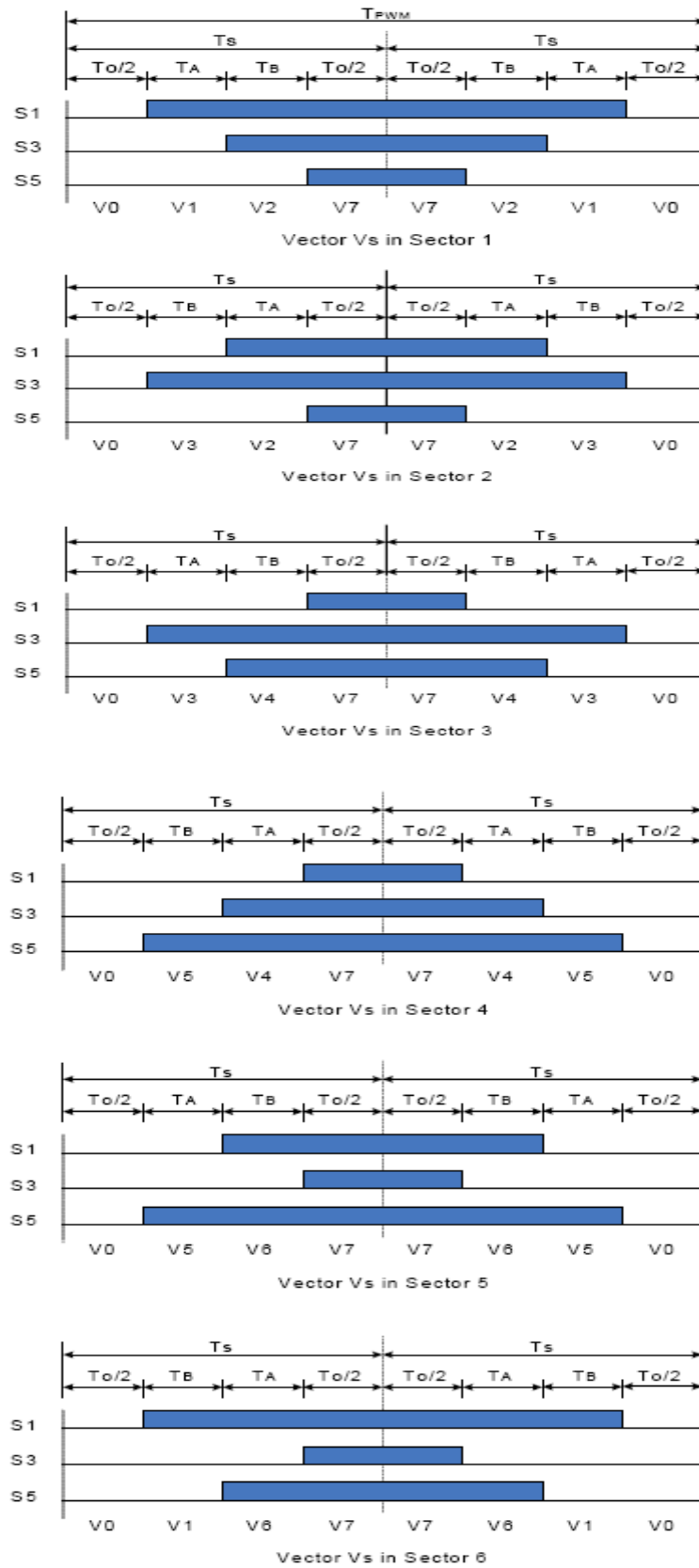


Hình 3.12: Giảm đồ đóng cắt linh kiện

### 3.4.2.5. Giảm đồ đóng cắt các khóa để tạo ra vectơ $V_s$ trong từng sector:

Các van công suất trong từng nhánh đóng ngắt đối nghịch nhau. Để đơn giản hóa sơ đồ, ta chỉ vẽ trạng thái của 3 van công suất phía trên. Ba van còn lại có trạng thái đối nghịch với ba van trên theo từng cặp:

- $S_0 - S_1$
- $S_2 - S_3$
- $S_4 - S_5$



Hình 3.13: Vector  $V_s$  trong các vùng từ 0-6

Nhận xét:

- Dạng điện áp đầu hoặc dòng điện đầu ra của phương pháp SVPWM ít bị méo hơn do chứa ít các thành phần điều hòa hơn so với phương pháp SPWM.
- Hiệu suất sử dụng điện áp đầu vào của phương pháp SVPWM cao hơn so với phương pháp SPWM

