

GIÁO TRÌNH

TỰ ĐỘNG HOÀ QUÁ TRÌNH NHIỆT

HOÀNG DƯƠNG HÙNG

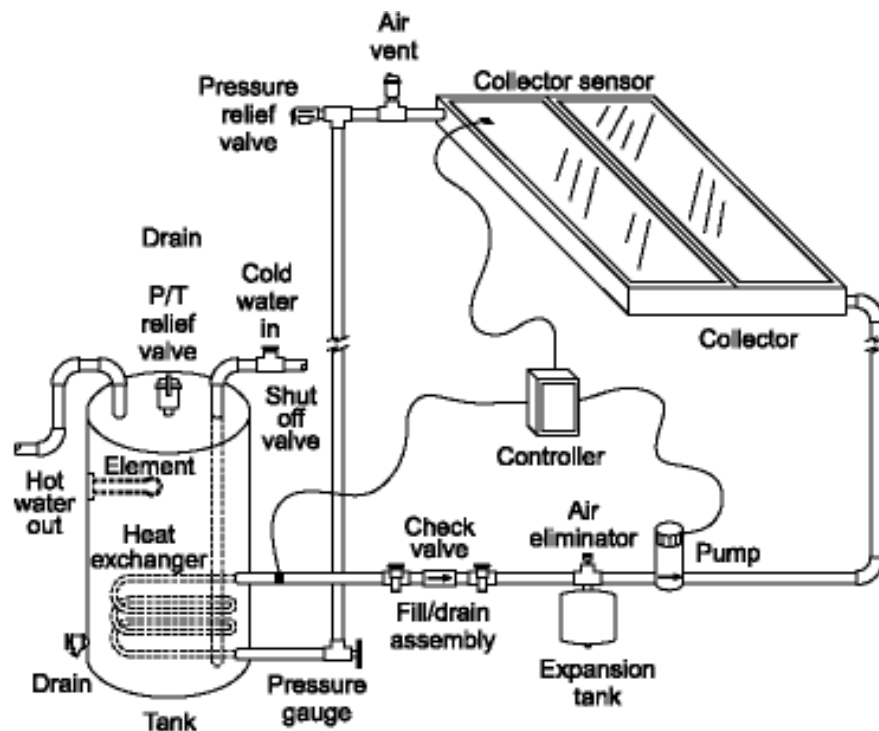
2004

TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH NHIỆT

PHẦN I : LÝ THUYẾT ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

PHẦN II : MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG ĐỐI
TƯỢNG NHIỆT TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

PHẦN III : CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG



PHẦN I

LÝ THUYẾT ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

- CHƯƠNG 1: MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VÀ KHÁI NIỆM CƠ BẢN
CHƯƠNG 2: TÍNH CHẤT CỦA ĐỐI TƯỢNG ĐIỀU CHỈNH VÀ XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA NÓ
CHƯƠNG 3: TÍNH CHẤT CỦA CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH VÀ CÁCH XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA CHÚNG
CHƯƠNG 4: CÁC KHẤU TIÊU BIỂU CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG VÀ CÁC ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA CHÚNG
CHƯƠNG 5: CÁC ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG
CHƯƠNG 6: TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG
CHƯƠNG 7: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG



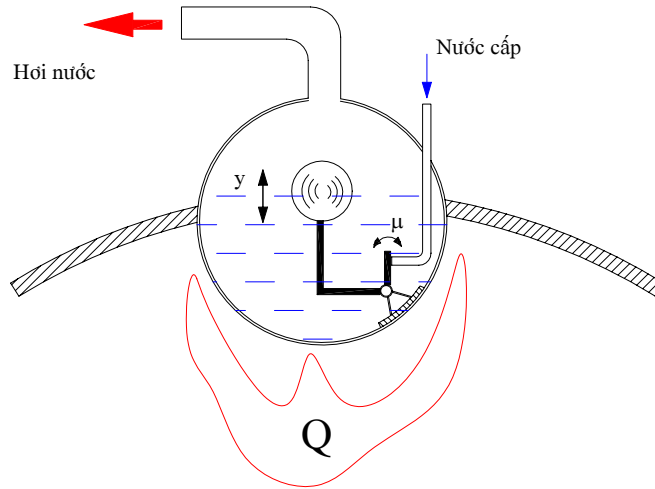
CHƯƠNG 1: MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VÀ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. Sơ lược về quá trình phát triển của Lý thuyết điều chỉnh tự động (LTĐCTĐ) và một số thuật ngữ của LTĐCTĐ

Lý thuyết điều chỉnh tự động là môn khoa học nghiên cứu những nguyên tắc thành lập hệ tự động về những quy luật của các quá trình xảy ra trong hệ thống. Nhiệm vụ chính của ngành khoa học này là xây dựng những hệ tự động tối ưu và gần tối ưu bằng những biệt pháp kỹ thuật, đồng thời nghiên cứu các vấn đề thuộc về tĩnh học và động học của hệ thống đó. Những phương pháp hiện đại của lý thuyết điều chỉnh tự động giúp chúng ta chọn được cấu trúc hợp lý của hệ thống, xác định trị số tối ưu của thông số, đánh giá tính ổn định và những chỉ tiêu chất lượng của quá trình điều chỉnh.

Tiền thân của môn khoa học kỹ thuật điều chỉnh tự động ngày nay là kỹ thuật và lý thuyết điều chỉnh máy hơi nước bắt đầu vào thời kỳ Cách mạng công nghiệp của Chủ nghĩa Tư Bản.

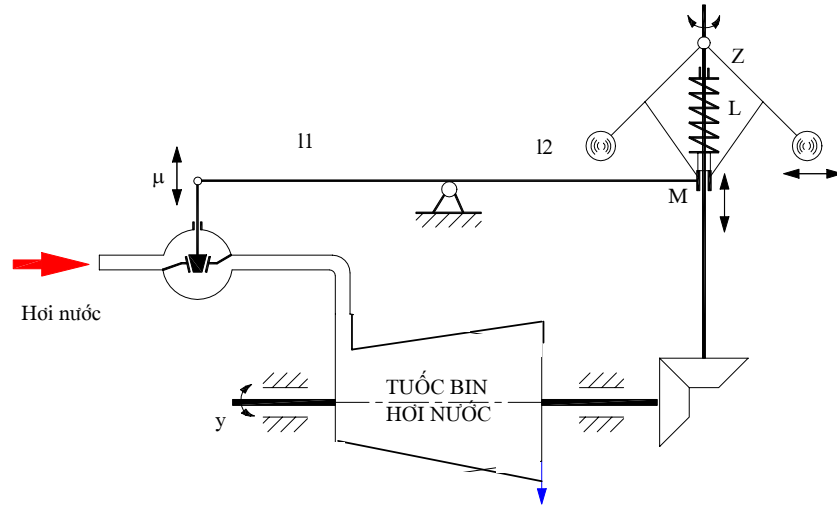
Năm 1765 xuất hiện một cơ cấu điều chỉnh công nghiệp đầu tiên đó là bộ điều chỉnh tự động mức nước trong nồi hơi của Nhà cơ học Nga U - U - ПІОΛΖΥΗΟΒ (Pôlzunốp). Hệ thống điều chỉnh mức nước này được thể hiện sơ lược trên hình vẽ sau:



Hình 1.1. Bộ điều chỉnh mức nước trong nồi hơi

Gần 20 năm sau, năm 1784 Jame Watt nhà cơ học người Anh đã nhận bằng sáng chế về bộ điều tốc máy hơi nước kiểu con quay ly tâm. Về nguyên lý điều chỉnh thì bộ điều tốc của Jame Watt không khác so với bộ điều chỉnh

mức nước của Polzunốp, nhưng khác hoàn toàn về cấu tạo và mục đích ứng dụng.



Hình 1.2. Bộ điều chỉnh tốc độ quay của Tuốc bin

Nguyên lý hoạt động:

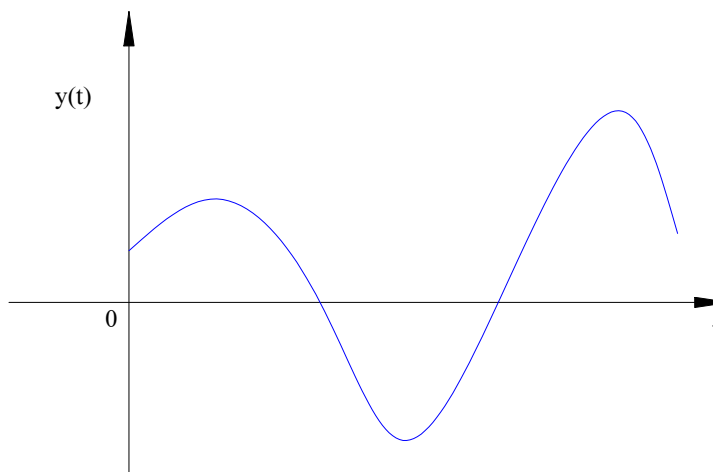
Chuyển động quay của trục máy hơi nước được chuyển một cách tỷ lệ thành chuyển động của con quay ly tâm. Hai quả trọng khi chuyển động quay quanh trục đứng tạo ra lực ly tâm và nhờ hệ thống thanh truyền lực, kéo theo sự chuyển dịch của con trượt M lên phía trên cho đến khi cân bằng với lực lò xo L. Như thế độ dịch chuyển của con trượt M liên hệ chặt chẽ với tốc độ quay y của máy hơi nước, cánh tay đòn l_1, l_2 làm chuyển dịch trục van điều chỉnh theo hướng chống lại chiều thay đổi tốc độ quay của máy hơi nước. Như vậy tốc độ quay của máy hơi nước được giữ ở một giá trị cân bằng nào đó phụ thuộc vị trí cơ cấu định trị Z.

Các bộ điều chỉnh của Pôlzunốp và của Jame Watt đều tạo ra sự chuyển động van điều chỉnh chỉ nhờ vào năng lượng trực tiếp của cơ cấu đo nên có tên gọi là các bộ điều chỉnh trực tiếp.

Theo yêu cầu phát triển công suất của thiết bị, các bộ phận của van điều chỉnh có kích thước và trọng lượng ngày càng tăng. Do vậy lực cản đối với các bộ phận chuyển động cũng tăng theo tới mức các bộ điều chỉnh trực tiếp không đủ công suất để hoạt động. Mặt khác chúng không có khả năng duy trì chính xác giá trị đại lượng điều chỉnh khi thay đổi phụ tải (thay đổi công suất). Hiện tượng đó gọi là độ không đồng đều của quá trình điều chỉnh hay điều chỉnh có độ sai lệch dư (có sai số tĩnh học). Thực vậy khi đối tượng mang phụ tải mới, cánh mở của cơ quan điều chỉnh phải có vị trí mới tương ứng (phụ tải càng lớn, cần lưu lượng hơi, nước càng lớn. Muốn vậy cửa thoát của van điều chỉnh phải mở càng rộng). Để giảm độ không đồng đều người ta đã cố gắng tăng tỷ số của

cánh tay đòn l_1/l_2 . Song tăng tỷ số đó đến một giá trị nào đó thì gặp hiện tượng lạ đối với kỳ thời sản xuất máy hơi nước cuối thế kỷ 18.

Đó là hiện tượng mất ổn định hệ thống điều chỉnh tự động, khi đại lượng điều chỉnh dao động tới biên độ tăng không ngừng.



Hình 1.3. Hệ thống điều chỉnh mất ổn định

Mọi biện pháp đấu tranh với hiện tượng mất ổn định của hệ thống điều chỉnh bằng cách giảm ma sát của các khớp nối hoặc cải tiến cơ khí khác đều không đem lại kết quả. Vì vậy đã xảy ra thời kỳ đình trệ sự phát triển của máy hơi nước. Sự kiện khủng khiếp trên đã gây ảnh hưởng lớn tới mức lôi cuốn sự chú ý của các nhà bác học lớn thế kỷ 19. Công trình giải quyết vấn đề ổn định được J-C Maxwell với tiêu đề " về các bộ điều chỉnh " công bố năm 1868 đã là tiên đề cho các tiêu chuẩn ổn định sau này ra đời. Nhưng do một số giả thiết đơn giản hóa vấn đề và kết luận xa thực tế lúc bấy giờ nên ý nghĩa của công trình không được các chuyên gia đương thời nhìn thấy.

Cho đến cuối thế kỷ 19 mới có giải pháp hữu hiệu cho bài toán về chế độ điều chỉnh ổn định không có sai lệch dư trong các máy hơi nước công suất lớn. Theo giải pháp đó trong thành phần của bộ điều chỉnh có thêm cơ cấu khếch đại lực (trợ động cơ) để làm chuyển dịch van điều chỉnh và cơ cấu phản hồi phụ để thay đổi điều chỉnh động học của bộ điều chỉnh.

Lý thuyết điều khiển và điều chỉnh tự động từ trước cho đến năm 30 của thế kỷ 20 phát triển chủ yếu trên cơ sở giải quyết các vấn đề do thực tế tự động hóa máy hơi nước đặt ra. Mà trung tâm của lý thuyết là vấn đề ổn định của hệ thống điều chỉnh.

Bắt đầu những năm 30 của thế kỷ 20 lý thuyết điều chỉnh tự động được trang bị các dụng cụ của phương pháp tần số rất phổ biến cho đến ngày nay như năm 1932 có t/c H.Niquits và 1938 có t/c của A.V.Mikhailov ..

Thực tế trong quá trình vận hành, các hệ thống điều khiển luôn luôn chịu sự ảnh hưởng của các tác động ngẫu nhiên. Từ những năm 40 - 60 của thế kỷ 20 bắt đầu và phát triển lý thuyết điều khiển trong điều kiện ngẫu nhiên.

Thời kỳ phát triển hiện đại ngày nay của lý thuyết điều khiển tự động và điều khiển quá trình nhiệt nói riêng dựa trên cơ sở ứng dụng máy tính và kỹ thuật vi xử lý.

Cũng như mọi ngành khoa học khác, điều khiển học có những khái niệm và thuật ngữ riêng. Để xác định các khái niệm ta thống nhất các định nghĩa trong các thuật ngữ về điều khiển học như sau:

+ *Nhiều động*:

Là các nhân tố ảnh hưởng xuất hiện từ môi trường xung quanh làm thay đổi đại lượng điều khiển một cách không mong muốn và là những tác động làm quá trình sản xuất không ổn định. Có hai loại nhiều động:

- Nhiều động trong: là nhiều động gây ra phía đầu vào.
- Nhiều động ngoài: là những nhiều động gây ra từ phía phụ tải hay đầu ra của thiết bị.

+ *Tác động điều chỉnh*:

Là tác động không chế từ bên ngoài để thay đổi đại lượng điều chỉnh theo hướng phù hợp với mục đích điều khiển, đưa quá trình sản xuất về trạng thái ổn định những tác động đó có thể do con người hay máy móc thực hiện trường hợp mà máy móc hoạt động hoàn toàn không có tác dụng của con người tham gia gọi là điều chỉnh tự động.

+ *Đối tượng điều chỉnh*:

Là nhóm thiết bị diễn ra quá trình cần điều chỉnh trong đó và chúng hoạt động tạo nên bản chất công nghệ của quá trình sản xuất.

+ *Bộ điều chỉnh*:

Là nhóm thiết bị tác động vào đối tượng điều chỉnh bằng những tác động lệnh theo quy luật toán học nhất định nhằm duy trì chế độ làm việc định trước của hệ thống.

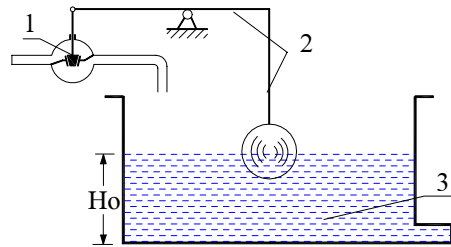
+ *Cơ quan điều chỉnh*:

Là những bộ phận để thực hiện truyền tác động từ bộ điều chỉnh đến đối tượng điều chỉnh.

+ *Thông số (đại lượng) điều chỉnh*:

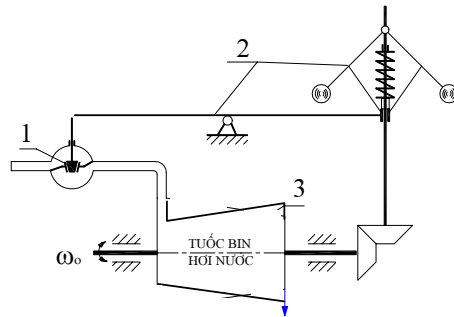
Là những thông số của đối tượng cần phải giữ ở phạm vi cho phép hay đó cũng là thông số công nghệ xác định trạng thái của đối tượng kỹ thuật. Giá trị của thông số điều chỉnh mà ta cần phải giữ trong 1 giới hạn cho trước gọi là trị số qui định hay định trị.

Tập hợp đối tượng điều chỉnh và bộ điều chỉnh quan hệ với nhau theo một thuật toán nhất định gọi là hệ thống tự động điều chỉnh hay gọi tắt là hệ điều chỉnh.



Ví dụ 1: Với bộ điều chỉnh mức nước trong bể

- 1. *Tám chắn*: Cơ quan điều chỉnh
- 1 + 2: Bộ điều chỉnh
- 3. *Bể nước*: đối tượng điều chỉnh
- H_o : Định trị

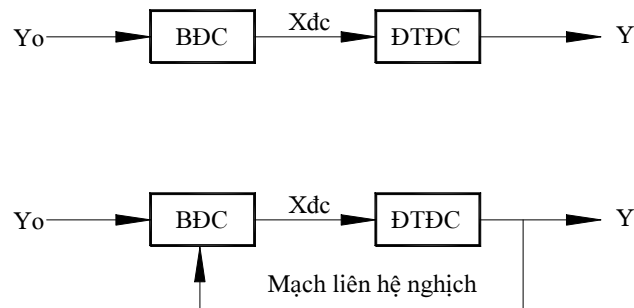


Ví dụ 2: Với bộ điều chỉnh tốc độ Tua bin

- 1. *Tám chắn* Cơ quan điều chỉnh
- 1 + 2 : Hệ thống điều chỉnh
- 3. *TB* Cần giữ có $\omega = \text{const}$ là đối tượng điều chỉnh
- ω_o : Định trị

Hình 1.4. Ví dụ về các bộ điều chỉnh

Hình ảnh của một hệ thống điều chỉnh tự động có thể biểu diễn dưới dạng sơ đồ chức năng thể hiện sự tương tác (biểu diễn bằng mũi tên) giữa các phần tử hay nhóm thiết bị (biểu diễn bằng khối chữ nhật). Trong hệ thống dưới sự ảnh hưởng của các nhiễu loạn từ môi trường xung quanh mức độ chi tiết của sơ đồ và các phần tử có thể khác nhau tùy theo từng trường hợp cụ thể. Nhưng nhìn một cách tổng thể mọi hệ thống tự động đều được biểu diễn dạng sơ đồ chức năng gồm 2 phần tử cơ bản là đối tượng điều chỉnh và bộ điều chỉnh liên hệ với nhau bằng các đường thông tin có định hướng.



Hình: 1.5

Hệ thống mà là đối tượng điều chỉnh và bộ điều chỉnh lập thành vòng kín có liên hệ ngược gọi là Hệ thống tự động khép kín.

Hệ thống mà mất 1 trong các liên hệ trên gọi là Hệ thống tự động hở.

Trong thực tế nghiên cứu và thiết kế hệ kín có độ phức tạp gấp bội so với hệ hở. Đối với hệ thống kín nổi bật lên vấn đề chính là tính ổn định của hệ thống và chất lượng điều chỉnh.

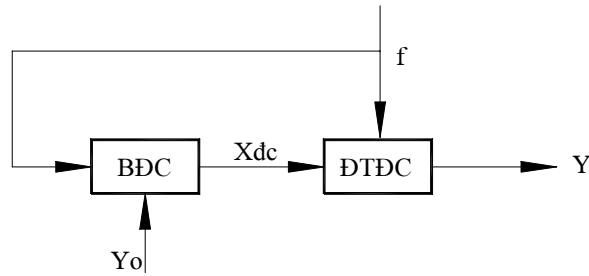
1.2. Các nguyên tắc điều chỉnh tự động

1.2.1. Nguyên tắc giữ ổn định

Nguyên tắc giữ ổn định được thực hiện theo 3 nguyên tắc cơ bản sau:

a- Nguyên tắc bù tác động bên ngoài: (nguyên tắc điều chỉnh theo nhiễu động)

Sơ đồ cấu trúc:



Hình: 1.6

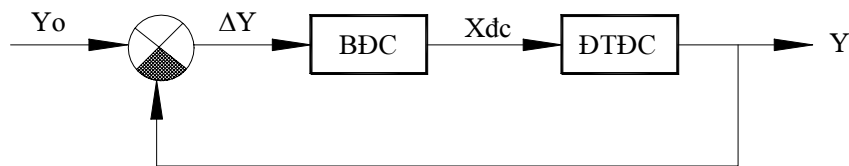
Đối với hệ thống ta cần tìm quan hệ xác định sao cho $Y = Y_0 = \text{const}$

Đây là hệ thống hở nên có các nhược điểm như không có liên hệ nghịch nên có khi làm hệ thống mất khả năng làm việc, và các nhiễu khó đo được chính xác.

Do đó hệ thống này ít được sử dụng.

b- Nguyên tắc điều chỉnh theo độ lệch:

Sơ đồ cấu trúc:



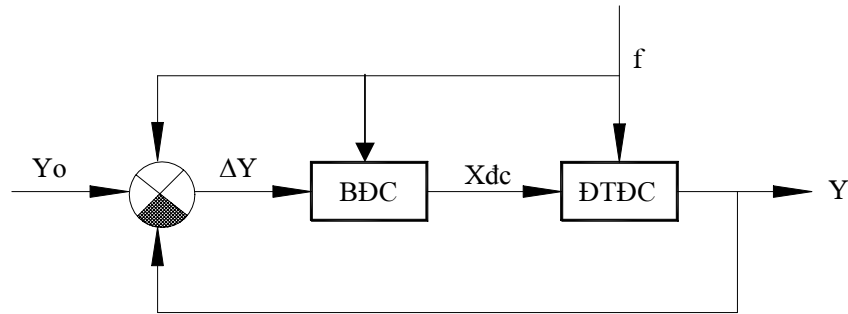
Hình: 1.7

Ở hệ thống này tính hiệu ra Y (lượng được điều chỉnh) được phản hồi lại đầu vào và so sánh với tính hiệu vào tạo nên độ sai lệch.

$$\Delta y = Y - Y_0$$

Sai lệch sẽ tác động vào thiết bị điều chỉnh. Quá trình điều chỉnh sẽ kết thúc khi sai lệch bị triệt tiêu, lúc đó ta có tín hiệu ra $Y - Y_0$.

c- Nguyên tắc điều chỉnh hỗn hợp:



Hình: 1.8

Loại này tác động của hệ thống nhanh, độ tin cậy cao, nhưng giá thành lại cao.

1.2.2. Nguyên tắc điều chỉnh theo chương trình

Nguyên tắc điều chỉnh theo chương trình thường áp dụng do hệ thống hở và hệ thống kín. Nguyên tắc này dựa vào yêu cầu của tín hiệu ra y biến đổi theo thời gian với một chương trình nào đó, chẳng hạn như $y = y(t)$. Dựa vào mô tả toán học của đối tượng điều khiển ta có thể xác định tín hiệu điều khiển.

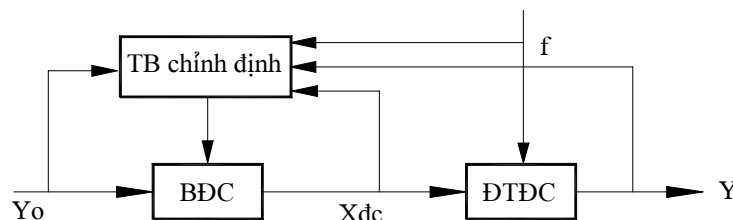
Để đảm bảo độ chính xác cao trong quá trình điều chỉnh theo chương trình người ta dùng hệ thống kín thực hiện theo 3 nguyên tắc:

- Điều chỉnh theo sai lệch
- Điều chỉnh theo nhiễu động
- Điều chỉnh theo phương pháp hỗn hợp

1.2.3. Nguyên tắc điều chỉnh tự thích nghi (tự chỉnh định)

Khi cần điều chỉnh những đối tượng phức tạp hoặc nhiều đối tượng đồng thời mà phải đảm bảo cho một tín hiệu có giá trị cực trị hoặc một chỉ tiêu tối ưu nào đó, thì ta phải dùng nguyên tắc thích nghi.

Sơ đồ cấu trúc:

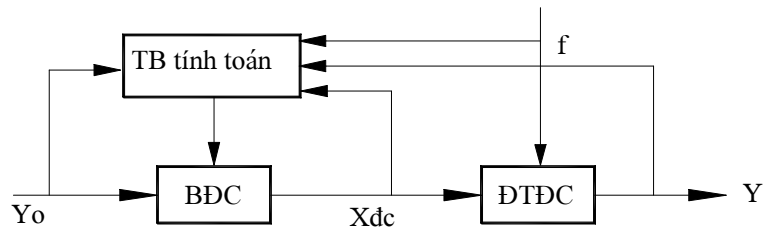


Hình: 1.9

1.2.4. Nguyên tắc điều chỉnh tối ưu (điều chỉnh cực trị)

$Y_o = y(t)$ Var là hàm chưa biết

Sơ đồ cấu trúc:



Hình: 1.10

Thiết bị tính toán sản ra những tín hiệu là để điều chỉnh.

1.3. Phân loại các hệ thống tự động

1.3.1. Theo định trị (Y_o)

Nếu dựa vào định trị Y_o thì ta có thể phân ra 3 loại:

- Hệ thống giữ ổn định $Y_o = \text{const}$
- Điều chỉnh chương trình $Y_o = y(t)$ biết trước
- Hệ thống tự động $Y_o = y(t) = \text{Var}$ không biết trước

1.3.2. Theo dạng tín hiệu

Ta có:

- Hệ thống liên tục: Là hệ thống mà tất cả các tín hiệu truyền từ vị trí này đến vị trí khác trong hệ thống 1 cách liên tục (hàm liên tục).
- Hệ thống gián đoạn: Là hệ thống mà trong đó có ít nhất 1 tín hiệu biểu diễn bằng hàm gián đoạn theo thời gian.

1.3.3. Theo dạng phương trình vi phân mô tả hệ thống

- Hệ thống tuyến tính: Là hệ thống mà đặc tính tĩnh của tất cả các phân tử là tuyến tính. Phương trình trạng thái mô tả cho hệ thống tuyến tính là các phương trình tuyến tính. Đặc điểm cơ bản của hệ thống này thực hiện được nguyên lý xếp chồng. Tức là nếu hệ thống có nhiều tác động đồng thời, thì phản ứng đầu ra của nó là tổng tất cả phản ứng do từng tác động riêng lẻ vào hệ thống.
- Hệ thống phi tuyến: là hệ thống mà trong đó có 1 đặc tính của một phân tử là hàm phi tuyến. Phương trình trạng thái mô tả cho hệ thống này là phương trình phi tuyến. Đặc điểm của hệ thống phi tuyến là 2 thực hiện được nguyên lý xếp chồng.

- Hệ thống tuyến tính hóa: là hệ thống phi tuyến được tuyến tính hóa. Tuyến tính hóa các đặc tính phi tuyến có nhiều phương pháp.
- 1.3.4. Theo dạng thay đổi đặc tính của hệ thống
- Hệ thống tự thích nghi: Thích nghi với cả trường hợp điều kiện thay đổi.
 - Hệ thống không tự thích nghi: Không tự chỉ định được.
- 1.3.5. Theo dạng năng lượng tiêu thụ
- Hệ thống điện
 - Hệ thống khí nén
 - Hệ thống thủy lực
 - Hệ thống tổng hợp
- 1.3.6. Theo thông số điều chỉnh
- Hệ thống điều chỉnh nhiệt độ
 - Hệ thống điều chỉnh áp suất
 - Hệ thống điều chỉnh lưu lượng . . .

1.4. Nhiệm vụ của Lý thuyết điều chỉnh tự động

Lý thuyết điều chỉnh tự động nhằm giải quyết 2 nhiệm vụ chính:

1.4.1. Phân tích hệ thống

Nhiệm vụ này nhằm xác định đặc tính của tín hiệu ra của hệ thống, sau đó đem so sánh với những chỉ tiêu yêu cầu để đánh giá chất lượng, điều khiển của hệ thống đó.

Muốn phân tích hệ thống điều khiển tự động người ta dùng phương pháp trực tiếp hoặc gián tiếp để giải quyết 2 vấn đề cơ bản: vấn đề về tính ổn định của hệ thống và vấn đề chất lượng của quá trình điều khiển: quá trình xác lập trạng thái tĩnh và trạng thái động (quá trình quá độ).

Để giải quyết những vấn đề trên người ta thường dùng phương pháp mô hình toán học, tức là các phần tử của hệ thống điều khiển đều được đặc trưng bằng một mô hình toán và tổng hợp mô hình toán của các phần tử sẽ cho mô hình toán của toàn bộ hệ thống.

Xác định đặc tính ổn định của hệ thống thông qua mô hình toán của hệ thống với việc sử dụng lý thuyết ổn định trong toán học. Các bước để giải quyết bài toán ổn định là:

- Lập mô hình toán của từng phần tử trong hệ thống (phương trình vi phân hoặc hàm truyền đạt).
- Tìm phương pháp liên kết các mô hình toán lại với nhau thành mô hình toán của cả hệ thống.
- Xét ổn định của hệ thống dựa vào lý thuyết ổn định.

Tuy nhiên việc lập mô hình toán của các phần và của hệ thống trong thực tế rất khó khăn, nên ta dùng phương pháp xét ổn định theo đặc tính thực nghiệm (đặc tính tần số hoặc đặc tính thời gian).

Giải quyết nhiệm vụ phân tích chất lượng quá trình điều khiển cũng có 2 phương pháp: trực tiếp hoặc gián tiếp, thông qua mô hình toán hoặc đặc tính

động học thực nghiệm. Giải quyết vấn đề này thường là giải hệ phương trình vi phân, ví tích phân v.v... Ngoài ra trong lý thuyết điều khiển tự động, khi phân tích quá trình quá độ người ta còn dùng máy tính tương tự và máy tính số.

1.4.2. Tổng hợp hệ thống

Tổng hợp hệ thống là vấn đề xác định thông số và cấu trúc của thiết bị điều khiển. Giải bài toán này thực tế là thiết kế hệ thống điều khiển tự động. Trong quá trình tổng hợp thường kèm theo bài toán phân tích. Đối với các hệ thống điều khiển tối ưu và tự thích nghi, nhiệm vụ tổng hợp thiết bị điều khiển giữ vai trò rất quan trọng. Trong các hệ thống đó, muốn tổng hợp được hệ thống, ta phải xác định algorit điều khiển, tức là phải xác định luật điều khiển $U(t)$. Hệ thống điều khiển có yêu cầu chất lượng cao thì việc tổng hợp càng trở nên phức tạp. Trong nhiều trường hợp ta cần đơn giản hóa một số yêu cầu và tìm phương pháp tổng hợp thích hợp để thực hiện.

Để thiết kế một hệ thống điều khiển tự động, ta cần tiến hành các bước sau đây:

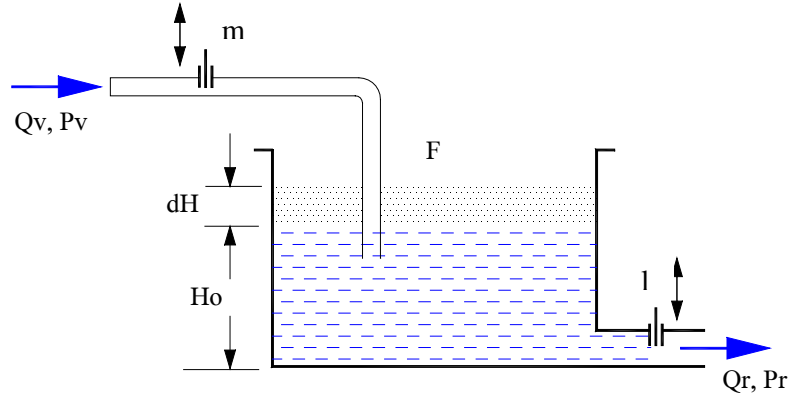
- Xuất phát từ mục tiêu điều khiển, yêu cầu về chất lượng điều khiển và đặc điểm đối tượng được điều khiển ta xác định mô hình đối tượng điều khiển.
- Từ mô hình, mục tiêu điều khiển, yêu cầu về chất lượng điều khiển, các nguyên lý điều khiển chung đã biết, khả năng các thiết bị điều khiển có thể sử dụng được hoặc chế tạo được, ta chọn một nguyên tắc điều khiển cụ thể. Từ đó lựa chọn các thiết bị cụ thể để thực hiện nguyên tắc điều khiển đã đề ra.
- Trên cơ sở nguyên lý điều khiển và thiết bị được chọn, kiểm tra về lý thuyết hiệu quả điều khiển trên các mặt: khả năng đáp ứng mục tiêu, chất lượng, giá thành, điều kiện sử dụng, hậu quả v.v .. Từ đó hiệu chỉnh phương án chọn thiết bị, chọn nguyên tắc điều khiển hoặc hoàn thiện lại mô hình.
- Nếu phương án đã chọn đạt yêu cầu, ta chuyển sang bước chế tạo, lắp ráp thiết bị từng phần. Sau đó tiến hành kiểm tra, thí nghiệm thiết bị từng phần và hiệu chỉnh các sai sót.
- Chế tạo, lắp ráp thiết bị toàn bộ. Sau đó kiểm tra, thí nghiệm thiết bị toàn bộ. Hiệu chỉnh và nghiệm thu toàn bộ hệ thống điều khiển.

CHƯƠNG 2: TÍNH CHẤT CỦA ĐỐI TƯỢNG ĐIỀU CHỈNH VÀ XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA CHÚNG

2.1. Tính chất của đối tượng có một dung lượng

2.1.1. Phương trình động học đối tượng một dung lượng

Xét ví dụ của bể nước (toàn bộ vật chất tập trung vào 1 dung tích)



Hình 2.1: Đối tượng có 1 dung tích

- l và m là độ mở của lá chắn;
- H_0 : trị số quy định (định trị)
- Xem P_v và P_r trong quá trình điều chỉnh là hằng số.

* Khi đối tượng ở trạng thái cân bằng thì: $Q_{v_0} = Q_{r_0}$ và $H = H_0 = \text{const}$; $dH=0$
 \Rightarrow Ta có phương trình tĩnh của đối tượng:

$$Q_{v_0} - Q_{r_0} = 0 \text{ hay } dH = 0 \text{ hoặc } H = H_0 = \text{const} \quad (1)$$

* Trong chế độ động thì $Q_v \neq Q_r$ giả sử $Q_v > Q_r$ thì trong khoảng thời gian dt ta có mức nước dâng lên 1 khoảng là dH hay thể tích tăng lên $dV = F.dH$ và

$$(Q_v - Q_r).dt = dV = F.dH$$

$$\text{Hay: } Q_v - Q_r = F \cdot \frac{dH}{dt} \quad (2)$$

Phương trình (2) gọi là phương trình động của đối tượng.

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } (Q_v - Q_{v_0}) - (Q_r - Q_{r_0}) = F \cdot \frac{dH}{dt}$$

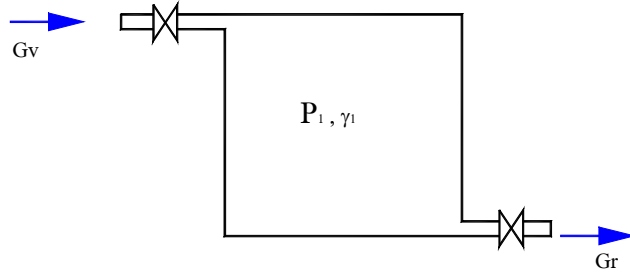
$$\text{Hay: } \Delta Q_v - \Delta Q_r = F \cdot \frac{dH}{dt} \text{ mà chú ý rằng } \frac{dH}{dt} = \frac{d(\Delta H)}{dt};$$

$$\text{Nên ta có: } \Delta Q_v - \Delta Q_r = F \cdot \frac{d(\Delta H)}{dt} \quad (3)$$

Phương trình (3) gọi là phương trình động của đối tượng viết dưới dạng số gia.

- Trong thực tế các đối tượng tuy khác đối tượng xét (bể nước) nhưng vẫn thỏa mãn phương trình (3). Ta xét các ví dụ sau:

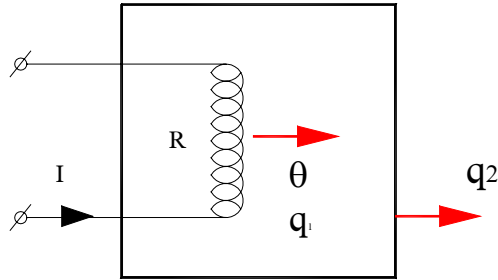
Ví dụ 1: Bình chứa khí



Hình 2.2: Bình chứa khí

Ta có :
$$\Delta G_v - \Delta G_r = V \frac{d\gamma}{dt} = V \frac{\gamma_{1o}}{P_{1o}} \cdot \frac{dP_1}{dt} \quad (4)$$

Ví dụ 2: Bình hằng nhiệt



Hình 2.3: Bình hằng nhiệt

Ta có :
$$\Delta q_1 - \Delta q_2 = \sum C \cdot \frac{d\theta}{dt} \quad (5)$$

q_1 - là lượng nhiệt truyền cho bộ hằng nhiệt

q_2 - là lượng nhiệt truyền ra ngoài

$\sum C$ - Tổng các nhiệt dung thành phần (dây nối và buồng)

Vậy tổng quát:
$$\Delta Q_v - \Delta Q_r = C \cdot \frac{dp}{dt}$$

P - Thông số điều chỉnh

C - Hằng số đặc trưng cho khả năng tàng trữ năng lượng vật chất trong đối tượng

Trở lại bài toán: Ta xem tấm chắn (có quan điều chỉnh) như là cửa tiết lưu nên ta có:

$$Q_v = K_v \cdot m \cdot \sqrt{P_v - H} \quad \text{hay } Q_v = f(m, H)$$

$$\text{và } Q_r = K_r \cdot l \cdot \sqrt{H - P_r} \quad \text{hay } Q_r = f(l, H)$$

Vậy hàm vào và ra là những hàm phi tuyến \Rightarrow đối tượng là đối tượng phi tuyến. Để giải bài toán này ta phải tìm cách tuyến tính hóa.

★ Phương pháp tuyến tính hóa các hàm phi tuyến

Giả sử có hàm $y = f(x_1, x_2)$

Ta viết thành chuỗi Taylor với số gia của hàm y

$$\Delta y = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2 + \frac{1}{2!} \left[\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x_1} (\Delta x_1)^2 + 2 \frac{\partial f}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_1 \Delta x_2 + \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} (\Delta x_2)^2 \right] + \dots$$

Nếu xem Δx_1 & Δx_2 là rất nhỏ thì tích của chúng có thể bỏ qua

$$\Delta y \approx \frac{\partial f}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \Delta x_2$$

Áp dụng vào trường hợp của bài toán :

$$\Delta Q_v = \frac{\partial Q_v}{\partial m} \Delta m + \frac{\partial Q_v}{\partial H} \Delta H \quad (6)$$

$$\Delta Q_r = \frac{\partial Q_r}{\partial l} \Delta l + \frac{\partial Q_r}{\partial H} \Delta H \quad (7)$$

Thay giá trị của (6), (7) vào phương trình (3) ta được :

$$F \cdot \frac{d(\Delta H)}{dt} = \frac{\partial Q_v}{\partial m} \Delta m + \frac{\partial Q_v}{\partial H} \Delta H - \frac{\partial Q_r}{\partial l} \Delta l - \frac{\partial Q_v}{\partial H} \Delta H$$

$$\Rightarrow F \cdot \frac{d(\Delta H)}{dt} = \frac{\partial Q_v}{\Delta m} \Delta m - \frac{\partial Q_r}{\partial l} \Delta l - \Delta H \left(\frac{\partial Q_r}{\partial H} - \frac{\partial Q_v}{\partial H} \right) \quad (8)$$

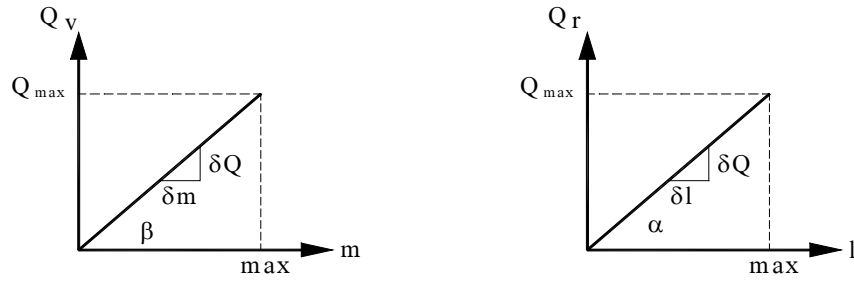
Vấn đề là ta tìm cách đưa phương trình này về dạng không thứ nguyên bằng cách lần lượt nhân và chia mỗi số hạng của phương trình (8) cho đại lượng không đổi có thứ nguyên là thứ nguyên của biến số nằm trong số hạng đó (thường các đại lượng đó là giá trị định mức hoặc cực trị H_o ; Q_{vmax} , Q_{rmax} ; l_{max} ; m_{max}).

$$\frac{F \cdot H_o}{Q_{max}} \cdot \frac{d \frac{\Delta H}{H_o}}{dt} = \frac{\partial Q_v}{\Delta m} \cdot \frac{m_{max}}{Q_{max}} \cdot \frac{\Delta l}{m_{max}} - \frac{\partial Q_r}{\partial l} \cdot \frac{l_{max}}{Q_{max}} \cdot \frac{\Delta m}{l_{max}} - \frac{\Delta H}{H_o} \cdot \frac{H_o}{Q_{max}} \cdot \left(\frac{\partial Q_r}{\partial H} - \frac{\partial Q_v}{\partial H} \right) \quad (9)$$

★ Dùng một số qui ước và đặt tên các đại lượng:

- $\frac{\Delta H}{H_o} = \varphi$ - sự biến đổi tương đối của thông số điều chỉnh
- $\frac{\Delta m}{m_{max}} = \mu = (0 \div 1)$ - sự thay đổi tương đối của cơ quan điều chỉnh
- $\frac{\Delta l}{l_{max}} = \lambda = (0 \div 1)$ - sự thay đổi tương đối của phụ tải (tác động nhiễu)
- $\frac{F \cdot H_o}{Q_{max}} = T_o$ - là thời gian chảy hết nước với lưu lượng cực đại (thời gian

bay lên của đối tượng).



Hình 2.4: Đồ thị quan hệ giữa lưu lượng và độ mở của van

$$\begin{aligned} \frac{l_{\max}}{Q_{\max}} &= \text{Cotg } \alpha & \frac{m_{\max}}{Q_{\max}} &= \text{Cotg } \beta \\ \frac{\partial Q_r}{\partial l} &= \text{tg } \alpha & \frac{\partial Q_v}{\partial m} &= \text{tg } \beta \\ \Rightarrow \frac{\partial Q_r}{\partial l} \cdot \frac{l_{\max}}{Q_{\max}} &= 1 & \Rightarrow \frac{\partial Q_v}{\partial m} \cdot \frac{m_{\max}}{Q_{\max}} &= 1 \end{aligned}$$

- $\frac{H_o}{Q_{\max}} \cdot \left(\frac{\partial Q_r}{\partial H} - \frac{\partial Q_v}{\partial H} \right) = A$ - là hệ số cân bằng của đối tượng

Vậy ta có:
$$T_o \cdot \frac{d\varphi}{dt} + A \cdot \varphi = \mu - \lambda \quad (10)$$

(10) : là phương trình động của đối tượng có 1 dung lượng có tự cân bằng viết dưới dạng không thứ nguyên.

Trong thực tế ta còn gặp dạng khác của phương trình (10) như sau:

$$\begin{aligned} \frac{T_o}{A} \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \varphi &= \frac{1}{A} (\mu - \lambda) \\ \text{Hay } \boxed{T \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \varphi} &= K (\mu - \lambda) \quad (11) \end{aligned}$$

T - hằng số thời gian của đối tượng. (T_o - thời gian bay lên của đối tượng)

K - hệ số khuếch đại của đối tượng.

Ta thay đại lượng $\frac{1}{T_o} = \varepsilon$ - Tốc độ bay lên của đối tượng (1/s)

$$\frac{d\varphi}{dt} + A\varepsilon \cdot \varphi = \varepsilon (\mu - \lambda) \quad (12)$$

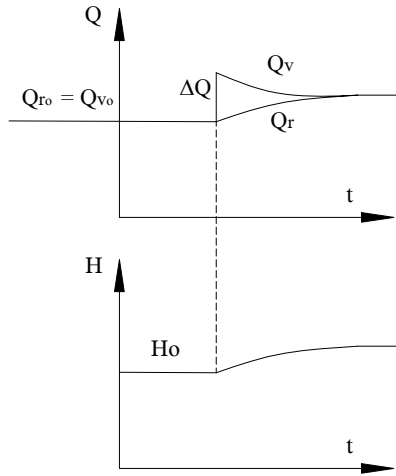
★ Xét một số hệ số trên:

1) Hệ số tự cân bằng của đối tượng A:

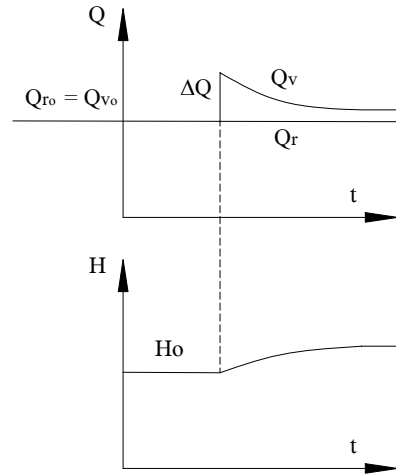
$$a) A = \frac{H_o}{Q_{\max}} \left(\frac{\partial Q_r}{\partial H} - \frac{\partial Q_v}{\partial H} \right) > 0$$

Giả sử trong đối tượng bể nước như hình trên, vì một lý do nào đó mà Q_v tăng nên mức nước trong bể tăng lên thì nước vào bể khó khăn hơn tức là bản thân nó có khả năng tự chống nhiễu hay tự cân bằng.

Ngược lại khi mức nước trong bể tăng nước chảy ra dễ dàng hơn, do đó độ sai lệch giảm. Hay bản thân bể nước có khả năng tự cân bằng mà không cần sự tác động khác. Ở đây là trường hợp có tự cân bằng cả đầu vào và đầu ra.



Hình 2.5: Đối tượng có tự cân bằng đầu vào và đầu ra

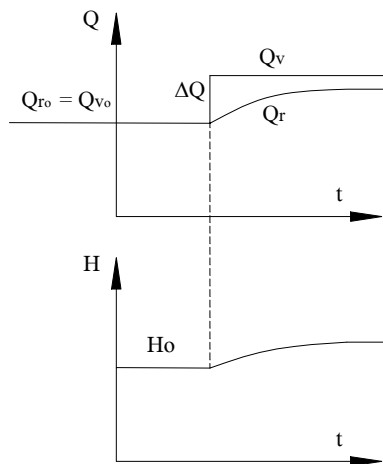


Hình 2.6: Đối tượng có chỉ tự cân bằng đầu vào

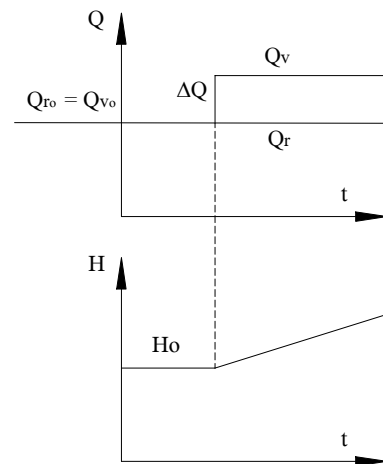
Trong thực tế có đối tượng chỉ có tự cân bằng đầu vào hoặc chỉ có tự cân bằng đầu ra.

-Chỉ đầu vào: Cũng như ví dụ trên nhưng thay lá chắn (l) bằng bơm hút lúc này quá trình xảy ra như đồ thị hình 2.6.

-Chỉ tự cân bằng đầu ra: Cũng như ví dụ trên nhưng ta thay vòi nước (m) bằng vòi ngắt không chạm mực nước này quá trình xảy ra như đồ thị hình 2.7.