### **3.4.3. Phương pháp điều khiển trực tiếp momen (DTC: Direct Torque Moment)**

Sự khác nhau giữa phương pháp điều chế SVPWM và phương pháp DTC là phương pháp DTC không sử dụng khuôn mẫu chuyển mạch cố định (fixed switching pattern). Phương pháp này chuyển mạch bộ nghịch lưu theo yêu cầu của tải. Vì không sử dụng khuôn mẫu chuyển mạch cố định, phương pháp này đáp ứng cực nhanh theo sự biến động của tải. Độ chính xác vận tốc của phương pháp này lên tới 0,5%, mặc dù không cần phải sử dụng một thiết bị phản hồi nào.

Trái tim của phương pháp này là khâu thích ứng động cơ. Khâu thích ứng này dựa trên mô hình toán học cơ bản của động cơ. Khâu thích ứng yêu cầu thông tin về rất nhiều thông số động cơ, như điện trở stato, điện cảm tương hỗ, hệ số bão hòa... Thuật toán này lấy các thông tin này về động cơ lúc khởi động mà không làm quay động cơ. Nhưng việc làm quay động cơ trong vòng vài giây sẽ giúp cho việc điều chỉnh của khâu thích ứng. Hiệu chỉnh càng tốt, việc điều khiển tốc độ và momen càng có độ chính xác càng cao. Từ điện áp một chiều, dòng điện dây và vị trí chuyển mạch hiện thời, khâu thích ứng này tính toán ra từ thông và momen thực tế của động cơ. Những giá trị này được đưa tới bộ so sánh hai lớp từ thông và momen tương ứng. Đầu ra của các bộ so sánh này là tín hiệu tham chiếu momen và từ thông cho bảng lựa chọn chuyển mạch tối ưu. Vị trí chuyển mạch được lựa chọn được đưa thẳng tới bộ nghịch lưu mà không cần điều chế do đó có đáp ứng rất nhanh.

Tín hiệu tham chiếu tốc độ đặt từ bên ngoài được giải mã để tạo ra từ thông và momen tham chiếu. Vì thế, trong phương pháp điều khiển trực tiếp momen, từ

thông và momen động cơ là những biến được điều khiển trực tiếp vì thế có tên là điều khiển trực tiếp momen.

Ưu điểm của phương pháp này tốc độ đáp ứng rất nhanh, không cần các thiết bị phản hồi, giảm được sử hỏng hóc về cơ khí, hiệu suất gần bằng máy điện một chiều mà không có phản hồi. Nhược điểm của phương pháp này là sự trễ vốn có của bộ so sánh dẫn đến từ thông và momen bị nhấp nhô. Vì chuyển mạch được thực hiện ở tần số thấp nên các thành phần điều hòa bậc thấp tăng lên.

### **3.5. ĐIỀU HÒA INVERTER**

#### **3.5.1. Tác dụng của biến tần trong điều hòa**

Biến tần cho vào máy lạnh chủ yếu là để điều khiển máy nén, tức là tốc độ quay của rô ro máy nén nằm ở dàn nóng được điều khiển bằng tần số. Máy nén này có công suất lên đến gần 90% công suất của toàn máy lạnh.

Theo như ta đã biết nhiệm vụ chính của máy nén trong điều hòa là điều khiển dòng chất lỏng, với phương pháp điều chỉnh dòng chảy bằng cách điều chỉnh góc mở các van, phương pháp này gây ra tổn thất một năng lượng lớn bởi dòng xoáy (vortex) trong trường hợp này khi điều khiển động cơ thay đổi tốc độ mà giữ góc mở các van không đổi sẽ tiết kiệm được khoảng 20% năng lượng khi tải nhẹ.

Biến tần có thể khởi động mềm cho motor của máy nén khí từ lúc đứng yên cho đến lúc tốc độ quay ổn định, ngăn ngừa sự ảnh hưởng của dòng điện lớn trong lúc máy nén khí khởi động. Lúc này rô to nén giảm tốc độ dẫn đến giảm dòng điện tiêu thụ như vậy công suất lạnh được cấp ra đủ bù phần thất thoát trong không gian điều hoà.