Hình 2.7: Đối tượng chỉ có tự cân bằng đầu ra



Hình 2.8: Đối tượng không có chỉ tự cân bằng

Tổng hợp hai trường hợp trên (dùng bơm và vòi ngắt) lúc này phương trình động có dạng:

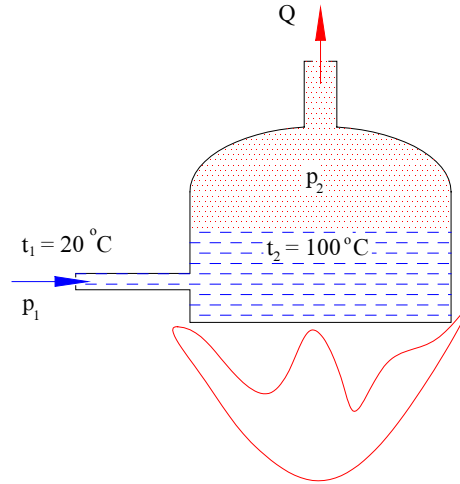
$$T_o - \frac{d\varphi}{dt} = \mu - \lambda \quad (12)$$

b) Có những đối tượng có tự cân bằng âm: $\mathbf{A} < \mathbf{0}$

Phương trình có dạng:

$$T_o \frac{d\varphi}{dt} - A.\varphi = \mu - \lambda \quad (13)$$

Ví dụ: Có lò nước sôi



Hình 2.9: Nồi nước sôi

Khi lưu lượng hơi Q tăng đột ngột \Rightarrow mức nước giảm, P_2 giảm, muốn giữ $H = \text{const} \Rightarrow$ phải cấp thêm nước lạnh ở nhiệt độ 20°C vào \Rightarrow cường độ bốc hơi giảm $\Rightarrow P_2$ lại càng giảm do đó tạo ra giá áp $\Delta P = P_2' - P_2 \Rightarrow$ lại có một lượng nước nữa tự thêm vào \Rightarrow làm tăng thêm sự mất cân bằng.

Tóm lại những đối tượng có sự cân bằng dương thì thuận lợi cho việc điều chỉnh còn những đối tượng có tự cân bằng âm thì ngược lại.

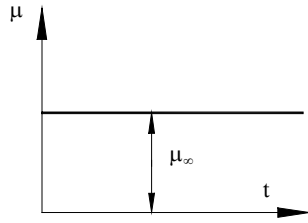
2) Hệ số khuếch đại K :

$$K(\mu - \lambda) = T \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \varphi$$

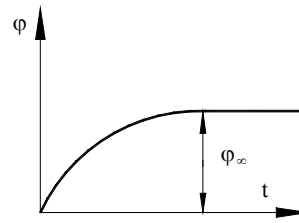
Trong trạng thái ổn định $\frac{d\varphi}{dt} = 0$; nếu phụ tải không đổi $\lambda = 0$

$$\Rightarrow \varphi_\infty = K \cdot \mu_\infty \Rightarrow K = \frac{\varphi_\infty}{\mu_\infty}$$

Là tỷ số giữa độ thay đổi thông số điều chỉnh và độ thay đổi của tác động điều chỉnh mà gây nên sự thay đổi đó khi phụ tải không thay đổi và trong trạng thái ổn định.



Hình 2.10



Hình 2.11

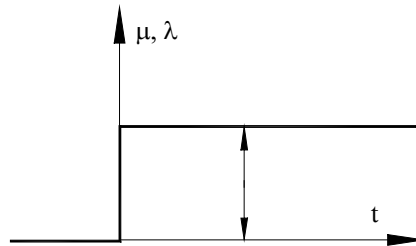
3) Thông số thời gian T_o :

$$T_o = \frac{H_o \cdot F}{Q_{\max}}$$

Là thời gian mà trong khoảng đó thông số điều chỉnh thay đổi từ 0 đến giá trị định mức với tốc độ cực đại tương ứng với sự không cân bằng lớn nhất giữa lượng vào và lượng ra.

Chú ý:

- Thông thường nghiên cứu ta chọn dạng nhiễu là thay đổi đột biến bậc thang (đây là dạng nặng nề nhất), chọn như vậy thì việc giải phương trình vi phân được dễ dàng hơn vì vế phải của phương trình (10) là không đổi.
- Biên độ thay đổi của nhiễu cũng có giới hạn, không thể lớn quá vì quá trình công nghệ không cho phép và cũng không nhỏ quá vì lẫn nhiễu, thường ta chọn nhiễu $\mu = 0,1 \div 0,15$.



Hình 2.12

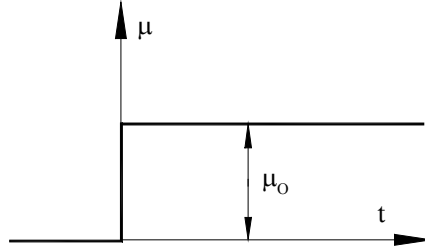
2.1.2. Xác định đường cong bay lên của đối tượng (hay đặc tính quá độ của đối tượng)

Là đồ thị quan hệ $\varphi(t)$ tìm được nó bằng cách giải phương trình (10).

1- Đối với đối tượng có tự cân bằng

a/ Trường hợp 1: gây nhiễu phía tác động

$$\begin{cases} t < 0 & \mu = 0 & \lambda = 0 \\ t > 0 & \mu = \mu_o = \text{const} \end{cases}$$



Hình 2.13

Từ phương trình: $T \cdot \varphi' + \varphi = K (\mu - \lambda) \Rightarrow T \cdot \varphi' + \varphi = K \cdot \mu_0$: đây là phương trình vi phân có vế phải. Giải phương trình này ta có: $\varphi = \varphi_I + \varphi_{II}$

Với $T\varphi' + \varphi = 0 \Rightarrow \varphi_I = C_1 \cdot e^{-\frac{t}{T}}$ nghiệm tổng quát của phương trình vi phân thuần nhất, và $\varphi_{II} = K \cdot \mu_0$ (là nghiệm riêng)

$$\Rightarrow \varphi = \varphi_I + \varphi_{II} = C_1 \cdot e^{-\frac{t}{T}} + K \cdot \mu_0$$

và từ điều kiện đầu: $t = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow C_1 = -K \cdot \mu_0$

$$\Rightarrow \varphi(t) = K \cdot \mu_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \quad (14)$$

\Rightarrow Thông số điều chỉnh thay đổi từ từ theo hàm số mũ.

* ngược lại: Bây giờ từ đường đặc tính đã biết ta tìm phương trình ban đầu.

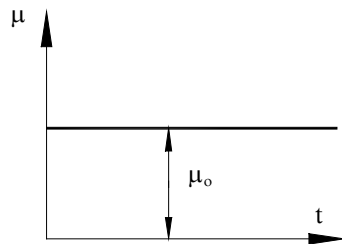
Vấn đề ở đây là xác định các hệ số K và T

K - thì ta đo độ cao và K. μ_0 chia cho $\mu_0 \Rightarrow K$

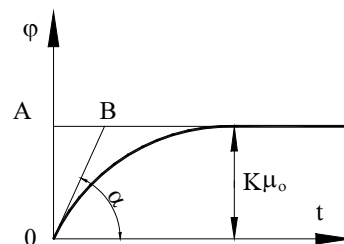
T - ta chứng minh rằng $AB = T$ (hình vẽ)

Thực vậy khi lấy hàm đạo biểu thức (14) ta có $\varphi' = \frac{K \mu_0}{T} \cdot e^{-\frac{t}{T}}$

tại $t = 0 \Rightarrow \varphi'_0 = \frac{K \mu_0}{T} = \operatorname{tg} \alpha$ (điều cần chứng minh)



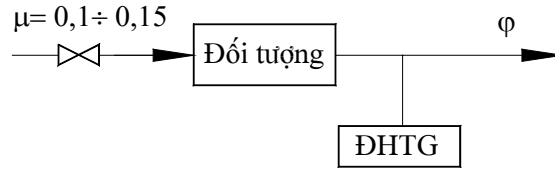
Hình 2.14



Hình 2.15

Vậy muốn tìm T ta kẻ tiếp tuyến từ gốc tọa độ với với đường cong. Ta cũng chứng minh được rằng tại một điểm bất kỳ trên đường cong và vẽ tiếp tuyến với đường cong ta cũng có T.

Ngoài ra người ta còn có thể tìm đường cong bằng các thiết bị như sơ đồ sau:

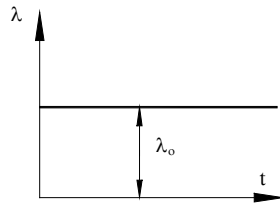


Hình 2.16

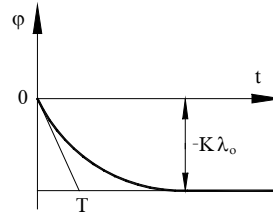
Từ đồng hồ tự ghi ta sẽ ghi được $\varphi(t)$.

b/ Trường hợp 2: Gây nhiễu từ phía phụ tải

$$\begin{cases} t < 0 & \mu = 0 & \lambda = 0 \\ t \geq 0 & \mu = 0 & \lambda = \lambda_0 = \text{const} \end{cases}$$



Hình 2.17



Hình 2.18

Từ phương trình: $T \cdot \varphi' + \varphi = K(\mu - \lambda)$ suy ra $T \varphi' + \varphi = -K\lambda_0$

Tương tự giải phương trình này ta có:

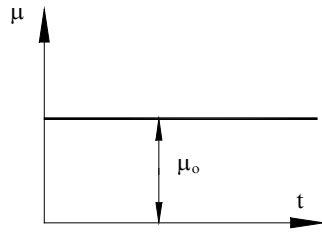
$$\varphi(t) = -K \cdot \lambda_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

Khi dạng nhiễu thay đổi khác đi thì dạng đường cong vẫn không đổi nhưng chỉ khác nhau vì hướng và biên độ \Rightarrow không nhất thiết phải gây nhiễu từ phía nào cả, đương nhiên ta gây nhiễu μ thuận lợi hơn.

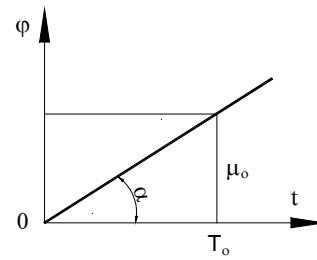
2- Đối với đối tượng không có tự cân bằng: $A = 0$ hay $T_0 \varphi' = \mu - \lambda$

a/ Trường hợp 1 : Gây nhiễu đầu vào

$$\begin{cases} t < 0 & \mu = \lambda = 0 \\ t \geq 0 & \mu = \mu_0 = \text{const}, \lambda = 0 \end{cases}$$



Hình 2.19



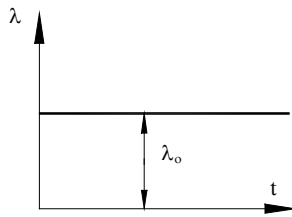
Hình 2.20

$$\Rightarrow T_0 \varphi' = \mu_0 \Rightarrow \varphi = \frac{\mu_0}{T_0} \cdot t \Rightarrow \varphi \text{ thay đổi theo đường thẳng}$$

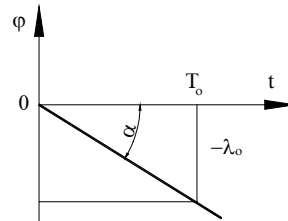
$$\text{Khi } t = T_0 \Rightarrow \varphi = \mu_0$$

b- Trường hợp 2:

$$\begin{cases} t < 0 & \mu = \lambda = 0 \\ t \geq 0 & \lambda = \lambda_0 = \text{const}, \mu = 0 \end{cases}$$



Hình 2.21



Hình 2.22

$$\Rightarrow T\varphi' = -\lambda_0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\lambda_0}{T_0} \cdot t \Rightarrow \varphi \text{ thay đổi theo đường thẳng}$$

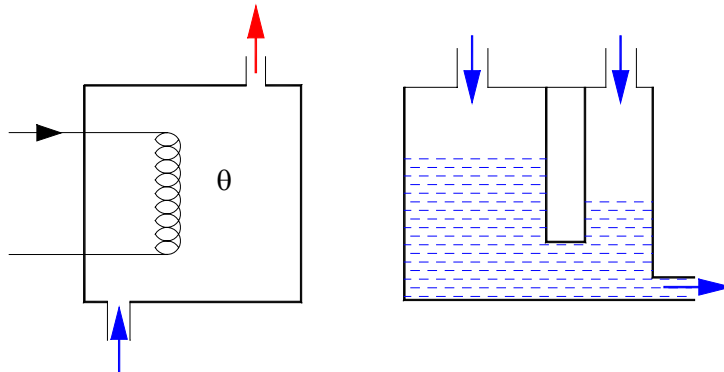
$$\text{Khi } t = T_0 \Rightarrow \varphi = -\lambda_0, \text{ muốn tìm } T_0 \text{ bằng cách đóng một đoạn bằng } \lambda_0 \Rightarrow T_0$$

Kết luận: Nếu biết được qui luật đường cong ta suy ra φ (và ngược lại).

2.2. Tính chất của các đối tượng phức tạp

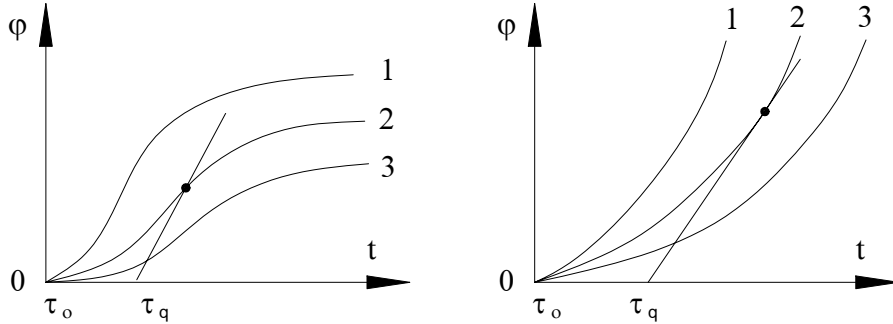
2.2.1. Đối tượng có nhiều dung lượng: là đối tượng có hai dung lượng trở lên

Ví dụ:



Hình 2.23. Đối tượng có nhiều dung lượng

- Cũng như đối tượng có 1 dung lượng nó có thể có tự cân bằng hoặc không có tự cân bằng.
- Trong toàn bộ hệ có các đối tượng mắc nối tiếp nhau nếu chỉ có 1 đối tượng không có tự cân bằng thì toàn bộ đối tượng đó không có tự cân bằng. Xét đối với đối tượng có tự cân bằng và không có tự cân bằng khi có nhiều:



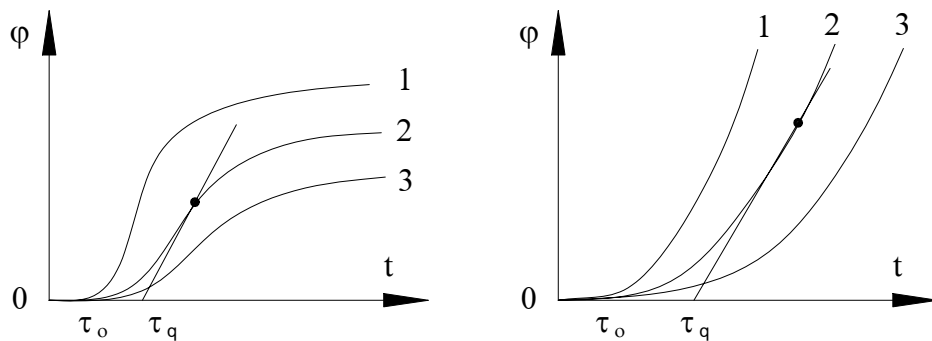
Hình 2.24

Trong cùng điều kiện như nhau khi có nhiều thì thông số điều chỉnh thay đổi chậm trễ hơn đối tượng có một dung lượng và đến thời gian τ_q thì đạt tốc độ cực đại. Thời gian τ_q do sự chậm trễ gây nên gọi là chậm trễ quá độ hay (chậm trễ dung lượng). Nếu số dung lượng càng lớn thì thời gian τ_q càng lớn (xem hình vẽ 1,2,3 ứng với đối tượng có 1,2,3 dung lượng).

τ_o - gọi là độ chậm trễ thuần túy (chậm trễ vận tốc), τ_o gây ra là do sự truyền tín hiệu từ đầu vào đến đầu r.

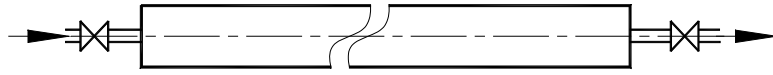
Ví dụ: Muốn điều chỉnh nhiên liệu vào lò thì ta phải tác động ngay từ máy nghiền than \rightarrow máy cấp than bột \rightarrow vì phun nên \rightarrow thời gian chậm trễ cho vận chuyển τ_o .

Khi kể đến cả τ_o thì:



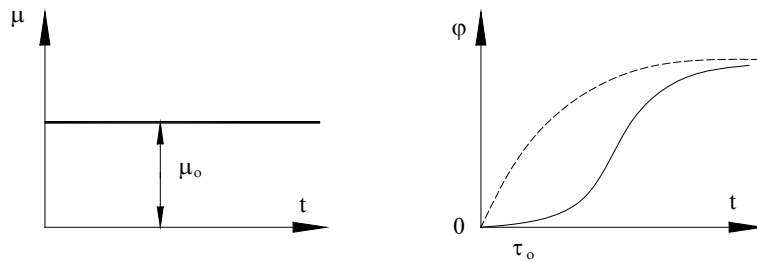
Hình 2.25

2.2.2. Đối tượng có dung lượng phân bố theo chiều dài



Hình 2.26

Trường hợp này cần có 1 thời gian nhất định để truyền sóng áp suất, do đó có thời gian chậm trễ lớn.

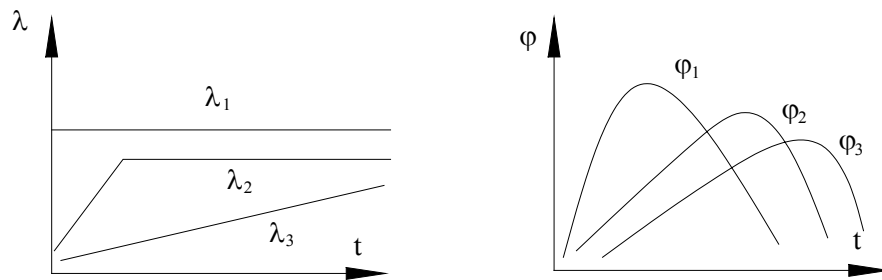


Hình 2.27

2.2.3. Đối tượng mà $\varphi = f\left(\frac{d\mu}{dt}; \frac{d\lambda}{dt} \dots\right)$

Ví dụ: Lò có bao hơi xét đến quan điểm điều chỉnh mức nước \Rightarrow ta có phương trình: (khi có nhiễu ở phía phụ tải)

$$T_2^2 \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + T_1 \cdot \frac{d\varphi}{dt} = T_3 \cdot \frac{d\lambda}{dt} - \lambda$$



Hình 2.28

Khi tăng phụ tải đột ngột thì mức nước bao hơi tăng lên và sau đó giảm xuống (hiện tượng sôi bùng) \Rightarrow Cần chú ý khi vận hành lò là không thay đổi bố trí đột ngột.

2.3. Sự ảnh hưởng của các tính chất đối tượng lên quá trình tác động (điều chỉnh)

- Đối tượng một dung lượng thuận lợi hơn đối tượng nhiều dung lượng trong quá trình điều chỉnh.
- Đối tượng có tự cân bằng cũng thuận lợi hơn và quá trình điều chỉnh nhanh chóng hơn.
- Trong sự cân bằng dương hệ số tự cân bằng A càng lớn càng tốt.
- T và T_0 là thông số đặc trưng cho dung lượng của đối tượng hay đặc trưng cho khả năng tàng trữ năng lượng các đối tượng $\Rightarrow T$ và T_0 càng lớn \Rightarrow càng thuận lợi cho việc điều chỉnh.
- Thời gian chậm trễ τ cũng ảnh hưởng đến quá trình điều chỉnh τ càng lớn thì càng không có lợi.

+ Nếu thời gian τ xuất hiện ở phía cơ quan điều chỉnh thì ta ký hiệu là τ_μ

+ Nếu thời gian τ xuất hiện ở phía phụ tải thì τ_λ

Trong nhiều trường hợp ta chỉ xét riêng τ cũng chưa đủ mà phải xét quan hệ giữa τ và T ; τ / T càng lớn thì càng xấu về mặt điều chỉnh.

- Nếu $\frac{d\lambda}{dt}$ và λ cùng dấu thì không ảnh hưởng gì còn nếu chúng khác dấu thì nó không thuận lợi cho việc điều chỉnh.

CHƯƠNG 3: TÍNH CHẤT CỦA CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH VÀ CÁCH XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA CHÚNG

3.1. Cấu tạo của bộ điều chỉnh

Bộ điều chỉnh được cấu tạo bởi 3 phần tử chính:

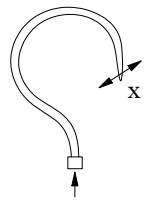
- Phần tử đo lường
- Phần tử điều khiển
- Phần tử chấp hành

3.1.1. Phần tử đo lường

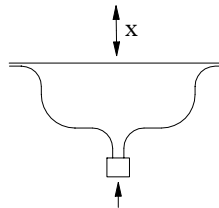
Dùng đo độ sai lệch thông số điều chỉnh khỏi giá trị qui định và chuyển đổi đến thành tín hiệu phù hợp với phần tử điều khiển gồm phần tử nhạy cảm và bộ chuyển đổi đo lường.

* *Phần tử nhạy cảm*: dùng để nhận biết thông tin về thông số điều chỉnh

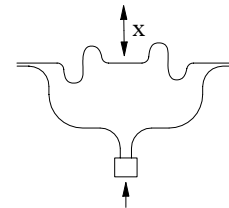
Gồm các loại:



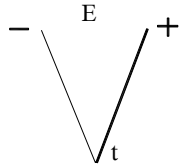
Ống bước đông



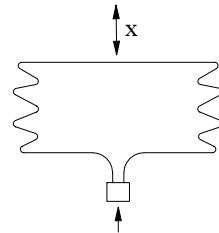
Màng phẳng



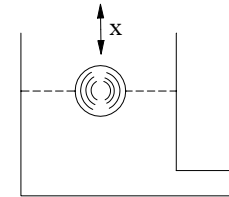
Màng lượn sóng



Cặp nhiệt



Ống lượn sóng



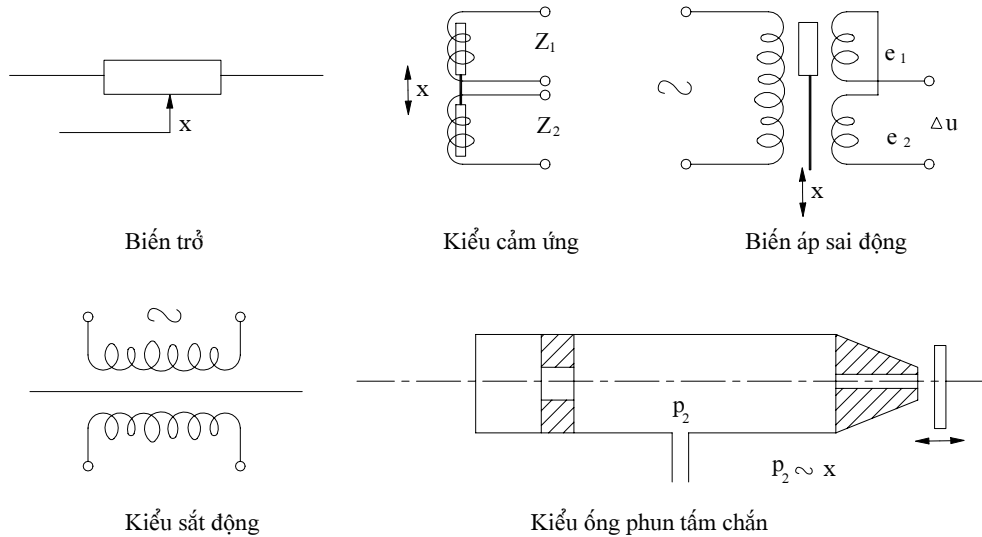
Phao đo mức

So với trong đo lường, bộ phận nhạy cảm trong điều chỉnh:

- Bảng đo hẹp hơn
- Công suất lớn hơn

* Bộ chuyển đổi đo lường:

Các dạng:



- Đặc tính tĩnh (phụ thuộc cấu tạo)

- Đặc tính động (làm việc)

3.1.2. Phần tử điều khiển

Nhiệm vụ: - Khuếch đại tiếp độ sai lệch từ phần tử đo lường

- Hình thành thuật toán điều chỉnh

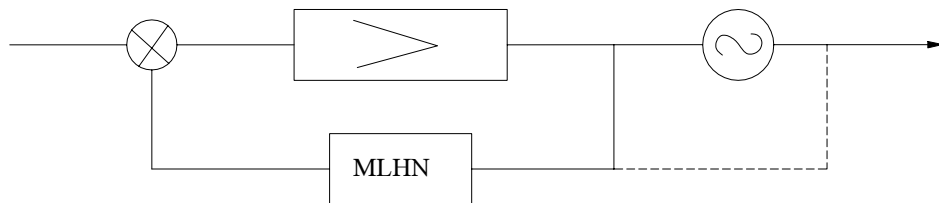
- Điều khiển phần tử chấp hành

Phần tử chính là bộ khuếch đại sau đó là các mạch liên hệ nghịch (để thành lập thuật toán).

+ Bộ khuếch đại: - điện tử - khuếch đại từ - thủy lực - bán dẫn - khí nén

+ Mạch liên hệ nghịch: - cơ khí - điện - thủy lực

Có thể dạng: bao cơ cấu chấp hành hoặc không bao cơ cấu chấp hành nhưng lúc nào nó cũng bao bộ khuếch đại.



3.1.3. Phần tử chấp hành

Nhiệm vụ: chuyển đổi tín hiệu từ phần tử điều khiển thành sự chuyển dịch của cơ quan chấp hành.

Dựa trên cơ sở sử dụng năng lượng phụ mà chia ra các loại:

- điện
- khí nén
- thủy lực

Chia theo tốc độ của nó thì ta có các loại:

- Có tốc độ không đổi (động cơ điện)
- Có tốc độ thay đổi (thủy lực và khí nén)

3.2. Phân loại các bộ điều chỉnh

3.2.1. Theo qui luật điều chỉnh (thuận toán điều chỉnh)

Nhiệm vụ của hệ thống điều chỉnh tự động (BĐC) là giữ ổn định một đại lượng điều chỉnh (ĐLĐC) nào đó bằng cách tác động lên đối tượng điều chỉnh (ĐTĐC) thông qua cơ quan điều chỉnh (CCĐC). Khi xuất hiện một sai lệch của ĐLĐC khỏi giá trị định trước (định trị) thì BĐC sẽ tác động lên ĐTĐC theo hướng đưa đại lượng điều chỉnh trở về giá trị ban đầu (bằng định trị). Tác động điều chỉnh này có thể mang tính qui luật định trước, trong công nghiệp để đạt chất lượng điều chỉnh cao, đối với mỗi đại lượng điều chỉnh người ta phải xác định cho BĐC một qui luật điều chỉnh thích hợp.

Vậy qui luật điều chỉnh: là mối quan hệ toán học giữa sự chuyển dịch tương đối của cơ quan điều chỉnh và sự sai lệch tương đối của thông số điều chỉnh, hay nói cách khác là mối quan hệ giữa sự thay đổi tín hiệu ra và sự thay đổi tín hiệu vào cho trước $\varphi \rightarrow \mu$.

\Rightarrow qui luật là quan hệ $\mu = f(\varphi)$

3.2.1.1. Loại qui luật điều chỉnh tuyến tính

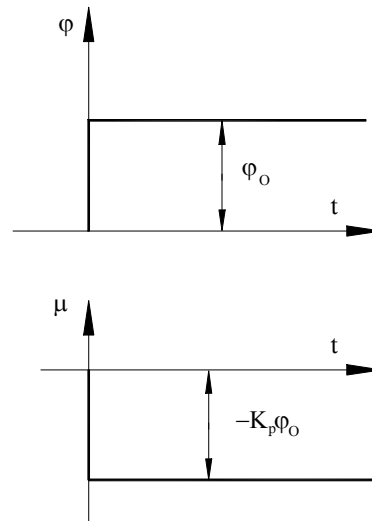
3.2.1.1.1. Qui luật điều chỉnh tỷ lệ

(qui luật điều chỉnh P):

$$\mu = -K_p \cdot \varphi$$

(có xu hướng dập tắt sai lệch)

K_p - hệ số tỷ lệ của bộ điều chỉnh P



3.2.1.1.2. Qui luật điều chỉnh tích phân

(qui luật điều chỉnh **I**):

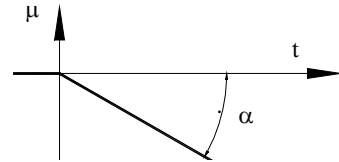
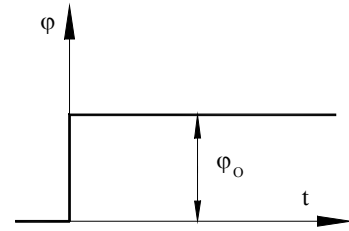
$$\frac{d\mu}{dt} = -K_I \cdot \varphi(t)$$

K_I - hệ số tỷ lệ

" tốc độ chuyển dịch của cơ quan điều chỉnh tỷ lệ với thông số điều chỉnh "

$$\Rightarrow \mu = -K_I \int \varphi \cdot dt$$

" Độ chuyển dịch của cơ quan điều chỉnh tỷ lệ với tích phân độ sai lệch của thông số điều chỉnh "



3.2.1.1.3. Qui luật điều chỉnh tỷ lệ - tích phân

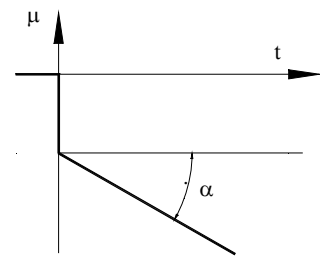
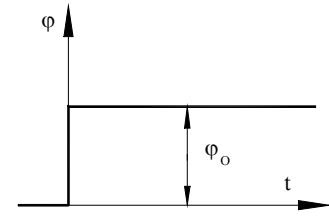
(qui luật điều chỉnh **P - I**):

$$\text{Quan hệ: } \mu = -K_P \varphi - K_I \int \varphi \cdot dt$$

$$\Rightarrow \mu = -K_P \left(\varphi + \frac{K_I}{K_P} \int \varphi dt \right)$$

Ký hiệu: $\frac{K_P}{K_I} = T_I$ là thời gian tích phân

$$\Rightarrow \mu = -K_P \left(\varphi + \frac{1}{T_I} \int \varphi \cdot dt \right)$$



3.2.1.1.4 Qui luật điều chỉnh tỷ lệ - tích phân -vi phân

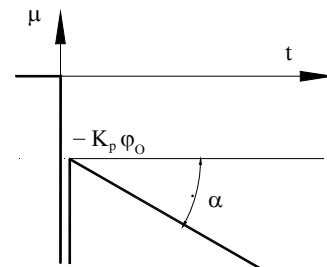
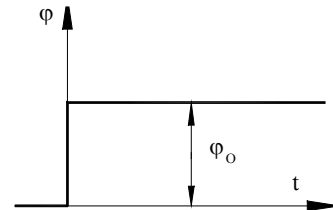
(qui luật điều chỉnh **PID**):

$$\mu = -K_P \left(\varphi + \frac{1}{T_I} \int \varphi \cdot dt + T_D \frac{d\varphi}{dt} \right)$$

K_P - hệ số tỷ lệ

T_I - thời gian tích phân

T_D - thời gian vi phân

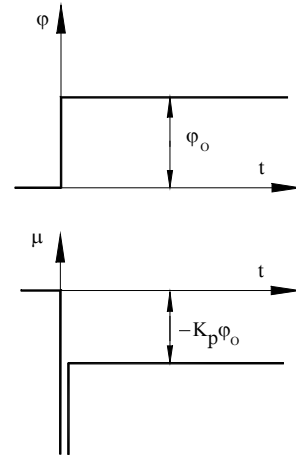


3.2.1.1.5. Qui luật điều chỉnh tỷ lệ - vi phân
(qui luật điều chỉnh **PD**):

$$\mu = -K_P \left(\varphi + T_D \frac{d\varphi}{dt} \right)$$

Các thông số mà ta có thể tác động lên bộ điều chỉnh được gọi là các thông số hiệu chỉnh của bộ điều chỉnh đó là:

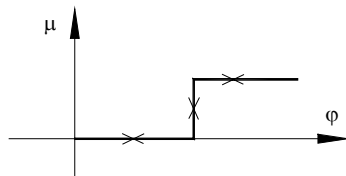
$$K_P ; K_I ; T_I ; T_D$$



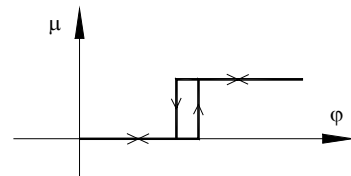
3.2.1.2. Qui luật điều chỉnh phi tuyến:

Thường có hai dạng:

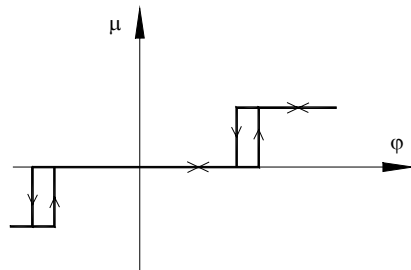
- Bộ điều chỉnh nhiều vị trí (thông thường 2 - 3 vị trí là phổ biến)



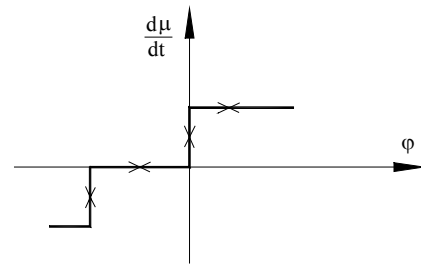
Đặc tính lý tưởng



Đặc tính thực tế



Đặc tính thực tế 3 vị trí



Đặc tính BĐC cơ cấu chấp hành không đổi

3.2.2. Theo năng lượng được sử dụng

3.2.2.1. Bộ điều chỉnh tác động trực tiếp

Là bộ điều chỉnh mà để chuyển dịch cơ quan điều chỉnh sử dụng trực tiếp năng lượng do phần tử đo lường sinh ra mà không cần năng lượng khác.

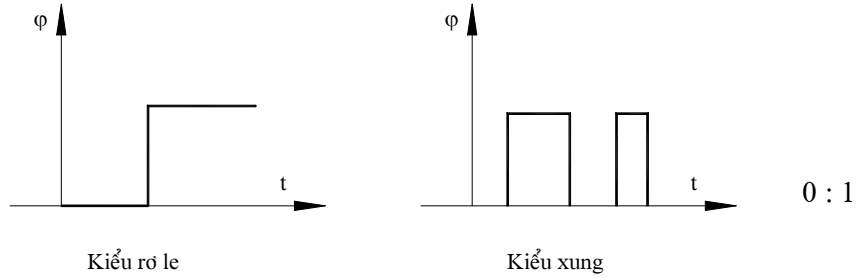
3.2.2.2 Bộ điều chỉnh gián tiếp

Để chuyển dịch cơ quan điều chỉnh ta dùng năng lượng bên ngoài:

- điện - khí nén - thủy lực

3.2.2.3. Phân loại căn cứ vào mối đặc trưng liên hệ giữa các phần tử của bộ điều chỉnh

- + Bộ điều chỉnh tác động liên tục: các thông tin được truyền liên tục giữa các phần tử.
- + Bộ điều chỉnh tác động gián đoạn:

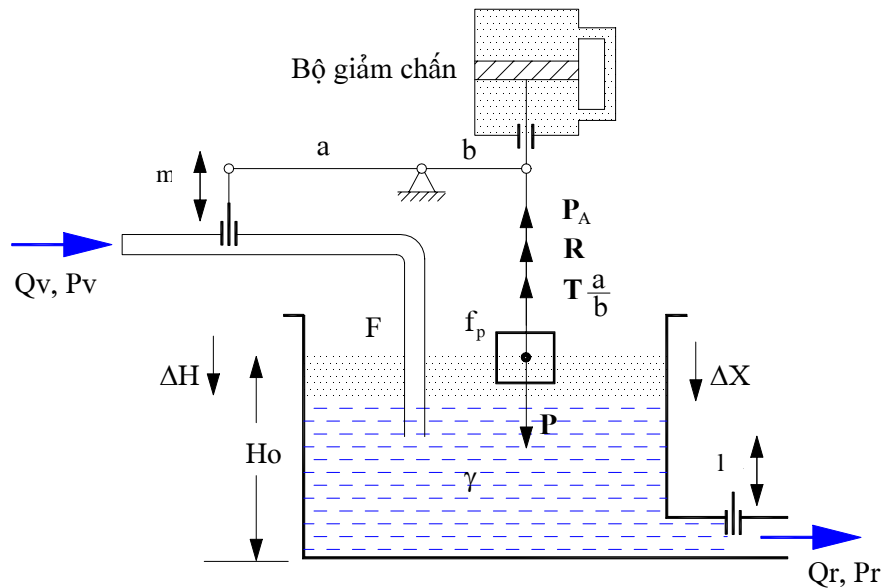


3.2.2.4. Căn cứ vào quá trình điều chỉnh hoặc thông số cần điều chỉnh

- + Bộ điều chỉnh quá trình cháy, sấy
- + Bộ điều chỉnh áp suất, nhiệt độ, lưu lượng

3.3. Cách xây dựng phương trình động học của các phần tử của bộ điều chỉnh

Ví dụ:



ΔH - Sự biến thiên của thông số điều chỉnh (giả sử mức nước giảm)

ΔX - Sự biến thiên của tọa độ của phao và có diện tích f_p

Phân tích các lực tác dụng lên hệ thống:

- khi tấm chắn chuyển dịch \Rightarrow có lực ma sát khô **T**
- trong lực của phao **P**
- lực ma sát T gây ra tại phao $T \frac{a}{b}$
- lực ma sát lỏng do dầu trong xi lanh bị giảm chấn **R**
- lực đẩy Acsimét tác dụng lên phao **P_A**

* Lực ma sát $T \frac{a}{b}$ có dấu phụ thuộc vào hướng chuyển động (cùng dấu X')

Hay có thể viết $T \frac{a}{b} \text{sign} (X')$

* Lực giảm chấn R tỷ lệ với tốc độ chuyển động (tỷ lệ với X')

Hay $R = K \cdot X'$

* Lực đẩy Acsimét $P_A = f_p \cdot \gamma \cdot h$ (h - phần ngập của phao trong nước)

Vậy phương trình chuyển động của phao:

$$\frac{P}{g} \cdot X'' = P - P_A - K \cdot X' - T \frac{a}{b} \text{sign} (X') \quad (1)$$

ở trạng thái tĩnh ta có:

$$0 = P - P_{A0} \quad \Rightarrow \quad P = P_{A0} \quad (2)$$

Lấy (1) - (2) ta có:

$$\Rightarrow \frac{P}{g} \cdot X'' = (P_{A0} - P_A) - K \cdot X' - T \frac{a}{b} \text{sign} (X') \quad (3)$$

Do $X' = \frac{dX}{dt} = \frac{d(X - X_{\max})}{dt} = \frac{d(\Delta X)}{dt} = \Delta X'$ nên ta có:

$$\frac{P}{g} \cdot (\Delta X'') = \Delta P_A - K \cdot \Delta X' - T \frac{a}{b} \text{sign} (\Delta X')$$

Trong đó $\Delta P_A = f_p \cdot \gamma \cdot (\Delta H - \Delta X)$: độ biến thiên lực Acsimét.

$$\boxed{\frac{P}{g} \cdot (\Delta X'') + K \Delta X' + \gamma f_p \cdot \Delta X - \gamma f_p \cdot \Delta H = -T \frac{a}{b} \text{sign} (\Delta X')}$$

Đây là phương trình của phân tử đo lường viết dưới dạng số gia.

Bây giờ ta chuyển về dạng không thứ nguyên:

Chia cả 2 vế cho $\gamma \cdot f_p \cdot H_o$ và nhân rồi chia một lượng $X_m \Rightarrow$

$$\frac{P \cdot X_m}{g \cdot \gamma \cdot f_p \cdot H_o} \left(\frac{\Delta X}{X_m} \right)'' + K \frac{X_m}{\gamma \cdot f_p \cdot H_o} \left(\frac{\Delta X}{X_m} \right)' + \frac{X_m}{H_o} \left(\frac{\Delta X}{X_m} \right) - \frac{\Delta H}{H_o}$$

$$= -T \frac{a}{b} \cdot \frac{1}{\gamma \cdot f_p \cdot H_o} \text{sign} \left(\frac{\Delta X}{X_m} \right)'$$

Đặt :

$$\frac{P.Xm}{g.\gamma.f_p.H_o} = T_P^2 \quad - \text{hằng số thời gian đặc trưng cho quá tính của phao}$$

phụ thuộc khối lượng của phao

$$\frac{K.Xm}{\gamma.f_p.H_o} = T_C \quad - \text{hằng số thời gian đặc trưng cho ma sát lỏng}$$

(hằng số thời gian cảm dịch)

$$\frac{Xm}{H_o} = \delta_{DL} \quad - \text{độ không đồng đều của phân tử đo lường}$$

$$\frac{T \frac{a}{b}}{\gamma.f_p.H_o} = \varepsilon \quad - \text{độ không nhạy của bộ điều chỉnh}$$

$$\frac{\Delta H}{H_o} = \varphi \quad - \text{là sự thay đổi tương đối của thông số điều chỉnh}$$

$$\frac{\Delta X}{Xm} = \zeta \quad - \text{tọa độ phân tử đo lường (zeta)}$$

$$\boxed{T_P^2 \cdot \zeta'' + T_C \cdot \zeta' + \delta_{DL} \cdot \zeta - \varphi = -\varepsilon \cdot \text{sign}(\zeta')} \quad (6)$$

(6) là phương trình động của phân tử đo lường viết dưới dạng không có thứ nguyên.

- Trong nhiều trường hợp bỏ qua $\varepsilon = 0$:

$$T_P^2 \xi'' + T_C \cdot \xi' + \delta_{DL} \xi = \varphi \quad (7)$$

- Bỏ qua trọng lượng phao:

$$T_C \cdot \xi' + \delta_{DL} \xi = \varphi \quad (8)$$

- Bỏ qua lực ma sát:

$$\delta_{DL} \xi = \varphi \quad (9)$$

Đây là phương trình động của phân tử đo lường lý tưởng.

★ Phương trình cánh tay đòn:

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta m}{m_{\max}} \quad \text{mà} \quad \frac{\Delta m}{m_{\max}} = \mu$$

=> $\zeta = \mu$: Phương trình động của phân tử điều khiển.

CHƯƠNG 4: CÁC KHÂU TIÊU BIỂU CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG VÀ CÁC ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA CHÚNG

4.1. Phân loại các khâu

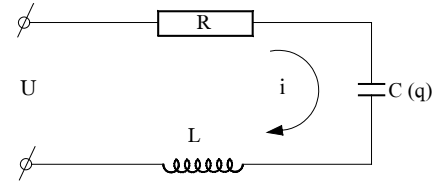
Một phần tử có tính chất động học nhất định gọi là khâu. Vậy khâu động học là một phần tử của hệ thống tự động (HTTĐ) mà có một đặc tính động nào đó.

Ví dụ:

1- Xét mạch điện có phương trình động:

$$L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = U$$

hay $L \cdot q'' + Rq' + \frac{1}{C} q = U$



2- Xét một hệ cơ khí như hình vẽ:

Khi đặt một tác động f vào vật M thì hệ có phương trình động viết dưới dạng vi phân:

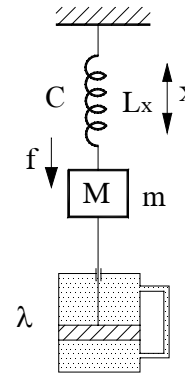
$$\lambda \cdot m \cdot \frac{d^2 X}{dt^2} + \frac{dx}{dt} + C \cdot X = f$$

X - độ chuyển dịch vật M khối lượng m

λ - hệ số lực giảm chấn

C - hệ số đặc trưng độ cứng của lò xo L_x

Hay: $\lambda \cdot m \cdot X'' + X' + C \cdot X = f$



Vậy xét về tính chất động học 2 hệ trên cùng loại vậy chúng là một khâu cùng loại và chúng ta chỉ xét mặt biến đổi của hệ chứ không cần biết đó là loại hệ gì. Với mỗi khâu ta có thể ký hiệu bằng sơ đồ thuật toán như sau:



$X(t)$ - Tín hiệu vào của khâu là tất cả những yếu tố tác dụng lên khâu làm trạng thái của khâu thay đổi.

$Y(t)$ - Tín hiệu ra của khâu là thông số đặc trưng cho sự thay đổi trạng thái của khâu.

Dựa vào đặc điểm phương trình của các khâu động học mà chúng ta có thể phân khâu thành các loại:

- Khâu nguyên hàm (khâu tỷ lệ hay còn gọi là khâu khuếch đại).
- Khâu vi phân (khâu quán tính bậc 1, ở điều kiện ổn định lượng ra tỷ lệ với lượng vào).
- Khâu tích phân (lượng ra tỷ lệ với tích phân lượng vào).
- Khâu hỗn hợp.

4.2. Các đặc tính động của các khâu trong hệ thống tự động

Để mô tả tính chất động của khâu trong hệ thống tự động ta sử dụng 1 trong số các đặc tính động sau:

4.2.1 Phương trình vi phân

Xét khâu đối tượng như chương 3 đã nghiên cứu, nếu ta qui định về trái là những gì thuộc thông số ra của khâu còn về phải là những gì thuộc về nhiều hay thông số vào, thì phương trình vi phân của khâu có thể viết dưới dạng sau:

* **Dạng viết thông thường:**

$$T_o \cdot \frac{d\varphi}{dt} + A \cdot \varphi = \mu - \lambda \quad \text{hay} \quad T \cdot \frac{d\varphi}{dt} + \varphi = K (\mu - \lambda)$$

* **Dạng toán tử:** nếu sử dụng toán tử vi phân

Ví dụ : $\frac{d}{dt} = P$ (toán tử vi phân)

$$T_o \cdot P \cdot \varphi + A \cdot \varphi = \mu - \lambda \quad \text{hay} \quad (T \cdot P + A) \varphi = K (\mu - \lambda) \quad (1)$$

(φ là hàm của biến số thực thời gian t)

* **Dạng thuật toán:** sử dụng phép biến đổi Laplace

***Phép biến đổi Laplace**

Giả sử có hàm của biến số thực f(t) gọi là hàm số gốc, và F(P) là hàm số của biến số phức P, (P = C + i ω) gọi là hàm số ảnh (ảnh của f(t) hoặc dạng biến đổi laplace của f(t)) thì ta có biểu thức:

$$F (P) = \int_0^{\infty} f (t) . e^{-Pt} . dt$$

Hay có thể viết dưới dạng ký hiệu: $L [f (t)] = F (P)$

Và hàm ngược $f (t) = \frac{1}{2 \Pi i} \int_{C-i\omega}^{C+i\omega} F (P) . e^{Pt} . dP$

C là tọa độ hội tụ, hay viết dưới dạng ký hiệu:

$$f (t) = L^{-1} [F (P)]$$

Ví dụ: Có hàm $f (t) = e^{-\alpha t} \quad \alpha > 0$

$$F (P) = \int_0^{\infty} e^{-\alpha t} . e^{-Pt} . dt = \frac{1}{P + \alpha}$$

Hay $L [e^{-\alpha t}] = \frac{1}{P + \alpha}$

Hoặc $L^{-1} \left[\frac{1}{P + \alpha} \right] = e^{-\alpha t}$

*** Các tính chất của biến đổi Laplace**

Nếu thỏa mãn đk không ban đầu tức là $f(0) = f'(0) = f''(0) \dots = 0$ thì

$$1 - L \left[f^{(n)}(t) \right] = P^n \cdot F(P)$$

$$2 - L \left[\int_0^t f(t) dt \right] = \frac{F(P)}{P}$$

$$3 - L \left\{ \int \int \dots \int_{(n)} f(t) dt^n \right\} = \frac{F(P)}{P^n}$$

$$4 - L \{ a \cdot f(t) \} = a \cdot L \{ f(t) \} = a \cdot F(P)$$

$$5 - L \{ f_1(t) + f_2(t) \} = L \{ f_1(t) \} + L \{ f_2(t) \}$$

Trở lại áp dụng cho khâu đối tượng ta có (giả sử điều kiện không ban đầu thỏa mãn).

$$\Rightarrow T_o \cdot P \cdot \varphi(P) + A \cdot \varphi(P) = \mu(P) - \lambda(P)$$

$$\Rightarrow (T_o \cdot P + A) \varphi(P) = \mu(P) - \lambda(P) \quad (2)$$

(2) là dạng thuật toán của phương trình trên.

(2) và (1) giống nhau về hình thức nhưng một bên là hàm thực 1 bên là hàm phức.

Kết luận: Dựa vào phương trình (1) ta có thể suy ra cách viết (2) bằng cách thay biến thực t bằng biến phức P.