### **3.5.1.1. Biến tần điều khiển máy nén trong điều hòa**

#### **a, Chế độ điều khiển cung cấp khí có tải/ không tải**

Chế độ này đề cập đến việc kiểm soát không khí đầu vào qua van cửa vào. Có nghĩa là khi áp suất đạt đến giới hạn trên, van cửa vào sẽ đóng và máy nén sẽ đi vào trạng thái hoạt động không tải, khi áp suất đạt dưới hạn dưới, van cửa vào sẽ mở và máy nén sẽ đi vào trạng thái hoạt động có tải.

Máy nén khí không cho phép tình trạng hoạt động có tải trong thời gian dài, công suất định mức của motor được chọn theo nhu cầu thực tế lớn nhất và thông thường được thiết kế dư tải. Các thiết bị khởi động chịu sự hao mòn lớn và đó là nguyên nhân làm cho tuổi thọ motor giảm, do đó sẽ nặng nề về công việc bảo trì. Mặc dù phương pháp giảm điện áp đã được áp dụng, dòng khởi động vẫn còn rất lớn, nó có thể ảnh hưởng đến sự ổn định của lưới điện và ảnh hưởng đến sự hoạt động an toàn của các thiết bị tiêu thụ điện khác. Hơn nữa, trong mọi trường hợp sự hoạt động là liên tục và động cơ của máy nén khí không được hỗ trợ điều chỉnh tốc độ, do đó sự thay đổi áp suất và lưu lượng không được dùng trực tiếp để giảm tốc độ và điều chỉnh công suất đầu ra cho phù hợp và motor không cho phép khởi động thường xuyên, đó là nguyên nhân làm cho motor vẫn còn chạy không tải trong khi lượng khí tiêu thụ rất nhỏ, làm tiêu tốn một lượng lớn điện năng.

Chế độ có tải/không tải thường xuyên là nguyên nhân thay đổi áp suất trong toàn bộ đường ống và áp suất làm việc không ổn định sẽ giảm tuổi thọ của máy nén khí. Mặc dù đã có một vài điều chỉnh cho máy nén khí (chẳng hạn như điều chỉnh van, điều chỉnh tải) ngay cả trong trường hợp lưu lượng ít, lượng điện tiêu thụ giảm xuống cũng không đáng kể do motor quay liên tục.

#### **b, Chế độ điều khiển tốc độ quay motor**

Điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi tốc độ quay của máy nén khí, trong khi vẫn giữ cho van mở không thay đổi (thường là duy trì mở tối đa). Khi tốc độ quay của máy nén khí thay đổi, các đặc tính khác cũng thay đổi cùng với hệ thống nén khí, trong khi lực cản đường ống không đổi.

Với chế độ điều khiển như vậy, công nghệ thay đổi tần số được dùng để thay đổi tốc độ quay motor của máy nén khí và máy nén khí sẽ thay đổi lưu lượng theo nhu cầu tiêu thụ thực tế. Như vậy, hệ thống cung cấp khí có thể đạt được hiệu quả cao nhất đồng thời tiết kiệm điện. Nguyên tắc cơ bản của biến tần là sự chuyển đổi điện AC-DC-AC và có thể cho ra điện áp có tần số thay đổi theo yêu cầu của người dùng. Tốc độ quay của motor là tỉ lệ tuyến tính với tần số, do đó điện áp xoay chiều ở lối ra với tần số điều chỉnh được bởi biến tần có thể đáp ứng cho điện áp motor của máy nén khí, do đó tiện lợi cho việc thay đổi tốc độ quay của máy nén khí.

### c, Nguyên lý tiết kiệm điện của việc cung cấp khí với áp suất không đổi

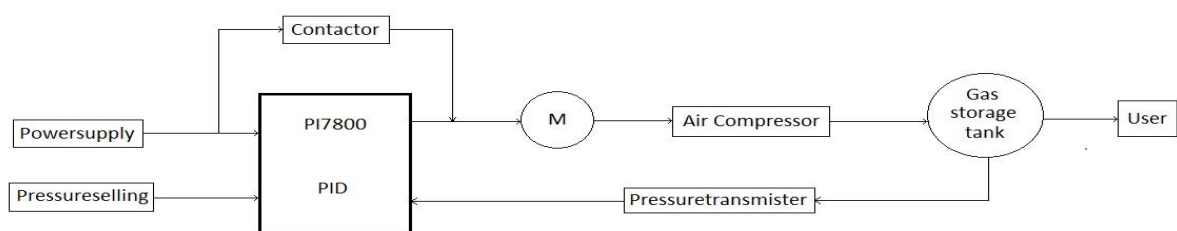
Như đã nói ở trên, lưu lượng là đối tượng điều khiển cơ bản của một hệ thống cung cấp khí. Lưu lượng khí cần thiết phải đáp ứng được lưu lượng tiêu thụ khí bất cứ lúc nào. Trong một hệ thống cung cấp khí, áp suất trong đường ống dự trữ có thể chỉ ra mối quan hệ giữa công suất cung cấp và nhu cầu tiêu thụ khí.