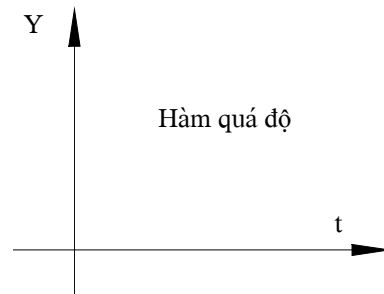
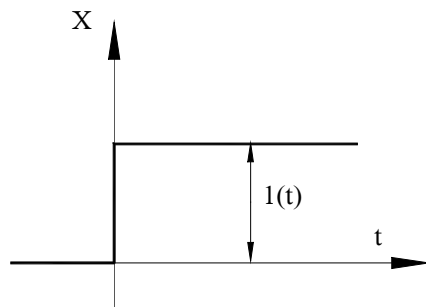
4.2.2. Các đặc tính thời gian

4.2.2.1. Hàm quá độ

Đây là phản ứng của khâu với nhiễu động đột biến dạng bậc thang đơn vị

$$\begin{cases} t < 0 & X = 0 \\ t \geq 0 & X = 1(t) \end{cases}$$

Lúc đó thông số ra thay đổi theo một đường cong nào đó và gọi là hàm quá độ của khâu.



Ví dụ: Khâu đối tượng.

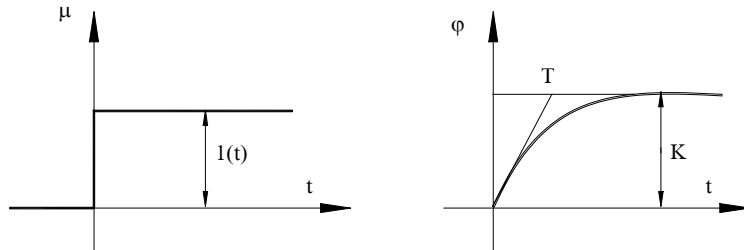
Từ phương trình vi phân của khâu T_o . $\varphi' + A \varphi = \mu - \lambda$

Với điều kiện đầu $\begin{cases} t < 0 & \lambda = 0, \mu = 0 \\ t \geq 0 & \mu = 1(t) \end{cases}$

$\Rightarrow T_o$. $\varphi' + A \varphi = 1(t)$, giải phương trình này ta được:

$$\varphi(t) = \frac{1}{A} \left(1 - e^{-\frac{At}{T_o}} \right) = K \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

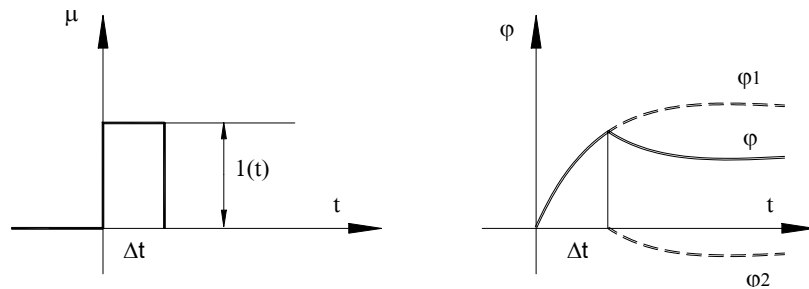
Đây là hàm quá độ của khâu.



4.2.2.2. Hàm quá độ xung

Đây là phản ứng của khâu ứng với nhiễu động đột biến dạng xung đơn vị (xung dạng chữ nhật). Về mặt hình thức có thể phân tích xung chữ nhật thành tổng 2 xung bậc thang trái dấu và lệch nhau 1 khoảng bằng độ rộng hình chữ nhật.

Ví dụ : Khâu đối tượng T_o . $\varphi' + A \varphi = \mu - \lambda$



Từ hàm quá độ ta suy ra hàm xung là tổng hợp của hai nhiễu X_1, X_2

4.2.3. Hàm số truyền

Giả sử có một khâu mà tính chất động của nó được miêu tả bằng phương trình bậc hai dạng: $a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = b_1 x' + b_0 x$

Với điều kiện ban đầu bằng 0 ta viết phương trình trên dưới dạng Laplace:

$$a_2 \cdot P^2 \cdot \overline{y(P)} + a_1 \cdot P \cdot \overline{y(P)} + a_0 \cdot \overline{y(P)} = b_1 \cdot P \cdot \overline{x(P)} + b_0 \cdot \overline{x(P)}$$

$$(a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0) \overline{y(P)} = [b_1 P + b_0] \cdot \overline{x(P)}$$

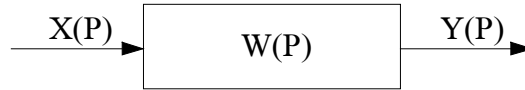
$$\Rightarrow \overline{Y(P)} = \frac{[b_1 \cdot P + b_0] \overline{X(P)}}{a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0} = W(P) \cdot \overline{x(P)}$$

$$W(P) = \frac{b_1 \cdot P + b_0}{a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_0}$$

W(P) đặc trưng cho tính chất kết cấu của khâu và gọi là hàm số truyền của khâu và ta có " tín hiệu vào nhân với hàm truyền thành tín hiệu ra "

$$\Rightarrow W(P) = \frac{Y(P)}{X(P)} \quad (\text{với điều kiện ban đầu bằng 0})$$

Ta có thể ký hiệu khâu:



Ví dụ: Khâu đối tượng

$$T_o \cdot \frac{d\varphi}{dt} + A \cdot \varphi = \mu - \lambda$$

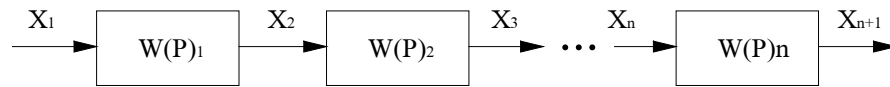
Khi viết dưới dưới dạng thuật toán ta có

$$T_o \cdot P \cdot \overline{\varphi(P)} + A \overline{\varphi(P)} = \overline{\mu(P)} - \overline{\lambda(P)}$$

$$\Rightarrow W(P) = \frac{\overline{\varphi(P)}}{\overline{\mu(P)} - \overline{\lambda(P)}} = \frac{1}{T_o \cdot P + A}$$

4.2.3.1. Hàm số truyền của các khâu mắc nối tiếp

Giả sử có n khâu mắc nối tiếp, đầu ra của khâu này là đầu vào khâu kia:



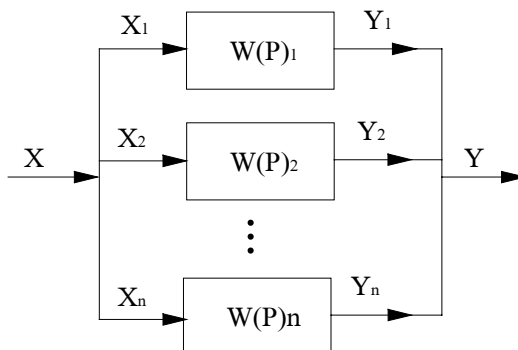
Nếu gọi hàm số truyền của cụm khâu là W(P)

$$\Rightarrow W(P) = \frac{X_{n+1}}{X_1} = \frac{X_2}{X_1} \cdot \frac{X_3}{X_2} \cdots \frac{X_{n+1}}{X_n}$$

$$\Rightarrow W(P) = W(P)_1 \cdot W(P)_2 \cdots W(P)_n$$

4.2.3.2. Hàm số truyền của các khâu mắc song song

Giả sử có n khâu mắc song song với nhau và có các hàm số truyền đã biết trước như hv.



Gọi hàm truyền chung của hệ thống là $W(P)$

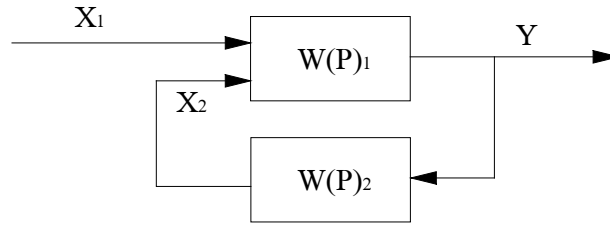
$$\Rightarrow W(P) = \frac{\sum \bar{Y}}{\bar{X}} = \frac{\bar{Y}_1}{\bar{X}} + \dots + \frac{\bar{Y}_n}{\bar{X}}$$

$$\Rightarrow W(P) = W(P)_1 + W(P)_2 + \dots + W(P)_n$$

Vậy hàm số truyền của các khâu mắc song $W(P) = \sum W_i$

4.2.3.3. Hàm số truyền của các khâu mắc ngược

Giả sử có hai khâu $W(P)_1$ và $W(P)_2$ mắc ngược nhau như hình vẽ:



Gọi hàm truyền của hệ thống là $W(P)$ thì theo hình vẽ ta có:

$$W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_1} \quad \text{Mà ta có:}$$

$$W(P)_1 = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_1 + \bar{X}_2} \Rightarrow \bar{Y} = W(P)_1(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) \quad (1)$$

$$W(P)_2 = \frac{\bar{X}_2}{\bar{Y}} \Rightarrow \bar{X}_2 = W(P)_2 \cdot \bar{Y} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Thay (2) vào (1)} &\Rightarrow \bar{Y} = W(P)_1(\bar{X}_1 + W(P)_2 \cdot \bar{Y}) \\ &\Rightarrow \bar{Y}(1 - W(P)_1 \cdot W(P)_2) = W(P)_1 \bar{X}_1 \\ &\Rightarrow W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} = \frac{W(P)_1}{1 - W(P)_1 \cdot W(P)_2} \end{aligned}$$

Trong thực tế thường X_2 và X_1 trái dấu nhau do đó:

$$\Rightarrow W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_1} = \frac{W(P)_1}{1 + W(P)_1 \cdot W(P)_2}$$

4.2.4. Đặc tính tần số

Trong thực tế có thể đưa nhiều đầu vào có dạng hình sin hay cosin với tần số ω
 \Rightarrow Các đặc tính khi nhiều đầu vào là hàm điều hòa có tần số thay đổi gọi là đặc tính tần số.



Dùng công thức Ôle để chuyển về hàm mũ

$$\cos \omega t = \frac{e^{i\omega t} + e^{-i\omega t}}{2} \quad ; \quad \sin \omega t = \frac{e^{i\omega t} - e^{-i\omega t}}{2}$$

$$\Rightarrow \text{Tín hiệu đầu vào : } X = A \cos \omega t = \frac{A}{2} e^{i\omega t} + \frac{A}{2} e^{-i\omega t} = X_1 + X_2$$

$$\text{Tín hiệu đầu ra : } Y = B \cos(\omega t + \theta) = \frac{B}{2} e^{i(\omega t + \theta)} + \frac{B}{2} e^{-i(\omega t + \theta)} = Y_1 + Y_2$$

Ta xem $X = X_1 + X_2$ và $Y = Y_1 + Y_2$

Ta không nhất thiết phải theo dõi cả 2 sóng 1 và 2 mà chỉ nghiên cứu X_1 và Y_1 là đủ.

$$X_1 \text{ ----} \rightarrow Y_1 \quad \frac{Y_1}{X_1} = \frac{B}{A} e^{i\theta} = K^* \quad (1)$$

K^* còn gọi là hệ số khuếch đại phức hay hàm số truyền phức.

Vậy ta tìm cách biểu diễn K^* thành hàm số truyền.

Ví dụ: Giả sử ta có một khâu mà tính chất động được mô tả bằng hàm vi phân bậc ba có dạng:

$$a_3 \cdot \frac{d^3 Y}{dt^3} + a_2 \cdot \frac{d^2 Y}{dt^2} + a_1 \cdot \frac{dY}{dt} + a_o \cdot Y = b_2 \frac{d^2 X}{dt^2} + b_1 \frac{dX}{dt} + b_o X$$

Viết dưới dạng thuật toán:

$$a_3 \cdot P^3 \cdot \bar{Y} + a_2 \cdot P^2 \cdot \bar{Y} + a_1 \cdot P \cdot \bar{Y} + a_o \cdot \bar{Y} = b_2 \cdot P^2 \cdot \bar{X} + b_1 \cdot P \cdot \bar{X} + a_o \cdot \bar{X} \quad (2)$$

$$\Rightarrow W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} = \frac{b_2 \cdot P^2 + b_1 \cdot P + b_o}{a_3 \cdot P^3 + a_2 \cdot P^2 + a_1 \cdot P + a_o} \quad (3)$$

Mặt khác ta có:

$$X_1 = \frac{A}{2} \cdot e^{i\omega t}$$

$$Y_1 = \frac{B}{2} \cdot e^{i(\omega t + \theta)} = K^* \cdot X_1 = K^* \cdot \frac{A}{2} e^{i\omega t} \quad (4)$$

Thay (4) vào (2) và lấy đạo hàm ta có :

$$a_3 \cdot K^* \cdot \frac{A}{2} \cdot e^{i\omega t} (i\omega)^3 + a_2 \cdot K^* \cdot \frac{A}{2} e^{i\omega t} (i\omega)^2 + a_1 \cdot K^* \cdot \frac{A}{2} \cdot e^{i\omega t} i\omega +$$

$$a_o \cdot K^* \cdot \frac{A}{2} \cdot e^{i\omega t} = b_2 \cdot \frac{A}{2} e^{i\omega t} (i\omega)^2 + b_1 \cdot \frac{A}{2} e^{i\omega t} \cdot i\omega + b_o \cdot \frac{A}{2} e^{i\omega t}$$

$$\Rightarrow 1 / K^* = \frac{a_3 \cdot (i\omega)^3 + a_2 \cdot (i\omega)^2 + a_1 \cdot (i\omega) + a_o}{b_2 \cdot (i\omega)^2 + b_1 \cdot (i\omega) + b_o}$$

$$\Rightarrow K^* = \frac{b_2 \cdot (i\omega)^2 + b_1 \cdot (i\omega) + b_o}{a_3 \cdot (i\omega)^3 + a_2 \cdot (i\omega)^2 + a_1 \cdot (i\omega) + a_o} \quad (5)$$

So sánh (3) và (5) ta thấy hình thức chúng giống nhau chỉ khác một bên là P còn 1 bên là $i\omega$

\Rightarrow Nếu biết hàm số truyền $W(P)$ thì ta suy ra K^* bằng cách thay $P = i\omega$

$$\Rightarrow K^* = W(i\omega) = \frac{B}{A} e^{i\theta} = R \cdot e^{i\theta}$$

Thực chất K^* là một véc tơ có môđun $= R = \frac{B}{A}$, Argumen θ là góc lệch pha giữa đầu ra và đầu vào, khi cho ω thay đổi $0 \div \infty$ thì K^* vẽ nên đường cong gọi là đặc tính tần số biên độ pha ĐTBPF. Ta hoàn toàn xác định được véc tơ K nếu biết đường cong và ω .

$$R = \sqrt{Re^2 + im^2}$$

$$\theta = \arctg \frac{im}{Re}$$

Và nếu biết tọa độ $\perp \Rightarrow$ tọa độ cực

$$Re = R \cos \theta \text{ và } im = R \sin \theta.$$

Trong một số trường hợp ta chỉ cần biết tần số biên độ:

$$R = f(\omega) \rightarrow \text{ĐTB}$$

hoặc nếu dùng riêng đặc tính tần số pha:

$$\theta = f(\omega) \rightarrow \text{ĐTF}$$

Ngoài ra ta còn cần xét riêng phần thực hoặc ảo:

$$Re = f(\omega) \rightarrow \text{ĐTT}$$

$$im = f(\omega) \rightarrow \text{ĐTA}$$

Về mặt toán học để chặt chẽ ta xét toàn dải ω thay đổi $-\infty \div \infty$ thì ĐTBPF đối xứng qua trục thực Re.

Mặt khác nếu lấy logarit 2 vế của biểu thức K^* :

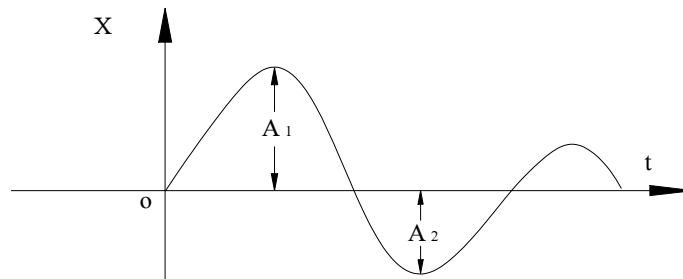
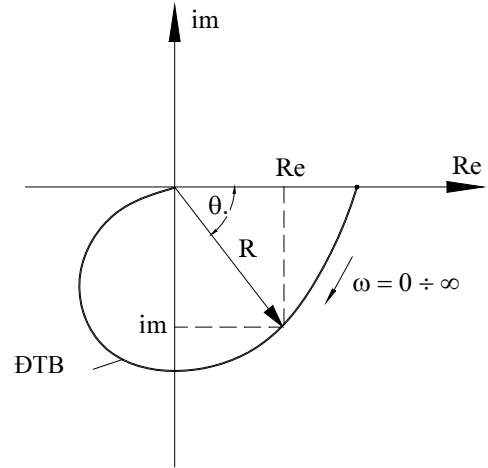
$$\ln K^* = \ln W(i\omega) = \ln R + i\theta$$

\Rightarrow ta có đặc tính tần số logarit:

$$\ln R = f(\ln\omega) \rightarrow \text{đặc tính biên độ logarit}$$

$$\theta = f(\ln\omega) \rightarrow \text{đặc tính pha logarit}$$

Đặc tính pha mà ta xét trên là đặc tính pha bình thường, thường ta sử dụng ĐTBPF này để tính toán sự ổn định cho trước. Trong trường hợp khi cần tính toán hệ thống theo độ tắt dần cho trước của quá trình quá độ ta sử dụng tần số biên độ pha mở rộng. ĐTBPF mở rộng cũng giống trên nhưng chỉ khác là ta cho tần số đầu vào là ω và tắt dần (biên độ A thay đổi).



Ví dụ: Xét khâu đối tượng có 1 dung lượng cân bằng ta có:

$$W(P) = \frac{1}{T_o \cdot P + A}$$

$$K^* = W(i\omega) = \frac{1}{T_o \cdot i\omega + A}$$

Ta biến đổi biểu thức này bằng cách nhân tử và mẫu với dạng liên hợp $(A - T_o i\omega)$, như vậy ta có:

$$\Rightarrow W(i\omega) = \frac{A}{A^2 + T_o^2 \cdot \omega^2} - i \frac{T_o \omega}{A^2 + T_o^2 \omega^2}$$

$$\Rightarrow W(i\omega) = U(\omega) + iV(\omega)$$

$$U(\omega) = \frac{A}{A^2 + T_o^2 \omega^2} \quad \text{Đặc tính tần số thực}$$

$$V(\omega) = \frac{-T_o \omega}{A^2 + T_o^2 \omega^2} \quad \text{Đặc tính tần số ảo}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{U^2 + V^2} = \sqrt{\frac{1}{A^2 + T_o^2 \cdot \omega^2}} \quad \text{Đặc tính tần số biên độ}$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{V}{U} = -\text{arctg} \frac{\omega T_o}{A} \quad \text{Đặc tính tần số pha}$$

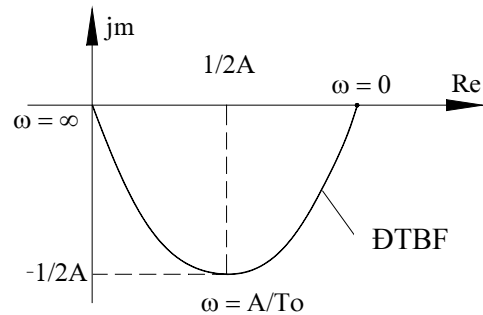
$$\boxed{W(i\omega) = \frac{1}{\sqrt{A^2 + T_o^2 \omega^2}} \cdot e^{-i \text{arctg} \frac{T_o \omega}{A}}} \quad \text{Đặc tính tần số biên độ pha}$$

★ Dụng đặc tính:

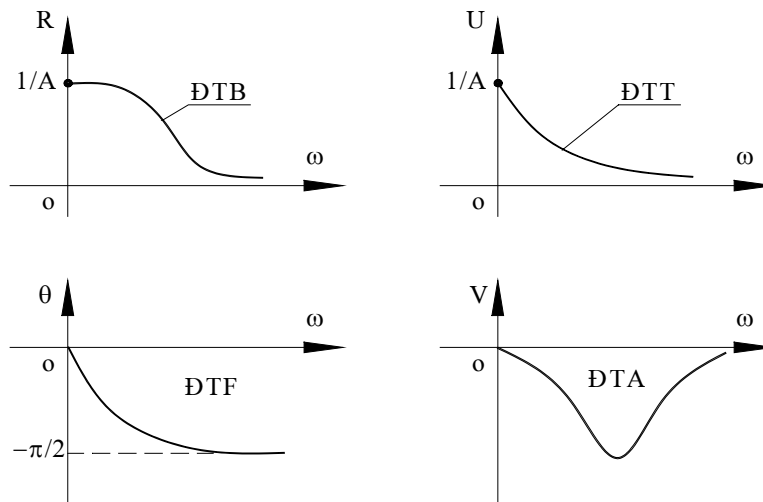
$$\omega = 0 \begin{cases} U(\omega) = \frac{1}{A} \\ V(\omega) = 0 \end{cases}$$

$$\omega = \infty \begin{cases} U(\omega) = 0 \\ V(\omega) = 0 \end{cases}$$

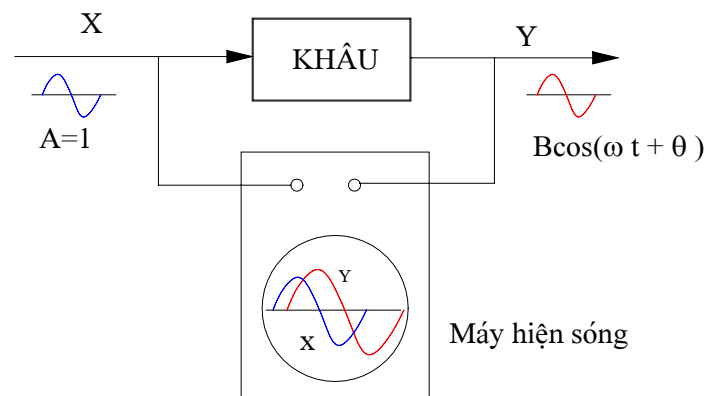
$$\omega_1 = \frac{A}{T_o} \begin{cases} U(\omega_1) = \frac{1}{2A} \\ V(\omega_1) = -\frac{1}{2A} \end{cases}$$



- Các đặc tính khác:



Trong thực tế ta có thể thu được các đường đặc tính bằng thực nghiệm nhờ máy hiện sóng:



Ta thay đổi tần số sóng vào ω lần lượt

$$\omega_1 \dots \omega_n$$

$$\Rightarrow \frac{B_1}{A_1} \dots \frac{B_n}{A_n}$$

$$\& \theta_1 \dots \theta_n$$

4.3. Các khâu tiêu biểu của HTTD và các đặc tính động của chúng

Ta biết rằng một hệ thống dù phức tạp đến đâu chúng cũng đều cấu tạo bằng một số khâu, các khâu đó gọi là các khâu tiêu biểu của hệ thống tự động. Thường những khâu chọn làm khâu tiêu biểu là khâu mà từ đó ta có thể tạo nên bất kỳ một khâu nào khác, thường chúng được mô tả bằng phương trình vi phân bậc 1, 2

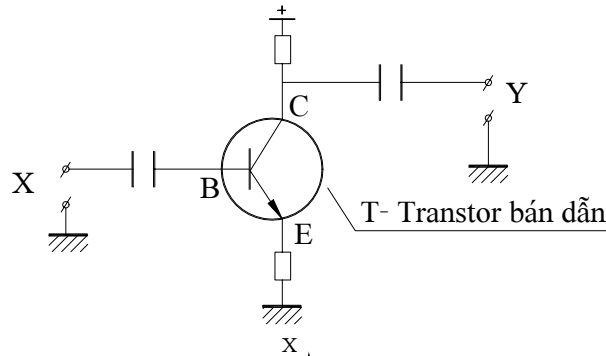
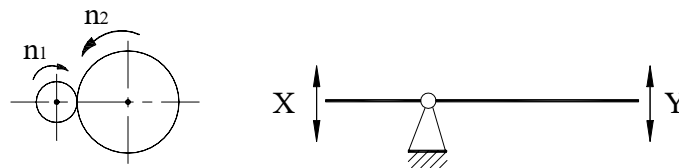
Sau đây là một số khâu tiêu biểu thường gặp trong hệ thống tự động :

4.3.1. Khâu tỷ lệ (khâu khuếch đại hay khâu không có quán tính)

Đó là khâu động học mà đại lượng ra tỷ lệ với đại lượng vào theo phương trình $Y = K.X$

4.3.1.1. Phương trình vi phân: $Y = K.X(t)$

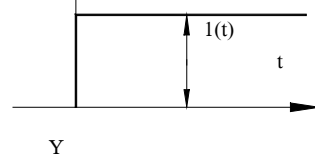
Ví dụ:



4.3.1.2. Hàm quá độ:

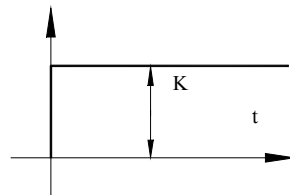
$$X = 1(t)$$

$$Y = K$$



4.3.1.3. Hàm số truyền:

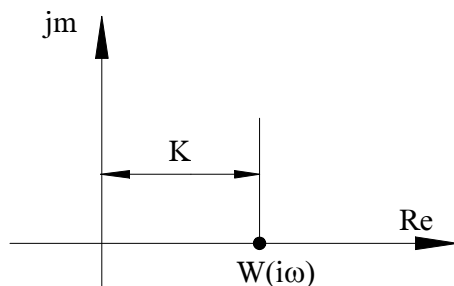
$$W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} = K$$



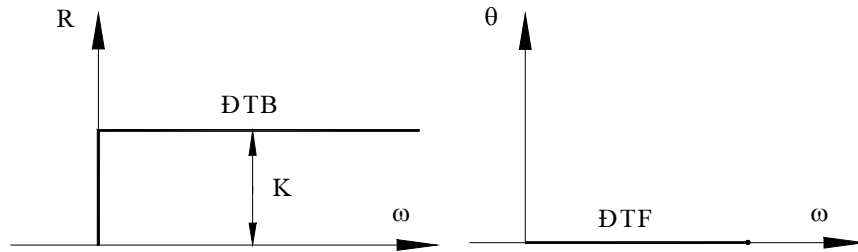
4.3.1.4. Hàm số truyền phức:

$$K^* = W(i\omega) = K$$

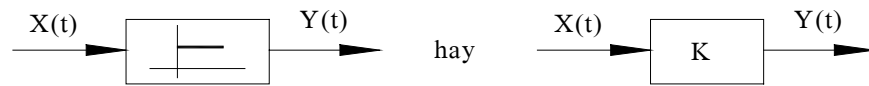
Đường đặc tính khi ω thay đổi $0 \div \infty$ thì nó rơi tại 1 điểm



Các đường đặc tính khác:



Trong sơ đồ cấu trúc của hệ thống khâu tỷ lệ thường được ký hiệu:



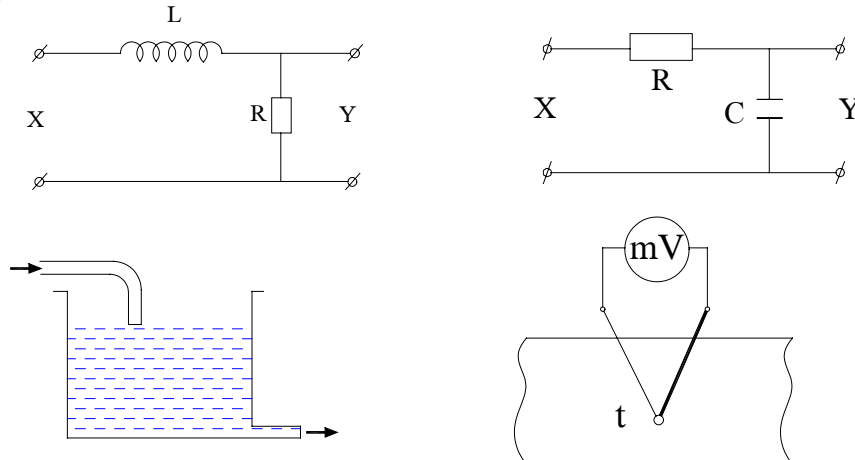
4.3.2. Khâu quán tính bậc 1 (khâu phi chu kỳ bậc 1 hay khâu một dung lượng)

Là khâu động học mà khi đại lượng vào thay đổi theo xung bậc thang thì đại lượng ra thay đổi theo quy luật hàm mũ.

4.3.2.1. Phương trình động: $T \cdot \frac{dY}{dt} + Y = K \cdot X$

T - Hằng số thời gian, K - Hệ số khuếch đại của khâu

Ví dụ:

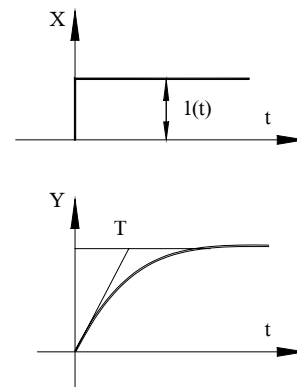


4.3.2.2. Hàm quá độ:

$X = 1(t)$
 $T \cdot \frac{dY}{dX} + Y = K \cdot X$ có nghiệm

là $Y = K \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$

4.3.2.3. Hàm số truyền: $\Rightarrow (T \cdot P + 1)\bar{Y} = K \cdot \bar{X}$



$$\Rightarrow W(P) = \frac{\bar{Y}}{X} = \frac{K}{T \cdot P + 1}$$

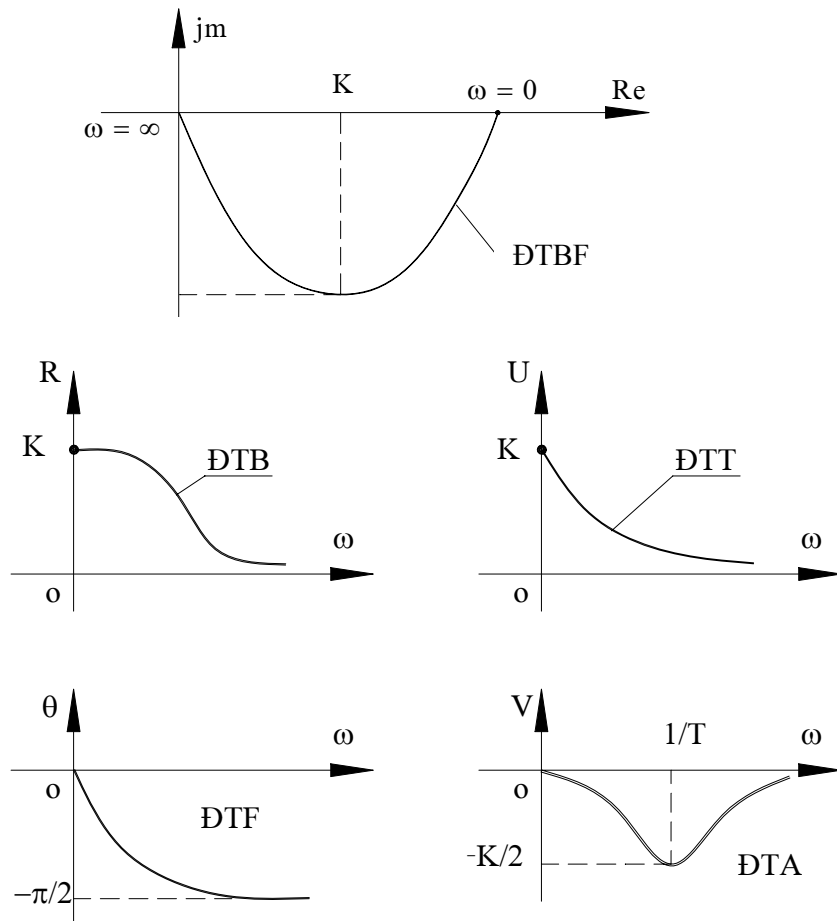
4.3.2.4. Hàm số truyền phức:

$$K^* = W(i\omega) = \frac{K}{T(i\omega) + 1} = \frac{K}{1 + T^2\omega^2} - i \frac{KT\omega}{1 + T^2\omega^2}$$

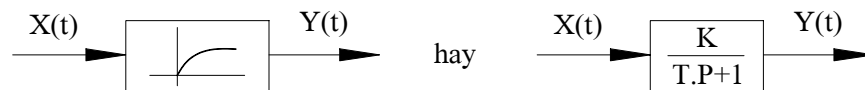
$$\Rightarrow K^* = U(\omega) + iV(\omega)$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{U^2 + V^2} = \frac{K}{\sqrt{1 + T^2\omega^2}},$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{V}{U} = -\text{arctg}(T\omega)$$



Trong sơ đồ cấu trúc của hệ thống, khâu quán tính bậc 1 được ký hiệu như sau:

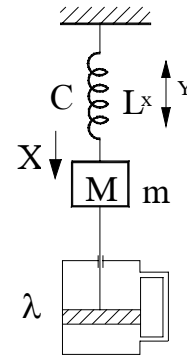
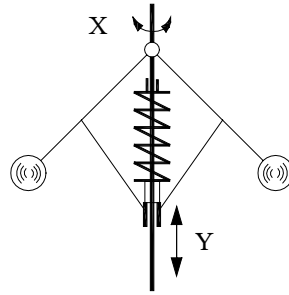
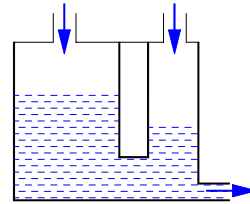
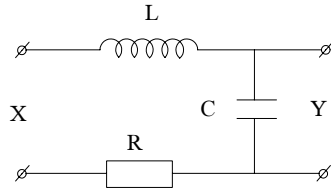


4.3.3. Khâu dao động

Là khâu động học mà phương trình động của nó được biểu diễn dưới dạng phương trình vi phân bậc 2:

$$T_2^2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + T_1 \frac{dY}{dt} + Y = KX$$

Ví dụ:



4.3.3.1. Phương trình vi phân:

$$T_2^2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + T_1 \frac{dY}{dt} + Y = KX$$

4.3.3.2. Hàm quá độ của khâu:

Để tìm hàm quá độ của khâu ta giải phương trình vi phân trên với $X = 1(t)$

$$T_2^2 \frac{d^2 Y}{dt^2} + T_1 \frac{dY}{dt} + Y = K \Rightarrow \begin{cases} Y_1 & \text{Nghiệm tổng quát của PTVPTN} \\ Y_2 & \text{Nghiệm riêng của PT không TN} \end{cases}$$

Đặt $Y = e^{Zt}$ ta có $\frac{dY}{dt} = Z \cdot e^{Zt} \Rightarrow T_2^2 Z^2 + T_1 Z + 1 = 0$

$$\Rightarrow Z_{1,2} = \frac{-T_1 \pm \sqrt{\Delta}}{2T_2^2}$$

a) $T_1^2 - 4T_2^2 < 0 \Rightarrow T_1 < 2T_2$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z_1 = -\alpha + iu \\ Z_2 = -\alpha - iu \end{cases} \begin{cases} \alpha = \frac{T_1}{2T_2^2} \\ u = \frac{\sqrt{T_1^2 - 4T_2^2}}{2T_2^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Y_1 = C_1 \cdot e^{Z_1 t} + C_2 e^{Z_2 t} = C_1 \cdot e^{(-\alpha + iu)t} + C_2 \cdot e^{(-\alpha - iu)t}$$

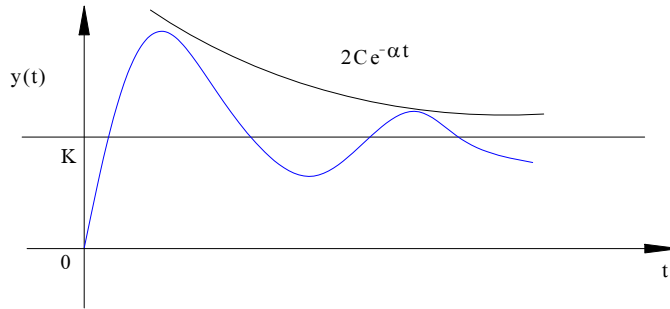
$$\Rightarrow Y_1 = e^{-\alpha t} (C_1 e^{iut} + C_2 \cdot e^{-iut})$$

Cho hàm đối xứng nên đặt $C_1 = C_2 = C$

$$\Rightarrow Y_1 = e^{-\alpha t} \cdot C \cdot 2 \cos(ut)$$

$$Y_2 = K$$

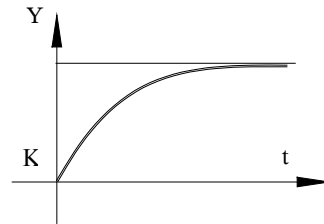
$$\Rightarrow Y(t) = K + 2 \cos(ut) \cdot C \cdot e^{-\alpha t} \quad \text{Đây là biểu thức hàm quá độ của khâu}$$



$$b) T_1^2 - 4T_2^2 \geq 0 \Rightarrow T_1 \geq 2T_2 \Rightarrow \begin{cases} Z_1 = -\alpha & \text{(Phương trình có 2} \\ Z_2 = -\beta & \text{nghiệm thực âm)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Y_1 = C_1 \cdot e^{-\alpha t} + C_2 e^{-\beta t} \\ Y_2 = K \end{cases}$$

$$\Rightarrow Y = K + C_1 \cdot e^{-\alpha t} + C_2 e^{-\beta t}$$

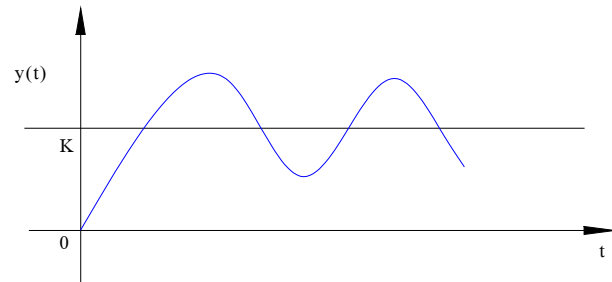


Trong trường hợp này người ta gọi khâu này là khâu phi chu kỳ bậc 2 nó có thể thay thế bằng 2 khâu quá tính bậc 1 mắc nối tiếp nhau.

$$c) T_1 = 0 \Rightarrow Z_{1,2} = \pm iu \begin{cases} \alpha = 0 \\ U = \frac{1}{T_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Y_1 = C_1 \cdot e^{iut} + C_2 e^{-iut} \\ Y_2 = K \end{cases} \quad C_1 = C_2 = C$$

$$\Rightarrow Y = K + C \cdot 2 \cos ut$$



Đây là một hàm điều hòa và trong trường hợp này ta gọi khâu là **khâu bảo thủ**.

Vậy muốn có khâu dao động thì phải có điều kiện: $T_1 < 2T_2$

4.3.3.3. Hàm số truyền của khâu dao động:

Viết phương trình vi phân dưới dạng thuật toán ta có:

$$T_2^2 P^2 \cdot \bar{Y} + T_1 \cdot P \cdot \bar{Y} + \bar{Y} = K \cdot \bar{X}$$

$$\Rightarrow W(P) = \frac{K}{T_2^2 P^2 + T_1 P + 1}$$

4.3.3.4. Hàm số truyền phức:

$$K^* = W(i\omega) = \frac{K}{T_2^2 (i\omega)^2 + T_1 (i\omega) + 1} \quad (i^2 = -1)$$

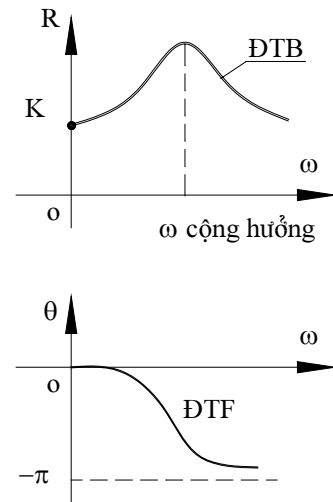
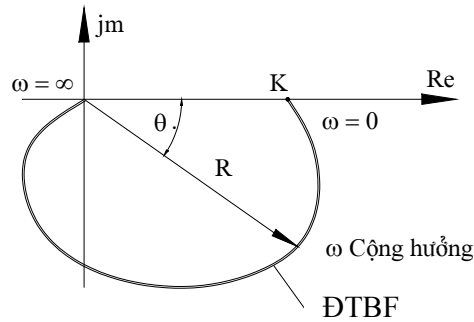
Nhân trên và dưới với biểu thức liên hợp ta có:

$$K^* = W(i\omega) = \frac{K(1 - T_2^2 \omega^2)}{(1 - T_2^2 \omega^2)^2 + T_1^2 \omega^2} - i \frac{KT_1 \omega}{(1 - T_2^2 \omega^2)^2 + T_1^2 \omega^2}$$

$$\Rightarrow K^* = U(\omega) + iV(\omega)$$

$$R = \sqrt{U^2 + V^2} = \frac{K}{\sqrt{(1 - T_2^2 \omega^2)^2 + T_1^2 \omega^2}} \quad \text{- ĐTB}$$

$$\theta = \arctg \frac{V}{U} = -\arctg \frac{\omega T_1}{1 - T_2^2 \omega^2} \quad \text{- ĐTF}$$



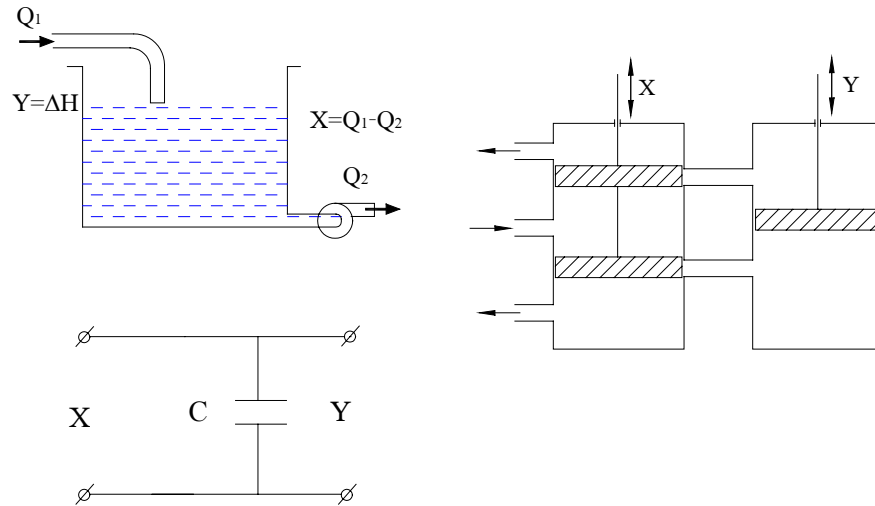
Đặc điểm của ĐTB là có điểm cực đại, còn ĐTB' bắt đầu từ điểm (K, j0) trên trục thực và qua 2 góc phần tư thứ III và IV.

4.3.4. Khâu tích phân

Là khâu mà phương trình động của nó có dạng sau:

$$T \cdot \frac{dY}{dt} = X \Rightarrow Y = \frac{1}{T} \int X \cdot dt$$

Ví dụ :



4.3.4.1. Phương trình:

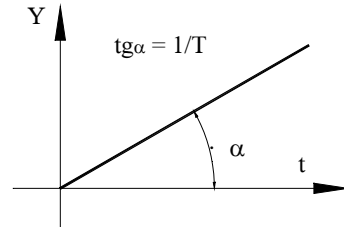
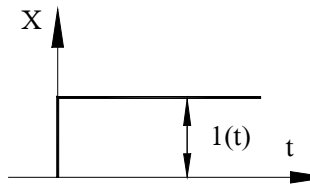
$$T \cdot \frac{dY}{dt} = X \Rightarrow Y = \frac{1}{T} \int X \cdot dt$$

4.3.4.2. Hàm quá độ:

$$X = 1(t)$$

$$T \cdot \frac{dY}{dt} = 1$$

$$Y = \frac{1}{T} \cdot t$$



4.3.4.3. Hàm số truyền:

$$W(P) = \frac{1}{T \cdot P}$$

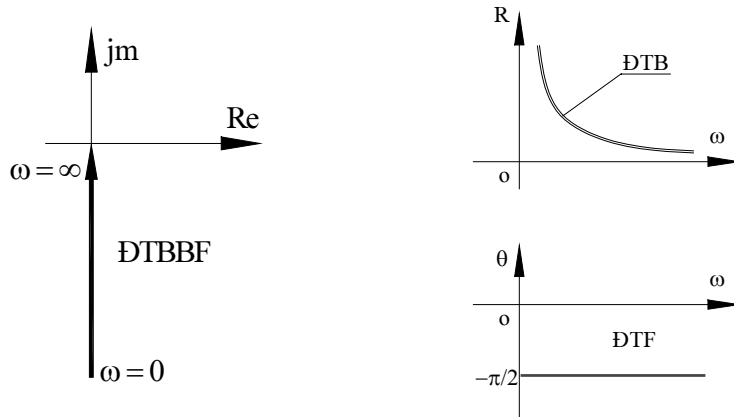
4.3.4.4. Hàm số truyền phức:

$$K^* = W(i\omega) = \frac{1}{T(i\omega)}$$

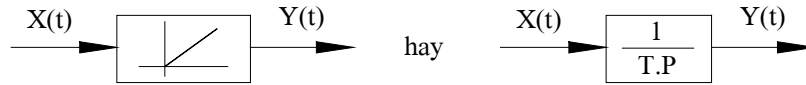
$$\text{hay } K^* = -\frac{i}{T\omega} = 0 + iv(\omega)$$

$$\Rightarrow R = \frac{1}{T\omega} \quad \text{ĐTT}$$

$$\theta = \arctg \frac{v}{0} = -\frac{\pi}{2} \quad \text{ĐTF}$$



Trong sơ đồ cấu trúc của hệ thống, khâu tích phân được ký hiệu như sau:



4.3.5. Khâu vi phân

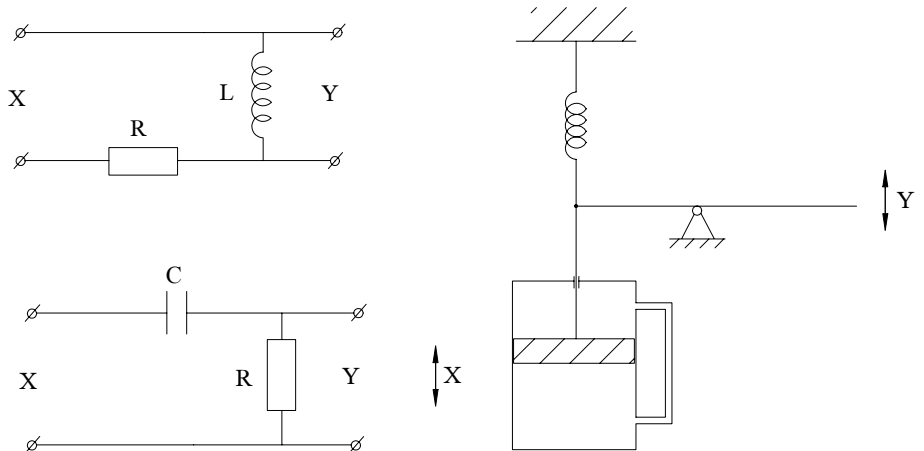
Là khâu động học mà phương trình động có dạng:

$$Y = T \frac{dX}{dt} \quad (\text{Khâu này gọi là khâu vi phân lý tưởng})$$

Trong thực tế không có mà có khâu vi phân thực và có dạng:

$$T \frac{dY}{dt} + Y = T \frac{dX}{dt}$$

Ví dụ:



4.3.5.1. Phương trình vi phân:

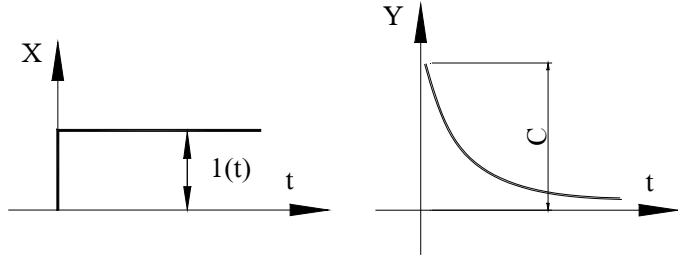
$$T \frac{dY}{dt} + Y = T \frac{dX}{dt}$$

4.3.5.2. Hàm quá độ:

$$X = 1(t)$$

$$T \frac{dY}{dt} + Y = 0$$

$$\Rightarrow Y(t) = C \cdot e^{-\frac{t}{T}}$$



4.3.5.3. Hàm số truyền: lấy ảnh 2 vé

$$W(P) = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} = \frac{T \cdot P}{T \cdot P + 1}$$

4.3.5.4. Hàm số truyền phức:

$$K^* = W(i\omega) = \frac{T \cdot (i\omega)}{T(i\omega) + 1}$$

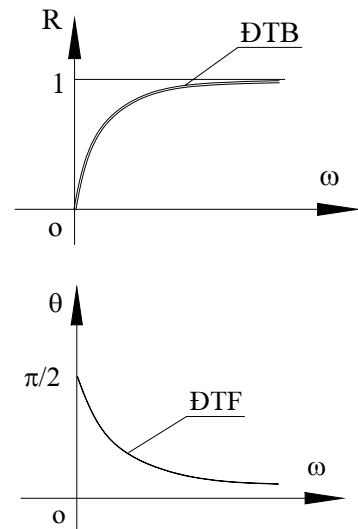
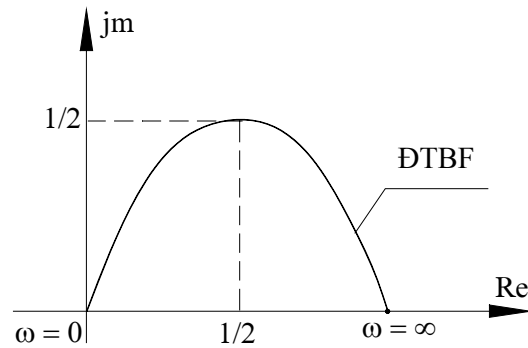
Biến đổi : $\Rightarrow K^* = U(\omega) + iV(\omega)$

$$U(\omega) = \frac{T^2 \omega^2}{1 + T^2 \omega^2} \quad - \text{ĐTT}$$

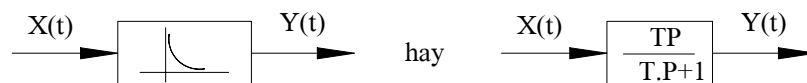
$$R(\omega) = \frac{T \omega}{\sqrt{1 + T^2 \omega^2}} \quad - \text{ĐTB}$$

$$V(\omega) = \frac{T \omega}{1 + T^2 \omega^2} \quad - \text{ĐTA}$$

$$\theta(\omega) = \text{arctg} \frac{1}{\omega T} \quad - \text{ĐTF}$$



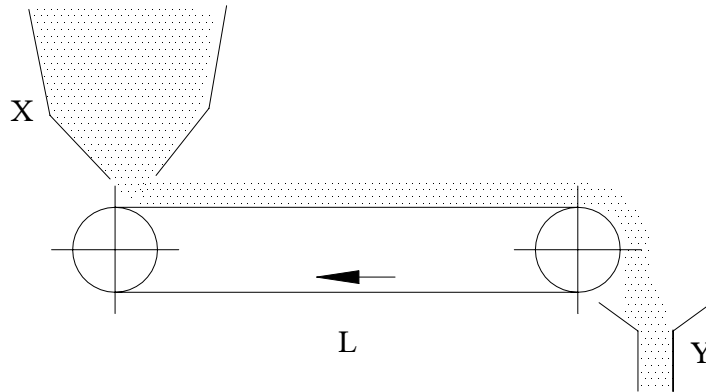
Trong sơ đồ cấu trúc của hệ thống khâu tích phân được ký hiệu như sau:



4.3.6. Khâu chậm trễ

Là khâu mà tín hiệu ra lặp lại hoàn toàn so với tín hiệu vào nhưng chậm trễ 1 khoảng thời gian τ .

Ví dụ:



4.3.6.1. Phương trình động:

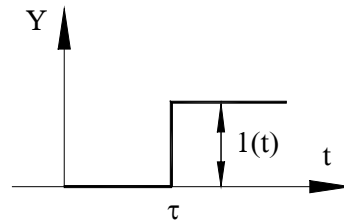
$$Y(t) = X(t - \tau)$$

4.3.6.2. Hàm quá độ:

$$X = 1(t)$$

$$0 < t < \tau \Rightarrow Y(t) = 0$$

$$t \geq \tau \Rightarrow Y(t) = 1(t)$$



4.3.6.3. Hàm số truyền phức:

Khi ta đưa vào đầu vào tín hiệu điều hòa:

$$X = A \cdot e^{i\omega t} \Rightarrow Y = A \cdot e^{i\omega(t-\tau)}$$

$$\Rightarrow K^* = W(i\omega) = \frac{Y}{X} = \frac{A \cdot e^{i\omega(t-\tau)}}{A \cdot e^{i\omega t}}$$

$$K^* = e^{-i\omega\tau} = \cos \omega\tau - i \sin \omega\tau = U(\omega) + iV(\omega)$$

4.3.6.4. Hàm số truyền:

Thay $i\omega = P$ ta được: $W(P) = e^{-P\tau}$

Dựng các đặc tính:

$$R = 1$$

ĐTB

$$U(\omega) = \cos \omega\tau$$

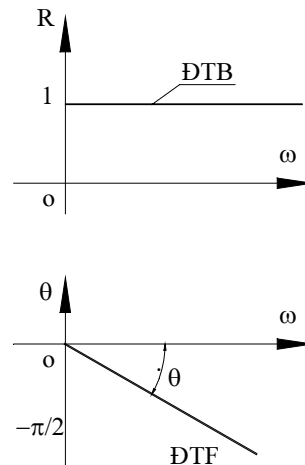
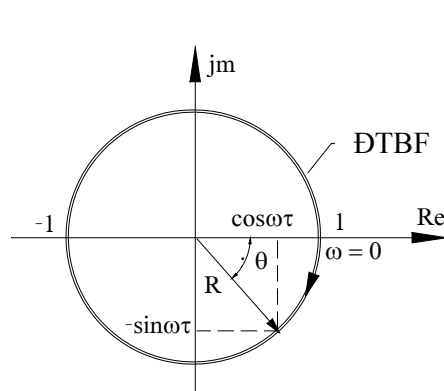
ĐTT

$$\theta = -\omega\tau$$

ĐTF

$$V(\omega) = -\sin \omega\tau$$

ĐTA



CHƯƠNG 5: PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG

Muốn tìm phương trình vi phân của hệ thống thì ta cần phải xác định phương trình của các khâu tạo nên hệ thống đó.

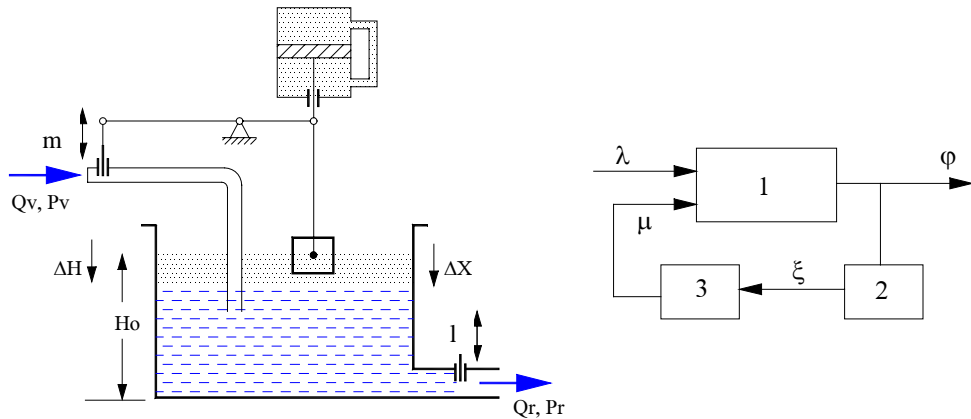
Để chuyển phương trình vi phân của các khâu thành phương trình vi phân hệ thống thì ta phải loại tất cả các biến số trừ thông số mà ta quan tâm, thường ta giữ lại hằng số của hệ thống và thông số điều chỉnh

Trong thực tế ta có thể sử dụng 1 trong 3 phương pháp sau:

5.1. Phương pháp thế

Ví dụ:

Sử dụng hệ thống tự động bể nước có tự cân bằng đầu vào và đầu ra (trước)



- 1- Đối tượng điều chỉnh (bể nước)
- 2- Phần tử đo lường (phao)
- 3- Hệ thống tay đòn

Như ta đã biết phương trình vi phân của các khâu trên là:

* Phương trình vi phân của đối tượng:

$$T_o \cdot \varphi' + A \cdot \varphi = \mu - \lambda \tag{1}$$

* Phương trình của phần tử đo lường:

$$T_p^2 \cdot \xi'' + T_c \cdot \xi' + \delta_{DL} \xi = \varphi \tag{2}$$

* Phương trình của tay đòn liên hệ :

$$\mu = \xi \tag{3}$$

Viết các phương trình trên dưới dạng thuật toán:

$$\begin{cases} T_o \cdot P \cdot \bar{\varphi} + A \bar{\varphi} = \bar{\mu} - \bar{\lambda} \\ T_p^2 \cdot P^2 \cdot \bar{\xi} + T_c \cdot P \cdot \bar{\xi} + \delta_{DL} \cdot \bar{\xi} = \bar{\varphi} \\ \bar{\mu} = \bar{\xi} \end{cases} \tag{1') \& (2') \& (3')}$$

Thay (3') vào (2') ta có: $T_p^2 \cdot P^2 \cdot \bar{\mu} + T_c \cdot P \cdot \bar{\mu} + \delta_{DL} \cdot \bar{\mu} = \bar{\varphi}$ (4)

Rút μ từ (4) thay vào (1') ta được :

$$\begin{aligned} (T_o \cdot P + A) \bar{\varphi} - \frac{\bar{\varphi}}{T_p^2 \cdot P^2 + T_C \cdot P + \delta_{DL}} &= -\bar{\lambda} \\ \Rightarrow \bar{\varphi} \left(\frac{[(T_o + A)(T_p^2 \cdot P^2 + T_C \cdot P + \delta_{DL}) - 1]}{T_p^2 \cdot P^2 + T_C \cdot P + \delta_{DL}} \right) &= -\bar{\lambda} \\ [T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o \cdot T_C + AT_p^2) \cdot P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + AT_C)P + A\delta_{DL} - 1] \bar{\varphi} & \\ = -\bar{\lambda} [T_p^2 \cdot P^2 + T_C P + \delta_{DL}] & \end{aligned} \quad (5)$$

(5) là phương trình vi phân của hệ thống tự động viết với biến số φ dưới dạng thuật toán, nó mô tả tương quan giữa $\bar{\varphi}$ & $\bar{\lambda}$ hay còn gọi là phương trình chuyển động có nhiễu của hệ thống.

- Khi ta rút nhiễu đi $\lambda = 0$ thì ta có phương trình chuyển động tự do của hệ thống và có dạng:

$$[T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o T_C + AT_p^2) P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + AT_C)P + A\delta_{DL} - 1] \bar{\varphi} = 0 \quad (6)$$

Phương trình hệ số trước $\bar{\varphi}$ gọi là phương trình đặc tính của hệ thống:

$$[T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o T_C + AT_p^2) P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + AT_C)P + A\delta_{DL} - 1] = 0 \quad (7)$$

★ Giải hệ phương trình (1' , 2' , 3') với biến số μ , lấy (4) thay vào (1') (biến μ)

$$\text{Ta có : } T_o \cdot P \{ \dots \} + A \{ \dots \} = \bar{\mu} - \bar{\lambda}$$

trong $\{ \dots \}$ là biểu thức của φ từ (4) nhân vào và đặt thừa số chung ta có:

$$[T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o T_C + AT_p^2)^2 P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + AT_C)P + A\delta_{DL} - 1] \bar{\mu} = -\bar{\lambda} \quad (5')$$

★ So sánh (5) và (5') ta thấy dạng phương trình đặc tính của hệ thống không đổi nghĩa là dạng của nó không phụ thuộc vào dạng của biến số mà từ đó phương trình đặc tính thu nhận được.

Hệ thống ở đây gọi là hệ thống bậc 3 (bậc của phương trình đặc tính).

Trong trường hợp chung nhất phương trình mô tả hệ thống tự động bậc n là:

$$(a_n \cdot P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 P + a_o) \bar{\varphi} = (b_m P^m + \dots b_o) \bar{\lambda} \quad (8)$$

$$\text{hoặc} \quad A(P) \bar{\varphi} = B(P) \bar{\lambda} \quad (8')$$

Nếu hệ thống càng phức tạp thì n càng lớn.

Phương pháp này chỉ giải cho trường hợp ít phương trình.

$$\Delta = \begin{vmatrix} (T_o P + A) & -1 & 0 \\ -1 & 0 & (T_p^2 + T_C P + \delta_{DL}) \\ 0 & 1 & -1 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_\varphi = \begin{vmatrix} -\bar{\lambda} & -1 & 0 \\ 0 & 0 & (T_p^2 + T_C P + \delta_{DL}) \\ 0 & 1 & -1 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_\mu = \begin{vmatrix} (T_o P + A) & -\lambda & 0 \\ -1 & 0 & (T_p^2 + T_C P + \delta_{DL}) \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_{\xi\varphi} = \begin{vmatrix} (T_o P + A) & -1 & -\lambda \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Khai triển các định thức này:

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\Delta_\varphi}{\Delta} \quad ; \quad \mu = \frac{\Delta_\mu}{\Delta} \quad ; \quad \xi = \frac{\Delta_{\xi\varphi}}{\Delta}$$

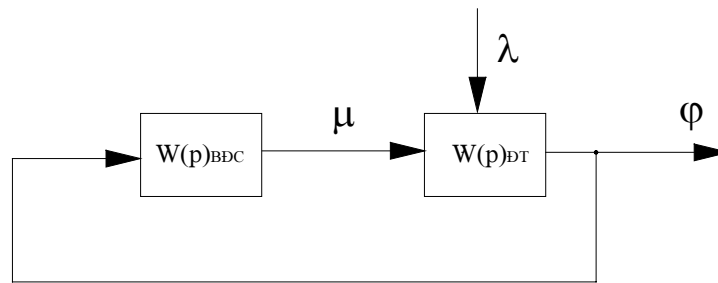
$$\Delta = -[T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o T_C + A T_p^2) P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + A T_C) P + A \delta_{DL} - 1]$$

$$\Delta_\varphi = \bar{\lambda} (T_p^2 \cdot P^2 + T_C \cdot P + \delta_{DL})$$

\Rightarrow Ta cũng được phương trình (5) tức là:

$$\begin{aligned} & [T_o \cdot T_p^2 \cdot P^3 + (T_o \cdot T_C + A T_p^2) \cdot P^2 + (T_o \cdot \delta_{DL} + A T_C) P + A \delta_{DL} - 1] \bar{\varphi} \\ & = -\bar{\lambda} [T_p^2 \cdot P^2 + T_C P + \delta_{DL}] \end{aligned}$$

5.3. Phương pháp dùng hàm số truyền của các khâu và của hệ thống



Tìm hàm số truyền của các phần tử

- Cửa đối tượng:

$$W(P)_{dt} = \frac{\bar{\varphi}}{\mu - \bar{\lambda}}$$

- Các bộ điều chỉnh:

$$W(P)_{BDC} = \frac{\bar{\mu}}{\bar{\varphi}} \quad \text{và} \quad W(P)_{HT} = \frac{\bar{\varphi}}{\bar{\lambda}}$$

Nếu hệ trên là hở (đứt):

$$\Rightarrow W(P)_{HTH\acute{o}} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC}$$

$$\text{Từ trên} \Rightarrow \bar{\mu} = W(P)_{BDC} \cdot \bar{\varphi}$$

$$\Rightarrow W(P)_{dt} = \frac{\bar{\varphi}}{W(P)_{BDC} \cdot \bar{\varphi} + \bar{\lambda}} \Rightarrow W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC} \cdot \bar{\varphi} + W(P)_{dt} \cdot \bar{\lambda} = \bar{\varphi}$$

$$\Rightarrow (1 - W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC}) \bar{\varphi} = \bar{\lambda} \cdot W(P)_{dt}$$

$$\Rightarrow (1 - W(P)_{HTH}) \bar{\varphi} = \bar{\lambda} \cdot W(P)_{dt} \quad (10)$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{\varphi}}{\bar{\lambda}} = \frac{W(P)_{dt}}{1 - W(P)_{HTH}}$$

$$\text{Vậy} \quad W(P)_{HTK} = \frac{W(P)_{dt}}{1 - W(P)_{HTH}} \quad (11)$$

Thực chất (10) cũng là phương trình vi phân viết dưới dạng thuật toán
 \Rightarrow phần trước φ cũng là phần đặc tính của hệ thống.

\Rightarrow Phương trình đặc tính của hệ thống:

$$\boxed{1 - W(P)_{HTH} = 0}$$

Vậy từ tính chất của hệ hở ta có thể suy ra đặc tính của hệ kín (quan trọng).

Thường trong thực tế μ và λ trái dấu nhau do đó phương trình đặc tính của hệ thống là:

$$\boxed{1 + W(P)_{HTH} = 0}$$

Ví dụ:

Đối với đối tượng bể nước:

$$W(P)_{dt} = \frac{1}{T_0 P + A}$$

$$W(P)_{BDC} = \frac{1}{T_p^2 P^2 + T_C P + \delta_{dl}}$$

$$\Rightarrow W(P)_{HTH} = \frac{1}{(T_p P + A)(T_p^2 P^2 + T_C P + \delta_{dl})}$$

$$\text{Vậy phương trình đặc tính hệ thống là:} \quad 1 - \frac{1}{(T_p P + A)(T_p^2 P^2 + T_C P + \delta_{dl})} = 0$$

CHƯƠNG 6: TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG

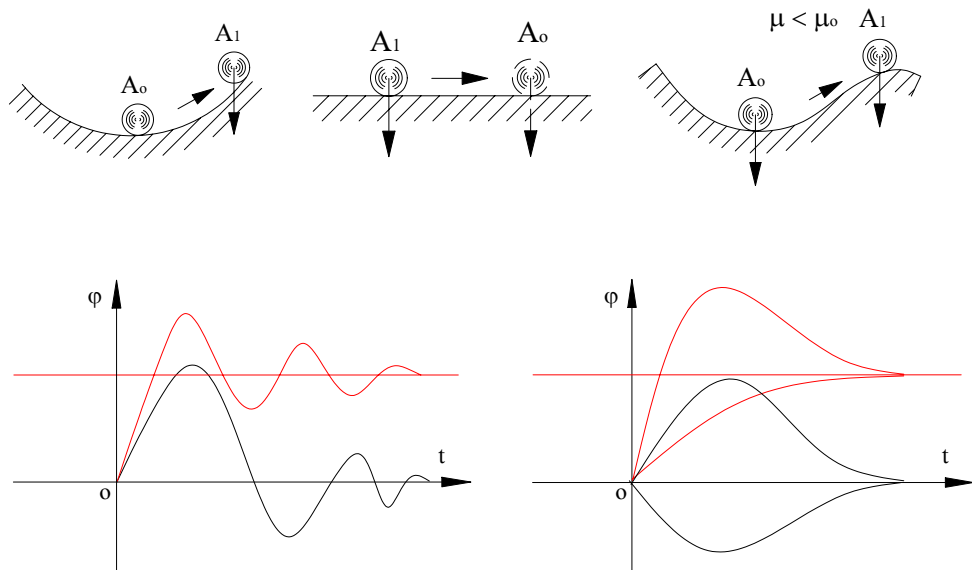
Một hệ thống tự động bất kỳ khi vận hành đều bị tác động bởi những nhiễu loạn khác nhau, có thể làm thay đổi chế độ làm việc bình thường của nó. Một hệ thống tự động gọi là tốt nếu nó làm việc bình thường, ổn định trong điều kiện có tác động nhiễu bên ngoài.

Vậy khi thiết kế một hệ thống điều chỉnh tự động không chỉ phải đảm bảo cho hệ thống ổn định mà còn đảm bảo cho hệ thống ổn định với mức độ cần thiết (tức là quá trình chuyển tiếp của các tác động nhiễu tạo nên phải chấm dứt nhanh).

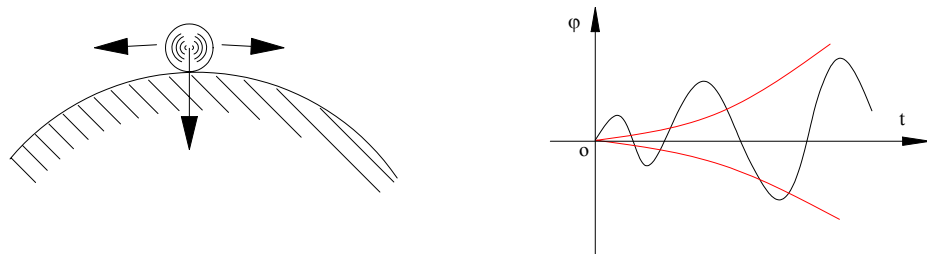
6.1. Khái niệm về tính ổn định của hệ thống tự động

Nếu một hệ thống điều chỉnh sau khi bị nhiễu ngoài phá mất trạng thái cân bằng mà có thể phục hồi trạng thái cân bằng cũ hoặc tiến dần đến trạng thái cân bằng mới thì hệ thống đó gọi là hệ thống ổn định.

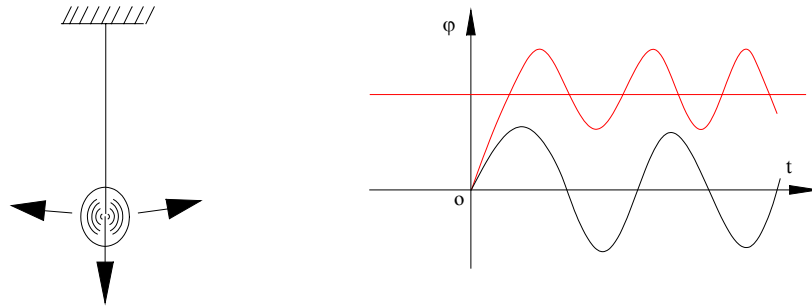
Ví dụ:



Nếu sau khi bị can nhiễu mà hệ thống không thể lập lại cân bằng, mức độ mất cân bằng ngày càng lớn thì hệ thống như vậy gọi là hệ thống không ổn định.



Nếu sau khi bị can nhiễu hệ thống không thể đạt tới trạng thái cân bằng ổn định, mà truyền động theo chu kỳ ổn định thì gọi là hệ thống nằm trên biên giới ổn định.



Xét tính ổn định của nó thì ta phải đánh giá chuyển động của nó sau khi vấp nhiễu (chuyển động tự do).

Giả sử phương trình vi phân của hệ thống có dạng:

$$(a_n P^n + \dots + a_1 P + a_0) \bar{Y} = (b_m P^m + \dots + b_1 P + b_0) \bar{X} \quad (1)$$

Trong đó: $a_0, \dots, a_n, b_0, \dots, b_m$ là các hệ số, P là toán tử (vi phân hoặc Laplace)

Sự thay đổi đại lượng điều chỉnh $Y(t)$ khi có tác động của $X(t)$ được biểu thị bằng nghiệm của phương trình (1) và nghiệm này có dạng:

$$Y(t) = Y_o(t) + Y_{td}(t)$$

Trong đó: $Y_o(t)$ - là thành phần cưỡng bức được quyết định bởi vế phải của phương trình (1), nó chính là nghiệm riêng của phương trình vi phân không thuần nhất (1).

$Y_{td}(t)$ - là thành phần chuyển động tự do (hay quá độ) và đây chính là nghiệm tổng quát của phương trình thuần nhất không vế phải.

$$(a_n P^n + \dots + a_1 P + a_0) \bar{Y} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) là phương trình chuyển động tự do của hệ thống trên. Giải ra ta tìm được $Y(t) = ?$ và từ đó ta đánh giá được sự ổn định của hệ thống.

Ta thường tìm được nghiệm của phương trình trên dưới dạng hàm mũ:

$$Y(t) = C_1 e^{P_1 t} + \dots + C_n e^{P_n t}$$

Trong đó P_1, \dots, P_n - là nghiệm của phương trình đặc tính

$$a_n P^n + \dots + a_1 P + a_0 = 0$$

*** Khảo sát một số dạng nghiệm của phương trình đặc tính**

6.1.1. Các nghiệm của phương trình đặc tính đều là số thực và không bằng nhau

a/ Nếu các nghiệm thực này là âm (tất cả):

$$\Rightarrow \text{ta tìm } \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{K=1}^n C_K \cdot e^{P_K t} = 0$$

\Rightarrow Hệ thống ổn định

b/ Nếu 1 hoặc nhiều nghiệm dương:

$$\Rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \lim \sum_{K=1}^n C_K \cdot e^{P_K t} = \infty$$

⇒ Hệ thống không ổn định

6.1.2. Phương trình đặc tính có 1 cặp là số phức, còn lại là số thực âm

$$\begin{cases} P_K = \alpha + iu \\ P_{K+1} = \alpha - iu \end{cases}$$

mà

$$Y(t) = \sum C_K \cdot e^{P_K t} = \dots C_K e^{P_K t} + C_{K+1} e^{P_{K+1} t} + \dots = \dots e^{\alpha t} (C_K \cdot e^{iut} + C_{K+1} \cdot e^{-iut}) \dots = \dots e^{\alpha t} \cdot D \cdot \sin(ut + \theta) \dots$$

Trong đó :

$$\begin{cases} D = \sqrt{C_K^2 + C_{K+1}^2} \\ \theta = \arctg\left(\frac{C_K}{C_{K+1}}\right) \end{cases}$$

$$\begin{array}{ll} \text{a/ } \underline{\alpha > 0} & t \rightarrow \infty \Rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \infty \quad \text{không ổn định} \\ \text{b/ } \underline{\alpha < 0} & t \rightarrow \infty \Rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = 0 \quad \text{ổn định} \end{array}$$

6.1.3. Phương trình đặc tính có 1 cặp nghiệm là số ảo, còn lại là thực âm

$$\begin{cases} P_K = iu \\ P_{K+1} = -iu \end{cases}$$

$$\Rightarrow Y(t) = C_K \cdot e^{iut} + C_{K+1} e^{-iut} = D \cdot \sin(ut + \theta) + \dots$$

Đây là giao động điều hòa ⇒ hệ thống nằm trên biên giới ổn định

6.1.4. Có một nghiệm bằng không, còn lại là nghiệm thực âm

$$P_K = 0 \Rightarrow \text{khi } t \rightarrow \infty \quad \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = C_K$$

⇒ hệ thống ổn định

6.1.5. Có một số nghiệm trùng nhau, còn lại là nghiệm thực âm

Giả sử có nghiệm trùng nhau ⇒

$$Y(t) = (C_1 + C_2 t + C_3 t^2 + \dots C_K \cdot t^{K-1}) \cdot e^{P_1 t} + C_{K+1} e^{P_2 t} \dots$$

Nếu $P_1 < 0$ ⇒ khi $t \rightarrow \infty \Rightarrow Y(t) \rightarrow 0 \Rightarrow$ hệ thống ổn định

Nếu $P_1 \geq 0$ ⇒ khi $t \rightarrow \infty \Rightarrow Y(t) \rightarrow \infty \Rightarrow$ hệ thống không ổn định

Kết luận : - Tất cả các nghiệm

nằm trên trục ảo jm thì hệ thống

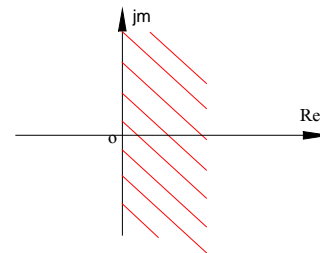
nằm trên biên giới ổn định

- Trục ảo chia ranh giới ổn

định của hệ thống

- Phía trái là vùng ổn định

- Phía phải là vùng không ổn định



Vậy Điều kiện cần và đủ để một hệ thống tự động tuyến tính ổn định là phần thực của tất cả các nghiệm của phương trình đặc tính đều phải là âm (nghĩa là các nghiệm của phương trình đặc tính phải nằm bên trái của mặt phẳng phức).

Các định lý của Auynob:

1/ Nếu hệ thống tuyến tính hóa ổn định thì hệ thống phi tuyến góc cũng ổn định

2/ Nếu hệ thống tuyến tính hóa không ổn định thì hệ thống phi tuyến góc cũng không ổn định

3/ Nếu hệ thống tuyến tính hóa nằm trên biên giới ổn định để xác định tính ổn định của hệ thống phi tuyến góc cần phải tiến hành những thí nghiệm bổ sung dựa vào phương trình phi tuyến góc của hệ thống

Dựa vào những kinh nghiệm thực tế của quá trình nghiên cứu người ta đưa ra được những tiêu chuẩn ổn định để xét tính ổn định mà không cần giải phương trình đặc tính.

6.2. Tiêu chuẩn ổn định đại số Hurwitz (Đức)

Giả sử có hệ thống mà tính chất động của nó được mô tả bằng phương trình vi phân tuyến tính có phương trình đặc tính dạng:

$$a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 \cdot P + a_0 = 0$$

Ta lập định thức D_{n-1} từ các hệ số $a_1 \dots a_{n-1}, a_n$

$\begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & \dots & 0 & 0 \\ a_n & a_{n-2} & \dots & \dots & \dots \\ 0 & a_{n-1} & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & a_2 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & a_2 & a_0 \\ 0 & 0 & \dots & a_3 & a_1 \end{vmatrix}$	<ul style="list-style-type: none"> - Trên đường chéo chính là các hệ số được lập như bên. - Còn các cột còn lại phía trên đường chéo chính thì giảm dần còn phía dưới thì tăng dần. Định thức này gọi là định thức Hurwitz chính. - Nếu ta bỏ đi một hàng cuối và cột cuối thì ta được định thức con D_{n-2} & và tiếp tục ta có các định thức $D_{n-3} \dots D_2$ và D_1.
--	---

$$D_2 = \begin{vmatrix} a_{n-1} a_{n-3} \\ a_{n-2} a_{n-2} \end{vmatrix} \quad D_1 = a_{n-1}$$

Phát biểu tiêu chuẩn: Điều kiện cần và đủ để cho một hệ thống tự động tuyến tính ổn định là các hệ số trong phương trình đặc tính và các định thức đường chéo lập từ các hệ số trên phải dương

$$\text{Tức là: } \begin{cases} a_1 > 0; a_2 > 0; \dots; a_{n-1} > 0; a_n > 0 \\ D_{n-1} > 0; \dots; D_2 > 0; D_1 > 0 \end{cases}$$

Ví dụ 1: Giả sử có hệ thống tự động mà phương trình đặc tính có dạng:

$$P^4 + 5P^3 + 3P^2 + 2P + 0,003 = 0$$

Ta đã có $a_1 \dots a_4 > 0$

Lập định thức chính:

$$D_3 = \begin{vmatrix} 5 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0,003 \\ 0 & 5 & 2 \end{vmatrix} = 30 - 0,75 - 4 > 0$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} = 15 - 2 > 0 \quad \text{và} \quad D_1 = a_{n-1} = 5 > 0$$

Hệ thống ổn định.

Ví dụ 2: Giả sử có hệ thống tự động mà phương trình đặc tính có dạng:

$$P^4 + 3P^3 + 0,2P^2 + P + 1 = 0$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 0,2 & 1 \\ 0 & 3 & 1 \end{vmatrix} = 0,6 - 0,9 - 1 < 0 ; D_2 < 0.$$

Hệ thống không ổn định.

Tiêu chuẩn đại số Hurwitz cho phép xác định một cách nhanh chóng tính ổn định tuyệt đối của hệ thống khi biết trước phương trình đặc tính với hệ số thực. Nếu như có ít nhất một hệ số của phương trình đặc tính là số phức hoặc phương trình không có dạng đại số mà là dạng hàm mũ hoặc hàm sin thì tiêu chuẩn Hurwitz dạng đơn giản không áp dụng trực tiếp được.

Một giới hạn nữa của tiêu chuẩn Hurwitz là không đánh giá được đặc tính chất lượng của hệ thống và không đề xuất được phương án cải tiến hoặc hiệu chỉnh hệ thống.

6.3. Tiêu chuẩn ổn định MuxauΔob (Nga)

Vào năm 1938 khi nghiên cứu về nguyên lý góc quay MuxauΛob, nhà bác học người Nga đã đưa ra tiêu chuẩn đánh giá ổn định hệ thống tự động dựa trên việc xét một đường cong gọi là đường cong MuxauΛob.

Giả sử hệ thống tự động có phương trình đặc tính:

$$a_n P^n + \dots + a_1 P + a_0 = 0$$

$$\text{Thay } P = i\omega \Rightarrow M(i\omega) = a_n(i\omega)^n + \dots + a_1(i\omega) + a_0 = 0$$

$$\Rightarrow M(i\omega) = U(\omega) + i V(\omega) = R(\omega).e^{i\psi(\omega)}$$

$U(\omega)$ - Có toàn bộ số hạng có mũ chẵn (phần thực)

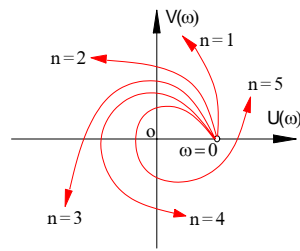
$V(\omega)$ - Có toàn bộ số hạng có mũ lẻ (phần ảo)

$R(\omega)$ và $\psi(\omega)$ - Là môđun và argumen của véc tơ $M(i\omega)$

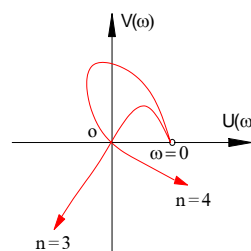
Trên mặt phẳng phức, $M(i\omega)$ là một véc tơ và gọi là véc tơ MuxauΛob, khi $\omega = 0 \div \infty$ thì mũi véc tơ vẽ nên đường cong MuxauΛob trên mặt phẳng phức (Véc tơ quay chiều ngược kim đồng hồ).

Phát biểu tiêu chuẩn: Điều kiện cần và đủ để cho một hệ thống tự động tuyến tính ổn định là đường cong MuxauΛob phải lần lượt đi qua n góc vuông của mặt phẳng phức theo chiều ngược kim đồng hồ. Khi ω thay đổi từ $0 \div \infty$.

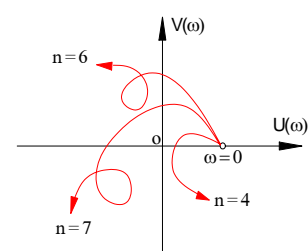
Trong đó n là bậc phương trình đặc tính của hệ thống nếu đường cong MuxauΛob đi tất qua góc tọa độ và sang góc vuông khác thì hệ thống nằm trên biên giới ổn định.



Hệ thống ổn định



HT nằm trên biên giới ổn định



HT không ổn định

Ta có thể thấy rằng đối với hệ thống ổn định thì tất cả các hệ số của phương trình đặc tính dương ($a_i > 0$) nên đường cong MuxauΛob luôn có xu hướng xuất phát từ phần dương trục thực ($\omega = 0$). Ngoài ra đối với hệ ổn định mô tả bằng phương trình vi phân tuyến tính hệ số hằng thì $\psi(\omega)$ là hàm đơn điệu tăng đối với ω nên đường cong MuxauΛob của hệ ổn định có dạng xoáy tròn ốc mở ra.

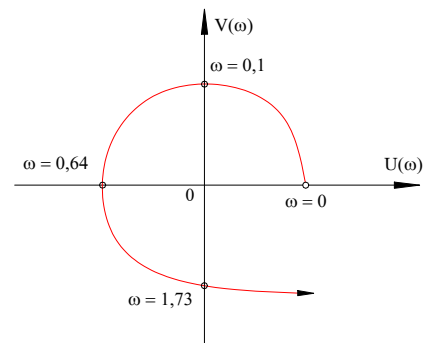
Ví dụ 1: Hệ thống có phương trình đặc tính:

$$P^4 + 5P^3 + 3P^2 + 2P + 0,003 = 0$$

$$\Rightarrow M(i\omega) = (i\omega)^4 + 5(i\omega)^3 + 3(i\omega)^2 + 2(i\omega) + 0,003 = 0$$

$$\Rightarrow M(i\omega) = (\omega^4 - 3\omega^2 + 0,003) + i(-5\omega^3 + 2\omega)$$

$$\Rightarrow U = \omega^4 - 3\omega^2 + 0,003 \quad ; \quad V(\omega) = -5\omega^3 + 2\omega$$



Dựng đường cong MuxauAob:

$$\omega = 0 \Rightarrow U = 0,003 \quad V = 0 \quad \omega = 0,64$$

$$\omega = 0,1 \Rightarrow U = 0$$

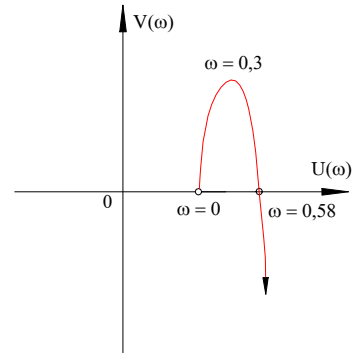
⇒ Hệ thống ổn định

Ví dụ 2: $P^4 + 3P^3 + 0,3P^2 + P + 1 = 0$

$$\Rightarrow M(i\omega) = (\omega^4 - 0,2\omega^2 + 1) + i(-3\omega^3 + \omega)$$

$$\Rightarrow U = \omega^4 - 0,2\omega^2 + 1 ; V(\omega) = -3\omega^3 + \omega$$

⇒ Hệ thống không ổn định



6.4. Tiêu chuẩn Nyquist - Mỹ (tiêu chuẩn ổn định biên độ pha -1932)

Do hai tiêu chuẩn trên phải dựa theo phương trình đặc tính và tính toán khó khăn khi số bậc n cao, mặt khác trong thực tế ta khó mà tìm được dạng phương trình vi phân, để khắc phục ta phải sử dụng tiêu chuẩn Nyquist khi biết được đặc tính tần số biên độ pha của hệ hở.

Vậy muốn sử dụng tiêu chuẩn Nyquist thì phải biết đặc tính tần số biên độ pha của hệ hở.

Phát biểu tiêu chuẩn:

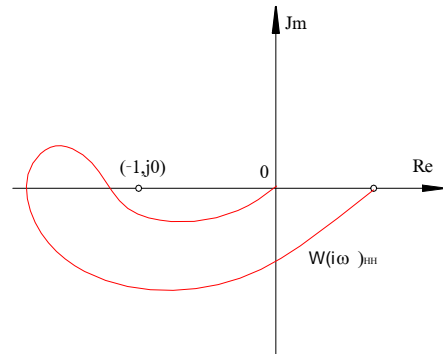
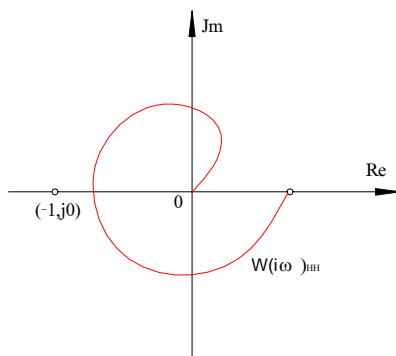
★ Điều kiện cần và đủ để cho một hệ thống tự động kín tuyến tính ổn định nếu hệ hở ổn định là đặc tính tần số biên độ pha của hệ hở không được bao điểm có tọa độ $(-1; i0)$ khi ω thay đổi từ $0 \div +\infty$.

★ Điều kiện cần và đủ để hệ kín ổn định nếu hệ hở không ổn định là đặc tính TBF của hệ hở phải bao $(-1; i0)$ $l/2$ lần theo chiều ngược kim đồng hồ khi ω thay đổi từ $0 \div +\infty$ trong đó l là số nghiệm thực dương hoặc số nghiệm phức có phần thực dương của phương trình đặc tính của hệ hở.

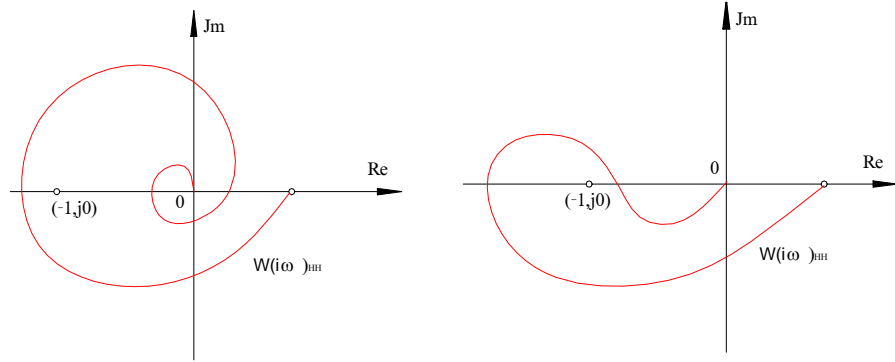
+ Trong một số trường hợp xét $\omega = -\infty \div +\infty$ thì phải bao l lần điểm $(-1; i0)$.

+ Nếu hệ thống có một khâu tích phân thì hệ thống nằm trên biên giới ổn định.

***Hệ hở ổn định:**

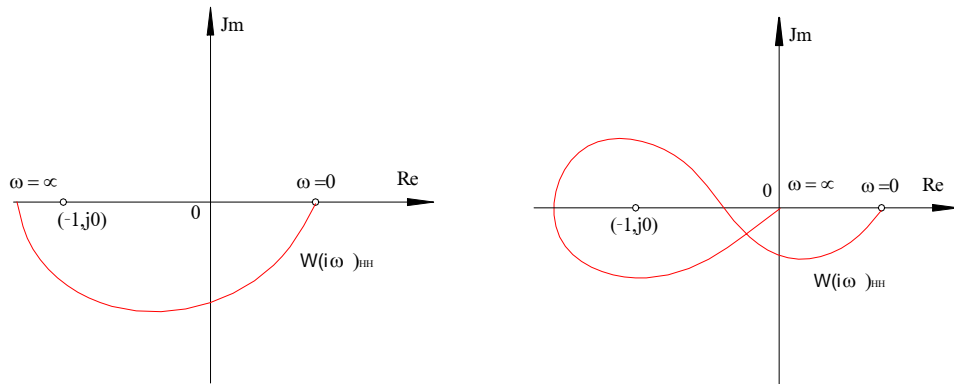


Hệ thống kín ổn định



Hệ thống kín không ổn định

* Hệ hở không ổn định:



Hệ thống kín ổn định
($l = 1$ bao $1/2$ lần)

Hệ thống kín ổn định
($l = 2$ bao 1 lần)

Nếu đường DTBF đã đi qua điểm $(-1; io)$ thì hệ thống nằm trên biên giới ổn định.

6.5. Tổng hợp hệ thống tự động xuất phát từ điều kiện ổn định

Thường trong thực tế chúng ta có hai bài toán:

- Bài toán phân tích: Xét có ổn định hay không.
- Bài toán tổng hợp: Xác định để hệ thống ổn định.

Trình tự giải một bài toán tổng hợp như sau:

- Đầu tiên phải lập phương trình đặc tính mà trong đó dùng các chữ cái biểu thị các thông số chưa biết.
- Chọn tiêu chuẩn ổn định để sử dụng và viết được điều kiện để cho hệ thống ổn định theo tiêu chuẩn đã chọn.

- Kết hợp các điều kiện thì ta tìm được giá trị của thông số đó để cho hệ thống ổn định.

Ví dụ: Giả sử có hệ thống mà phương trình đặc tính có dạng:

$$0,005 P^3 + (0,5T + 0,01) P^2 + (0,5 + T)P + 20 = 0$$

T - hằng số thời gian chưa biết. Vậy tìm T để hệ ổn định

Áp dụng tính chất Hurwitz:

$$0,5T + 0,01 > 0 \Rightarrow T > -0,02$$

$$0,5 + T > 0 \Rightarrow T > -0,5 \quad \Rightarrow T > -0,02$$

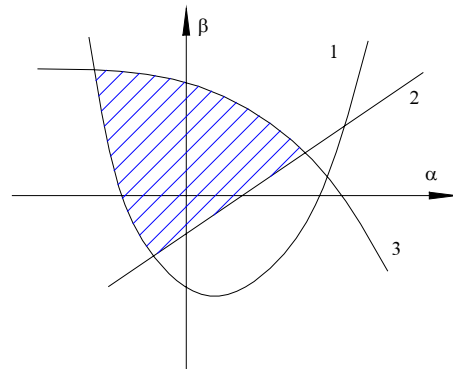
$$D_3 = \begin{vmatrix} 0,5T + 0,01 & 20 \\ 0,005 & 0,5 + T \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow T > 0,24$$

Vậy để hệ thống ổn định: $T > 0,24$

Trong trường hợp gặp nhiều thông số chưa biết thì bài toán trên giải một cách dễ dàng bằng cách xây dựng các vùng ổn định của hệ thống \Rightarrow phải xây dựng đường biên giới ổn định \Rightarrow áp dụng các tiêu chuẩn (với dấu đẳng thức).

Ví dụ:

Qui ước đánh gạch chéo về phía vùng ổn định và cuối cùng những vùng nào nằm trong lòng tất cả các phía đều có gạch chéo thì vùng đó ổn định.



Ví dụ: Hệ thống có phương trình đặc tính:

$$0,0005 P^3 + (0,5 T + 0,001) P^2 + (0,5 + T) P + K + 1 = 0$$

Tìm T và K sao cho hệ ổn định.

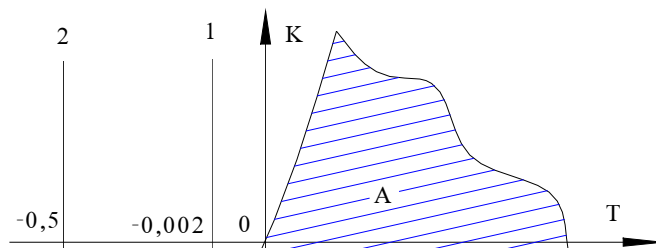
- Chọn tiêu chuẩn Hurwitz \Rightarrow Điều kiện để hệ thống nằm trên biên giới ổn định

$$0,5T + 0,001 = 0 \quad \Rightarrow T = -0,002$$

$$0,5 + T = 0 \quad \Rightarrow T = -0,5$$

$$K + 1 = 0 \quad \Rightarrow K = -1$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 0,5T + 0,001 & K + 1 \\ 0,0005 & 0,5 + T \end{vmatrix} = 0 \quad \Rightarrow \text{đường cong } K = f(T)$$



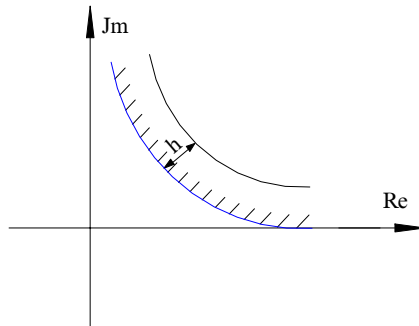
⇒ Vùng A là vùng ổn định của hệ thống
 Đối với tiêu chuẩn khác thì cũng làm lần lượt như vậy tuy có khó khăn hơn, nhất là tiêu chuẩn Nyquist.

6.6. Độ dự trữ ổn định của hệ thống tự động

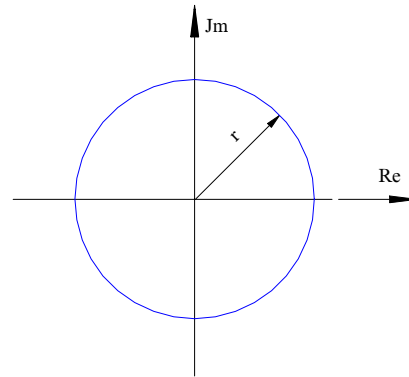
Trong thực tế do độ sai lệch khi gia công cũng như lúc vận hành nên khi chọn thì ta cần phải cho chúng độ dự trữ ổn định nào đó.

Đánh giá tính chất định lượng khoảng cách, giá trị của thông số điều chỉnh hoặc đặc tính của hệ thống tới vùng nguy hiểm xét theo quan điểm ổn định

Ví dụ: h, r - độ dự trữ ổn định của hệ thống



Theo tiêu chuẩn Hurwitz



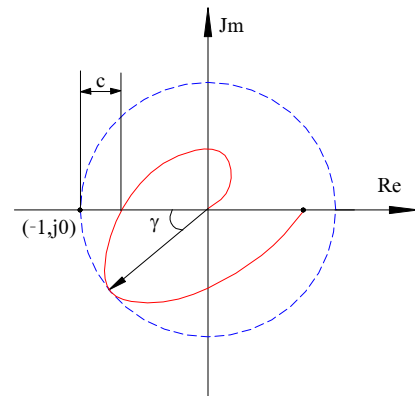
Theo tiêu chuẩn MuxauΛob

Theo tiêu chuẩn Nyquist thì có 2 thông số đặc trưng cho độ dự trữ ổn định:

- C : độ dự trữ về môđun
- γ : độ dự trữ về pha

Theo hình vẽ:

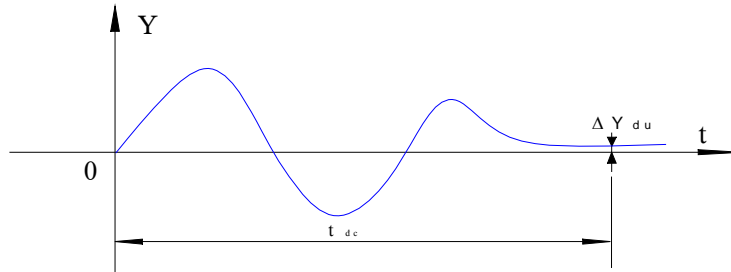
C - là khoảng cách.



γ - là góc tạo bởi giữa trục R_C và véc tơ có đầu mút là điểm cắt của vòng tròn bán kính đơn vị với đường cong.

6.7. Chất lượng của quá trình điều chỉnh

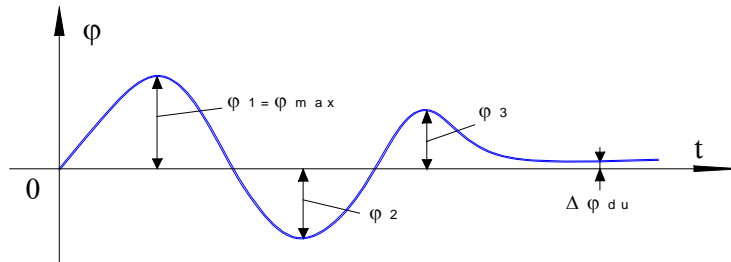
- Thời gian điều chỉnh t_{dc} càng ngắn càng tốt.
- Độ sai lệch dư càng nhỏ càng tốt.