Nếu lưu lượng cung cấp lớn hơn lưu lượng tiêu thụ làm áp suất bên trong đường ống sẽ tăng lên.

Nếu lưu lượng cung cấp nhỏ hơn lưu lượng tiêu thụ làm áp suất bên trong đường ống sẽ giảm xuống.

Nếu lưu lượng cung cấp bằng lưu lượng tiêu thụ làm áp suất bên trong đường ống sẽ giữ nguyên không thay đổi.

Do đó, nếu áp suất trong đường ống là không đổi, lượng cung cấp khí chỉ cần đáp ứng đủ lượng khí tiêu dùng. Đây là mục đích của một hệ thống cung cấp khí với áp suất không đổi.



Hình 3.14: Sơ đồ cung cấp khí với áp suất không đổi

Hệ thống VVF xem áp suất đường ống như là một đối tượng điều khiển. một cảm biến áp suất ở cửa ra của đường ống sẽ chuyển áp suất của bình chứa thành tín hiệu điện, gửi tín hiệu đến hệ thống điều chỉnh PID, so sánh nó với áp suất đặt, tiến hành tính toán theo kiểu điều khiển PID căn cứ theo độ lớn của sự sai lệch, phát ra một tín hiệu điều khiển để điều khiển điện áp lõi ra và tần số của biến tần, điều chỉnh tốc độ quay của motor, như vậy áp suất thực sự được giữ không đổi và giữ cố định trong toàn thời gian. Thêm vào đó, khi sử dụng giải pháp này, biến tần có thể khởi động mềm cho motor của máy nén khí từ lúc đứng yên cho đến lúc tốc độ quay ổn định, ngăn ngừa sự ảnh hưởng của dòng điện lớn trong lúc máy nén khí khởi động. Ở điều kiện bình thường, máy nén khí hoạt động theo chế độ điều khiển VVF. Đột nhiên biến tần bị lỗi, quá trình sản xuất không cho phép sự trì hoãn của máy nén khí, vì vậy hệ thống cơ cấu chức năng chuyển đổi giữa nguồn điện lưới và biến tần. Theo cách này, khi biến tần bị lỗi, nguồn điện lưới có thể lập tức cung cấp nguồn thông qua contactor, như vậy máy nén khí có thể hoạt động bình thường như thường lệ.

Toàn bộ quá trình điều khiển như sau:

Nhu cầu tiêu thụ khí tăng lên áp suất trên đường ống giảm sự chênh lệch giữa áp suất cài đặt và giá trị hồi tiếp tăng lên PID lõi ra tăng lên tần số lõi ra của biến tần tăng lên tốc độ quay của motor máy nén khí tăng lên lưu lượng khí cung cấp tăng lên và áp suất đường ống giữ ổn định.

Xin lưu ý rằng PID của biến tần không kiểm soát sự điều chỉnh trong giới hạn dung sai áp suất, tức là tần số lõi ra được giữ không thay đổi.

Ở hình vẽ trên, “nguồn cung cấp chính” và “tiết kiệm năng lượng” được contactor chỉ định là nguồn cấp cho motor máy nén khí. Như vậy, có hai tùy chọn chế độ hoạt động cho “hoạt động nguồn điện chính” và “hoạt động tiết kiệm năng lượng”. Ở chế độ hoạt động nguồn điện chính, biến tần không làm việc và toàn bộ hệ thống khởi động/dừng bằng tay và hoạt động ở tần số điện lưới theo phương pháp ban đầu. Trong khi ở chế độ hoạt động tiết kiệm năng lượng, máy nén khí được điều khiển trực tiếp bằng biến tần và hệ thống tự động điều chỉnh tốc độ

quay motor máy nén khí theo lượng khí tiêu thụ, để các bồn chứa duy trì một lượng áp suất không đổi.