- Trong điều chỉnh quá trình nhiệt ta thường đưa ra 1 số chỉ tiêu sau:

6.7.1. Hệ số tắt dần của quá trình quá độ

Độ tắt dần ký hiệu là σ $\sigma = \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{\varphi_1} \cdot 100\%$



$\sigma = 0 \Rightarrow$ Quá trình giao động điều hoà

$0 < \sigma < 1 \Rightarrow$ Quá trình tắt dần

$\sigma = 1 \Rightarrow$ Quá trình không giao động

$\sigma < 0 \Rightarrow$ Quá trình giao động phân kỳ (Quá trình này không ổn định không dùng).

Thông thường các đối tượng nhiệt (lò hơi) ta vận hành sao cho $\sigma = 0,75 \div 0,9$ là tốt nhất.

6.7.2. Độ sai lệch động cực đại

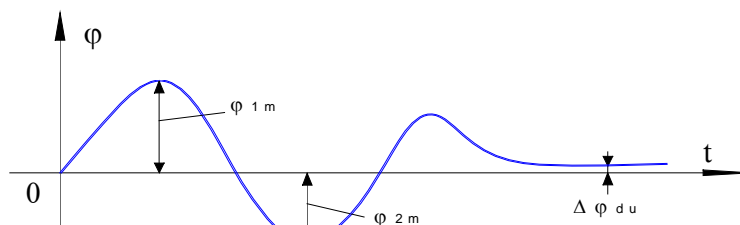
φ_m - là độ sai lệch cực đại (biên độ dao động ban đầu)

6.7.3. Độ sai lệch tĩnh của quá trình điều chỉnh

Đó là độ sai lệch dư $\Delta\varphi_{du}$

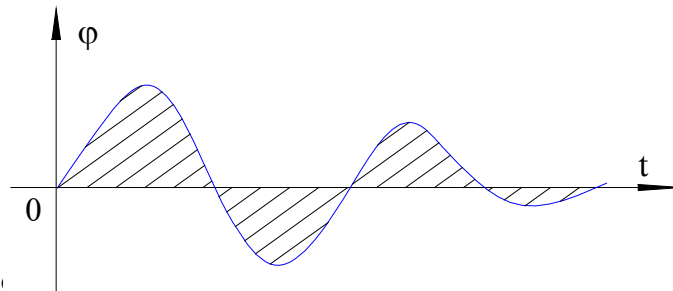
Ngoài ra ta còn sử dụng một số chỉ tiêu:

6.7.4. Độ quá điều chỉnh : $\sigma' = \frac{\varphi_{2m}}{\varphi_{1m}} \cdot 100\%$



6.7.5. Điều kiện sao cho $\int_0^{\infty} \varphi^2 dt$ là nhỏ nhất

thực chất là diện tích phần gạch sọc là nhỏ nhất

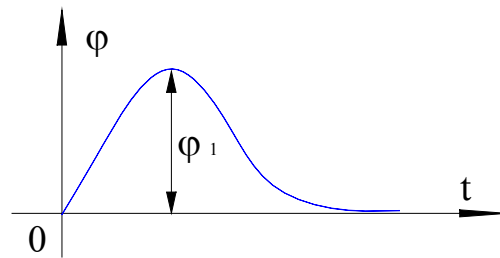


6.8. Các quá trình quá

Nhằm giảm nhẹ trong quá trình tính toán bộ điều chỉnh, người ta đưa ra 3 quá trình quá độ tối ưu điển hình sau đây:

6.8.1. Quá trình phi chu kỳ có thời gian điều chỉnh nhỏ nhất : $\varphi_2 = 0$

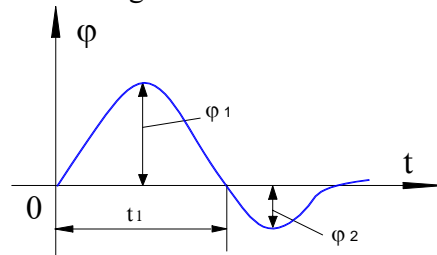
Thông thường sử dụng trong trường hợp khi tác động điều chỉnh có ảnh hưởng đến các đại lượng khác và không cho phép có độ quá độ điều chỉnh.



6.8.2. Quá độ có 20% độ quá điều chỉnh $\sigma = 20\%$ và thời gian điều chỉnh nửa chu kỳ đầu là nhỏ nhất:

$$\begin{cases} \sigma = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \cdot 100 = 20\% \\ t_1 = \min \end{cases}$$

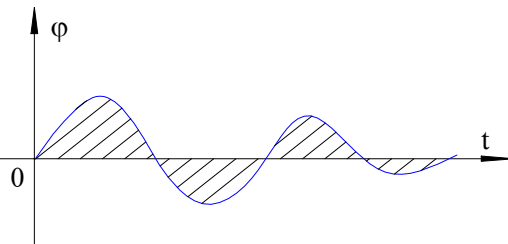
Sử dụng khi cho phép có độ quá điều chỉnh \Rightarrow giảm được φ_1 .



6.8.3. Quá trình có bình phương diện tích nhỏ nhất:

$$\int \varphi^2 dt = \min$$

Quá trình này tương ứng với $\sigma = 40 \div 50\% \Rightarrow \varphi_1$ nhỏ nhất trong 3 trường hợp. Thường được áp dụng khi cần có φ_1 nhỏ nhất.



6.9. Cách chọn bộ điều chỉnh

Khi chọn bộ điều chỉnh ta thường xuất phát từ các quan điểm sau đây:

-Cố gắng chọn qui luật nào đơn giản nhất mà vẫn đảm bảo chất lượng yêu cầu.

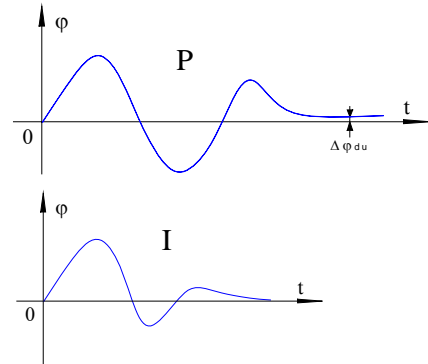
-Bộ điều chỉnh P có thể sử dụng trên những đối tượng có đặc tính động xấu và khi cho phép độ sai lệch tĩnh có giá trị lớn ($\Delta\varphi_{du}$ lớn).

-Bộ điều chỉnh I có thể sử dụng trong trường hợp khi cho phép thời gian điều chỉnh lớn và không thể sử dụng để điều chỉnh các đối tượng không có tự cân bằng và có chậm trễ vì quá trình điều chỉnh có thể không ổn định.

-Bộ điều chỉnh P - I có thể sử dụng ứng với bất kỳ yêu cầu nào nếu thời gian điều chỉnh cho phép $> 6\tau$ (τ - thời gian chậm trễ); thông dụng trong thực tế.

-Bộ điều chỉnh PID sử dụng trong trường hợp khi cần đạt thời gian điều chỉnh trong khoảng từ $4 \div 6\tau$.

Khi chọn cụ thể thì ta cần phải dùng các phương pháp tính toán khác nữa, phổ biến nhất là phương pháp đồ thị giải tích.



*** Phương pháp đồ thị giải tích:**

Điều kiện cần biết: Các đặc tính động của đối tượng τ ; T_{dt} ; K_{dt}

Giá trị lớn nhất có thể được của tác động điều chỉnh thường biểu diễn dưới dạng % độ mở của van điều chỉnh.

Yêu cầu đối với chất lượng của quá trình điều chỉnh: φ_{1max} ; σ ; $t_{d/c}$. $\Delta\varphi_{du}$

Bước 1: Chọn nhóm bộ điều chỉnh dựa vào đại lượng $\frac{\tau}{Tdt}$

$\frac{\tau}{Tdt}$	Nhóm bộ điều chỉnh	Ghi chú
$\begin{cases} > 0,2 \\ < 1 \end{cases}$	-Tác động liên tục (P, PI, I, PID, PD)	Với điều kiện phụ tải ổn định
$< 0,2$	-Tác động kiểu rơle	
> 1	- Tác động xung	

Bước 2: Tính chọn (giới hạn với nhóm tác động liên tục)

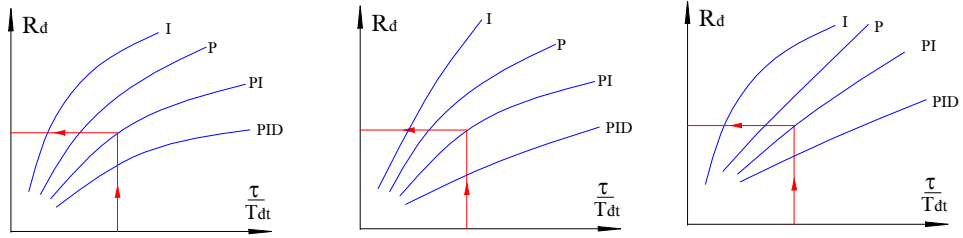
1- Tính hệ số động R_d
$$R_d = \frac{\varphi_1}{K_{dt} \cdot \mu}$$

2- Chọn quá trình quá độ tối ưu:

Chọn 1 trong 3 quá trình tối ưu điển hình

Bước 3: Chọn qui luật điều chỉnh:

Dùng đồ thị cho sẵn trong các sổ tay kỹ thuật cho các quá trình tối ưu



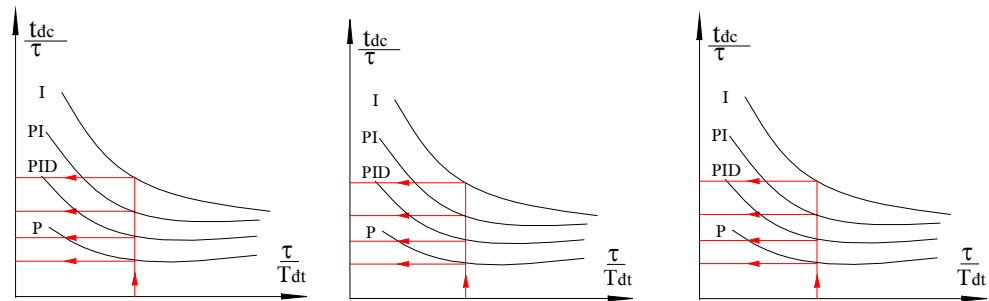
Quá trình phi chu kỳ

Quá trình $\sigma = 20\%$

Quá trình $\int \varphi^2 dt = \min$

Bước 4: Kiểm tra có đảm bảo thời gian điều chỉnh yêu cầu không ?

Ta dựa vào các đồ thị cho sẵn ở các tài liệu ứng với từng quá trình:



Quá trình phi chu kỳ

Quá trình $\sigma = 20\%$

Quá trình $\int \varphi^2 dt = \min$

Khi đã có $\frac{\tau}{Tdt}$ ta đóng lên bộ điều chỉnh rồi đóng qua \Rightarrow tự điều chỉnh, nếu

chưa thỏa mãn thì phải chọn bộ điều chỉnh phức tạp hơn.

Bước 5: Khi chọn P và PD thì phải kiểm tra $\Delta\varphi$ dư

$$\Delta\varphi_{du} = \frac{K_{dt}}{1 + K_{HT}}$$

$K_{HT} = K_{dt} \cdot K_{bdc}$ (K_{bdc} chưa biết)

Theo kinh nghiệm thực tế ta có :

- Quá trình phi chu kỳ : $K_{Ht} = \frac{0,3}{\tau / Tdt}$

- Quá trình $\sigma = 20\%$: $K_{Ht} = \frac{0,7}{\tau / Tdt}$

- Quá trình $\int \varphi^2 dt$: $K_{Ht} = \frac{1}{\tau / Tdt}$

Nếu $\Delta\varphi$ dư > giá trị cho trước thì phải chọn PI hoặc PID

Bước 6: Chọn tốc độ của cơ cấu chấp hành

- Tất cả bộ điều chỉnh (trừ loại I) thì tốc độ cơ cấu chấp hành không hạn chế (tốc độ càng nhanh càng tốt) và không được nhỏ hơn tốc độ thay đổi của nhiễu

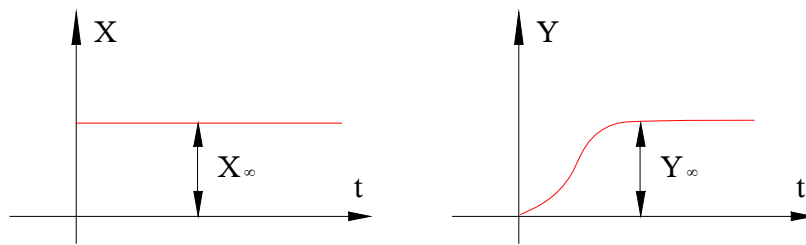
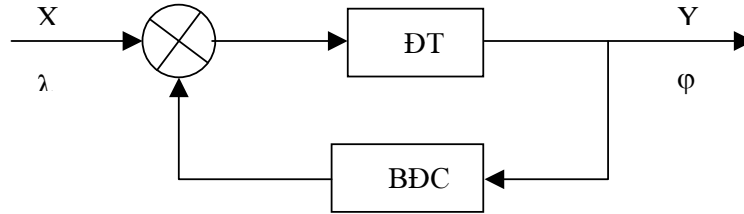
- Đối với bộ I: Ta có $\frac{d\mu}{dt} = K_I \cdot \varphi$

⇒ Tốc độ nằm trong tương quan xác định với K_I

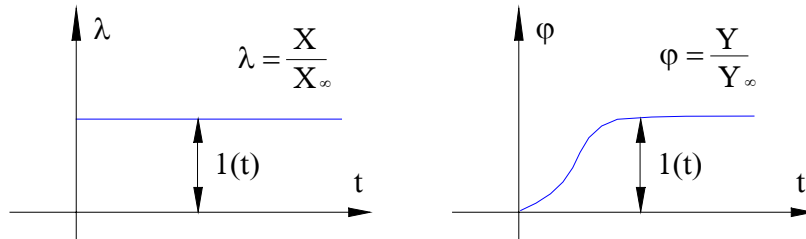
⇒ Tốc độ đó là một thông số điều chỉnh nên không thể chọn bất kỳ được mà xác định bởi yêu cầu và chất lượng của quá trình điều chỉnh.

CHƯƠNG 7: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG

7.1. Tìm hàm số truyền của đối tượng khi biết đường cong bay lên của nó



Chuyển về dạng không thứ nguyên ta được:



Chúng ta sử dụng phương pháp diện tích (hay phương pháp **Simôiu**)
Giả sử tính chất của đối tượng được mô tả bằng phương trình vi phân tuyến tính:

$$a_n \cdot \frac{d^n \varphi}{dt^n} + \dots + a_1 \frac{d\varphi}{dt} + \varphi = b_m \frac{d^m \lambda}{dt^m} + \dots + \lambda$$

φ - là sự thay đổi tương đối của tín hiệu ra

λ - là sự thay đổi tương đối của tín hiệu vào (của đối tượng)

Hàm số truyền của khâu ở dạng không có đơn vị:

$$W(P)[-] = \frac{\varphi}{\lambda} = \frac{b_m P^m + \dots + b_1 P + 1}{a_n P^n + \dots + a_1 P + 1}$$

Hàm số truyền dưới dạng có đơn vị:

$$W(P) \left[\frac{Y^*}{X^*} \right] = \frac{Y}{X} = \frac{Y_\infty}{X_\infty} \cdot W(P)[-] = K \cdot W(P)[-]$$

$K = \frac{Y_\infty}{X_\infty}$ là hàm số truyền của khâu.

Y^* và X^* là đơn vị của đầu ra và đầu vào.

Vấn đề là tìm cách xác định các hệ số a_i và b_i dựa trên đường cong bay lên của đối tượng.

Nội dung của phương pháp Simôiu là xác định các hệ số của phương trình vi phân : $a_1 \div a_n \quad b_1 \div b_m$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = F_1 + b_1 \\ a_2 = F_2 + b_2 + b_1 \cdot F_1 \\ a_3 = F_3 + b_3 + F_1 \cdot b_2 + b_1 F_2 \\ \text{-----} \\ a_K = F_K + b_K + \sum_{n=1}^{K-1} b_n \cdot F_{K-n} \\ \text{-----} \end{array} \right. \quad \text{Khi } K > n \Rightarrow a_K = 0 ; \quad K > m \Rightarrow b_K = 0$$

$$F_1 = \int_0^\infty (1 - \varphi) dt \quad [\text{sec}]$$

$$F_2 = F_1^2 \int_0^\infty (1 - \varphi)(1 - \theta) d\theta \quad [\text{sec}^2]$$

$$F_3 = F_1^3 \int_0^\infty (1 - \varphi) \left(1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2} \right) d\theta \quad [\text{sec}^3]$$

$$F_K = F_1^K \int_0^\infty (1 - \varphi) \left[\frac{(-\theta)^{K-1}}{(K-1)!} + \frac{(-\theta)^{K-2}}{(K-2)!} + \sum_{n=0}^{K-3} \frac{F_{K-n-1} (-\theta)^n}{F_1^{K-n-1} n!} \right] d\theta$$

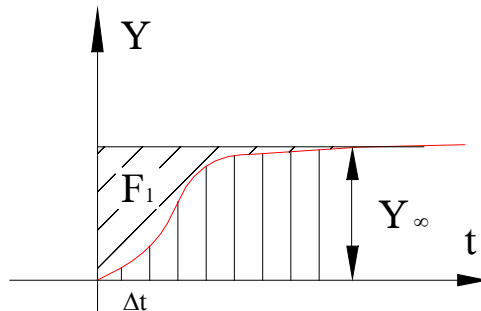
F_i là các hệ số (diện tích) , $\theta = \frac{t}{F_1}$

Quá trình tính toán các hệ số thực hiện liên tục cho đến khi F_i đạt giá trị khá nhỏ so với F_{i-1} hoặc $F_i < 0$ khi đó chọn $n = i \square 1$.

Trình tự tính toán

7.1.1. Đối với đối tượng có tự cân bằng và không có chậm trễ vận chuyển (τ_0)

1- Chia trục hoành thành những đoạn Δt bằng nhau xuất phát từ điều kiện là trong khoảng $2 \Delta t$ thì Y gần đường thẳng.



2- Giá trị của Y cuối một đoạn Δt đem chia cho $Y_\infty \Rightarrow \varphi = \frac{Y}{Y_\infty}$

Kết quả tính toán cho vào Bảng 1

Bảng 1

t	φ	$1 - \varphi$	$\theta = \frac{\Delta t}{F_1}$
1	2	3	4
0	φ_0	$1 - \varphi_0$	0
Δt	$\varphi \Delta t$	$1 - \varphi \Delta t$	$\frac{\Delta t}{F_1}$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	$n \frac{\Delta t}{F_1}$
$n \Delta t$	$\varphi n \Delta t$	$1 - \varphi n \Delta t$	
		$\Sigma = ?$	

3- Xác định $F_1 F_2 \dots$

Trình tự tính toán như sau :

a- Tính tổng cột 3 Bảng 1, lúc đó F_1 xác định bằng biểu thức:

$$F_1 = \sum_{K=0}^n [1 - \varphi(K \Delta t)] - 0,5(1 - \varphi_0)$$

b- Điền vào cột 4 của Bảng 1 và chuẩn bị Bảng 2

Bảng 2

θ	$1 - \varphi$	$1 - \theta$	$(1 - \varphi)(1 - \theta)$	$1 - 2\theta + \theta^2/2$	$(1 - \varphi)(1 - 2\theta + \theta^2/2)$
1	2	3	4	5	6
0	$1 - \varphi_0$	1	$1 - \varphi_0$	1	$1 - \varphi_0$
$\Delta \theta$
$2\Delta \theta$
.
.
.
$n\Delta \theta$.	.	$\Sigma = ?$.	$\Sigma = ?$

Ở Bảng 1 giá trị θ và $(1-\varphi)$ cần phải chính xác để dựng đường cong còn Bảng 2 thì là những số chẵn (không cần chính xác) để dễ tính toán .

c- Tính tổng cột 4 và cột 5 Bảng 2

Tính F_2 :
$$F_2 = F_1^2 \cdot \Delta\theta \left\{ \sum_{K=0}^n [1 - \varphi(K\Delta\theta)](1 - K\Delta\theta) - 0,5[1 - \varphi(o)] \right\}$$

 [sec²]
 (Σ cột 4)

Tính F_3 :

$$F_3 = F_1^3 \cdot \Delta\theta \left\{ \sum_{K=0}^n [1 - \varphi(K\Delta\theta)](1 - 2K\Delta\theta) + \frac{(K\Delta\theta)^2}{2} - 0,5[1 - \varphi(o)] \right\}$$

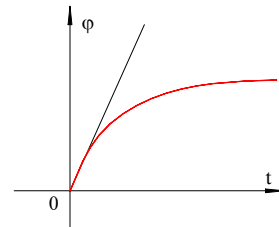
 (Σ cột 6)

4- Chọn dạng của hàm số truyền

a- Nếu $t = 0$; $\varphi = 0$; $\varphi' \neq 0$

thì chọn bậc của tử số nhỏ hơn bậc của mẫu số 1 đơn vị

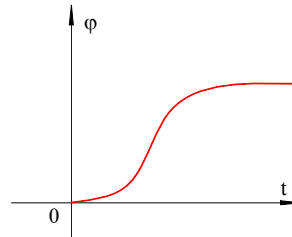
$$W(P)[-] = \frac{b_{n-1}P^{n-1} + \dots}{a_n \cdot P^n + \dots}$$



b- Nếu $t = 0$; $\varphi = 0$; $\varphi' = 0$

thì chọn dạng hàm truyền sao cho bậc tử số nhỏ hơn bậc mẫu số 2 đơn vị

$$W(P)[-] = \frac{b_{n-2}P^{n-2} + \dots}{a_n \cdot P^n + \dots}$$



Thực tế thường chọn dạng đơn giản hơn :

$$W(P)[-] = \frac{1}{a_n \cdot P^n + \dots}$$

$$a_1 = F_1 ; a_2 = F_2 \dots \dots \dots a_n = F_n$$

Nếu trong trường hợp này có một số diện tích âm thì phải chọn tử có bậc cao hơn 1 bậc còn thành phần có hệ số âm thì ta gạt bỏ.

5- Xác định $a_1 \dots$ và $b_1 \dots$ bằng cách giải hệ phương trình trên.

6- Biểu thức cuối cùng của hàm số truyền được xác định cho công thức

$$W(P) = W(P)[-] \cdot \frac{Y_\infty}{X_\infty}$$

7.1.2. Đối với đối tượng không có tự cân bằng và không có τ_o

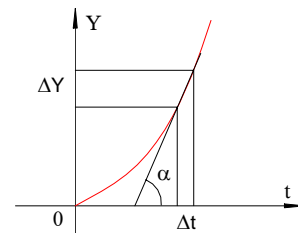
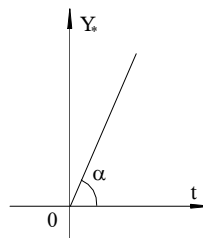
1- Tìm tg góc nghiêng của tiếp tuyến

Kẻ tiếp tuyến với đường cong tại phần thẳng

$$\Rightarrow tg\alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta t} = K_1$$

2- Dựng đường thẳng

$$Y^* = K_1 t$$



3- Lấy đường thẳng

$$Y^* - Y = Y^{**}$$

Vậy đối tượng ban đầu ta chia làm 2

đối tượng: Y^* & Y^{**}

Vậy hàm số truyền đối tượng cần tìm là

$$W(P) = W(P)^* - W(P)^{**}$$

4- Chuyển đường cong Y^* về dạng

không đơn vị bằng cách chia Y^* cho $Y^{**}(\infty)$

$$\Rightarrow \varphi_* = \frac{Y^*}{Y^{**}(\infty)}$$

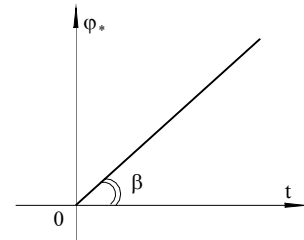
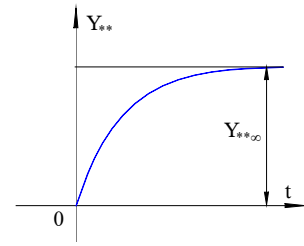
Đây là khâu tích phân $\Rightarrow W(P)_* = \frac{1}{P} \cdot \frac{K_1}{Y^{**}(\infty)}$

Tìm hàm số truyền của Y^{**}

(đây là đường cong có dạng ở phần 7.1.1)

Tương tự như phần (7.1.1)

$$\Rightarrow W(P) = [W(P)^* - W(P)^{**}] \frac{Y^{**}(\infty)}{X(\infty)}$$



7.1.3. Đối với đối tượng có chậm trễ vận chuyển τ_o

Khi xác định chậm trễ vận chuyển τ_o được tính bắt đầu khi đến $Y = 0,001 Y(\infty)$

1- Từ đường cong ta xác định τ_o

2- Xác định hàm truyền của đối tượng

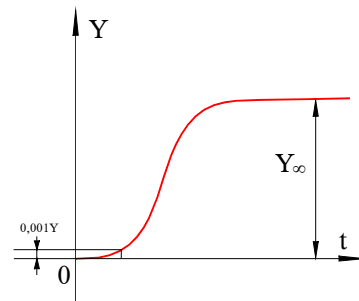
Xét đối tượng gồm 2 khâu:

(Chậm trễ thuần túy và khâu không có chậm trễ)

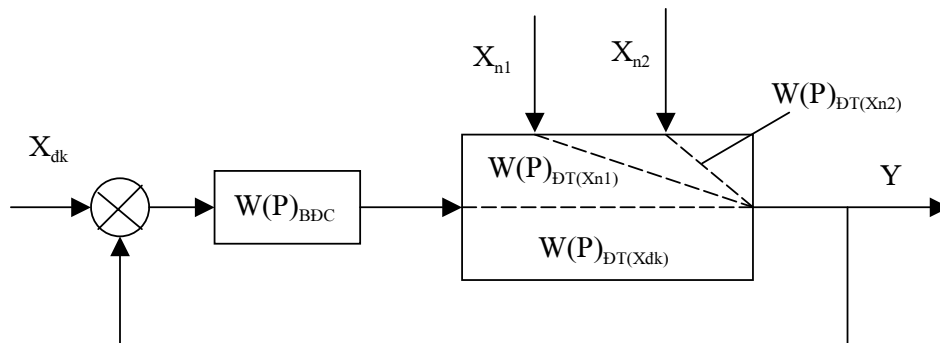
$$\Rightarrow W(P) = W(P)\tau_o - W(P)_1$$

Mà $W(P)\tau_o = e^{-P\tau_o}$

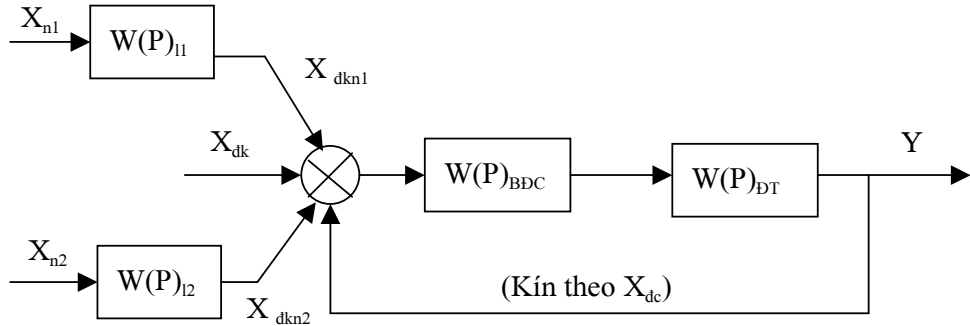
Còn $W(P)_1$ được xác định 1 trong 2 mục trên.



7.2. Điều kiện điều chỉnh tối ưu của hệ thống điều chỉnh một vòng



Để thể hiện rõ hơn tính chất vật lý ta thường chuyển tất cả đầu vào (X_{dc} ; X_{n1} ; X_{n2} ...) về cùng một phía và vẫn đảm bảo hàm truyền, ta thêm các bộ lọc có hàm truyền $W(P)l_1$ và $W(P)l_2$



$$W(P)_{dtn} = \frac{Y}{X_n} = W(P)l \cdot W(P)_{\text{hệ kín}} = W(P)l \cdot W(P)_{BDC} \cdot W(P)_{DT}$$

$$\Rightarrow W(P)_{dtnk} = W(P)l_K \cdot W(P)_{BDC} \cdot W(P)_{DT}$$

$$\Rightarrow W(P)l_K = \frac{W(P)_{dtnk}}{W(P)_{BDC} \cdot W(P)_{DT}}$$

Mặt khác: $Y = W(P)l_1 \cdot W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{n1} + W(P)l_2 \cdot W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{n2} + W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{dc}$ và ta có:

$$Y = W(P)l_1 \cdot W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{n1} + W(P)l_2 \cdot W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{n2} + W(P)_{\text{hệ kín}} \cdot X_{dc}$$

Muốn hệ thống hoạt động tốt thì X_{dk1} và X_{dk2} nhỏ nhất ($= 0$). Đây là điều kiện điều chỉnh tối ưu của hệ thống

$$\Rightarrow \text{Điều kiện tối ưu bộ truyền là } \begin{cases} |W(i\omega)l_K|_{\omega=0} = 0 \\ \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)l_K|_{\omega=0} = 0 \\ \frac{d^2}{d\omega^2} \dots = \frac{d^3}{d\omega^3} \dots = 0 \end{cases}$$

Ở đây ta chỉ xét môđun (thay $P=i\omega$)

7.2.1. Đối với bộ điều chỉnh P:
$$\begin{cases} W(P)_{BDC} = K_P \\ W(i\omega)_{BDC} = K_P \end{cases}$$

$$\Rightarrow |W(i\omega)l_K| = \left| \frac{W(i\omega)_{dtnk}}{W(i\omega)_{dt}} \right| \cdot \frac{1}{K_P}$$

Khi $\omega = 0$:

$$|W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{K_{dmk}}{K_{dt}} \right| \cdot \frac{1}{K_P} = \frac{K_{dt.nk}}{K_{dt} \cdot K_P}$$

$$|W(i\omega)_{lk}| = \min \text{ khi } K_P \rightarrow \infty$$

Vậy điều kiện điều chỉnh tối ưu của hệ P thì thông số $\boxed{K_P = \infty \text{ (lớn)}}$

7.2.2. Đối với bộ điều chỉnh I:

$$\begin{cases} W(P)_{BDC} = \frac{K_I}{P} \\ W(i\omega)_{BDC} = \frac{K_I}{\omega} \cdot e^{-i\pi/2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow |W(i\omega)_{BDC}| = \frac{K_I}{\omega}$$

$$\Rightarrow |W(i\omega)_{lk}|_{\omega=0} = \left| \frac{K_{dt.nk}}{K_{dt}} \right| \cdot \frac{0}{K_I} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{W(i\omega)_{dt.nk}}{W(i\omega)_{dt}} \right| \cdot \frac{\omega}{K_I} + \left| \frac{W(i\omega)_{dt.nk}}{W(i\omega)_{dt}} \right| \cdot \frac{1}{K_I}$$

Khi $\omega = 0$:

$$\Rightarrow \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{K_{dmk}}{K_{dt}} \right| \cdot \frac{1}{K_I}$$

$$\Rightarrow \text{Để } \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = 0 \quad \Rightarrow K_I = \infty$$

Vậy điều kiện điều chỉnh tối ưu của I thì hệ số $\boxed{K_I = \infty \text{ (lớn)}}$

7.2.3. Đối với bộ điều chỉnh PI:

$$\begin{cases} W(P)_{BDC} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} \right) \\ W(i\omega)_{BDC} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I \omega} \cdot e^{-i\pi/2} \right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{(i\omega)BDC} = R \cdot C^{i\theta} \text{ biến đổi và tìm ra}$$

$$|W(i\omega)_{BDC}| = R = \frac{K_P}{T_I \cdot \omega} \sqrt{1 + T_I^2 \omega^2}$$

$$\Rightarrow |W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{W(i\omega)_{dmk}}{W(i\omega)_{dt}} \right| \cdot \frac{T_I \cdot \omega}{K_P} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + T_I^2 \omega^2}}$$

$$\text{Khi } \omega = 0 \quad \Rightarrow |W(i\omega)_{lk}| = 0$$

Lấy đạo hàm ta được:

$$\frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{W(i\omega)_{dnk}}{W(i\omega)_{dt}} \right|' \cdot \frac{T_I \cdot \omega}{K_P} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + T_I^2 \omega^2}} + \left| \frac{W(i\omega)_{dt.nk}}{W(i\omega)_{dt}} \right|$$

$$\left[\frac{1}{\sqrt{1 + T_I^2 \cdot \omega^2}} - \frac{T_I^2 \cdot \omega^2}{(\sqrt{1 + T_I^2 \omega^2})^3} \right] \frac{T_I}{K_P}$$

$$\text{Khi } \omega = 0 \Rightarrow \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \frac{T_I}{K_P} \cdot \frac{K_{dt.nk}}{K_{dt}}$$

$$\text{Muốn } \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \min \Rightarrow \frac{K_P}{T_I} = \max$$

Vậy điều kiện điều chỉnh tối ưu của bộ PI là $\frac{K_P}{T_I} = \infty$

7.2.4. Đối với bộ điều chỉnh PID:

$$\begin{cases} W(P)_{BDC} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} + T_D \cdot P \right) \\ W(i\omega)_{BDC} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I i\omega} \cdot T_D(i\omega) \right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow |W(i\omega)_{BDC}| = R = K_P \frac{\sqrt{(1 - T_D T_I \omega)^2 + T_I \cdot \omega^2}}{T_I \cdot \omega}$$

$$\text{Khi } \omega = 0 \Rightarrow |W(i\omega)_{lk}| = 0$$

Lấy đạo hàm ta được:

$$\Rightarrow \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \left| \frac{W(i\omega)_{dnk}}{W(i\omega)_{dt}} \right|' \cdot \frac{T_I \cdot \omega}{K_P \sqrt{(1 - T_D T_I \omega^2)^2 + T_I^2 \cdot \omega^2}} + \left| \frac{W(i\omega)_{dnk}}{W(i\omega)_{dt}} \right| \dots$$

$$\text{Khi } \omega = 0 \Rightarrow \frac{d}{d\omega} |W(i\omega)_{lk}| = \frac{K_{dnk}}{K_{dt}} \cdot \frac{T_I}{K_P}$$

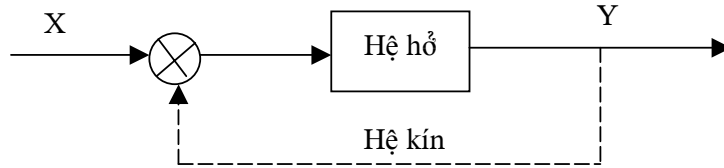
Cần phải có điều kiện $\frac{K_P}{T_I}$ cực đại.

$$\text{Mặt khác } \frac{d^2}{d\omega^2} |W(i\omega)_{lk}|_{\omega=0} = 0 \quad \text{khi } T_D = 0,5 T_I$$

Vậy điều kiện điều chỉnh tối ưu của bộ PID là $\boxed{T_D = 0,5 T_I}$

7.3. Tính toán thông số điều chỉnh tối ưu

Như ta đã biết theo tiêu chuẩn ổn định Nyquist, độ dự trữ ổn định của hệ thống dựa theo giá trị cực đại của môđun ĐTBH của hệ hở tạo nên hệ thống kín đó.



Từ sơ đồ ta có: $W(P)_{HK} = \frac{W(P)_{HH}}{1 + W(P)_{HH}}$

Biểu diễn trên mặt phẳng phức (như hình vẽ)

$$\begin{aligned} \Rightarrow \vec{BA} &= \vec{OA} - \vec{OB} \\ &= \vec{OA} - (-1) \\ &= \vec{OA} + \vec{1} \end{aligned}$$

Mà $|\vec{OA}| = W(P)_{HH}$

$$\Rightarrow |W(P)_{HK}| = \left| \frac{\vec{OA}}{\vec{OA} + 1} \right| = \frac{|\vec{OA}|}{|\vec{BA}|}$$

Đặt $|W(P)_{HK}| = \frac{|\vec{OA}|}{|\vec{BA}|} = M$

Khi $\omega = 0 \Rightarrow |W(P)_{HK}| = \frac{|\vec{OA}|}{|\vec{BA}|} \Rightarrow M = 1$

Khi $\omega = \infty \Rightarrow |W(P)_{HK}| \Rightarrow M = 0$

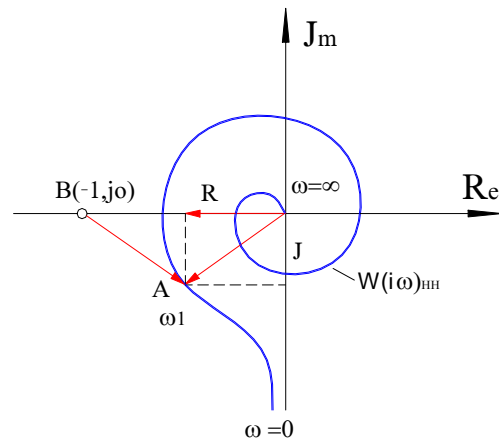
Khi $|\vec{BA}| = 0$ thì $|W(P)_{HK}| = \infty$ hay $M = \infty$ thì đường cong ĐTBH của hệ hở đi qua $(-1, i0)$

Tức là hệ thống kín nằm trên biên giới ổn định

Vậy dựa vào M ta có thể đánh giá được về độ dự trữ ổn định của hệ thống, do đó ta phải cần tìm những điểm mà hệ thống đi qua thỏa mãn 1 giá trị M nào đó,

hay là tìm quỹ tích những điểm mà hệ thống đi qua và $\frac{|\vec{OA}|}{|\vec{BA}|} = M$ cho trước.

Từ hình vẽ ta có: $OA = \sqrt{R^2 + J^2}$ $BA = \sqrt{(1-R)^2 + J^2}$



$$\Rightarrow \left(\frac{OA}{BA} \right)^2 = \frac{R^2 + J^2}{(1-R)^2 + J^2} = M^2$$

$$\Rightarrow \frac{M^2}{M^2 - 1} - 2R \frac{M^2}{M^2 - 1} + R^2 + J^2 = 0. \text{ Thêm 2 vế với } \left(\frac{M^2}{M^2 - 1} \right)^2$$

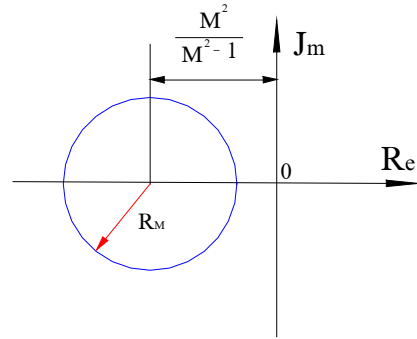
$$\text{Biến đổi biểu thức trên } \Rightarrow \left(-R + \frac{M^2}{M^2 - 1} \right)^2 + J^2 = \left(\frac{M}{M^2 - 1} \right)^2$$

Đây là phương trình đường tròn có tâm nằm trên trục thực cách gốc tọa độ một

khoảng $\frac{M^2}{M^2 - 1}$

và có bán kính $R_M = \frac{M}{M^2 - 1}$

Vậy muốn hệ thống tối ưu thì đường ĐTBH phải tiếp xúc với đường tròn trên



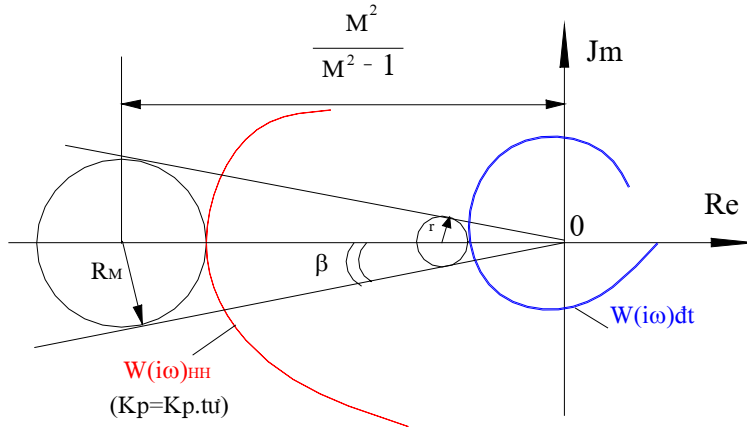
7.3.1. Bài toán với bộ điều chỉnh P

Với bộ điều chỉnh tỷ lệ P ta có: $W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC}$

Hay $W(P)_{HH} = K_p \cdot W(P)_{dt} \Rightarrow W(i\omega)_{HH} = K_p \cdot W(i\omega)_{dt}$.

Ta đã biết K_p càng lớn càng tốt nhưng nếu K_p quá lớn thì ĐTBH hệ hở sẽ bao điểm $(-1, j0) \Rightarrow$ Hệ thống mất ổn định.

Vậy phải tìm điều kiện K_p nào đó là tốt nhất, tức là với K_p sao cho ĐTBH hệ hở phải tiếp xúc vòng tròn quỹ tích trên. Nhưng việc tính toán tìm điều kiện K_p để ĐTBH hệ hở tiếp xúc vòng tròn quỹ tích là rất phức tạp. Do đó để đơn giản hơn trong thực tế ta sử dụng phép biến đổi đồng dạng.



Ta thấy đường $W(i\omega)_{dt} = W(i\omega)_{HH}; (K_p = 1)$ và $\beta = \arcsin \frac{1}{M}$

Ta thấy vòng tròn bán kính r và vòng tròn bán kính R_M đồng dạng nhau \Rightarrow

$$\text{thỏa mãn tỷ số đồng dạng: } \frac{r}{R_M} = \frac{1}{K_{Ptu}} \Rightarrow R_M = r \cdot K_{Ptu}$$

$$\Rightarrow K_{P.tu} = \frac{R_M}{r} = \frac{1}{r} \cdot \frac{M}{M^2 - 1}$$

Trình tự tính toán hệ thống

- 1- Dựng ĐTBH của đối tượng $W(i\omega)_{dt}$.
- 2- Kẻ đường thẳng từ góc tọa độ hợp với phần âm trục thực 1 góc $\beta = \arcsin \frac{1}{M}$.
- 3- Coi $K_p = 1$ lúc đó ĐTBH của hệ hở và ĐTBH của đối tượng chỉ khác nhau đơn vị.
- 4- Dựng vòng tròn có tâm nằm trên phần âm trục thực tiếp tuyến đồng thời với $W(i\omega)_{dt}$ và đường thẳng β bán kính của vòng tròn này khác so với vòng tròn có bán kính R_M để cho 2 bán kính này bằng nhau thì $W(i\omega)_{dt}$ phải nhân với $K_{P.tu}$ giá trị của nó chọn từ điều kiện:

$$\frac{K_{P.tu}}{K_p = 1} = \frac{R_M}{r} \Rightarrow K_{P.tu} = \frac{1}{r} \cdot \frac{M}{M^2 - 1}$$

Trong một số trường hợp để thuận tiện tính toán (do $M = 1,1 \div 2$)

Nếu lấy $M = 1,62 \Rightarrow \frac{M}{M^2 - 1} = 1$

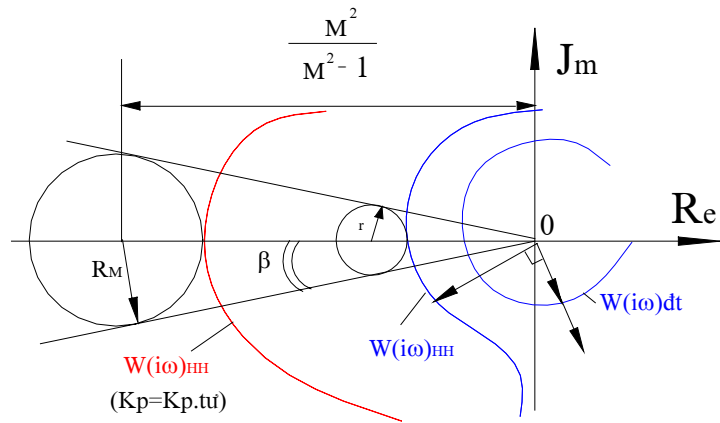
Vậy khi $M = 1,62 \Rightarrow K_{P.tu} = \frac{1}{r}$ và lúc đó $\beta = 38^\circ$

7.3.2. Bài toán với bộ điều chỉnh I

Với bộ điều chỉnh I ta có: $W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot \frac{K_I}{P}$ thay $P = i\omega$

$\Rightarrow W(i\omega)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot \frac{K_I}{\omega} \cdot e^{-i\pi/2}$ Nếu $K_I = 1$ thì từ $W(i\omega)_{dt}$ ta có

$W(i\omega)_{HH}$



Trình tự tính toán:

- 1- Dựng $W(i\omega)_{dt}$.
- 2- Dựng $W(i\omega)_{HH}$ với $K_I=1$ để dựng được véc tơ này thì phải chia véc tơ $W(i\omega)_{dt}$ cho ω và quay đi 1 góc $\pi/2$.
- 3- Kẻ đường thẳng từ gốc tọa độ có $\beta = ar \sin \frac{1}{M}$.
- 4- Dựng đường tròn có tâm nằm trên phần âm trục thực đồng thời tiếp tuyến với đường thẳng β và $W(i\omega)_{HH}$ từ đó xác định được r.

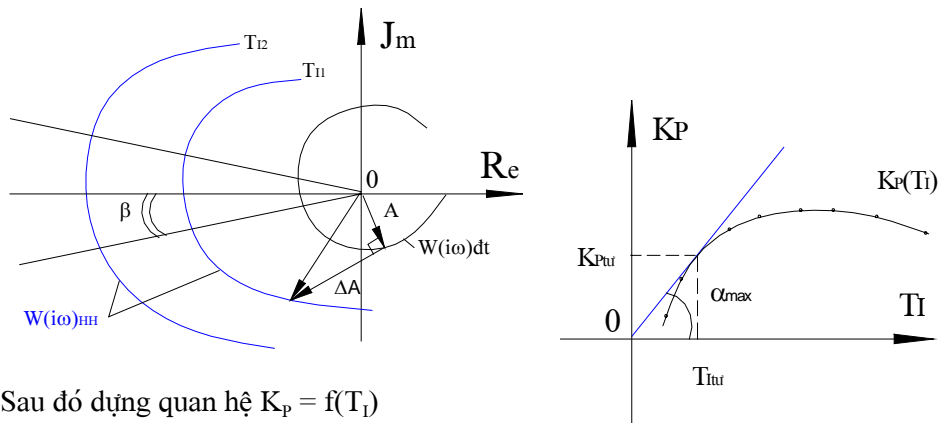
$$\Rightarrow K_{I.tu} = \frac{1}{r} \cdot \frac{M}{M^2 - 1}$$

7.3.3. Bài toán với bộ điều chỉnh PI

$$W(i\omega)_{HH} = W(i\omega)_{dt} \cdot K_P \left(1 + \frac{1}{T_I i\omega}\right)$$

$$\Rightarrow W(i\omega)_{HH} = W(i\omega)_{dt} \cdot K_P + W(i\omega)_{dt} \cdot \frac{K_P}{T_I \omega} \cdot e^{-i\pi/2}$$

Dựng $W(i\omega)_{HH}$ với $K_P=1$ và T_I là một giá trị nào đó. Cho T_I các giá trị khác nhau ta được họ đường cong ứng với các T_I .



Sau đó dựng quan hệ $K_P = f(T_I)$

Ta tìm $\alpha_{max} = \text{tg} \frac{K_P}{T_I}$.

Trình tự tính toán:

- 1- Dựng $W(i\omega)_{dt}$.
- 2- Dựng $W(i\omega)_{HH}$ với $K_p = 1$ và T_I có các giá trị khác nhau, để dựng được đặc tính này mỗi véc tơ $W(i\omega)_{dt}$ phải cộng với véc tơ ΔA . Mà để có véc tơ ΔA thì mỗi véc tơ $W(i\omega)_{dt}$ chia cho $(T_I \cdot \omega)$ quay đi một góc $\pi/2$ theo chiều kim đồng hồ.
- 3- Kẻ đường thẳng từ gốc tọa độ có $\beta = ar \sin \frac{1}{M}$ ứng với $W(i\omega)_{HH}$ thì T_I có một giá trị xác định, ta dựng các vòng tròn có bán kính r tiếp xúc với đường thẳng β và $W(i\omega)_{HH}$. Vậy nếu ứng với $T_{ii} \rightarrow r_i$

$$\Rightarrow K_{Pi} = \frac{1}{ri} \cdot \frac{M}{M^2 - 1}$$

4- Theo kết quả tính toán ta dựng đường cong $K_p(T_I)$.

5- Từ điều kiện điều chỉnh tối ưu của hệ thống ta biết điểm có $K_p/T_I = \max$ sẽ là điểm tối ưu.

\Rightarrow Từ gốc tọa độ ta kẻ tiếp tuyến với đường cong $K_p(t_i)$

\Rightarrow tọa độ biết điểm $\Rightarrow T_{I,tu}$ và $K_{p,tu}$

7.3.4. Bài toán với bộ điều chỉnh PID

$$W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC} \Rightarrow W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot K_p \left(1 + \frac{1}{T_I P} + T_D \cdot P \right)$$

$$\text{Thay } P = i\omega \Rightarrow W(i\omega)_{HH} = W(i\omega)_{dt} \cdot K_p \left(1 + \frac{1}{T_I i\omega} + T_D \cdot i\omega \right)$$

$$\Rightarrow W(i\omega)_{HH} = W(i\omega)_{dt} \cdot K_p + \frac{K_p \cdot W(i\omega)_{dt}}{T_I \omega} \cdot e^{-i\pi/2} - K_p \cdot W(i\omega)_{dt} \cdot T_D \cdot \omega \cdot e^{-i\pi/2}$$

Cho $K_p = 1$ và cho T_I, T_D những giá trị khác nhau \Rightarrow ta có một cụm đường cong.

Trình tự tính toán:

1- Dựng $W(i\omega)_{dt}$.

2- Dựng họ đường cong $W(i\omega)_{HH}$ khi $K_p = 1$ ứng với giá trị khác nhau của T_I (xác định T_D), cách dựng giống mục trên.

3- Từ gốc tọa độ với đường thẳng $\beta = \arcsin \frac{1}{M}$.

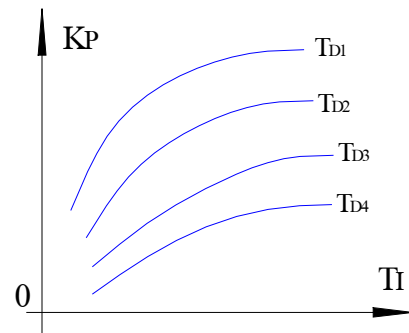
4- Dựng các vòng tròn tiếp xúc đồng thời với đường thẳng trên và với các đường $W(i\omega)_{HH}$

$$\Rightarrow K_{Pi} = \frac{1}{ri} \cdot \frac{M}{M^2 - 1} \text{ với } \begin{cases} T_{Ii} \\ T_D \end{cases}$$

5- Cho T_D các giá trị khác và tính lại như trên, theo kết quả thu được dựng đồ thị ứng với các T_D khác nhau.

6- Xác định thông số hiệu chỉnh tối ưu điều kiện $\frac{K_p}{T_I}$ là cực đại ứng với

T_D xác định.



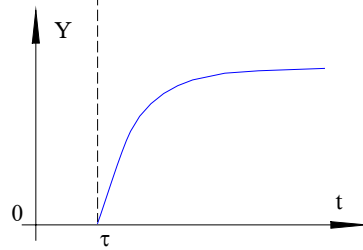
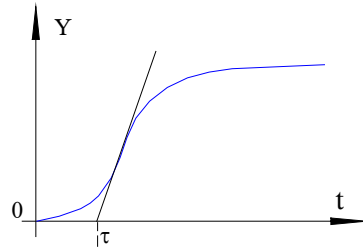
7.4. Phương pháp gần đúng để xác định thông số hiệu chỉnh tối ưu của hệ thống điều chỉnh 1 vòng

Thường áp dụng cho 1 số hệ thống đơn giản: P ; I ; PI

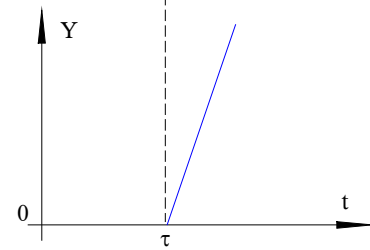
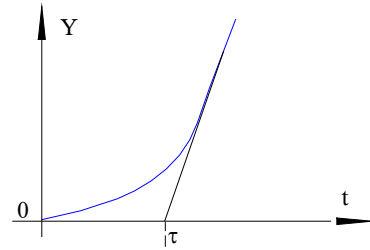
Nội dung : Coi khâu gần đúng của chúng bằng 2 khâu

- Khâu chậm trễ thuần túy
- Khâu quán tính bậc 1

(Trong khoảng thời gian tới τ xem như chưa biến đổi và sau thời gian τ thì biến đổi với tốc độ cực đại).



Có tự cân bằng



Không có tự cân bằng

Vậy đối với đối tượng có tự cân bằng có thể mô tả bởi hàm truyền:

$$W(P)_{dt} = \frac{K_{dt}}{T_{dt} \cdot P + 1} \cdot e^{-P\tau}$$

Và đối với đối tượng không có tự cân bằng:

$$W(P)_{dt} = \frac{K_{dt}}{P} \cdot e^{-P\tau}$$

7.4.1. Đối với hệ thống làm việc với hệ điều chỉnh I và đối tượng có tự cân bằng

Ta có $W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC} \Rightarrow W(P)_{HH} = \frac{K_{dt}}{T_{dt} P + 1} \cdot e^{-P\tau} \cdot \frac{K_I}{P}$

Thay $P = i\omega \Rightarrow W(i\omega)_{HH} = \frac{K_{dt}}{T_{dt} i\omega + 1} \cdot e^{-i\omega\tau} \cdot \frac{K_I}{i\omega}$

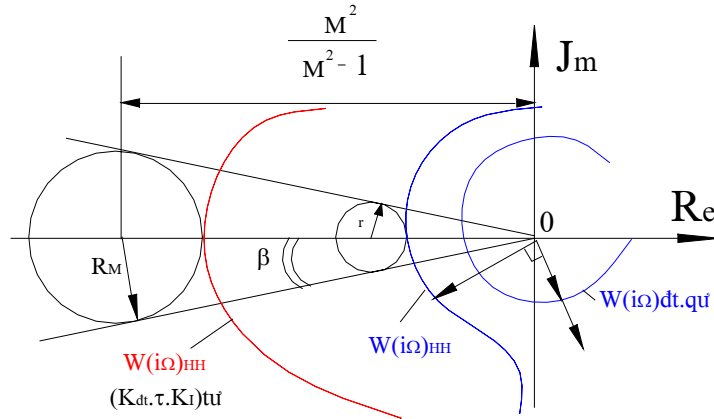
Ta đưa ra đại lượng $\Omega = \omega \cdot \tau$ - Tần số tương đối $\Rightarrow \omega = \frac{\Omega}{\tau}$ thay vào trên ta có:

$$W(i\Omega)_{HH} = \frac{K_{dt} \cdot \tau \cdot K_I}{i\Omega} \cdot \frac{e^{-i\Omega}}{1 + i\Omega \cdot \frac{T_{dt}}{\tau}} \Rightarrow W(i\Omega)_{HH} = W(i\Omega)_{BDC \text{ quóc}} \cdot W(i\Omega)_{DT \text{ quóc}}$$

Vậy bài toán là phải tìm giá trị tối ưu của $(K_{dt} \cdot \tau \cdot K_I)$ ứng với các $\frac{T_{dt}}{\tau}$ xác định.

Ta cũng làm tương tự như ở mục 7.6 như sau:

Dựng đặc tính $W(i\Omega)_{DT}$ quy ước và cho $(K_{dt} \cdot \tau \cdot K_I) = 1 \Rightarrow W(i\Omega)_{HH}$



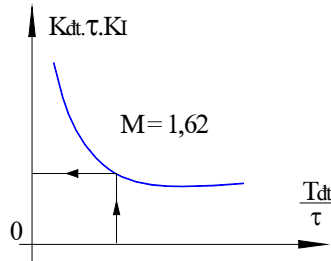
Làm tương tự như mục trước và suy ra $(K_{dt} \cdot \tau \cdot K_I)_{tối\ ưu} \Rightarrow K_I$ ứng với 1 điểm $\frac{T_{dt}}{\tau}$.

Nếu cho $\frac{T_{dt}}{\tau} = 1$ ($M = 1,62$)

$$\Rightarrow (K_{dt} \cdot \tau \cdot K_I) \frac{1}{1,95} = 0,513$$

Nếu cho $\frac{T_{dt}}{\tau}$ những giá trị khác

nhau \Rightarrow quan hệ.



7.4.2. Đối với bộ điều chỉnh tỷ lệ và đối tượng không có tự cân bằng

$$W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC} \Rightarrow W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot e^{-P\tau} \cdot W(P)_{BDC}$$

$$\text{Thay } P = i\omega \Rightarrow W(i\omega)_{HH} = \frac{K_{dt}}{i\omega} \cdot e^{-i\omega\tau} \cdot K_P$$

$$\text{Đặt } \Omega = \omega \cdot \tau \Rightarrow \omega = \frac{\Omega}{\tau}$$

$$W(i\omega)_{HH} = \frac{(K_{dt} \cdot K_P \cdot \tau)}{1} \cdot \frac{e^{-i\Omega}}{i\Omega}$$

$$W(i\Omega)_{HH} = W(i\Omega)_{BDC\ \text{qui\ uoc}} \cdot W(i\Omega)_{DT\ \text{quy\ uoc}}$$

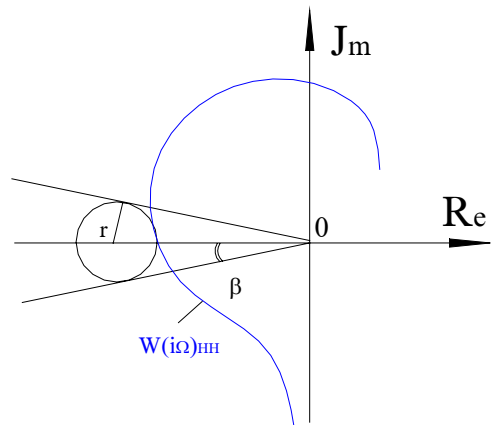
Vậy ta phải tìm $(K_{dt} \cdot K_P \cdot \tau)_{tối\ ưu}$.

Cũng làm tương tự như các mục trên ta có:

$$\text{Khi } M = 1,62 \quad \beta = 38^\circ \Rightarrow r = 1,15$$

$$\Rightarrow (K_{dt} \cdot K_P \cdot \tau)_{t\ u} = 0,87$$

Vậy với M xác định ta có K_P xác định.



$$\text{Ví dụ } M=1,62 \Rightarrow K_p = \frac{0,87}{K_{dt} \cdot \tau}$$

7.4.3. Đối với bộ PI và đối tượng không có tự cân bằng

$$W(P)_{HH} = W(P)_{dt} \cdot W(P)_{BDC} \Rightarrow W(P)_{HH} = \frac{K_{dt1}}{P} \cdot e^{-P\tau} \cdot K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} \right)$$

$$\text{Thay } P = i\omega \Rightarrow W(i\omega)_{HH} = \frac{K_{dt}}{i\omega} \cdot e^{-i\omega\tau} \cdot K_p \left(\frac{T_I + i\omega + 1}{T_I i\omega} \right)$$

$$\text{Đặt } \Omega = \omega \cdot \tau \Rightarrow \omega = \frac{\Omega}{\tau}$$

$$W(i\Omega)_{HH} = K_{dt} \cdot K_p \cdot \tau \cdot \frac{1 + i\Omega \cdot \frac{T_I}{\tau}}{i\Omega \cdot \frac{T_I}{\tau}} \cdot \frac{e^{-i\Omega}}{i\Omega} = (K_{dt} \cdot K_p \cdot \tau) \cdot \left[\frac{e^{-i\Omega}}{i\Omega} + \frac{\frac{e^{-i\Omega}}{i\Omega}}{i\Omega \cdot \frac{T_I}{\tau}} \right] \cdot \frac{e^{-i\Omega}}{i\Omega}$$

Xem $W(i\Omega)_{HH} = W(i\Omega)_{BDC \text{ qui ước}} \cdot W(i\Omega)_{DT \text{ quy ước}}$

Dạng đặc tính của hệ hở khi $(K_{dt} \cdot K_p \cdot \tau) = 1$

Khi $\frac{T_I}{\tau}$ ứng với một giá trị xác định

$$W(i\Omega)_{HH} = W(i\Omega)_{dt} + \frac{W(i\Omega)_{dt}}{i\Omega \cdot \frac{T_I}{\tau}}$$

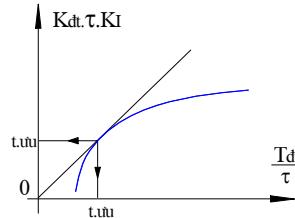
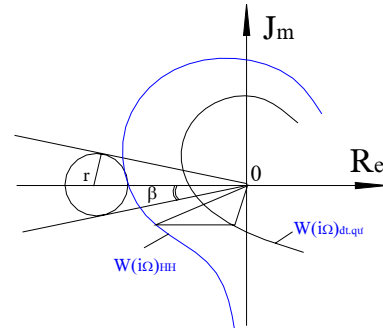
Vậy ứng với mỗi $\frac{T_I}{\tau}$ ta có

một giá trị $(K_{dt} \cdot K_p \cdot \tau)_{\text{tối ưu}}$

Khi cho $M = 1,62$

$$\Rightarrow K_{P_{tu}} = \frac{0,55}{K_{dt1} \cdot \tau}$$

$$T_{itv} = 5 \cdot \tau$$



7.5. Tính toán thông số hiệu chỉnh của hệ thống điều chỉnh nhiều vòng

Khi dùng loại hệ thống điều chỉnh nào đó mà không thỏa mãn yêu cầu thì ta phải sử dụng 1 trong hai phương pháp:

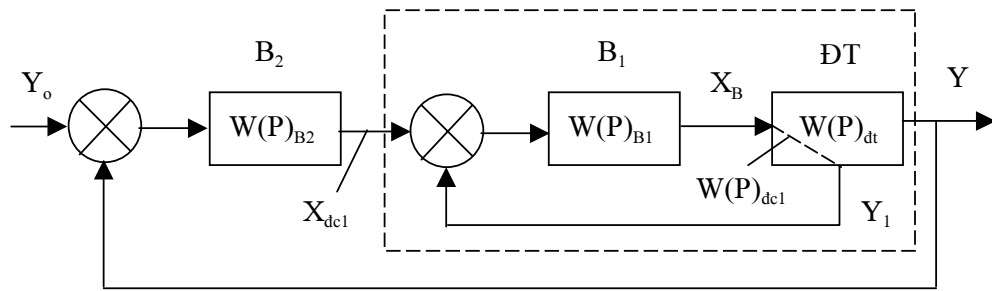
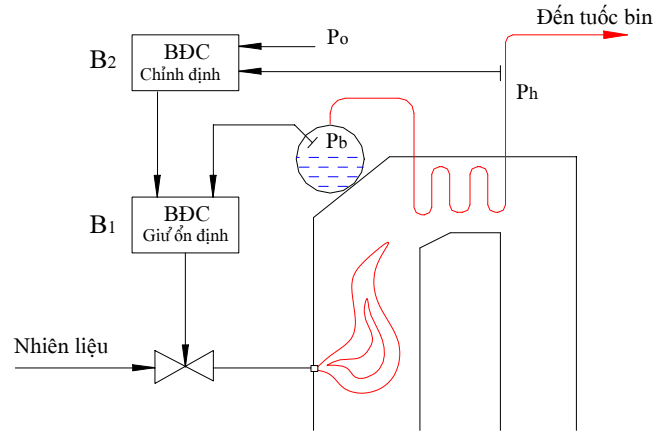
- Phức tạp hóa quá trình điều chỉnh $P \rightarrow PI \rightarrow PID$.
- Phức tạp hóa số vòng điều chỉnh.

Độ trễ và quán tính lớn của các đối tượng trong hệ thống điều chỉnh một vòng là nguyên nhân cơ bản làm giảm sự tác động nhanh và do đó giảm độ chính xác của quá trình điều chỉnh. Để nâng cao độ chính xác điều chỉnh trong điều kiện nói trên có thể dùng giải pháp cải tiến qui luật điều chỉnh theo hướng phức tạp dần qui luật điều chỉnh. Nhưng cách làm đó nhiều khi dẫn đến khó khăn phức tạp về kỹ thuật và công tác hiệu chỉnh. Ngoài ra độ chính xác tối đa luôn bị hạn chế ở một giá trị nào đó phụ thuộc vào độ trễ tuyệt đối của đối tượng điều chỉnh.

Vì vậy trong thực tế người ta thích dùng cách nâng cao chất lượng điều chỉnh bằng việc cải tiến sơ đồ cấu trúc dựa trên cơ sở các thiết bị chế tạo theo các luật điều chỉnh đơn giản.

Ví dụ 1:

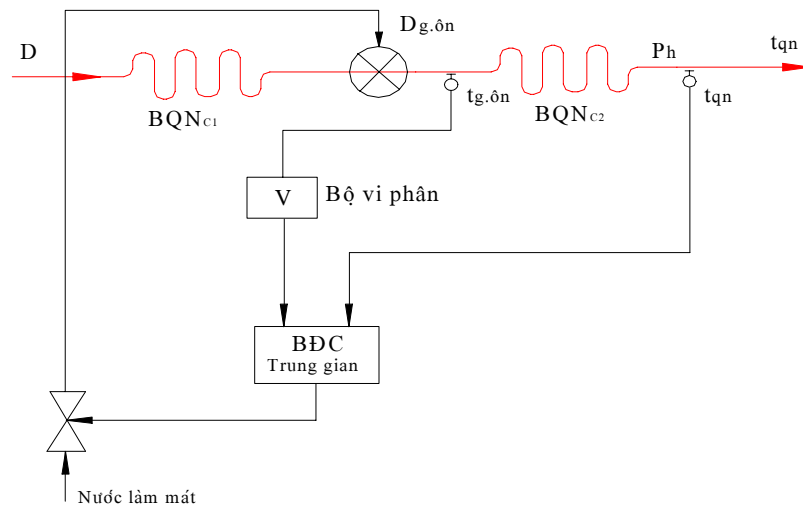
Vòng trong quán tính nhỏ ít biến động nên tác động nhanh hơn nếu không dùng bộ điều chỉnh giữ ổn định \Rightarrow Sơ đồ của hệ thống 2 vòng như hình vẽ:



Sơ đồ điều chỉnh tầng

Ví dụ 2:

Điều chỉnh nhiệt độ của hơi nước trong bộ quá nhiệt



Nói chung để tính chính xác các thông số điều chỉnh của hệ thống nhiều vòng thì phải dùng phương pháp mô hình hóa và bằng máy tính.

Phương pháp gần đúng

Cơ sở: Khi tính ta ngắt riêng các vòng ra (tính vòng trong trước sau đó tính vòng ngoài hoặc ngược lại).

1- Trường hợp 1: Giả thiết trong quá trình làm việc của hệ thống ta có thể ngắt bộ chỉnh định (B_2) ra một thời gian và lúc đó chỉ còn B_1 làm việc.

Trình tự bài toán :

1. Theo $W(P)_{dt1}$ ta xác định thông số hiệu chỉnh B_1 theo các phương pháp tính toán hệ một vòng. $W(P)_{dt1} = \frac{Y_1}{X_B} \Rightarrow W(i\omega)_{dt1}$

2. Xác định thông số hiệu chỉnh của B_2 dựa vào $W(i\omega)$ đối tượng td (bằng cách coi toàn bộ vòng trong là đối tượng tương đương).

Vậy phải tìm hàm truyền $W(P)_{dtd}$

Theo sơ đồ ta có:
$$\begin{cases} \bar{Y} = W(P)_{dt} \cdot \bar{X}_B \\ \bar{Y}_1 = W(P)_{dt1} \cdot \bar{X}_B \end{cases}$$

Mặt khác $\bar{X}_B = W(P)_{B1} (\bar{X}_{dc1} - \bar{Y}_1)$

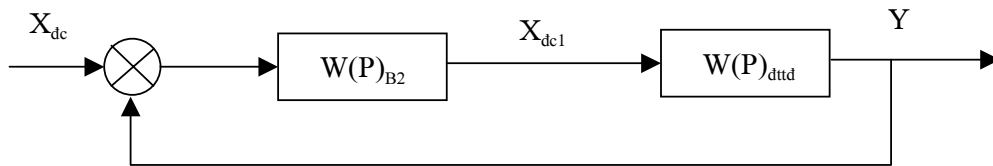
Thay \bar{Y}_1 ở trên vào ta được: $\bar{X}_B = W(P)_{B1} \cdot (\bar{X}_{dc1} - W(P)_{dt1} \cdot \bar{X}_B)$

$\Rightarrow \bar{X}_B = \frac{W(P)_{B1} \cdot \bar{X}_{dc1}}{1 + W(P)_{dt1} \cdot W(P)_{B1}}$. Thay \bar{X}_B vào phương trình trên

$\Rightarrow \bar{Y} = \frac{W(P)_{dt} \cdot W(P)_{B1}}{1 + W(P)_{dt1} \cdot W(P)_{B1}} \cdot \bar{X}_{dc1}$

$\Rightarrow W(P)_{dtd} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_{dc1}} = \frac{W(P)_{dt} \cdot W(P)_{B1}}{1 + W(P)_{dt1} \cdot W(P)_{B1}}$

Từ đây ta có $W(i\omega)_{dtd}$ và bằng phương pháp tính toán cho hệ một vòng ta tìm được các thông số hiệu chỉnh của B_2



2- Trường hợp 2: quán tính của vòng điều chỉnh có bộ điều chỉnh ổn định B_1 nhỏ hơn nhiều so với quán tính của vòng điều chỉnh có bộ điều chỉnh chỉnh định B_2

\Rightarrow Hầu như $Y_1 \approx X_{dc1}$

Trường hợp này ta tính vòng ngoài trước. Vậy tìm $W(P)_{dtd2} = ?$

Dựa vào các phương trình :

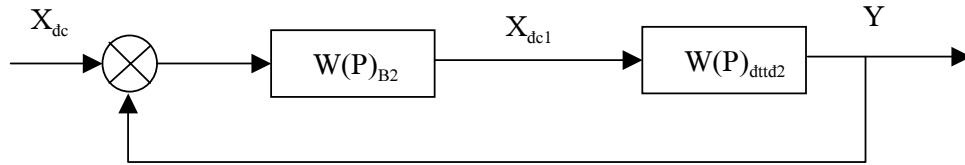
$$\begin{cases} \bar{Y}_1 \approx \bar{X}_{dc1} & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{Y}_1 = W(P)_{dt1} \cdot \bar{X}_B & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{Y} = W(P)_{dt} \cdot \bar{X}_B & (3) \end{cases}$$

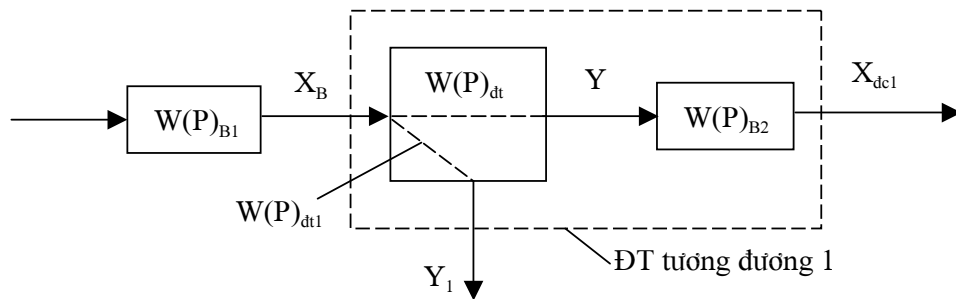
Từ phương trình (3) $\Rightarrow \bar{X}_B = \frac{\bar{Y}}{W(P)_{dt}}$ thay vào phương trình (2)

$$\Rightarrow \bar{Y}_1 = W(P)_{dt1} \cdot \frac{\bar{Y}}{W(P)_{dt}} \approx \bar{X}_{dc1} \Rightarrow \frac{\bar{Y}}{X_{dk1}} = \frac{W(P)_{dt}}{W(P)_{dt1}} = W(P)_{dtd2}$$



1. Dụng $W(P)_{dtd2} \Rightarrow$ Thông số điều chỉnh tối ưu của B_2 bằng phương pháp thông thường giống như hệ thống 1 vòng

2. Xác định hàm truyền bộ điều chỉnh tương đương đối với $B_1 \Rightarrow W(P)_{dtd1} = ?$



Do $Y_1 \approx X_{dc1}$ nên nối với nhau \Rightarrow Ta có: $W(P)_{dtd1} = W(P)_{dt1} + W(P)_{dt} \cdot W(P)_{B2}$

3- Dụng ĐTBK của đối tượng tương đương 1 và căn cứ theo nó xác định thông số điều chỉnh tối ưu của B_1 .

7.6. Dựng quá trình quá độ của hệ thống

Khi tính toán một hệ thống tự động thì đầu tiên ta phải dựa trên chất lượng quá trình điều chỉnh => chọn được bộ điều chỉnh => ghép bộ điều chỉnh vào đối tượng thì quá trình quá độ xảy ra như thế nào ? Vậy ta phải dựng quá trình quá độ để kiểm tra lại chất lượng. Có nhiều phương pháp để dựng quá trình quá độ của hệ thống, nhưng trong thực tế ta thường dùng phương pháp hình thang.

Phương pháp hình thang

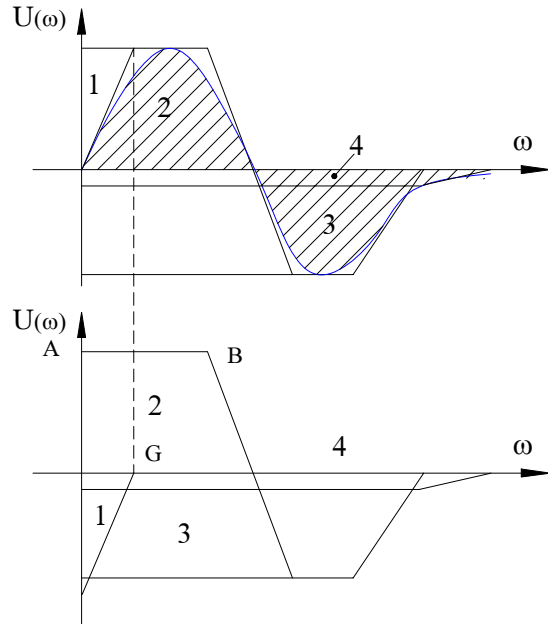
1- Dựng được ĐTT của hệ kín

$$W(i\omega)_{HK} = U(\omega) + i V(\omega)$$

2- Dùng các đường thẳng song song trục hoành chia $U(\omega)$ thành các hình thang vuông sác cho tổng diện tích của các hình thang này bằng diện tích nằm dưới đường cong.

Đối với một hình thang hoàn toàn xác định nếu biết

$$(r_o; \omega_1, \alpha = \frac{\omega_o}{\omega_1})$$

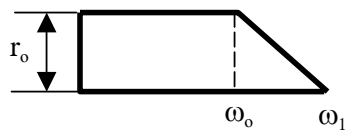


3- Xác định các thông số hình thang

Số hình thang	r_o	ω_1	$\alpha = \frac{\omega_o}{\omega_1}$
1			
2			
3			
4			

Trong sổ tay ta cho các quá trình quá độ đối với các hình thang đơn vị $r_o = 1$

$$\omega_1 = 1 \text{ còn } \alpha = \frac{\omega_o}{\omega_1} = 0 \div 0,9$$



$\alpha = ?$	
t bảng	hæ

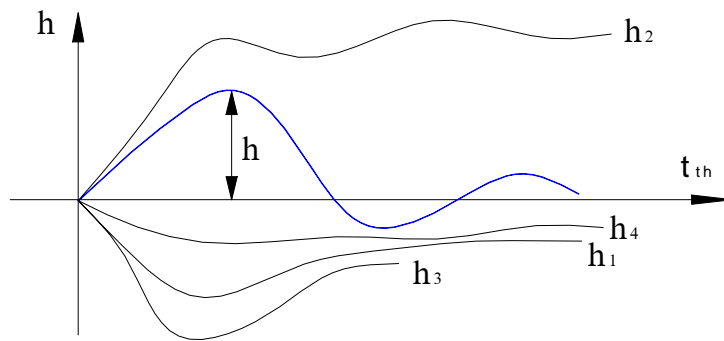
4- Căn cứ vào giá trị α của từng hình thang ta tra các quá trình quá độ của hình thang đơn vị cũng có α như vậy.

Từ biên độ dao động với hình thang đơn vị ($h\alpha$) ta tính được biên độ thực tế:

$$h = r_o \cdot h\alpha . \text{ Để được thời gian thực } \Rightarrow t_{th} = t_{bảng} : \omega_1$$

5- Dựng các quá trình quá độ do hình thang gây nên.

6- Cộng tung độ tất cả các hình thang \Rightarrow có quá trình quá độ \Rightarrow ta đã dựng được quá trình quá độ của hệ thống *Khi kiểm tra thì ta nhân biên độ với số % độ mở của nhiễu.*



MỤC LỤC

	Trang
PHẦN I: LÝ THUYẾT ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG	6
CHƯƠNG 1: MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VÀ KHÁI NIỆM CƠ BẢN	7
1.1. Sơ lược về quá trình phát triển của Lý thuyết điều chỉnh tự động và một số thuật ngữ của LTĐCTĐ	7
1.2. Các nguyên tắc điều chỉnh tự động	12
1.3. Phân loại các hệ thống tự động	14
1.4. Nhiệm vụ của Lý thuyết điều chỉnh tự động	15
CHƯƠNG 2: TÍNH CHẤT CỦA ĐỐI TƯỢNG ĐIỀU CHỈNH VÀ XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA CHÚNG	17
2.1. Tính chất của đối tượng có một dung lượng	17
2.2. Tính chất của các đối tượng phức tạp	26
2.3. Sự ảnh hưởng của các tính chất đối tượng lên quá trình tác động (điều chỉnh)	29
CHƯƠNG 3: TÍNH CHẤT CỦA CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH VÀ CÁCH XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CỦA CHÚNG	30
3.1. Cấu tạo của bộ điều chỉnh	30
3.2. Phân loại các bộ điều chỉnh	32
3.3. Cách xây dựng phương trình động học của các phần tử của bộ điều chỉnh	35
CHƯƠNG 4: CÁC KHẤU TIÊU BIỂU CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG VÀ CÁC ĐẶC TÍNH ĐỘNG CỦA CHÚNG	38
4.1. Phân loại các khâu	38
4.2. Các đặc tính động của các khâu trong hệ thống tự động	39
4.3. Các khâu tiêu biểu của HTTĐ và các đặc tính động của chúng	48
CHƯƠNG 5: PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG	58
5.1. Phương pháp thế	58
5.2. Phương pháp định thức	60
5.3. Phương pháp dùng hàm số truyền của các khâu và của hệ thống	61
CHƯƠNG 6: TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG	63
6.1. Khái niệm về tính ổn định của hệ thống tự động	63
6.2. Tiêu chuẩn ổn định đại số Hurwitz (Đức)	66
6.3. Tiêu chuẩn ổn định MuxauAob (Nga)	67
6.4. Tiêu chuẩn Nyquist - Mỹ (tiêu chuẩn ổn định biên độ pha -1932)	69
6.5. Tổng hợp hệ thống tự động xuất phát từ điều kiện ổn định	70
6.6. Độ dự trữ ổn định của hệ thống tự động	72
6.7. Chất lượng của quá trình điều chỉnh	72
6.8. Các quá trình quá độ tối ưu điển hình	74
6.9. Cách chọn bộ điều chỉnh	74
CHƯƠNG 7: TÍNH TOÁN HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG	77
7.1. Tìm hàm số truyền của đối tượng khi biết đường cong bay lên của nó	77
7.2. Điều kiện điều chỉnh tối ưu của hệ thống điều chỉnh một vòng	81

7.3. Tính toán thông số điều chỉnh tối ưu	85
7.4. Phương pháp gần đúng để xác định thông số hiệu chỉnh tối ưu của hệ thống điều chỉnh 1 vòng	90
7.5. Tính toán thông số hiệu chỉnh của hệ thống điều chỉnh nhiều vòng	92
7.6. Dụng quá trình quá độ của hệ thống	96
PHẦN II: CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG	98
CHƯƠNG 1: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG	99
1.1. Các bộ điều chỉnh lý tưởng	99
1.2. Các bộ điều chỉnh công nghiệp (Bộ điều chỉnh thực tế)	104
1.3. Cấu tạo chung của các bộ điều chỉnh	108
CHƯƠNG 2: CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH TÁC ĐỘNG TRỰC TIẾP	109
2.1. Bộ điều chỉnh áp suất thực hiện qui luật điều chỉnh tỷ lệ P	109
2.2. Bộ điều chỉnh áp suất thực hiện qui luật điều chỉnh I	110
CHƯƠNG 3: BỘ ĐIỀU CHỈNH GIÁN TIẾP	111
3.1. Các bộ điều chỉnh điện	111
3.2. Các bộ điều chỉnh khí nén	115
3.3. Các bộ điều chỉnh thủy lực	124
CHƯƠNG 4: VI XỬ LÝ TRONG KỸ THUẬT TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN	129
PHẦN III: MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐỐI TƯỢNG NHIỆT TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN	135
CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG Lò CÓ BAO HƠI	136
1.1. Hệ thống điều chỉnh quá trình cháy của lò	136
1.2. Hệ thống điều chỉnh tự động nhiệt độ hơi quá nhiệt	144
1.3. Hệ thống điều chỉnh cấp nước	148
1.4. Hệ thống điều chỉnh tự động chất lượng nước	150
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH THIẾT BỊ PHỤ TRONG PHÂN XỬNG TUỐC BIN	151
2.1. Hệ thống tự động bình khử khí	151
2.2. Hệ thống điều chỉnh tự động bộ giảm ôn giảm áp	152
2.3. Hệ thống điều chỉnh tự động bình gia nhiệt	152
CHƯƠNG 3: TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG LẠNH	154
3.1. Yêu cầu, nhiệm vụ và phân loại	154
3.2. Tự động hóa máy nén lạnh	157
3.3. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ	170
3.4. Tự động hóa thiết bị bay hơi	175
3.5. Một số mạch điện điều khiển tự động hệ thống lạnh	185
TÀI LIỆU THAM KHẢO	1

PHẦN II

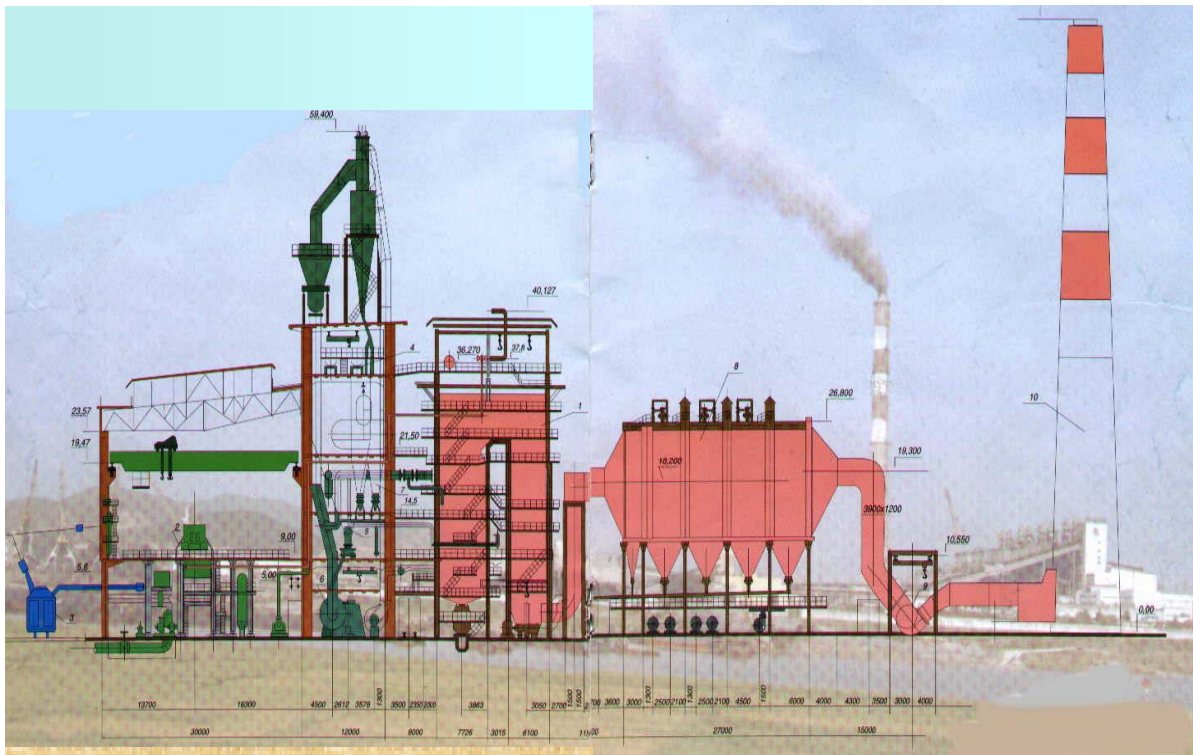
CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

CHƯƠNG 1: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

CHƯƠNG 2: CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH TÁC ĐỘNG TRỰC TIẾP

CHƯƠNG 3: CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH TÁC ĐỘNG GIÁN TIẾP

CHƯƠNG 4: ỨNG DỤNG VI XỬ LÝ TRONG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG



CHƯƠNG 1: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG



Nhiệm vụ của hệ thống điều chỉnh là giữ ổn định một đại lượng điều chỉnh nào đó bằng cách tác động lên đối tượng thông qua cơ quan điều chỉnh. Khi xuất hiện sai lệch của đại lượng điều chỉnh, bộ điều chỉnh (BĐC) sẽ tác động lên đối tượng theo hướng đưa đại lượng điều chỉnh trở về giá trị ban đầu. Tác động điều chỉnh này có thể mang tính quy luật định trước. Mối quan hệ toán học giữa tác động điều chỉnh (đầu ra của BĐC) Y và độ sai lệch của đại lượng điều chỉnh (đầu vào của BĐC) X gọi là qui luật điều chỉnh. Trong công nghiệp để đạt được chất lượng điều chỉnh cao đối với mỗi đại lượng điều chỉnh phải xác định cho BĐC một qui luật điều chỉnh

1.1. Các bộ điều chỉnh lý tưởng

Là các BĐC mà chỉ có 1 qui luật.

1.1.1. Bộ điều chỉnh tỷ lệ P: là BĐC thực hiện theo qui luật: $Y = -K_p \cdot X$

(Hàm truyền đạt, đặc tính tần số, đặc tính thời gian của BĐC tỷ lệ hoàn toàn giống một khâu tỷ lệ)

$$\Rightarrow Y' = -K_p \cdot X'$$

K_p là hệ số tỷ lệ và cũng là thông số của bộ điều chỉnh P

$$W_p(P) = \frac{\bar{Y}}{X} = -K_p$$

$$W_p(i\omega) = -K_p = K_p \cdot e^{i\pi}$$

* Đặc tính tĩnh (ở chế độ xác lập)

Tức là thông số giữ luôn nhỏ hơn giá trị yêu cầu 1 lượng nào đó

$\frac{Y_1 - Y_2}{Y_{TB}}$ độ không đồng đều của BĐC

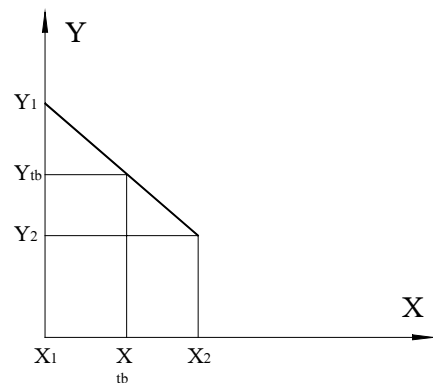
$\delta = \frac{1}{K_p}$ là hệ số tĩnh của BĐC

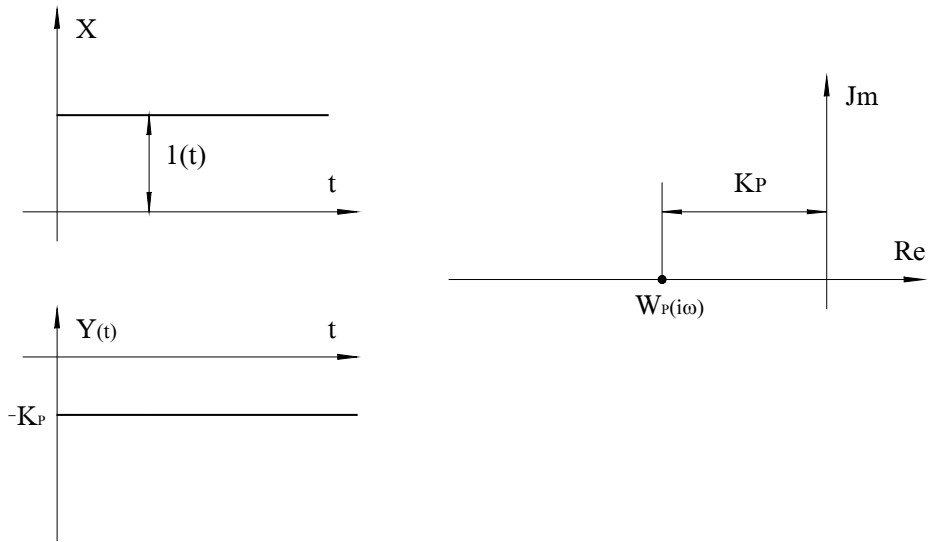
* Đặc tính biên độ pha $W(i\omega)_p$

* Đặc tính thời gian (Hàm quá độ)

khi $X = 1(t)$

$$Y(t) = -K_p$$





1.1.2. Bộ điều chỉnh tích phân I

Là BDC thực hiện theo qui luật

$$\begin{cases} Y = -K_I \int X dt \\ \frac{dY}{dt} = -K_I \cdot X \end{cases}$$

K_I - hệ số tỷ lệ và là thông số điều chỉnh.

Đây là BDC phi tĩnh, thực hiện quá trình điều chỉnh phi tĩnh không có sai lệch dư. Tốc độ chuyển dịch của cơ quan điều chỉnh tỷ lệ với độ sai lệch của thông số điều chỉnh (TSDC).

Hàm truyền : $W_I(P) = \frac{\bar{Y}}{X} = -\frac{K_I}{P}$

$\Rightarrow W(i\omega)_I = \frac{-K_I}{i\omega} = \frac{-iK_I}{\omega} = \frac{K_I}{\omega} \cdot e^{-i\frac{\pi}{2}}$

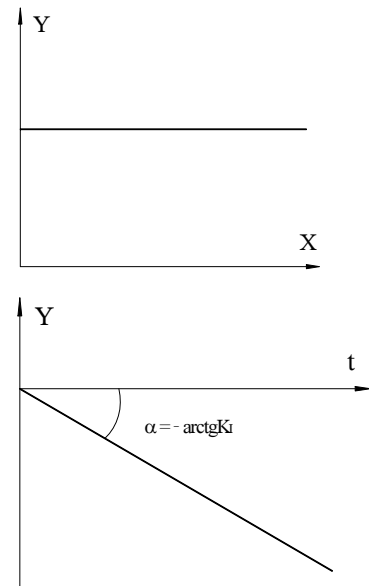
Đặc tính tĩnh :

Bộ điều chỉnh luôn luôn giữ thông số ra đúng yêu cầu

Khi $X = \text{const} = 1 \Rightarrow \frac{dY}{dt} = -K_I$

\Rightarrow Hàm quá độ $Y(t) = -K_I \cdot t$

BDC này tác động chậm.



1.1.3. Bộ điều chỉnh tỷ lệ tích phân PI

$Y = -K_p X - K_I \int X dt$

Là BDC phi tĩnh thực hiện quá trình điều chỉnh phi tĩnh không có sai lệch dư tác động nhanh.

Hai thông số điều chỉnh của bộ điều chỉnh là K_p và T_I (thời gian tích phân)

$$Y = -K_p \left(X + \frac{1}{T_I} \int X dt \right)$$

$$\Rightarrow Y' = -K_p \left(X' + \frac{1}{T_I} X \right)$$

"Tốc độ chuyển dịch của cơ quan điều chỉnh tỷ lệ với tốc độ sai lệch và độ biến đổi của TSDC"

$$\text{Hàm truyền : } W(P)_{PI} = \frac{\bar{Y}}{X} = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} \right)$$

$$\Rightarrow W(i\omega)_{PI} = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot i\omega} \right)$$

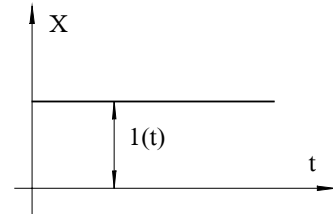
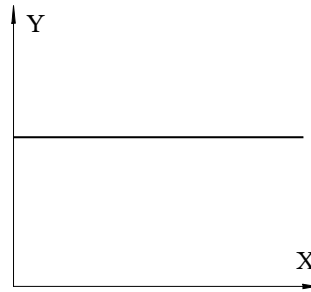
$$= -K_p \left(1 + i \frac{-1}{T_I \cdot \omega} \right) = -K_p + i \frac{K_p}{T_I \omega}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\left(\frac{K_p}{T_I \omega} \right)^2 + K_p^2}$$

$$\theta = \arctg \frac{v}{u} = \arctg \frac{-1}{T_I \omega}$$

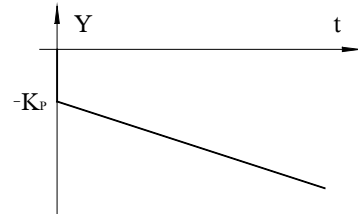
$$\text{Hay : } W(i\omega)_{PI} = \sqrt{\left(\frac{K_p}{T_I \omega} \right)^2 + K_p^2} e^{-i \arctg \frac{1}{T_I \omega}}$$

Đặc tính tĩnh:



Đặc tính thời gian $Y(t) = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I} t \right)$

Bộ điều chỉnh PI có thể biểu diễn bằng mối liên kết song song giữa khâu tỷ lệ và khâu tích phân.



1.1.4. Bộ điều chỉnh PID

$$Y = -K_p \left(X + \frac{1}{T_I} \int X dt + T_D \frac{dX}{dt} \right)$$

- Bộ điều chỉnh thực hiện quá trình điều chỉnh phi tĩnh, không có sai lệch dư.
- Thành phần tỷ lệ quyết định tính tác động nhanh của BDC.
- Thành phần tích phân quyết định tính phi tuyến của BDC.

- Còn thành phần vi phân dự báo xu thế thay đổi của đại lượng điều chỉnh, tăng độ ổn định, cải thiện chất lượng điều chỉnh.

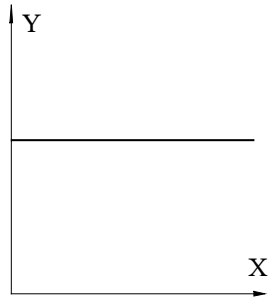
$$\text{Hay từ trên ta có } Y' = -K_p \left(X' + \frac{1}{T_I} X + T_D X'' \right)$$

$$\text{Hàm truyền: } W(P) = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} + T_D \cdot P \right)$$

$$\Rightarrow W(i\omega)_{PID} = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot i\omega} + T_D \cdot i\omega \right) = -K_p \left(1 + i \left(\frac{-1}{T_I \omega} + T_D \omega \right) \right)$$

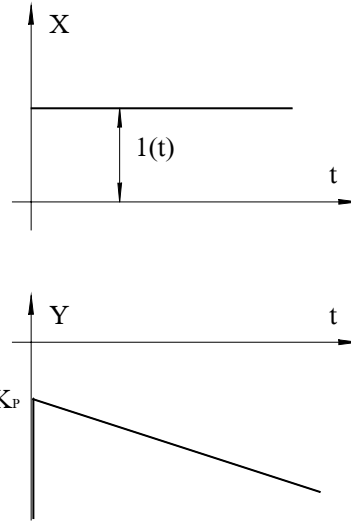
$$W(i\omega)_{PID} = -\frac{K_p}{T_I \cdot \omega} \sqrt{T_I^2 \cdot \omega^2 + (T_I T_D \omega^2 - 1)^2} \cdot e^{i \arctg \frac{T_I T_D \omega^2 - 1}{T_I \omega}}$$

Đặc tính tĩnh:



Đặc tính thời gian :

$$Y(t) = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I} t \right)$$



1.1.5. Bộ điều chỉnh PD: $Y = -K_p \left(X + T_D \frac{dX}{dt} \right)$

- Kết quả điều chỉnh luôn có sai lệch dư.

- Tác động nhanh và có khả năng dự báo ngăn chặn xu thế biến đổi của đại lượng điều chỉnh.