#### **d, Những đề phòng khi phối hợp xây dựng lại máy nén khí có sử dụng biến tần**

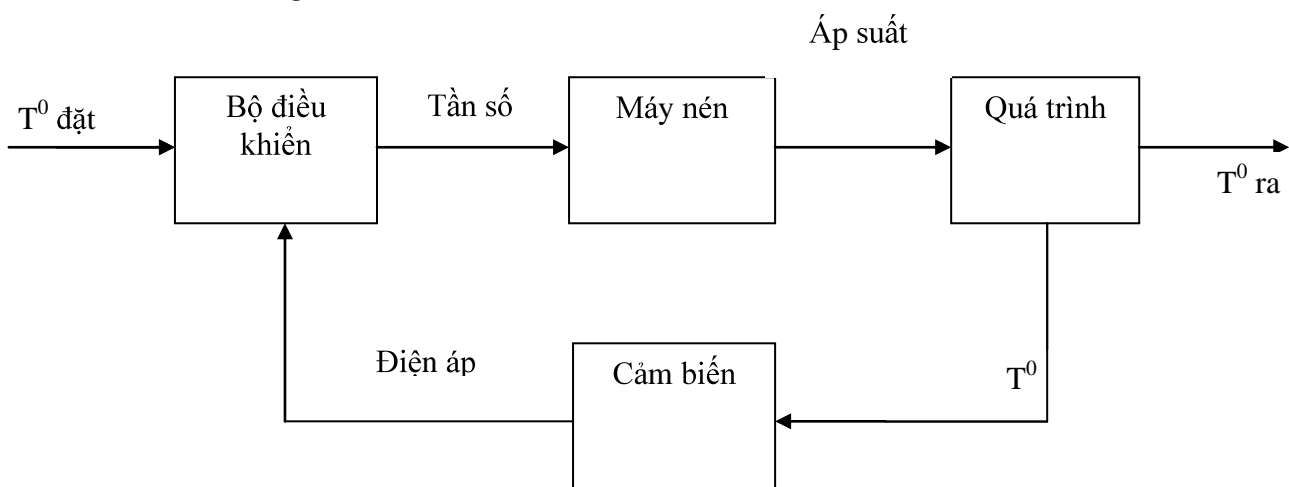
- Một máy nén khí thì kéo theo tải có quán tính lớn. đặc trưng đó là nguyên nhân dễ gây nên bảo vệ quá dòng của biến tần ở chế độ V/f lúc khởi động. Khuyến khích sử dụng một biến tần sensorless vector có moment khởi động cao, để đảm bảo tính liên tục cung cấp khí và sự hoạt động ổn định của thiết bị.

- Một máy nén khí cho phép hoạt động ở tần số thấp trong một thời gian dài. Nếu máy nén khí quay ở tốc độ quá thấp, sự hoạt động ổn định của máy nén khí bị giảm, mặt khác dầu bôi trơn không đủ làm sự mài mòn diễn ra nhanh. Vì vậy, giới hạn dưới cho tần số hoạt động không được thấp hơn 20Hz.

- Để có hiệu quả trong việc loại bỏ những thành phần sóng hài bậc cao trong dòng điện lỏi ra của biến tần và giảm bớt nhiễu do sóng điện từ gây ra, đề nghị lắp thêm một bộ lọc nhiễu để giảm bớt tiếng ồn và sự tăng nhiệt độ của motor và làm cho motor hoạt động ổn định hơn.

#### **3.5.2. Hệ thống điều khiển nhiệt độ của điều hòa inverter.**

Sơ đồ hệ thống điều khiển của điều hòa :



Hình 3.15 : Sơ đồ hệ thống điều khiển của điều hòa Inverter

### **3.5.2.1. Thiết bị đo :**

Chức năng của một thiết bị đo là cung cấp một tín hiệu ra tỉ lệ theo một nghĩa nào đó với đại lượng đo. Một thiết bị đo gồm hai thành phần cơ bản là cảm biến và chuyển đổi đo chuẩn. Một cảm biến thực hiện chức năng tự động cảm nhận đại lượng quan tâm của quá trình kỹ thuật và biến đổi thành một tín hiệu. Để có thể truyền đi xa và sử dụng được trong thiết bị điều khiển hoặc dụng cụ chỉ báo, tín hiệu ra từ cảm biến cần được khuếch đại và chuyển đổi sang dạng thích hợp. Một bộ chuyển đổi đo chuẩn là một bộ chuyển đổi đo mà cho đầu ra là một tín hiệu chuẩn.