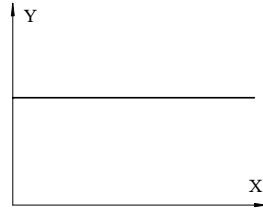
$$\text{Từ trên ta có: } Y' = -K_p (X' + T_D X'')$$

$$\Rightarrow W(P)_{PD} = -K_p (1 + T_D \cdot P)$$

$$W(i\omega)_{PD} = -K_p (1 + T_D \cdot i\omega)$$

$$\text{Hay : } W(i\omega)_{PD} = K_p \sqrt{1 + T_D^2 \cdot \omega^2} \cdot e^{i(\pi + \arctg T_D \omega)}$$

Đặc tính tĩnh:



Đặc tính thời gian:

$$Y(t) = -K_p X$$

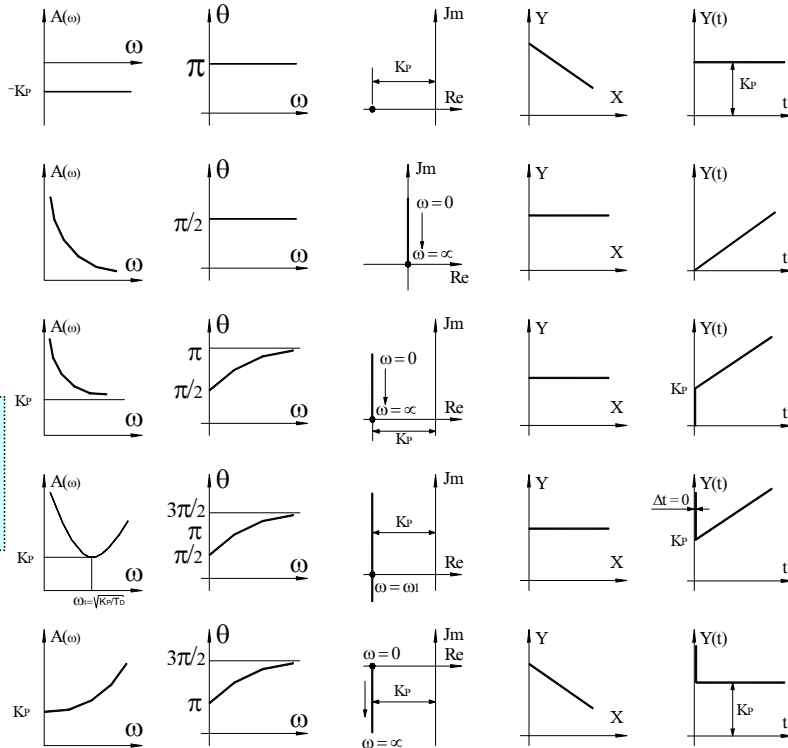
P $Y = -K_p X$
 $Y' = -K_p X'$
 $W_{(p)} = -K_p$

I $Y = -K_i \int X dt$
 $Y' = -K_i X$
 $W_{(p)} = -K_i/P$

P $Y = -K_p(X + 1/T_I \int X dt)$
 $Y' = -K_p[X' + (1/T_I) \cdot X]$
I $W_{(p)} = -K_p(1 + 1/T_I P)$

P $Y = -K_p(X + 1/T_I \int X dt + T_D \cdot dx/dt)$
I $Y' = -K_p[X' + (1/T_I) \cdot X + T_D X'']$
D $W_{(p)} = -K_p(1 + 1/T_I P + T_D P)$

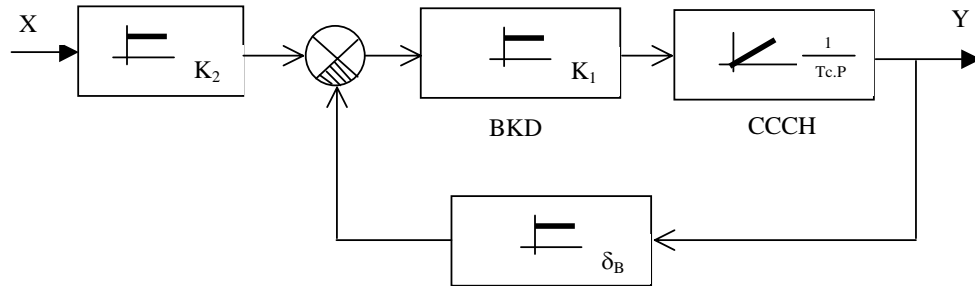
P $Y = -K_p(X + T_D \cdot dx/dt)$
 $Y' = -K_p[X' + T_D X'']$
D $W_{(p)} = -K_p(1 + T_D P)$



1.2. Các bộ điều chỉnh công nghiệp (Bộ điều chỉnh thực tế)

1.2.1. Bộ điều chỉnh tỷ lệ P

Trong thực tế bộ điều chỉnh P được tạo ra theo sơ đồ cấu trúc như sau:



(T_C - hằng số thời gian của cơ cấu chấp hành tức là thời gian mà cơ cấu chấp hành chuyển van điều chỉnh từ đơn vị cực tiểu đến cực đại)

Gọi hàm truyền của bộ điều chỉnh lý tưởng:

$$W(P)_p = -K_p = \frac{1}{\delta} \tag{1}$$

Ta lập hàm truyền của bộ điều chỉnh thực tế:

$$\Rightarrow W(P) = \frac{\frac{K_1}{T_C \cdot P} K_2}{1 + \frac{K_1}{T_C \cdot P} \delta_B} = \frac{\frac{K_2}{\delta_B}}{\frac{T_C \cdot P}{K_1 \cdot \delta_B} + 1}$$

Ký hiệu: $\frac{\delta_B}{K_2} = \delta$ và $\frac{T_C}{K_1 \cdot \delta_B} = T_{KP}$ thì ta có $W(P) = \frac{1}{\delta} \cdot \frac{1}{T_{KP} \cdot P + 1}$

Ký hiệu: $\frac{1}{T_{KP} \cdot P + 1} = W(P)_{KP} \Rightarrow W(P) = W(P)_p \cdot W(P)_{KP}$

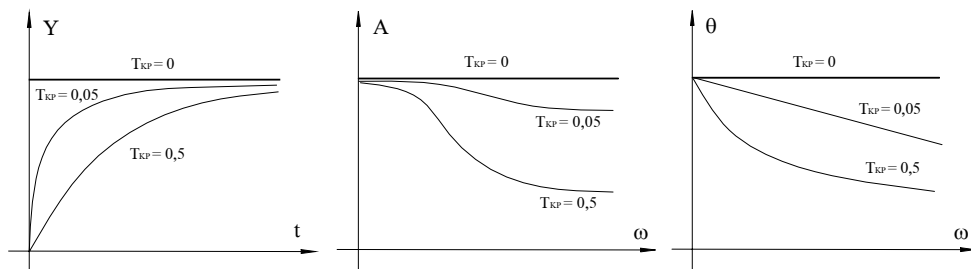
So sánh với (1) thì hàm truyền của BĐC thực tế khác với hàm truyền của BĐC lý tưởng và ta có thể xem nó như được mắc thêm hàm truyền của một khâu phụ nào đấy.

Vậy vấn đề là với điều kiện nào thì BĐC thực tế làm việc tốt nhất (tức là giống với BĐC lý tưởng).

Ta thấy rằng khi $W(P)_{KP} \rightarrow 1$ thì BĐC thực tế dần đến BĐC lý tưởng

Hay tức là khi: $\begin{cases} K_1 \rightarrow \infty \\ T_C \rightarrow 0 \end{cases}$

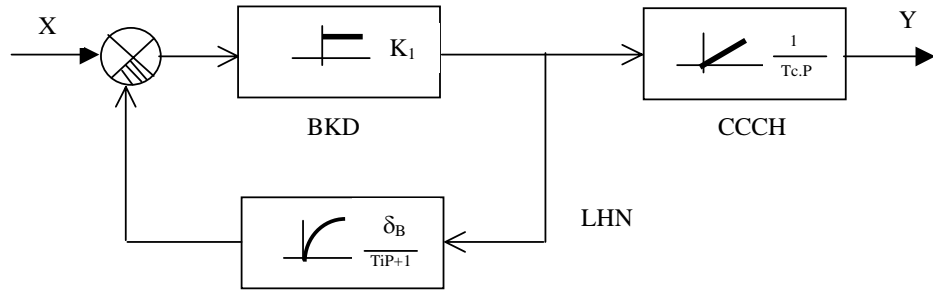
Nhưng điều này không thể thực hiện được \Rightarrow sự sai khác giữa bộ thực tế và lý tưởng là điều đương nhiên. Tuy nhiên càng giảm T_C và tăng K_1 thì càng tốt.



1.2.2. Bộ điều chỉnh PI

Để hình thành quy luật điều chỉnh PI thường ta thực hiện theo sơ đồ sau:

1- Sơ đồ 1: (Tạo khâu liên hệ nghịch không bao cơ cấu chấp hành)



Khâu liên hệ nghịch là khâu có quán tính bậc 1 và có hàm truyền $\frac{\delta_B}{T_1.P + 1}$

Đối với bộ lý tưởng:

$$W(P)_{PI} = -K_p \left(1 + \frac{1}{T_I P} \right) = \frac{T_I \cdot P + 1}{\delta T_I \cdot P} \quad \text{Trong đó } \left(-K_p = \frac{1}{\delta} \right)$$

Tìm hàm truyền bộ điều chỉnh thực tế:

$$W(P) = \frac{K_1}{1 + K_1 \frac{\delta_B}{T_1 P + 1}} \frac{1}{T_C \cdot P}$$

Đặt: $\frac{\delta_B T_C}{T_I} = \delta$ (và xem $T_1 = T_I$) $\Rightarrow W(P) = \frac{K_1 (T_I P + 1)}{T_C \cdot P (T_I P + 1) + K_1 \delta \cdot P T_I}$

Ta đưa về dạng: $W(P) = W(P)_{PI} W(P)_{KP}$

$$\Rightarrow W(P)_{KP} = \frac{W(P)}{W(P)_{PI}} = \frac{K_1 (T_I P + 1) (-\delta T_I P)}{[T_C \cdot P (T_I P + 1) + K_1 \delta_B T_I] (T_I P + 1)}$$

Hay $W(P)_{KP} = \frac{K_1 T_I \cdot \delta}{T_C (T_I P + 1) + K_1 \delta_B T_I}$

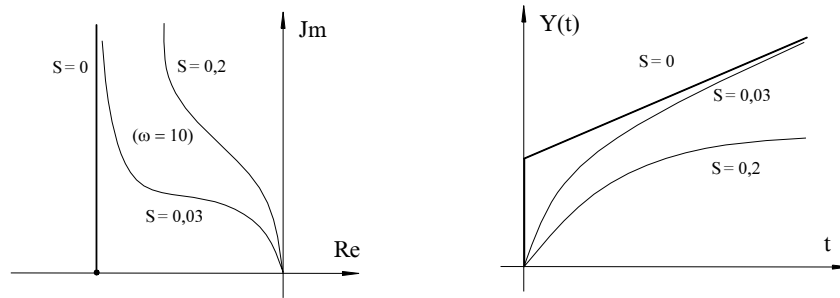
Ký hiệu $S = \frac{T_C}{K_1 \cdot \delta T_I} \Rightarrow W(P)_{KP} = \frac{\frac{1}{S}}{(T_I P + 1) + \frac{1}{S}}$

Hay dưới dạng: $W(P)_{KP} = \frac{1}{(S + 1) \left[\left(\frac{S T_I}{S + 1} \right) P + 1 \right]}$

Đây thực chất là khâu quán tính bậc 1 mà hằng số thời gian

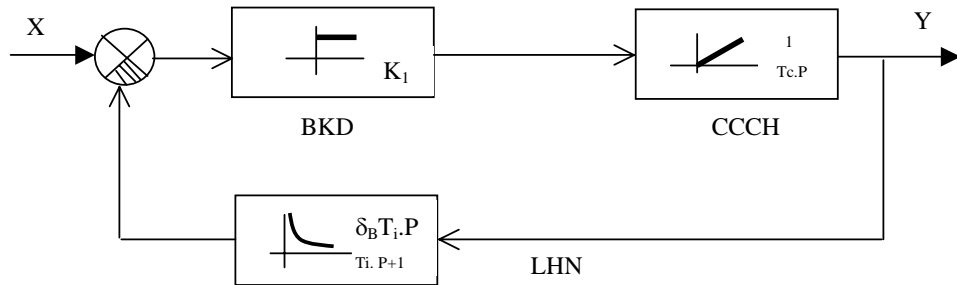
$$T_{KP} = \frac{S T_I}{S + 1} \quad \text{và} \quad K = \frac{1}{S + 1}$$

Dạng DTBF:



2- Sơ đồ 2: Sử dụng khâu liên hệ nghịch bao toàn bộ cơ cấu chấp hành và bộ điều chỉnh.

Mạch liên hệ nghịch là khâu vi phân thực:

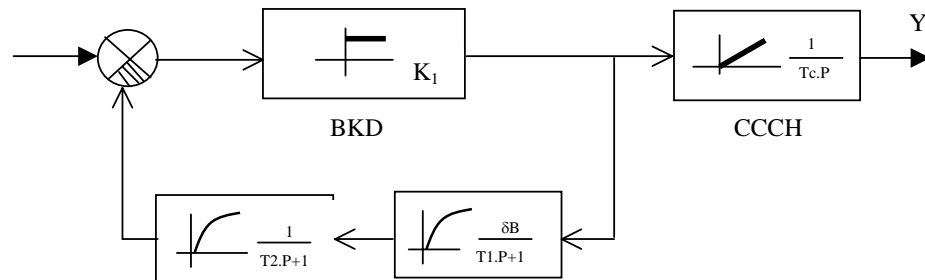


$$\Rightarrow W(P) = \frac{\frac{K_1}{T_c \cdot P}}{1 + \frac{K_1}{T_c \cdot P} \cdot \frac{\delta_B \cdot T_1 \cdot P}{T_1 \cdot P + 1}} \quad \text{Đặt } \delta = \delta_B ; T_1 = T_1 ; S = \frac{T_c}{K_1 \cdot \delta \cdot T_1}$$

$$\text{Hay: } W(P)_{KP} = \frac{1}{(S + 1) \left[\left(\frac{S T_1}{S + 1} \right) P + 1 \right]}$$

Giống sơ đồ 1 \Rightarrow ảnh của chúng cũng vậy. Khi S tăng thì bộ điều chỉnh thực tế khác xa bộ điều chỉnh lý tưởng. Ưu điểm của sơ đồ 2 là khi giá trị T_1 thay đổi thì δ không đổi.

1.2.3. Bộ điều chỉnh PID: Ta phải cho đi qua 2 khâu quán tính bậc 1 mắc nối tiếp như sau:



Đối với bộ PID lý tưởng:

$$W(P)_{PID} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_I \cdot P} + T_D \cdot P \right) \quad \text{Hay} \quad W(P)_{PID} = \frac{1}{\delta} \left(\frac{T_I \cdot P + 1 + T_D \cdot T_I \cdot P^2}{T_I \cdot P} \right)$$

Với bộ thực tế thì theo sơ đồ trên

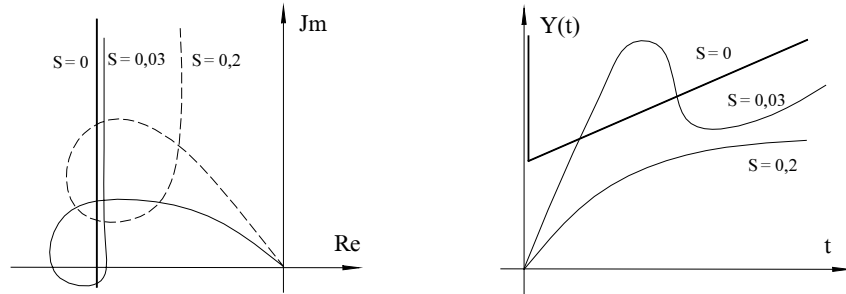
$$\Rightarrow W(P) = \frac{K_1}{1 + \frac{K_1 \cdot \delta_B}{(T_1 \cdot P + 1)(T_2 \cdot P + 1)}} \frac{1}{T_C \cdot P} = W(P)_{PID} \cdot W(P)_{KP}$$

$$\Rightarrow W(P)_{KP} = \frac{W(P)}{W(P)_{PID}}$$

$$\text{Đặt: } \frac{T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2} = T_D \quad ; \quad T_1 + T_2 = T, \delta = \delta_B \quad ; \quad S = \frac{1}{K_1 \cdot \delta_B} = \frac{T_C}{K_1 \cdot \delta \cdot T_I}$$

$$\frac{T_D}{T_I} = \frac{T_1 \cdot T_2}{(T_1 + T_2)^2} = K \quad \Rightarrow \quad W(P)_{KP} = \frac{1}{(S + 1) \left[\left(\frac{K \cdot S \cdot T_I^2}{S + 1} \right) P^2 + \left(\frac{S T_I}{S + 1} \right) P + 1 \right]}$$

Dựng ĐTBĐ:

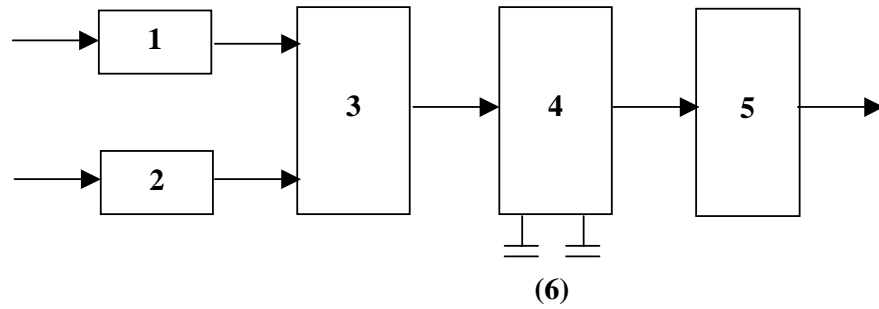


Từ trên ta có $S \rightarrow 0 \Rightarrow W(P) = W(P)_{PID}$

Kết luận chung:

- Để xây dựng các quy luật điều chỉnh trong các bộ điều chỉnh công nghiệp phải sử dụng các mạch liên hệ nghịch, các mạch trên có thể bao bộ khuếch đại hoặc bao cả bộ khuếch đại lẫn cơ cấu chấp hành.
- Tùy thuộc vào quy luật điều chỉnh được hình thành mà các mạch liên hệ nghịch có thể là khâu tỷ lệ hoặc khâu quán tính bậc 1, bậc 2 ...
- Do xuất hiện các mạch liên hệ nghịch trên nên hàm truyền các bộ điều chỉnh thực tế khác so với hàm truyền bộ điều chỉnh lý tưởng, sự sai khác này càng lớn nếu hằng số thời gian của cơ cấu chấp hành càng lớn và hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại càng nhỏ.

1.3. Cấu tạo chung của các bộ điều chỉnh



1- Phần tử đo lường: Dùng để đo sự thay đổi của TSĐC và chuyển đổi nó thành tín hiệu phù hợp để truyền tới phần tử tiếp theo, phần tử này được cấu tạo gồm hai phần:

- + Phần tử nhạy cảm
- + Bộ chuyển đổi

2- Bộ định trị: dùng để đặt các giá trị cho trước của thông số điều chỉnh.

3- Phần tử so sánh: dùng để so sánh giá trị thực tế TSĐC với giá trị cho trước của nó, từ đó tìm ra độ sai lệch giữa chúng.

4- Phần tử điều khiển: dùng tính toán giá trị của tác động điều chỉnh dựa trên độ sai lệch giữa giá trị thực tế và giá trị đặt trước của thông số điều chỉnh.

5- Phần tử chấp hành: dùng để chuyển đổi tín hiệu từ phần tử điều khiển thành sự chuyển dịch của cơ quan điều chỉnh dựa trên cơ sở sử dụng năng lượng phụ từ bên ngoài.

6- Các cơ quan hiệu chỉnh: nhờ đó mà ta có thể đạt được các giá trị K_p , T_I , T_D ...

CHƯƠNG 2: CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH TÁC ĐỘNG TRỰC TIẾP

Lực để chuyển dịch cơ quan điều chỉnh được sinh ra bởi hệ thống đo lường của nó khi thông số điều chỉnh lệch khỏi giá trị cho trước.

- Đặc điểm:
- Kết cấu đơn giản
 - Độ nhạy của chúng không cao
 - Không thể thực hiện điều khiển từ xa

Chúng chỉ thực hiện các qui luật điều chỉnh đơn giản P, I. Thông thường ta so sánh lực do phần tử đo lường sinh ra với lực do phần tử định trị sinh ra và hiệu của 2 lực này dùng để vận chuyển cơ quan điều chỉnh.

- Phần tử đo lường thường là các chi tiết đàn hồi (màng đàn hồi, ống bước đông, ống vôn sóng, tấm lưỡng kim, ...)
- Phần tử định trị thường làm dưới dạng lò xo hay đối tượng.

Xét một số dạng điển hình:

2.1. Bộ điều chỉnh áp suất thực hiện qui luật điều chỉnh tỷ lệ P

- 1- Lò xo
 - 2- Màng đàn hồi
- Nhiệm vụ của bộ điều chỉnh là giữ
- $$P_2 = \text{const}; P = P_2 \cdot f; q = K \cdot l$$
- f - diện tích hiệu dụng của màng
K - hệ số đặc trưng độ cứng của lò xo
l - chiều dài của lò xo

$$\Rightarrow P_2 \cdot f = K \cdot l = K (l_0 - h)$$

l_0 - chiều dài ban đầu của lò xo

h - độ mở của van

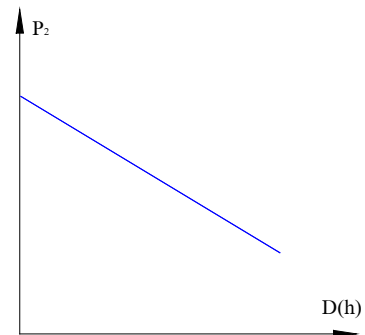
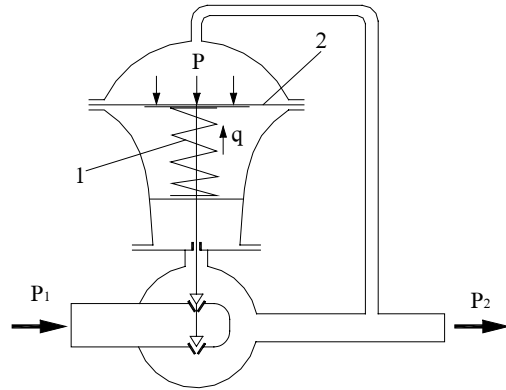
$$\Rightarrow P_2 = \frac{K \cdot l_0}{f} - \frac{k \cdot h}{f} \quad (\text{ở vị trí xác lập})$$

Vậy P_2 tỷ lệ với độ mở của van h lớn

$\Rightarrow P_2$ nhỏ \Rightarrow Đây là bộ điều chỉnh có

qui luật P thông số hiệu chỉnh K_p để

thay đổi $K_p \Rightarrow$ thay đổi độ cứng của lò xo K



2.2. Bộ điều chỉnh áp suất thực hiện qui luật điều chỉnh I

Nhiệm vụ: giữ $P_2 = \text{const}$

- 1- Màng đàn hồi
- 2- Thanh dẫn
- 3- Van tiết lưu
- 4- Tay đòn
- 5- Đối trọng

* P_2 tăng \Rightarrow P tăng

-> đóng van $\Rightarrow P_2$ giảm và ngược lại

* Trạng thái cân bằng $P = q$

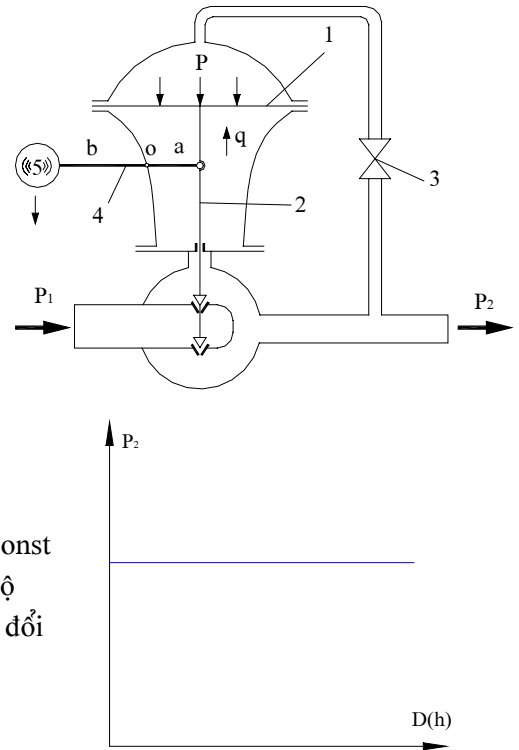
mà $P = P_2 \cdot f$

$$q = \frac{G \cdot b}{a}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{b \cdot G}{a \cdot f}$$

Vậy đối với bộ điều chỉnh cho trước thì $P_2 = \text{const}$

Khi thay đổi độ mở van 3 \Rightarrow ta thay đổi tốc độ chuyển dịch của van điều chỉnh. Vậy để thay đổi trị số K_I ta thay đổi độ mở van 3



CHƯƠNG 3: BỘ ĐIỀU CHỈNH GIÁN TIẾP

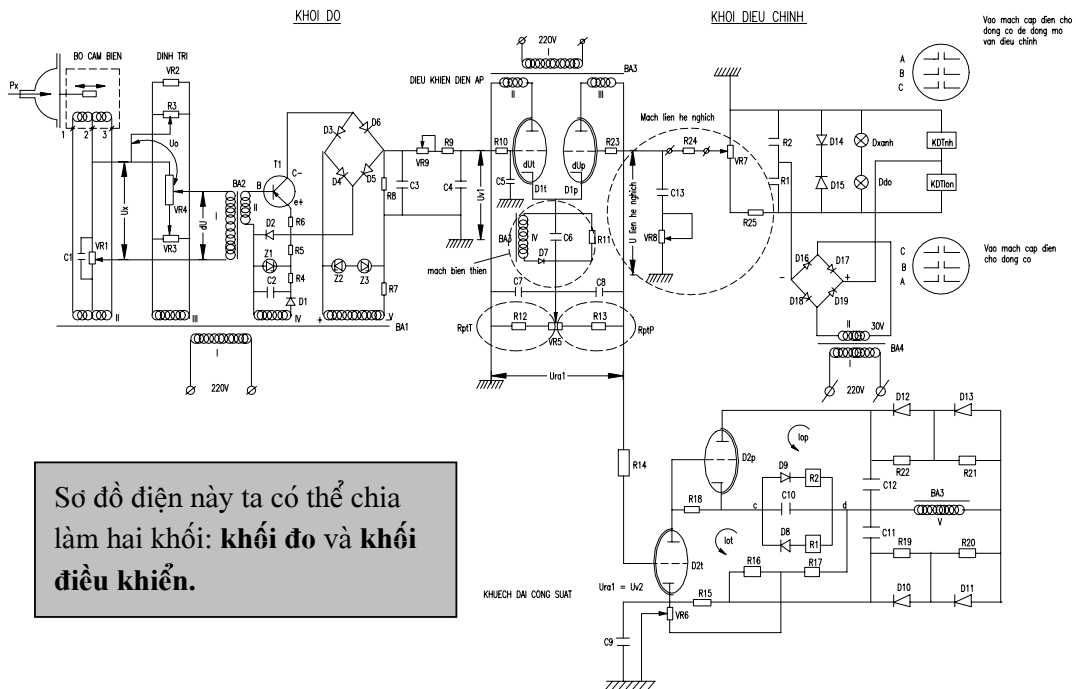
3.1. Các bộ điều chỉnh điện

3.1.1. Những nét đặc trưng và phạm vi ứng dụng

Đặc điểm:

- + Dùng rộng rãi và phổ biến trong thực tế vì việc chuyển đổi các tín hiệu thành tín hiệu điện dễ dàng và đơn giản.
- + Việc thực hiện các qui luật điều chỉnh trong các bộ điều chỉnh điện có thể thực hiện một cách dễ dàng bởi một phần tử thụ động R, C. Do đó để thay đổi các thông số mạch điện thì ta chỉ cần thay đổi các trị số R, C.
- + Trong bộ điều chỉnh điện các thông tin ở đầu ra của phần tử đo lường tương đối nhỏ => phải có các bộ phận khuếch đại để đưa thông tin đến các bộ phận khác. Do vậy cần có các mạch chuyển đổi từ điện 1 chiều thành điện xoay chiều và ngược lại, nên nhiều lúc hệ thống hơi cồng kềnh.
- + Để khắc phục nhược điểm trên ta sử dụng bộ khuếch đại có đặc tính kiểu rơle, kích thước bộ khuếch đại sẽ gọn đi, giá thành thấp mà cho bộ khuếch đại lớn và người có thể sử dụng các động cơ xoay chiều không đồng bộ.
- + Truyền động điện được sử dụng nên có các ưu điểm:
 - Ta dễ dàng chuyển việc điều chỉnh tự động sang thao tác tay.
 - Khi ta cắt các nguồn cung cấp năng lượng cho nó thì nó dừng ngay van điều chỉnh cũng dừng ngay.
- + Việc truyền tín hiệu đi xa trong hệ thống điện được thực hiện 1 cách đơn giản nên việc bố trí các bộ phận trong bộ điều chỉnh được dễ dàng.
- + Nguồn cung cấp của BĐC điện có thể được lấy ở lưới điện công nghiệp.

3.1.2. Ví dụ về một bộ điều chỉnh điện

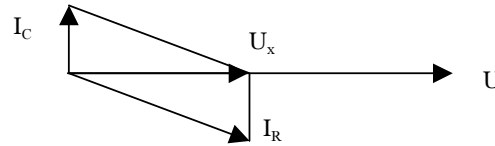


Sơ đồ điện này ta có thể chia làm hai khối: **khối đo** và **khối điều khiển**.

*** Khối đo:**

Khi P_x thay đổi, lõi sắt non của bộ cảm biến xê dịch \Rightarrow gây nên điện áp U_x .
 Vậy $U_x \sim P_x$, ta có thể điều chỉnh con chạy VR_1 để lấy ra điện áp U_x thích hợp

Do điện áp rơi trên VR_1 chậm pha hơn $U \Rightarrow$ cần mắc thêm tụ C_1



Điện áp U_o tỷ lệ với giá trị đặt trước thông số điều chỉnh P_o , do đó khi $U_x \neq U_o$ sẽ gây ra một sụt áp $\Delta U = U_x - U_o$ ở cuộn I của BA_2

Thông số điều chỉnh là P_x .

- Khi khởi động từ (KĐT) nhỏ làm việc, nó đóng điện cho động cơ xoay van điều chỉnh theo chiều đóng bớt lại.
- Khi khởi động từ KĐT lớn làm việc nó đóng điện cho động cơ xoay van điều chỉnh theo chiều mở ra (đổi thứ tự pha),
- VR_3 gọi là núm hiệu chỉnh để cân bằng 0 của khối.
- VR_4 gọi là núm định trị.
- Tùy thuộc dải thay đổi VR_2 thì ta thay đổi R_3
- Tín hiệu ΔU là xoay chiều và được đưa ra sơ đồ khuếch đại.
- Điện áp lấy từ cuộn IV nắn bởi D_1 và C_2 sau khi qua Z_1 thì được zener z_1 nắn thành đường thẳng (1 chiều) \Rightarrow giữa C và B của T_1 là điện áp 1 chiều gọi là thiên áp D_2 dùng tạo thiên áp và còn giữ ổn định nhiệt cho đèn.
- Thêm $R_6 \Rightarrow$ tăng điện trở kháng của đầu vào và gây hồi tiết âm cho bóng \Rightarrow giữ nhiệt cho mạch được ổn định.
- Để cấp nguồn cho e - c ta lấy điện áp từ cuộn V qua 2 điốt ngược chiều \Rightarrow được điện áp xoay chiều hình thang có biên độ ổn định và được nắn bởi cầu điốt $\Rightarrow U_{cc}$ ổn định.
- Khi $\Delta U = 0 \Rightarrow$ độ dẫn điện của đèn không đổi bằng trong cả chu kỳ điện áp trên $C_3 = 0$
- Khi $\Delta U \neq 0$ (tức là $P_x \neq P_o$) \Rightarrow đầu tụ C_3 có điện áp cũng 1 chiều và dấu phụ thuộc vào dấu ΔU , còn trị số thì tỷ lệ ΔU .
- Tiếp theo tín hiệu sang mạch giảm chấn (đây là khâu quán tính bậc 1) điều chỉnh $VR_1 \Rightarrow$ thay đổi biên độ dao động của tín hiệu sao cho nhỏ hơn vùng không nhạy của bộ điều chỉnh \Rightarrow ở đầu ra của khối đo có nhiễu không đổi.

*** Khối điều khiển:**

- Mạch khuếch đại điện áp được cấu tạo bằng đèn cực kép.

- Điện áp từ khối đo được đưa tới nửa đèn trái D^T_1

$U_{v1} \sim \Delta U$ và có pha và dấu phụ thuộc (ΔU)

Đối với nửa trái $\Delta U^T = U_{v1} + U_{dt} - U_{nt}^T$ (*)

$$\text{nửa phải } \Delta U^f = U_{LHN} + U_{df} - U_{ft}^P \quad (**)$$

Điện áp cấp cho đèn từ các cuộn dây số II và III của BA3:

$$R_{ft}^T = R_{12} + \frac{1}{2}VR_5 \quad \text{và} \quad R_{ft}^P = R_{13} + \frac{1}{2}VR_5$$

Toàn bộ đèn trái làm việc theo chế độ cân bằng dòng anốt:

$$U_{c7} = U_{ft}^T \quad \text{và} \quad U_{c8} = U_{ft}^P$$

$$\Rightarrow U_{ral} = U_{c7} - U_{c8}$$

- Khi $U_{vào1} = 0$ thì ta phải tính toán sao cho $U_{c7} = U_{c8}$

(vì mạch cân bằng dòng anốt)

Nếu $U_{c7} \neq U_{c8}$ thì điều chỉnh VR_5 để nó bằng nhau.

- Khi $U_{v1} \neq 0 \Rightarrow P_X \neq P_o \Rightarrow U_{c7}$ thay đổi $\Rightarrow U_{ral}$ thay đổi

$\Rightarrow U_{ral}$ tỷ lệ với U_{v1} , còn dấu phụ thuộc dấu $U_{vào1}$ (phụ thuộc ΔU)

Sau khi có điện áp 1 chiều thì qua tầng khuếch đại tầng công suất, làm việc trên cơ sở đèn 3 cực kép \mathcal{D}_2 gồm 2 nửa trái và phải.

- Điện áp nối lấy từ BA3 (cuộn V) được nắn và lọc bởi các diốt \mathcal{D}_{13} và \mathcal{D}_{12} và C_{12} (mục đích mắc các điện trở 22, 21 để bảo vệ đèn khỏi bị đánh thủng).

Trong đoạn cd, dòng I_n^T và I_n^f ngược chiều nhau

- Ta tính toán sao cho khi $U_{ral} = 0$ thì $I_n^T = I_n^f \Rightarrow I_{cd} = 0 \Rightarrow 2$ rơle R_1 và R_2 tác động (tác động cái nào thì tùy thuộc vào dấu của U_{ral})

Qua VR_6 ta điều chỉnh độ nhạy của tầng

Mạch liên hệ nghịch:

Điện áp lấy từ BA4 hạ xuống còn 30V được nắn bằng cầu diốt

- Khi $\Delta U = 0$ thì 2 rơle R_1 và R_2 đều ngắt cả.

- Khi $P_X \neq P_o$ và khi 1 trong 2 rơle R_1 và R_2 đóng thì 1 trong 2 cụm khối động từ lớn hoặc nhỏ đóng \Rightarrow động cơ quay theo những chiều nhất định.

- Còn trong mạch liên hệ nghịch gây các sụt áp trên VR_7 ngược chiều nhau, phụ thuộc vào dấu ΔU mà U_{LHN} có dấu khác nhau ta tính toán sao cho $U_{LHN} = U_{v1}$

- Khi dòng qua $VR_7 \Rightarrow$ tích điện cho tụ $C_{13} \Rightarrow$ thế điểm A tăng lên $\Rightarrow U_{LHN}$ tăng lên (do từ (*) và (**))

- Lúc đầu khi bắt đầu $P_X \neq P_o \Rightarrow U_{v1} \neq 0$ còn U_{LHN} chưa có và sau đó $U_{LHN} = U_{v1}$

$$\Rightarrow \Delta U^T = \Delta U^f \Rightarrow U_{ral} = 0$$

$$\Rightarrow U_{v2} = 0 \Rightarrow \text{không có rơle nào đóng cả} \Rightarrow \text{mất liên hệ nghịch} \Rightarrow URV_7 = 0$$

\Rightarrow Tụ phóng điện \Rightarrow Thế điểm A giảm \Rightarrow dòng giảm $\Rightarrow U_{ral} \neq 0 \Rightarrow 1$ trong 2 rơle đóng \Rightarrow xuất hiện U_{LHN} quá trình cứ lặp đi lặp lại như vậy \Rightarrow đường

biểu diễn $U_{LHN} \Rightarrow$ điện áp cấp cho rơle là

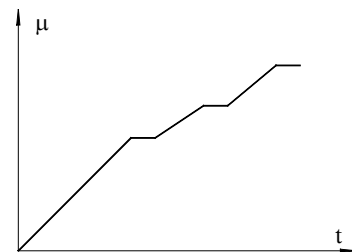
các xung \Rightarrow Độ mở μ của van điều

chỉnh theo qui luật (hình vẽ)

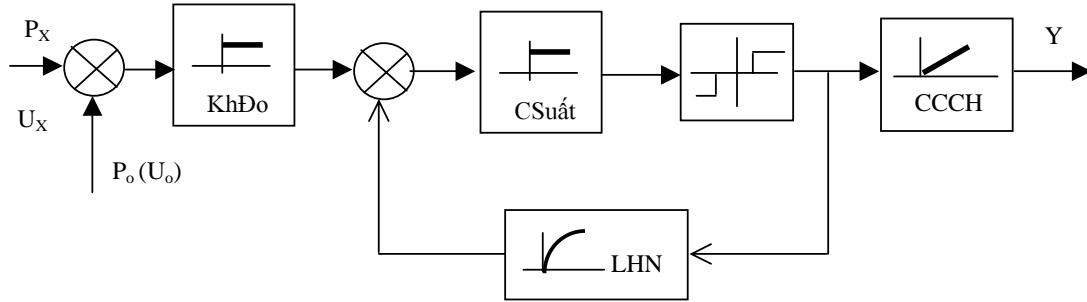
Vậy đây là đặc tính thời gian của hệ

điều chỉnh ta đang xét. Đây chính là

bộ điều chỉnh PI.



- Chế độ làm việc của bộ điều chỉnh như hình vẽ ta gọi là chế độ trượt, chính nhờ có chế độ trượt mà ta có qui luật gần luật lý tưởng.
- VR_7 dùng để thay đổi hệ số K_p của bộ điều chỉnh.
- R_{24} dùng để thay đổi hằng số thời gian T_I của bộ điều chỉnh.
- * Nếu đưa về sơ đồ cấu trúc thì ta có dạng




Đây chính là phương án sơ đồ 1 của bộ PI (không bao cơ chấp hành).

3.1.3. Cấu tạo chung của bộ điều chỉnh điện

1- Khối đo:

Nhiệm vụ:

- Nó phải chuyển đổi thông số điều chỉnh thành giá trị điện tỷ lệ (nó gồm những bộ phận cảm biến, các bộ chuyển đổi)
- 
- Tạo tín hiệu định trị (tín hiệu đặc trưng cho giá trị cho trước của thông số điều chỉnh): dùng các mạch cầu.
 - So sánh hai tín hiệu trên để tìm ra độ sai lệch
 - Nếu hai tín hiệu không cùng loại thì phải có bộ điều chế để đưa chúng về cùng loại (chuyển xoay -> 1 chiều)
 - Nếu 2 tín hiệu không cùng bậc, ta phải có bộ khuếch đại
 - Có khi cần phải thay đổi mức độ ảnh hưởng của từng thông số lên quá trình (thường dùng biến trở...)
 - Sơ đồ khuếch đại ΔU đến giá trị đủ lớn để khối điều chỉnh làm việc bình thường (có thể dùng điện tử, bán dẫn, từ ...)

2- Khối điều khiển:

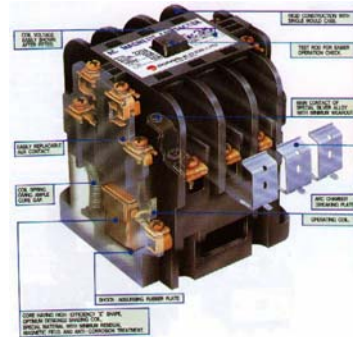
Cấu tạo và nhiệm vụ:

- Bộ khuếch đại (điện tử, bán dẫn, điện tử ...)
- Tạo được qui luật điều chỉnh => có mạch liên hệ nghịch (có nhiều loại mạch liên hệ nghịch và tùy theo từng loại mà ta có các sơ đồ khác nhau).
 - Để thay đổi các T_p, P_I => thay đổi R, C để thay đổi K_p thì thay đổi chiết áp

- Có phần tử rơle để tạo bộ khuếch đại có đặc tính kiểu rơle, để tách mạch vào và mạch ra có thể dùng kiểu cơ khí - phi tiếp điểm như bán dẫn, từ ...

- Sau khi tạo được đặc tính rơle thì nó phải điều khiển cơ cấu chấp hành
Có thể dùng các cách sau :

- +Dùng khởi động từ
- +Dùng cuộn cảm bão hòa (làm việc giống như bộ điều khiển từ)
- +Dùng điốt điều khiển (tristor)



3- Cơ cấu chấp hành: có 2 loại

- Từ điện (van từ)
- Động cơ điện
 - + 1 chiều
 - + Xoay chiều : 1 pha (lệch tụ)
3 pha (không đồng bộ)



Ngoài động cơ điện còn kèm theo 1 số bộ phận khác như : hộp giảm tốc, phanh, (cơ khí, điện từ, điện) các công tắc hành trình, cơ cấu chuyển đổi để xác định vị trí van điều chỉnh (các van điều chỉnh đang mở bao nhiêu %), phần tử liên hệ nghịch (có thể bao hay không bao CCCH), thường dùng các chiết áp.

3.2. Các bộ điều chỉnh khí nén

- Các phần tử mang tín hiệu, truyền thông tin đều sử dụng năng lượng khí dưới dạng nén
- Tất cả các thông tin truyền đi đều thể hiện qua sự truyền áp suất nằm trong giải $P = 0,2 \div 1,0 \text{KG/cm}^2$
- Xét về mặt thiết bị thì nó cũng được cấu tạo từ các phần tử giống các bộ điều chỉnh khác tức là gồm :
 - + Phần tử đo lường
 - + Phần tử định trị
 - + Phần tử so sánh
 - + Phần tử điều khiển
 - + Cơ cấu chấp hành

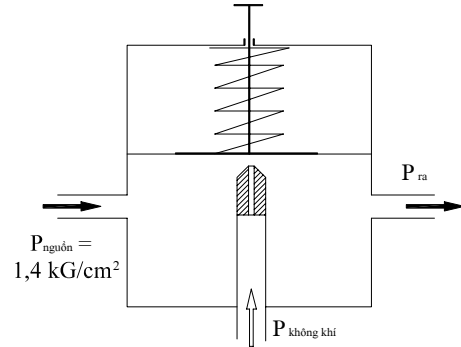
Tuy nhiên nó cũng có những điểm đặc thù riêng

3.2.1. Đặc điểm của bộ điều chỉnh khí nén

- Tín hiệu ra của các phân tử nhạy cảm trong bộ cảm biến khí nén thường dưới dạng chuyển dịch cơ khí hay sự thay đổi của lực có công suất nhỏ nên không thể truyền sang tới các thiết bị điều chỉnh. Vì vậy để truyền các tín hiệu bao giờ cũng có bộ khuếch đại khí nén.

- Các tín hiệu ra đều là dạng tín hiệu tiêu chuẩn nên thuận tiện cho việc ghép nối phân tử.

- Bộ định trị thực chất là các bộ giảm áp mà bên trong có các lò xo nhỏ đó mà thay đổi giá trị áp suất đầu ra.



- Để hình thành các qui luật điều chỉnh thì ta cũng thực hiện tương tự như các BDC khác tức là sử dụng các BKĐ và mạch liên hệ nghịch bao BKĐ đó.

- Cái khác ở đây là MLHN được thực hiện bằng các phân tử khí nén như: tụ nén khí, trở khí nén và trong 1 số trường hợp là các cánh tay đòn.

- Các qui luật điều chỉnh thực hiện khí nén rất đơn giản, giá thành thấp, công suất lớn, tác động nhanh.

- Các đường truyền tín hiệu sử dụng các ống dẫn (thường bằng kim loại hoặc bằng chất dẻo) và do tốc độ tín hiệu có vận tốc nhỏ hơn tốc độ âm thanh nên nó gây những ảnh hưởng như: méo, truyền kém => chậm trễ.

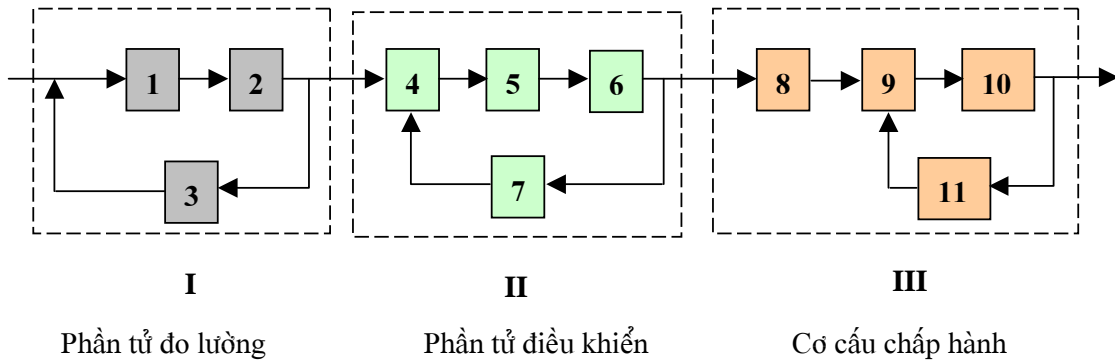
- Do đó ta thường chỉ sử dụng BDC khí nén khi điều chỉnh đối tượng có quán tính nhỏ (hằng số thời gian $T = 3-5s$) và chiều dài của ống dẫn khí không lớn hơn 300m.

- Phải có nguồn cung cấp đặc biệt (trạm nén khí, lọc dầu, lọc hơi nước, lọc bụi, giảm áp suất ...)

- Độ tin cậy vận hành cao, kết cấu đơn giản, dễ dàng thuận tiện khi sử dụng => Được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp chế biến dầu mỏ hóa chất, dầu khí và các ngành công nghiệp khác ngày càng đưa vào sử dụng BDC khí nén (công nghiệp thực phẩm, luyện kim, năng lượng).

*** Sơ đồ chức năng của các bộ điều chỉnh khí nén**

Thông thường có dạng sau:



- 1- Bộ phận nhạy cảm (biến thông tin sự thay đổi thông số điều chỉnh-> áp suất)
- 2- Bộ khuếch đại khí nén
- 3- Mạch liên hệ nghịch
- 4- Phần tử so sánh
- 5- Phần tử điều khiển
- 6- Bộ khuếch đại khí nén
- 7- Phần tử liên hệ nghịch (dùng tạo qui luật điều chỉnh)
- 8- Đầu vào của CCCH
- 9- Phần khuếch đại
- 10- Phần tử ra
- 11- Liên hệ nghịch (thường sử dụng phương pháp cơ khí), do CCCH khí nén kiểu tỷ lệ nên không cần phải có mạch liên hệ nghịch bao CCCH như bộ điều chỉnh điện có kiểu tích phân).

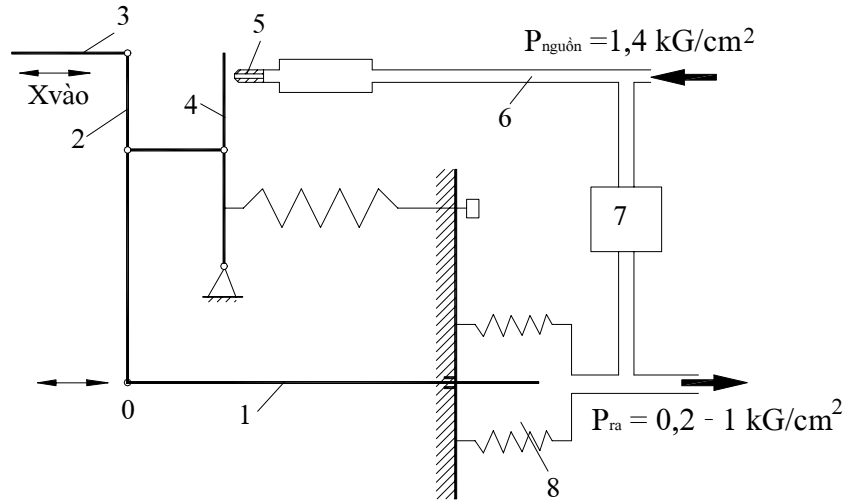
3.2.2. Các nguyên tắc làm việc của BĐC khí nén

Dựa trên hai nguyên tắc:

- Bù trừ xô dịch : sử dụng khi qui luật đơn giản P, I (bộ chuyển đổi, bộ định trị)
- Bù trừ lực

1- Nguyên tắc bù trừ xô dịch:

Ví dụ: bộ điều chỉnh tỷ lệ (bộ lặp)



Thông số vào thay đổi làm thành 3 xô dịch \Rightarrow 2 vào \rightarrow tấm chắn 4 chặn vòi phun 5 (được cung cấp $P_{ng} = 1,4 \text{KG/cm}^2$) \Rightarrow P ở 6 tăng lên đi qua 7 \Rightarrow mạch liên hệ nghịch (ống van sóng 8) ép lại \rightarrow điểm 0 đi ra \Rightarrow kéo tấm chắn ra \Rightarrow áp suất ở 6 giảm lại bình thường.