### **3.5.2.2. Thiết bị điều khiển :**

Thiết bị điều khiển hay bộ điều khiển là một thiết bị tự động thực hiện chức năng điều khiển, là thành phần cốt lõi của một hệ thống điều khiển nhiệt. Trên cơ sở các tín hiệu đo và một sách lược điều khiển được lựa chọn, bộ điều khiển thực hiện thuật toán điều khiển và đưa ra các tín hiệu điều khiển để can thiệp trở lại quá trình nhiệt thông qua các thiết bị chấp hành. Tùy theo dạng tín hiệu vào ra và phương pháp thể hiện luật điều khiển, một thiết bị điều khiển có thể là thiết bị điều khiển tương tự, thiết bị điều khiển logic hoặc thiết bị điều khiển số.

### **3.5.2.3. Thiết bị chấp hành :**

Một hệ thống/thiết bị chấp hành nhận tín hiệu từ bộ điều khiển và thực hiện tác động tới biến điều khiển. Các thiết bị chấp hành thường dùng trong điều khiển các quá trình nhiệt và các van điều khiển, động cơ máy nén, máy bơm, quạt gió, động cơ servo. Thông qua các thiết bị chấp hành mà hệ thống điều khiển có thể can thiệp vào diễn biến của quá trình nhiệt.

Một thiết bị chấp hành bao gồm hai thành phần cơ bản là cơ sở chấp hành hay cơ cấu dẫn động và phần tử điều khiển. Cơ cấu chấp hành có nhiệm vụ chuyển tín hiệu điều khiển thành năng lượng, trong khi phần tử điều khiển can thiệp trực tiếp vào biến điều khiển.

#### **3.5.2.4. Quá trình**

Như chúng ta đã biết tín hiệu ra của máy nén là áp suất của dung môi (khí gas), tức là lưu lượng của dung môi. Khi nhiệt độ trong phòng cao cần đưa một lượng dung môi lớn vào vào buồng lạnh, lượng dung môi này sẽ truyền lạnh cho phòng làm cho nhiệt độ trong phòng giảm theo yêu cầu. Khi chúng ta sử dụng điều khiển cảm tay khởi động và chỉnh điều hòa chính là điều chỉnh nhiệt độ đặt cho hệ thống điều khiển. Lúc này nhiệt độ trong phòng được cảm biến nhiệt độ ghi nhận và chuyển thành tín hiệu đưa tới đầu vào so sánh với nhiệt độ đặt, sau khi so sánh xuất hiện sai số bộ điều khiển sẽ tác động vào phần tạo xung của biến tần để điều chỉnh tốc độ động cơ máy nén.

Nếu nhiệt độ đặt nhỏ hơn nhiệt độ thực trong phòng thì động cơ phải tăng tốc độ để tăng lượng dung môi bơm vào.

Nếu nhiệt độ đặt lớn hơn nhiệt độ thực trong phòng thì tốc độ động cơ chậm lại để giảm lượng dung môi bơm vào.

Khi nhiệt độ thực trong phòng bằng với nhiệt độ đặt thì máy lạnh làm việc với tốc độ không đổi, lượng dung môi đưa vào không đổi.

### 3.5.4. Năng suất của điều hòa

Tính toán năng suất theo công thức dưới đây:

Năng suất của máy	
$Q = \frac{P_2 - P_1}{P_o} \times \frac{V}{T} \quad \text{Nm}^3/\text{phút}$	
Trong đó	
$P_2$	= Áp suất cuối (đẩy) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
$P_1$	= Áp suất đầu (hút) ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
$P_o$	= Áp suất khí quyển ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
$V$	= Thể tích chứa, $\text{m}^3$ bao gồm bể chứa sau làm mát và ống
$T$	phân phối

- Phương trình trên phù hợp khi nhiệt độ khí nén tương tự nhiệt độ không khí ngoài trời, tức là sự nén đẳng nhiệt hoàn hảo. Trong trường hợp nhiệt độ không khí nén thực tế ở bộ phận đẩy, tức là  $t_2^{\circ}\text{C}$  cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh,  $t^{\circ}\text{C}$ , cần điều chỉnh FAD theo hệ số  $(273 + t) / (273 + t_2)$ .

- Đối với các máy lạnh thông thường, khi đạt đến độ lạnh, thì mạch điều khiển sẽ ngắt rơ le, cho máy nén nghỉ ngơi. Khi nhiệt độ thấp hơn sẽ đóng rơ le cho máy nén chạy tiếp. Máy nén chỉ chạy ở 2 chế độ là off và on với công suất tối đa.

- Còn với điều hòa inverter khi độ lạnh đạt đến mức thì bộ biến tần sẽ tự động giảm tần số cấp vào máy nén, nghĩa là giảm tốc độ máy nén. Khi chạy ở tốc độ thấp, tần số thấp thì vẫn có thể duy trì độ lạnh mà không phải cắt động cơ ra.

- Lợi thế của nó là máy nén không phải khởi động nhiều lần, dòng khởi động lại nhỏ do chức năng khởi động mềm. Khi chạy tần số thấp và điện áp thấp, công suất tiêu thụ của máy nén giảm đáng kể so với tác dụng trao đổi nhiệt của nó. Ngoài ra còn một lợi thế khác là nhiệt độ có thể duy trì chính xác hơn.

### **3.5.5.Ưu điểm và nhược điểm của điều hòa sử dụng biến tần**

- Điều hòa Inverter là loại điều hòa sử dụng công nghệ biến tần, có nghĩa là tốc độ quay của rô to máy nén nằm ở dàn nóng được điều khiển bằng tần số. Khi điều hòa bắt đầu khởi động máy nén chạy với tốc độ thấp dòng thấp sau đó tăng dần lên đến dòng điện định mức và máy lạnh phát huy 100% công suất. Ở thời điểm này máy điều hòa hoạt động như điều hòa thông thường.

- Với điều hòa thông thường ngay thời điểm khởi động dòng điện bằng dòng điện định mức sau khoảng 45 phút nhiệt độ phòng đạt 25oC. Khi đạt nhiệt độ đặt máy nén dừng hoạt động sau khoảng thời gian vài phút nhiệt độ phòng tăng lên máy nén lại hoạt động trở lại. Máy nén của điều hòa thông thường luôn hoạt động ở 100% tải nên tiêu thụ điện năng nhiều hơn.

#### **3.5.5.1.Ưu điểm:**

a. Vì máy nén hoạt động liên tục lên ở dàn lạnh năng suất lạnh luôn được cấp ra, nhiệt độ phòng luôn duy trì ở mức ổn định cho nên cảm thấy rất dễ chịu.

b. Khi đạt nhiệt độ đặt của phòng máy nén hoạt động ở tốc độ thấp nên dàn ngoài sẽ chạy rất êm.

c. Dòng khởi động máy nén thấp nên không gây sụt điện áp và an toàn cho dây dẫn điện.

#### **3.5.5.2.Nhược điểm:**

a. Giá thành cao, hệ thống mạch điện điều khiển phức tạp khó sửa chữa khi hỏng hóc.

b. Đối với loại máy dùng gas R410a thì chi phí nạp ga bổ sung nhiều (khoảng 400.000 một lần bổ sung ga).

c. Nếu không dùng liên tục thì chi phí giảm tiền điện cũng không đáng kể



## KẾT LUẬN

Sau một thời gian là ba tháng tìm hiểu về vấn đề điều khiển và giám sát nhiệt độ, tuy vấn đề này là mới mẻ với bản thân em nhưng em đã cố gắng tìm hiểu nhiều vấn đề liên quan đến việc điều khiển và giám sát nhiệt độ. Tuy đã rất cố gắng hoàn thành đồ án nhưng em không thể tránh được một số thiếu sót, em mong các thầy cô cùng các bạn đóng góp và đưa ra một số ý kiến để cho đồ án của em thực hiện tốt hơn.

Dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng sự giúp đỡ của nhiều quý thầy cô trong khoa em đã hoàn thành luận văn theo đúng yêu cầu và thời gian quy định. Trong luận văn em đã thực hiện được vấn đề sau:

- Nghiên cứu về hệ thống điều hòa không khí sử dụng biến tần.
- Đi sâu nghiên cứu tìm hiểu về hệ thống điều khiển điều hòa không khí.

Em xin chân thành cảm ơn thầy GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng toàn thể các thầy cô trong khoa Điện-Điện Tử trường Đại học Dân Lập Hải Phòng đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành đồ án này.

Hải Phòng, ngày...tháng...năm 2013

Sinh viên thực hiện:

Trịnh Minh Hải

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Hải - Hà Mạnh Thu - Vũ Xuân Hùng(2001). ***Hệ thống Điều Hoà Không Khí và Thông gió***. NXB Khoa học Kỹ thuật - Hà Nội
2. Nguyễn Đức Lợi(1998). ***Thiết kế Hệ thống Lạnh***. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
3. Nguyễn Đức Lợi - Phạm Văn Tuy(2003). ***Kỹ thuật Lạnh Cơ Sở***. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ
4. Nguyễn Xuân Tiên. ***Thiết kế Hệ thống Lạnh***. Nhà xuất bản Đại học Bách khoa Hà Nội
5. Hà Đăng Trung - Nguyễn Quân. ***Điều Tiết Không Khí***.

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ.....</b>	<b>2</b>
1.1. ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐẾN CON NGƯỜI .....	2
1.1.1. Nhiệt độ.....	2
1.1.2. Độ ẩm tương đối .....	2
1.1.3. Các chất độc hại .....	4
1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐỐI VỚI SẢN XUẤT..	5
1.3. CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ .....	5
1.3.1. Hệ thống kiểu trung tâm. ....	5
1.3.2. Hệ thống kiểu phân tán .....	7
1.3.3. Hệ thống kiểu cục bộ .....	8
<b>CHƯƠNG 2: NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ</b>	<b>11</b>
2.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ.....	11
2.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRONG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ	11
2.2.1. Nhiệm vụ và chức năng của hệ thống điều khiển.....	11
2.2.2. Sơ đồ điều khiển và các thiết bị chính của hệ thống điều khiển.....	12
2.2.2.1. Sơ đồ điều khiển tự động .....	12
2.2.2.2. Các nguồn năng lượng cho hệ thống điều khiển.....	14
2.2.2.3 Các thiết bị điều khiển .....	14
2.3. Các phương pháp điều khiển .....	23
2.3.1. Điều khiển nhiệt độ. ....	23
2.3.2. Điều khiển công suất.....	24
2.3.2.1. Phương pháp điều khiển ON-OFF .....	24
2.3.2.2. Phương pháp điều khiển bước. ....	25
<b>CHƯƠNG 3: ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ VỚI INVERTER.....</b>	<b>28</b>
3.1. BIẾN TẦN .....	28

3.1.1. Biên tần và tầm quan trọng của biên tần trong công nghiệp .....	28
3.2. PHÂN LOẠI BIẾN TẦN.....	29
3.2.1. Biên tần trực tiếp.....	29
3.2.2. Biên tần gián tiếp .....	30
3.3. CẤU TRÚC CƠ BẢN CỦA MỘT BỘ BIẾN TẦN.....	31
3.4. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN .....	33
3.4.1. Phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM) .....	33
3.4.1.1. Điều chế theo phương pháp SPWM .....	33
3.4.2. Phương pháp điều chế vectơ không gian (SVPWM).....	37
3.4.2.1. Thành lập vectơ không gian.....	37
3.4.2.2. Tính toán thời gian đóng ngắt.....	41
3.4.2.3. Phân bố các trạng thái đóng ngắt.....	44
3.4.2.4. Kỹ thuật thực hiện vectơ không gian .....	44
3.4.2.5. Giảm độ đóng cắt các khóa để tạo ra vectơ $V_s$ trong từng sector: .....	45
3.4.3. Phương pháp điều khiển trực tiếp momen (DTC: Direct Torque Moment).47	
3.5. ĐIỀU HÒA INVERTER.....	48
3.5.1. Tác dụng của biên tần trong điều hòa.....	48
3.5.1.1. Biên tần điều khiển máy nén trong điều hòa .....	49
3.5.2. Hệ thống điều khiển nhiệt độ của điều hòa inverter. ....	52
3.5.2.1. Thiết bị đo : .....	53
3.5.2.2. Thiết bị điều khiển : .....	53
3.5.2.3. Thiết bị chấp hành :.....	53
3.5.2.4. Quá trình .....	54
3.5.4.Năng suất của điều hòa .....	55
3.5.5.Uưu điểm và nhược điểm của điều hòa sử dụng biên tần.....	56
3.5.5.1.Uưu điểm: .....	56
3.5.5.2.Nhược điểm:.....	56
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>57</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>58</b>