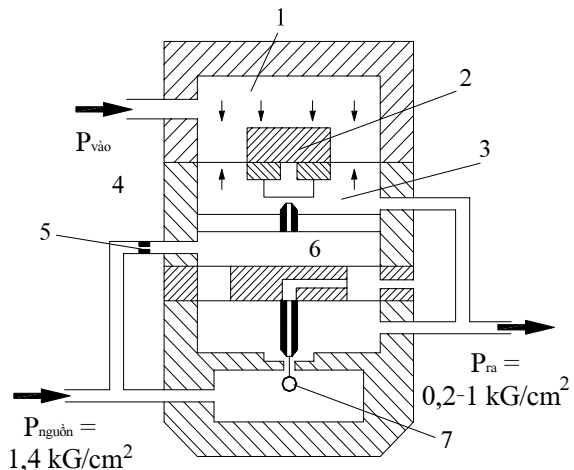
Vậy độ xô dịch của tấm chắn do Xv gây ra được bù trừ sự xô dịch khi tín hiệu ra thay đổi (P_{ra})

Hạn chế: Độ chính xác của thiết bị phụ thuộc độ chính xác của việc chuyển tín hiệu vào thành độ xô dịch và phụ thuộc đặc tính liên hệ nghịch \Rightarrow kết quả không chính xác lắm.

2- Nguyên tắc bù trừ lực

Ví dụ:

Bộ khuếch đại công suất, khí nén P_{ng} \rightarrow buồng 6 qua tiết lưu 5 qua ống phun 4 vào buồng 3 và ra ngoài đồng thời P_{ng} \rightarrow vùng dưới của quả cầu 7 vào ống phun \rightarrow ra và có một hệ thống màng đàn hồi gắn với ống phun. Khi P_v thay đổi \Rightarrow đẩy tấm chắn ống phun \Rightarrow áp suất buồng 6 tăng đẩy quả cầu xuống dưới \Rightarrow P_{ra} tăng \Rightarrow đẩy tấm chắn lên \Rightarrow cân bằng.



Do khí nén từ nguồn phần lớn đi qua quả cầu => lưu lượng lớn, mặt khác lưu lượng vào (Pv) nhỏ.

Mặc dù cũng có sự biến thiên về xê dịch nhưng rất nhỏ (μm) nên xem như tác động do lực.

3.2.3. Các phần tử chính của bộ điều chỉnh khí nén

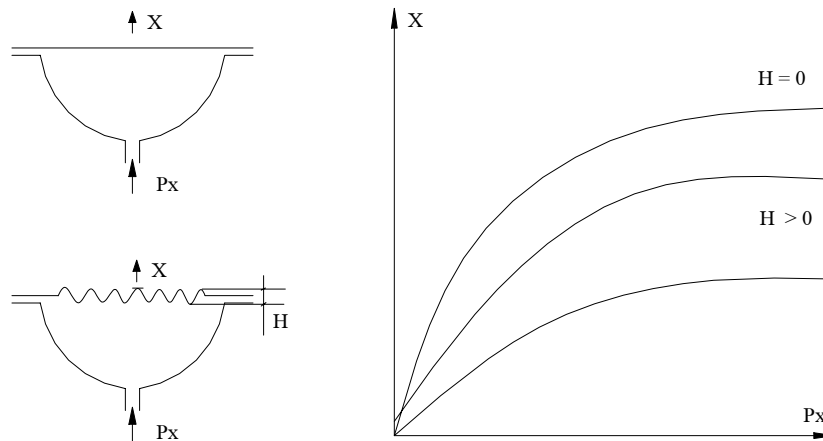
1- Phần tử nhạy cảm

Dùng chuyển đổi tín hiệu thay đổi áp suất thành sự thay đổi xê dịch hay lực.

* **Màng đàn hồi** : có nhiều loại

+ **Màng phẳng** (bằng thép hay đồng thau)

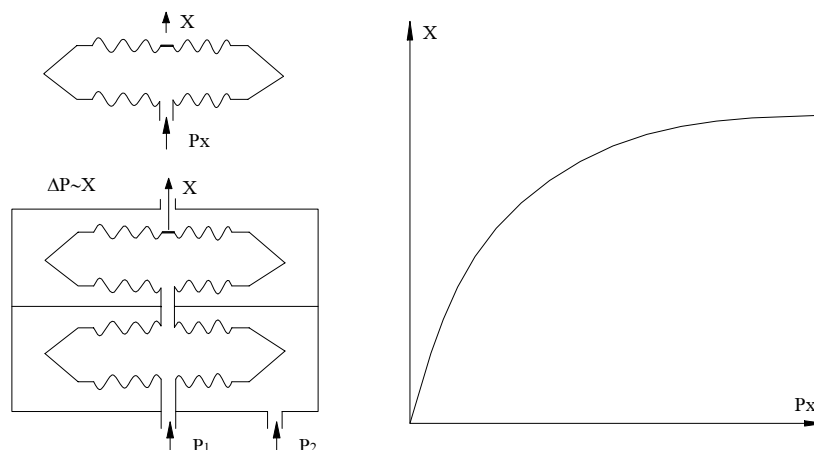
+ **Màng nếp sóng** : cũng làm bằng thép hay đồng thau



* **Hộp màng**: (ghép hai màng nếp sóng lại) trong màng chứa dầu biến thế

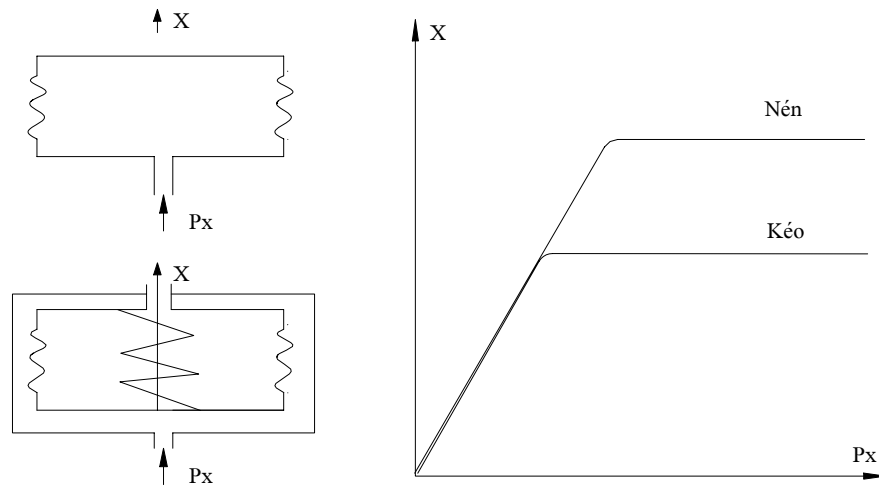
- Có khi ta ghép hai hộp màng lại thành hệ hộp màng

- Màng vùng làm bằng cao su hoặc vải tổng hợp



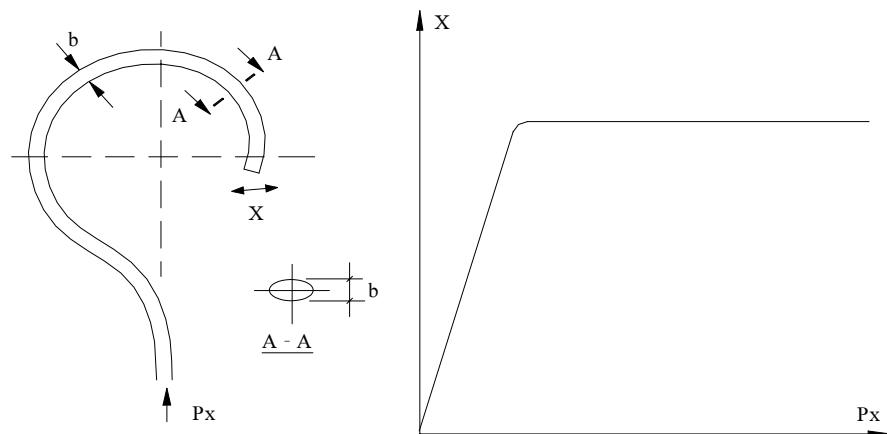
* **Ống vân sóng:** (kiểu hộp đèn xếp) là ống kim loại hình tròn, vách làm dưới dạng nếp sóng.

Đặc tính khi nó chịu nén khác so với chịu kéo (chịu nén phần đường thẳng dài hơn), do đó ta thường dùng để chịu nén. Ống vân sóng có thể làm từ thép hay đồng thau, có khi dùng một số hợp kim đặc biệt



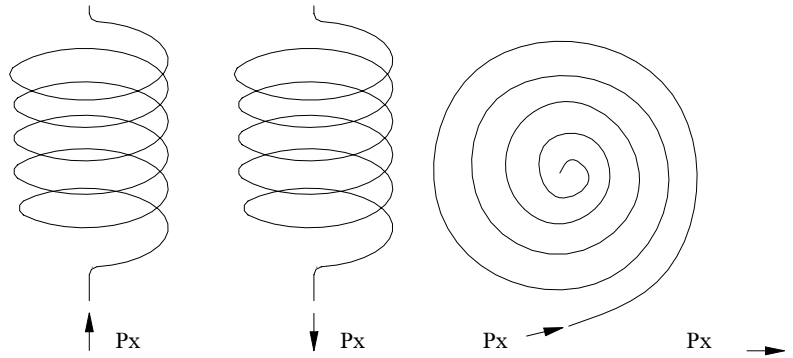
* **Ống bước đông:** là ống kim loại có góc ở tâm thường $= 270^\circ$

Đặc tính dẻo hơn của các màng khác



Vật liệu cùng bằng thép hay đồng thau.
 Muốn tăng độ xê dịch X ta thường làm ống xoắn nhiều vòng.

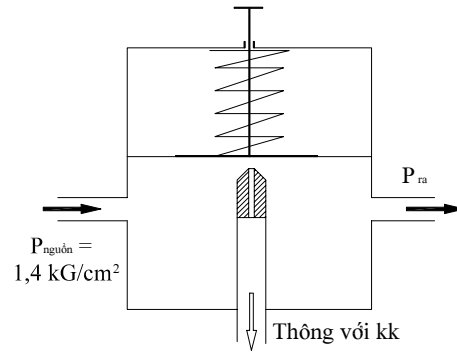
* Lò xo: có nhiều loại



Lò xo tròn, xoắn, lò xo phẳng: 2 dạng chịu kéo và chịu nén

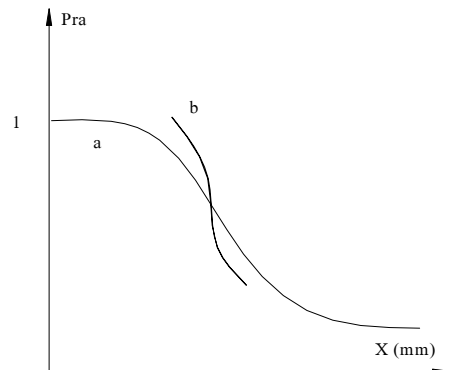
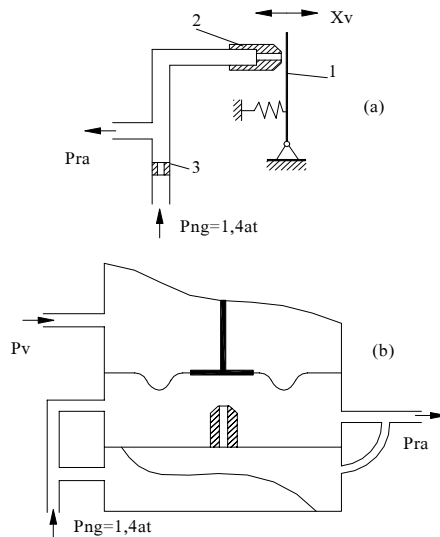
2- Phần tử định trị

Xiết tay cầm để điều chỉnh
 tấm chắn điều chỉnh lượng
 khí thông ra ngoài không
 khí qua vòi phun



3- Bộ chuyển đổi khí nén: Có nhiều dạng

* Ống phun và tấm chắn:



(a) - Loại mở (b) - Loại đóng 1- Tấm chắn 2- Ống phun 3- Tiết lưu

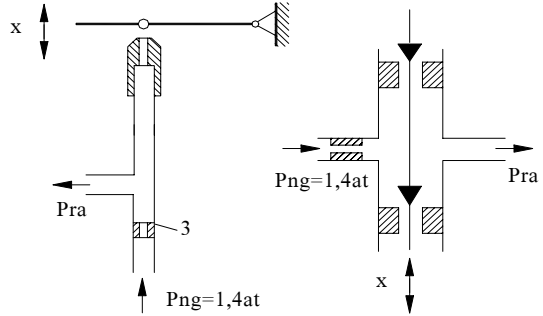
Ở loại b lượng khí dư đi vào trong hệ thống chứ không tổng ra ngoài, độ nhạy lớn hơn loại mở.

*** Ống phun - quả cầu:**

Độ nhạy cao (xem là bộ khuếch đại)
Cũng tương tự kiểu trên nhưng thay tấm chắn bằng quả cầu.

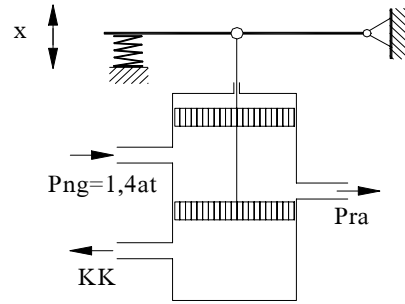
*** Kiểu van :**

Tùy độ mở của van mà lượng không khí ra ngoài ít hay nhiều.



*** Kiểu van trượt:**

Điều khiển piston => lượng không khí ra ngoài không khí do điều chỉnh P_{ra}



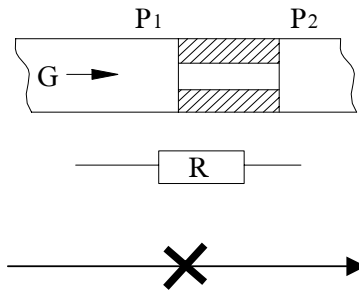
4- Bộ khuếch đại

2 loại : - Ống phun - tấm chắn
- Kiểu màng

5- Các phần tử liên hệ nghịch - trở khí động

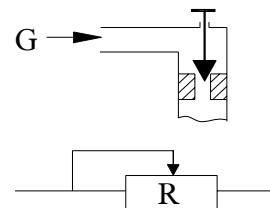
- Trở không đổi về trị số
- Trở thay đổi

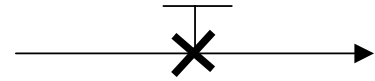
+ Trở không đổi, sử dụng tiết lưu
Tương đương điện trở R trong điện khí không dùng đường ống
Ta ký hiệu tiết lưu trong sơ đồ nguyên lý như sau:



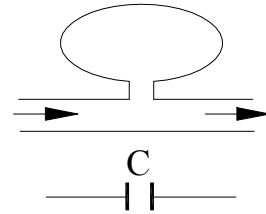
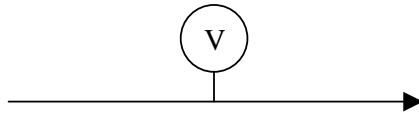
+ Đối với trở thay đổi:

- Điều chỉnh vít để thay đổi vị trí của tấm Δ => tạo trở kháng trên đường đi
Tương đương với biến trở trong điện.





+ Tự khí động
 Dùng buồng chứa khí
 Tương đương với tụ điện
 C trong mạch điện



6- Các phân tử so sánh (các bộ cộng)

Có các dạng

- Kiểu tiết lưu

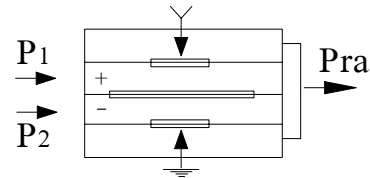
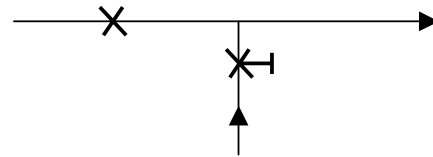
$$P = KP_1 + KP_2$$

- Kiểu màng (3 hoặc 5 màng)

Dùng các đĩa kim loại ép vào

(có diện tích khác nhau)

Ký hiệu ∇ Khí từ nguồn ($1,4\text{KG}/\text{cm}^2$)
 \blacktriangle Khí nén thông khí quyển

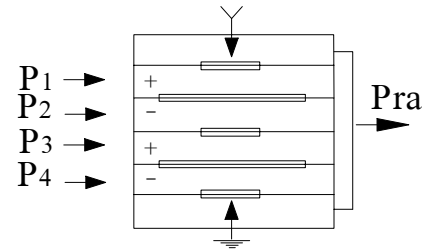


Do màng hai có tấm kim loại lớn \Rightarrow lực xuống dưới lớn \Rightarrow cùng chiều P nguồn

$$\Rightarrow \text{có dấu (+) ngược lại} \Rightarrow \text{có dấu (-)} \Rightarrow P_{ra} = K(P_1 - P_2)$$

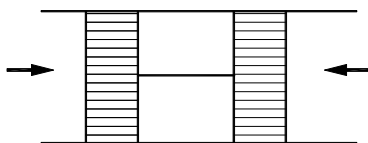
Tương tự trường hợp 5 màng cũng vậy

$$P_{ra} = K(P_1 - P_2 + P_3 - P_4)$$

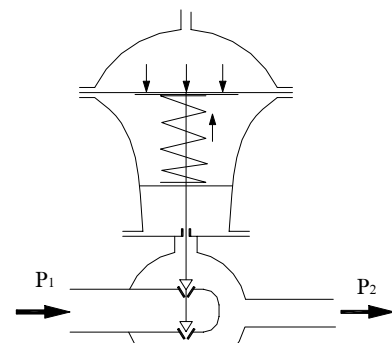


7- Cơ cấu chấp hành: Có 2 loại

- Piston



- Màng



Phổ biến là dùng loại màng



8- Đường truyền tín hiệu: (các ống nối)

Tính chất của đường tín hiệu như là trở hoặc như là C, để xác định tính chất cụ thể của chúng ta dùng thực nghiệm.

Các đường cần chú ý:

- Đường nối phần tử đo lường -> phần tử điều khiển (đường này dài => phải tính đến tính chất của nó)
- Đường phần tử điều khiển -> cơ cấu chấp hành

Tính chất của nó thể hiện khác nhau trong từng trường hợp và phụ thuộc chiều dài, đường kính và phụ tải.

3.3. Các bộ điều chỉnh thủy lực

3.3.1. Đặc điểm của các bộ điều chỉnh thủy lực

- 1- Năng lượng là dầu áp suất cao $P = 10 \div 12 \text{ KG/cm}^2$.
- 2- Các bộ cảm biến của bộ điều chỉnh thủy lực (để đo áp suất chân không, độ chênh lệch, mức nước ...) rất đơn giản và chúng không cần bộ khuếch đại bên trong.
- 3- Tín hiệu định trị cần phải được thể hiện dưới dạng giống đầu ra của bộ cảm biến, thường là lực hoặc bộ xê dịch và cơ cấu định trị thường được thực hiện bằng sự thay đổi độ nén của lò xo.
- 4- Khi hình thành của qui luật điều chỉnh người ta sử dụng yếu tố đặc biệt của hệ là: *Bộ khuếch đại thủy lực + cơ cấu chấp hành* cho ta khâu gần giống khâu tích phân (tức là để tạo thành bộ điều chỉnh tích phân I mà không cần mạch liên hệ nghịch).
 - Để hình thành qui luật P và PI thì phải sử dụng mạch liên hệ nghịch thường thực hiện dưới dạng cơ khí và thủy lực
 - Để thay đổi các TSĐC thì ta thay đổi các phần tử cơ khí (điểm đặt, tay đòn, van)

- Việc tạo nên các qui luật điều chỉnh tương đối phức tạp => trong thực tế ta không gặp bộ điều chỉnh PD và PID nếu có gặp thì bộ điều chỉnh đó không cho phép thay đổi các thông số trong vùng rộng.

5- Cơ cấu chấp hành:

- Có công suất lớn hơn vài lần so với bộ điều chỉnh điện và khí nén, nếu có cùng kích thước và khối lượng.
- Tác động nhanh vì quán tính các phần chuyển động nhỏ.
- Chúng có thể thực hiện các chuyển động thẳng mà không cần hệ thống truyền động.
- Tốc độ chuyển dịch của CCCH ta có thể thay đổi trong dải rộng mà không cần bộ giảm tốc.

6- Khoảng cách giữa các phần tử riêng biệt bị hạn chế vì tín hiệu ra của phần tử nhỏ; các bộ cảm biến và bộ định trị đặt (gân) trực tiếp với phần tử điều khiển (đường dài nhất là đến CCCH) tuy nhiên cũng có hạn chế là: dài 100÷150m và cao 25÷50m

7- Nguồn cấp là nguồn chất lỏng (dầu) dưới áp suất cao 8÷10÷12 KG/cm² , đường ống yêu cầu phải kín. Do tính chất của dầu phụ thuộc và nhiệt độ, độ nhớt nên khi nhiệt độ và áp suất thay đổi -> tính chất điều chỉnh thay đổi

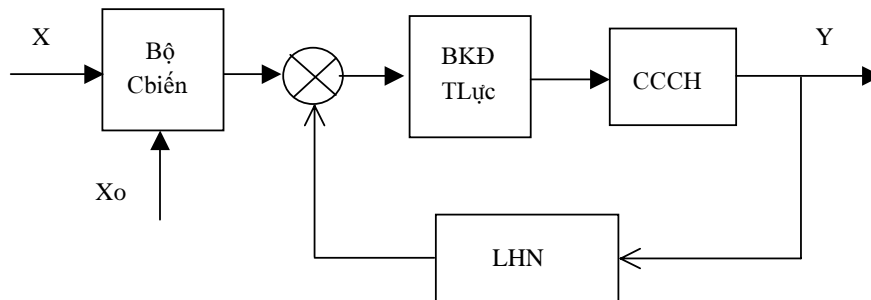
8- Kết cấu bộ điều chỉnh đơn giản: CCCH có độ tin cậy cao, nguyên nhân hỏng hóc chính chủ yếu là do lẫn chất bẩn vào đường ống dẫn đến tắc nghẽn => phạm vi sử dụng của bộ điều chỉnh thủy lực là những nơi cần có tác động nhanh, cần chuyển dịch với lực lớn và ở những nơi có sẵn nguồn chất lỏng làm việc. Cụ thể nhất là gặp trong tuabin (đã có hệ thống dầu sẵn với áp suất cao). Để tận dụng những ưu việc của phần thủy lực và khắc phục những nhược điểm của nó ta thường ghép thành bộ điều chỉnh điện - thủy lực (điện đặt ở những phần tử trước).

3.3.2. Sơ đồ khối của bộ điều chỉnh thủy lực

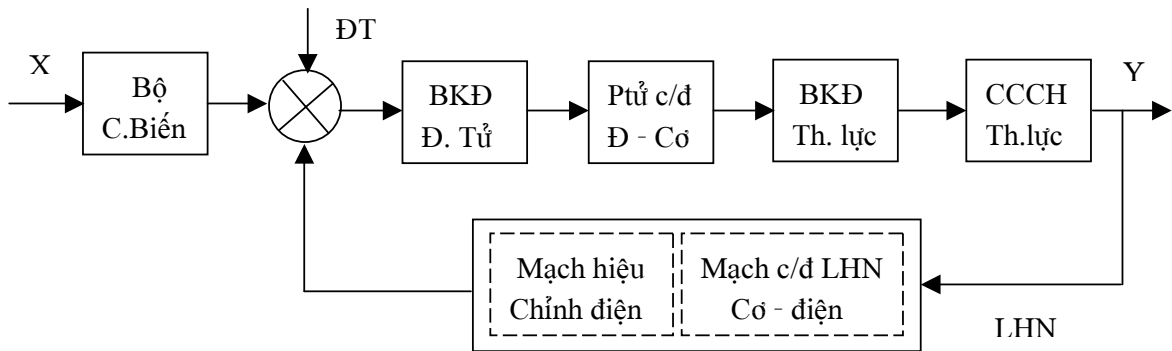
Trong thực tế BĐC thủy lực gồm 2 loại:

- BĐC thủy lực
- BĐC điện - thủy lực

+ Sơ đồ bộ điều chỉnh thủy lực:



+ Sơ đồ bộ điều chỉnh điện - thủy lực:



3.3.3. Các phần tử chính của bộ điều chỉnh thủy lực

- 1- Phần tử đo lường: Cũng sử dụng để chuyển tín hiệu về độ sai lệch thành lực hay độ xê dịch.
- 2- Phần tử định trị: Dùng lò xo, thay đổi độ nén của lò xo ta thay đổi được giá trị đặt trước.
- 3- Bộ khuếch đại thủy lực: Có 2 dạng
 - a- **Kiểu tia phun:** (1 hoặc 2 tầng)

Xét bộ khuếch đại kiểu tia phun 1 tầng

1- Ống phun

$$d_{tr} = 4 \div 6 \text{ mm}$$

$$\text{đài } 70 \div 140 \text{ mm}$$

2- Vòi phun $d = 2 \div 3 \text{ mm}$

3- Các vòi hứng $d = 1,5 \div 2 \text{ mm}$

4- Đế, trên đó có khoét các rãnh

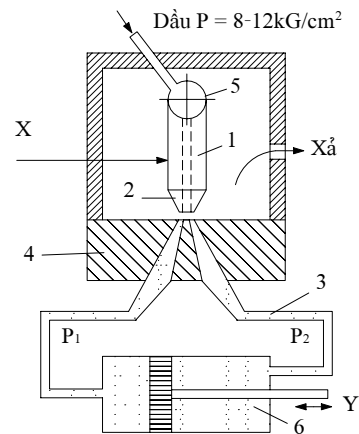
5- Trục quay

6- Cơ cấu chấp hành thủy lực

Vận tốc dầu ra khi vòi phun cao từ $30 \div 40 \text{ m/s}$ và dầu qua các vòi hứng chụm nhau và cách nhau $0,45 \div 0,5 \text{ mm}$, khoảng cách từ đầu vòi phun đến đế = $5 \div 10 \text{ mm}$

Nếu ống phun nằm giữa \Rightarrow áp suất 2 vòi hứng bằng nhau $\Rightarrow P_1 = P_2$ và lượng dầu thừa thải ra ngoài.

Tùy giá trị của X mà sinh ra độ lệch của vòi phun khỏi trung tâm \Rightarrow chênh lệch giữa P_1 và $P_2 \Rightarrow \Delta P = P_1 - P_2 \neq 0$



=> Piston chuyển dịch

Vậy một sự thay đổi nhỏ của X => sự thay đổi lớn về độ lệch áp suất

* $P_{\max} = \{P_1, P_2\} \max$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{Q^2 \cdot \rho}{F_c^2 g} \cdot \varepsilon$$

h - độ xê dịch của dầu vòi phun

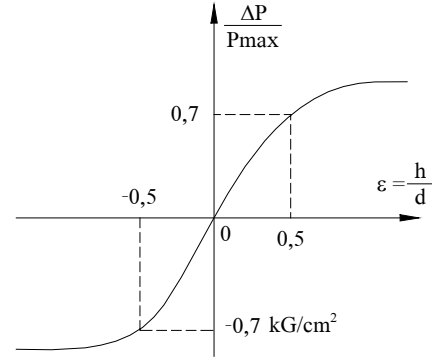
Q - lưu lượng của dòng đưa vào ống phun

d - đường kính trong của vòi phun

ρ - mật độ của môi chất

g - gia tốc trọng trường

F_c - diện tích tiết diện của miệng vòi hứng

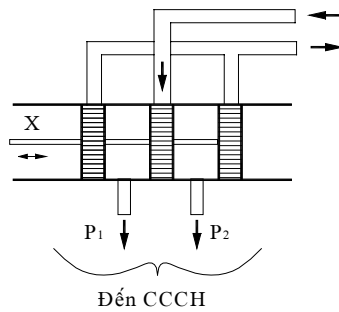


=> Khi vận hành ta chỉ sử dụng $\varepsilon = h/d = -0,5 \div 0,5$

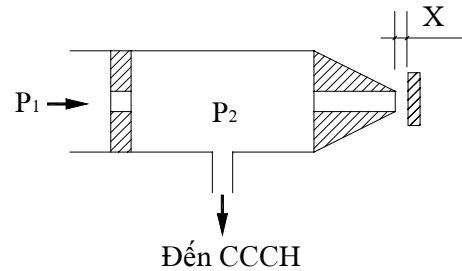
Khối lượng môi chất phải sử dụng tương đối nhiều, kích thước bộ khuếch đại lớn nhưng cấu tạo đơn giản, không có bề mặt trượt và không có khe hở nên không bị bụi và độ nhạy cao => ta thường dùng kết cấu này.

b- Kiểu tiết lưu: có hai loại phổ biến

- Loại con trượt



- Kiểu ống phun tẩm chắn

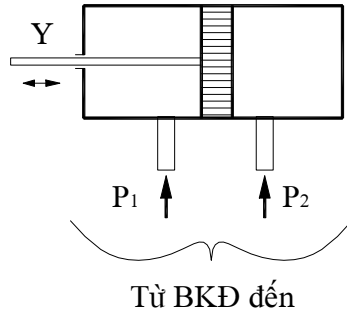


$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{P_o}{f_o} \cdot \Delta f = \frac{f_o}{f_o} \pi d \Delta X$$

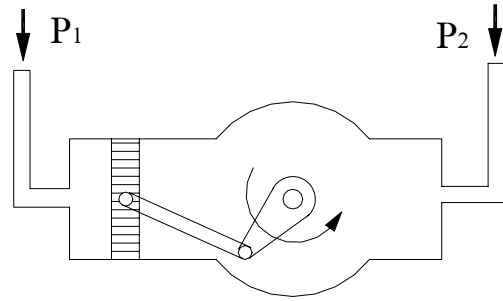
- + Van trượt:
 - Đặc tính là đường thẳng
 - Kích thước nhỏ, tiêu hao dầu ít, công suất lớn, tác dụng nhanh được dùng nhiều trong hệ thống tuốcbin.
 - Công nghệ chế tạo phức tạp, dễ hỏng do có bề mặt trượt.

- + Ống phun tẩm chắn:
 - Độ nhạy cao, cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo và sửa chữa, công suất nhỏ.

4- Cơ cấu chấp hành: Có 2 loại
- Chuyển động thẳng



- Chuyển động quay



CHƯƠNG 4: VI XỬ LÝ TRONG KỸ THUẬT TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN

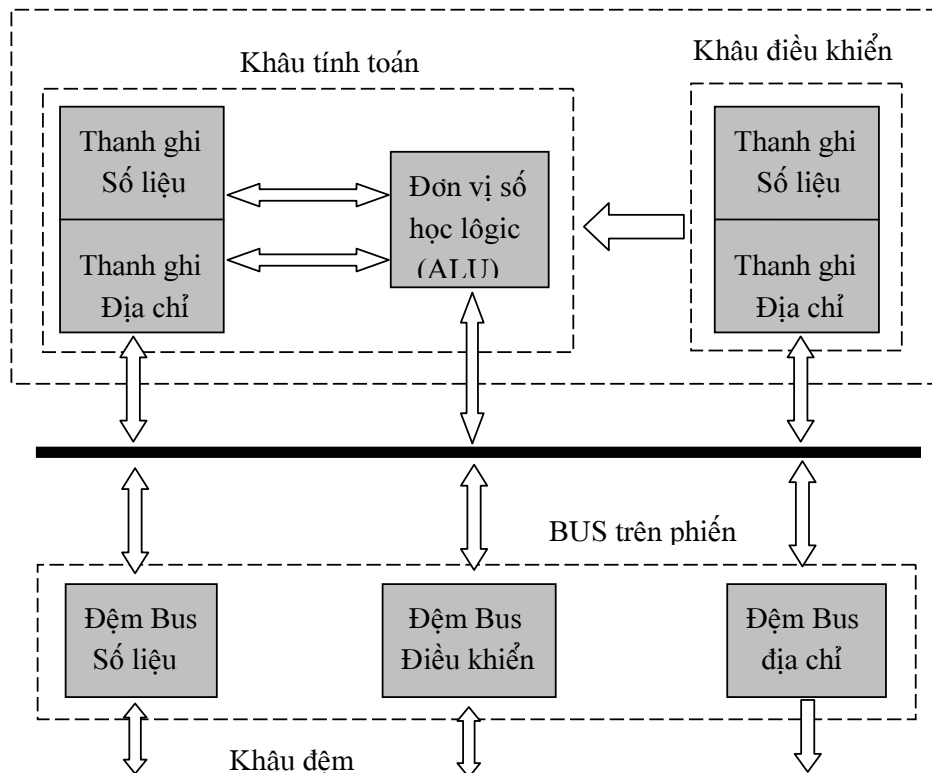


Việc ứng dụng máy tính vào kỹ thuật đo lường và điều khiển đã đem lại các kết quả đầy ưu việt. Các thiết bị hệ thống đo lường và điều khiển ghép nối với máy tính có độ chính xác cao, thời gian thu thập số liệu ngắn, nhưng còn đáng quan tâm hơn là mức độ tự động hóa trong việc thu thập và xử lý các kết quả cả việc lập bảng thống kê và việc in ra giấy.

Vi xử lý

Chữ "vi" trong khái niệm trên có nguồn gốc từ chữ "micro" ký hiệu là " μ ", có ý nghĩa là "một phần triệu" hoặc "rất nhỏ". Vi xử lý (*Microprocessor*) có nghĩa là "bộ xử lý rất nhỏ", được ký hiệu là " μP ".

Đơn vị xử lý trung tâm (CPU)



Về cơ bản, μP thường có cấu trúc được thể hiện trong hình trên. Tùy từng loại μP , chúng có thể có thêm một vài đơn vị chức năng khác nữa, nhưng cấu trúc tối thiểu của chúng bao giờ cũng có ba khâu:

- 1- **Khâu tính toán:** gồm có đơn vị số học và lôgic (Arithmetic Logic Unit: ALU), các thanh ghi số liệu và địa chỉ.
- 2- **Khâu điều khiển:** gồm có bộ giải mã lệnh và bộ đếm chương trình.
- 3- **Khâu đệm:** với các bộ đệm (thường là ba trạng thái: *Tri-State*), ghép nối Bus trên phiên của μP với các Bus điều khiển, số liệu và địa chỉ nằm bên ngoài.

Hai khâu tính toán và điều khiển thường được gọi ghép chung là đơn vị xử lý trung tâm (*Central Processing Unit: CPU*). Khi nảy sinh nhu cầu sử dụng μP trong các hệ thống điều khiển tự động (ĐKTĐ), ta sẽ phải sử dụng thêm các phần tử ngoại vi, tạo thành giao diện thích hợp giữa μP với môi trường công nghệ bên ngoài phiên (*Chip*).

Vi xử lý tín hiệu

Để phân biệt được sự khác nhau cơ bản giữa μP và vi xử lý tín hiệu (*Digital Signalprocessor, viết tắt: DSP*) ta phải xem xét kỹ hơn khâu tính toán thuộc CPU của μP .

Đối với μP thông thường, các phép tính số học thường được thực hiện giữa các thanh ghi số liệu có bề rộng chính bằng bề rộng của số liệu. Ví dụ: nếu μP 16-Bit thì các thanh ghi số liệu cũng là 16-Bit. Điều này dẫn đến nhược điểm sau đây: Bất kỳ thanh ghi nào cũng có thể nhận kết quả của phép tính số học như cộng trừ. Điều này gây khó khăn khi thực hiện các phép cộng trừ có tích lũy, nhất là khi kết quả của các phép tính đó vượt quá kích cỡ số liệu cho phép (ở ví dụ trên: 16-Bit)

Khi thực hiện phép nhân, kết quả bao giờ cũng có bề rộng gấp đôi của số liệu chuẩn. Ví dụ: phép nhân 16-Bit x 16-Bit cho kết quả 32 Bit. Các μP có hỗ trợ phép nhân thường cất kết quả ở 2 thanh ghi số liệu riêng biệt. Điều này làm cho người lập trình sẽ phải tốn kém thêm vài thao tác lệnh nữa để làm tròn số mới đi đến kết quả 16-Bit cuối cùng mà ít gây sai số.

Bí quyết thành công của DSP có thể được diễn giải một cách đơn giản công thức:

$$\sum_i x_i \quad (1)$$

Đó là công thức nổi tiếng tính "tổng tích lũy" được sử dụng trong hầu hết các thuật toán xử lý tín hiệu số (*digital*) như các khâu lọc tín hiệu, biến đổi Fourier ... Phần lớn các thuật toán điều khiển/ điều chỉnh (ĐK/ĐC) cũng có thể quy về công thức đó. Nếu μP thông thường muốn thực hiện thuật toán (1) với tốc độ cao, μP đó phải có khả năng thực hiện đồng thời một phép nhân và một phép cộng chỉ trong một nhịp lệnh duy nhất. Vì giá trị của tổng (1) liên tục được tăng thêm lượng bằng kết quả của phép nhân. μP sẽ phải có bộ phận cứng và một thanh ghi tích lũy. Trong các μP thông thường không có thanh ghi này,

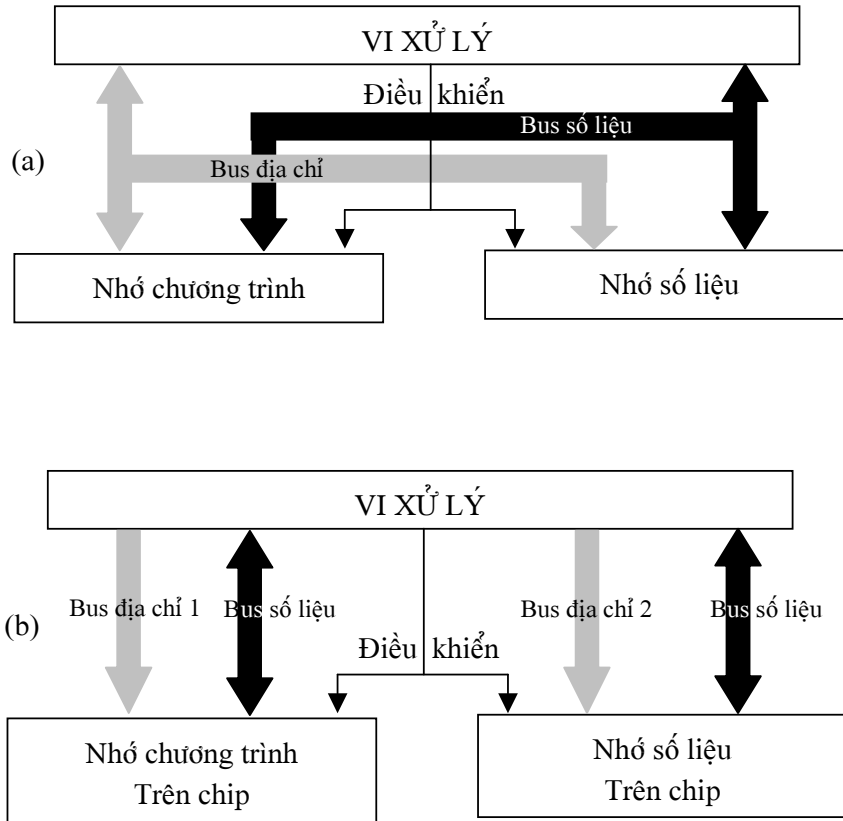
chỉ ít cũng thiếu bộ nhân. Khâu tính toán của DSP vì vậy được bổ sung thêm một thanh ghi tích lũy (*Accumlator*, viết tắt: *ACC*) có bề rộng gấp đôi bề rộng số liệu chuẩn. Ví dụ: nếu bề rộng số liệu là 16-Bit, ACC sẽ là 32-Bit. Duy nhất thanh ghi ACC là nơi thực hiện và chứa kết quả của mọi phép cộng/trừ, vì vậy rất thuận tiện cho các phép tính tích lũy sau khi nhân, cho phép giảm một cách đáng kể (so sánh với μP thông thường) thời gian thực hiện các phép tính xử lý tín hiệu.

Như vậy, về bản chất DSP là μP có thêm thanh ghi ACC và bộ nhân cứng. Nhiều DSP kết hợp cả hai khâu đó trong một đơn vị gọi là MACC, ở trên ta đã nhắc đến nhược điểm cố hữu của μP khi thực hiện phép nhân: đó là việc bề rộng của kết quả nhân tăng gấp đôi và được cất ở 2 thanh ghi khác nhau khiến cho thao tác làm tròn hoặc xử lý kết quả rất tốn thất thời gian. Cũng tại đây, nổi bật lợi thế của DSP: nhiều DSP cho phép thực hiện các thao tác đó đồng thời với nhân và tích lũy chỉ trong một nhịp lệnh duy nhất. Tuy nhiên, có được thế mạnh đó còn là nhờ thay đổi cấu trúc Bus trên chip.

Ta hãy xét cách thực hiện một lệnh nhân của μP thông thường khi tính công thức (1). Công thức đó có chứa các hệ số a_i cố định, vì vậy chúng sẽ được cất ở bộ nhớ chương trình. Các dữ liệu x_i được cất ở bộ nhớ số liệu. Chương trình và số liệu của các μP thông thường đều sử dụng chung 1 Bus địa chỉ là 1 Bus số liệu. Vì vậy trình tự tính thường là như sau:

- 1- Xâm nhập vào bộ nhớ lần thứ 1 để đọc mã lệnh, mã lệnh được đưa từ bộ nhớ tới μP .
- 2- μP giải mã lệnh và biết là phải thực hiện phép nhân.
- 3- Xâm nhập lần thứ 2 vào bộ nhớ chương trình để đọc giá trị của a_i
- 4- Xâm nhập lần thứ 3 vào bộ nhớ số liệu để đọc giá trị của x_i
- 5- Thực hiện phép nhân.

Ta đã biết, cách tổ chức Bus như trên được gọi là cấu trúc Vonneumann (hình a).



Ngược với μP thông thường, DSP có nhiệm vụ chuyển số liệu tính tới khâu tính càng nhanh càng tốt. Để làm được điều này, buộc phải tốn kém hơn: phải chia không gian nhớ trên chip ra làm 2 và vì thế phải có 2 Bus địa chỉ và 2 Bus số liệu (hình b) độc lập cho 2 vùng nhớ. Nhờ cách tổ chức này, DSP có khả năng thâm nhập vào 2 vùng nhớ để đọc 2 toán hạng chỉ trong 1 nhịp duy nhất vì vậy tiết kiệm được nhiều thời gian. Cấu trúc Bus này có tên là cấu trúc Harvard.

Trên thực tế, vì lý do giá thành chỉ có thể thực hiện cấu trúc Bus Harvard cho các bộ nhớ trên phiến (on-chip). Do đó, khi tra cứu về cấu trúc bên trong của DSP, bạn đọc sẽ thường gặp khái niệm Program Bus (hình b): (Bus số liệu 2, Bus địa chỉ 2) và Data bus (Bus số liệu 1, Bus địa chỉ 1). Đối với bên ngoài phiến, DSP vẫn sử dụng Bus địa chỉ, Bus số liệu chung cho cả hai vùng nhớ. Điều này giải thích cho ta thấy: Tại sao DSP chỉ có khả năng thực hiện phép nhân trong một nhịp duy nhất, nếu các toán hạng đều nằm ở vùng nhớ on-chip.

Ngoài ra, khi thực hiện phép cộng tích lũy (1), đồng thời DSP có thể phải thực hiện thêm các thao tác dịch trái, dịch phải (vị trí dấu phẩy) hay làm tròn tổng cuối cùng. Nhiều DSP có khả năng kết hợp thao tác đó trong một lệnh duy nhất.

Tóm lại DSP được phân biệt với μP thông thường là nhờ ở:

- a) có thêm thanh ghi tích lũy ACC và bộ nhân cứng
- b) có cấu trúc Bus trên phiên theo kiểu cấu trúc Harvard
- c) có khả năng tích hợp nhiều thao tác lệnh trong cùng một lệnh duy nhất. Tất cả các điểm khác nhau đó chỉ nhằm tạo cho DSP khả năng thực hiện với tốc độ có phép tính tổng tích lũy (1)

Để dàng thấy rằng, ứng dụng của DSP không chỉ giới hạn trong việc thực hiện các thuật toán xử lý số liệu (xử lý tín hiệu) tốc độ cao. DSP có thể phát huy được ưu thế của nó trong tất cả các ứng dụng ĐK/ĐC thời gian thực, nơi mà:

- a) thời gian tính toán (thời gian trích mẫu) chỉ nằm trong khoảng vài trăm ms
- và b) phép cộng tích lũy (thuật toán điều chỉnh digital) thường xuyên được cần đến.

Vi điều khiển = μP (hoặc DSP) + ngoại vi + ngắt không cần thủ tục.

Trong quá trình đi lên của công nghệ tự động, μP được sử dụng ngày càng nhiều trong các thiết bị ĐK/ĐC. Nhằm tăng độ tin cậy, đồng thời giảm giá thành của hệ thống, người ta đã tìm cách tích hợp các phần tử ngoại vi cơ bản trên phiên. Đó là những phần tử ngoại vi thường gặp nhất trong kỹ thuật:

1- **Khâu biến đổi tương tự số** (*Analog to Digital Converter*, viết tắt: *ADC*): Khâu này có thể gồm 1-2 bộ ADC với khả năng xen nhiều kênh. Độ phân giải thường là 8-10 Bit.

2- **Khâu điều chế điện áp hình sin** (*Puls Width Modulation*, viết tắt: *PWM*): khâu PWM có thể có nhiều kênh, đặc biệt là khả năng tạo điện áp xoay chiều 3 pha với cơ chế bù thời gian an toàn bảo vệ van bán dẫn công suất lớn. Độ phân giải từ 50nsec - vài msec.

3- **Hệ thống thanh ghi CAPCOM** (*Capture/compara Register*) phục vụ việc ghi nhận tín hiệu từ bên ngoài đến (rất quan trọng trong đo lường) hoặc tạo tín hiệu phát ra ngoài (rất quan trọng trong điều khiển).

4- **Hệ thống các thanh ghi và cổng đặc biệt:** Khi các phần tử ngoại vi được tích hợp chung với μP trên cùng một phiên, linh kiện mới này được gọi là "Vi điều khiển" (*Microcontroller*. Viết tắt: μC).

Tóm lại: μC được phân biệt với μP là do các đặc điểm:

- a) có thêm các phần tử ngoại vi cơ bản trên phiên
- b) có cơ chế ngắt không cần thủ tục ngắt. Điều này cho phép nâng cao tốc độ tính toán, tăng độ tin cậy, đồng thời giảm giá thành của hệ thống.

Cách định nghĩa μC như ta đã nêu ở trên cũng có thể được áp dụng đối với DSP. Thay vì viết công thức:

$$\mu C = \mu P + \text{ngoại vi} + \text{ngắt không cần thủ tục}$$

ta cũng có thể viết: $\mu C = \text{DSP} + \text{ngoại vi} + \text{ngắt không cần thủ tục}$

Công thức mới làm tăng tối đa thể mạnh vốn có của DSP. Đôi khi, các μC loại này còn được gọi là DSP controller, tuy nhiên cách gọi này ít phổ dụng.

Còn những khái niệm nào ngoài μP , μC và DSP.

Embedded Controller:

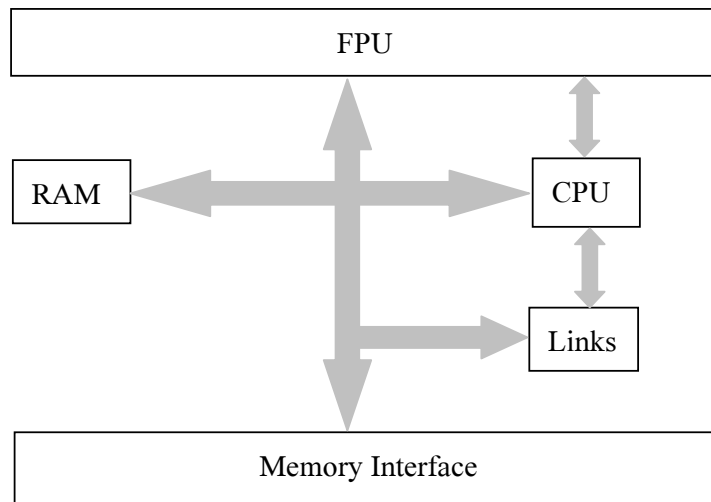
Bản thân chữ Embedded Controller có ý nghĩa là "cấy vào, nhúng vào" và nhằm chỉ những ứng dụng mà μP , μC hoặc DSP khi được "nhúng vào" hệ thống, hệ thống đó sẽ phải thỏa mãn hai đòi hỏi:

- Đòi hỏi về tính chuyên dụng (*application specific*)
- Đòi hỏi về tốc độ đáp ứng thời gian thực (*real time*)

Nếu chỉ xét về hai phương diện trên, ta có thể kết luận: **Hầu hết các ứng dụng có "Embedded Controller", bất luận chip được nhúng vào hệ là μP , μC hay DSP.**

Đến nay ta mới chỉ xét các hệ sử dụng 1 chip và chưa xét đến nhiệm vụ tính toán mà chip đó phải thực hiện. Trong thực tế, có những nhiệm vụ đòi hỏi công suất tính toán rất lớn và bài toán có thể trở nên phức hợp đến mức: không thể thực hiện phương thức tính toán theo kiểu thứ tự trước sau (ta gọi tắt là tuần tự) cho các bài toán con. Khi đó buộc nhà thiết kế hệ thống phải tính đến khả năng thực hiện đồng thời (ta gọi là song song) các bài toán con đó.

Transputer chính là một loại vi xử lý có cấu trúc thích hợp để xây dựng các hệ thống tính toán song song:



Trên đây là sơ đồ giới thiệu sơ đồ khối thông thường của Transputer, trong đó tùy theo loại mà có thể có khối xử lý dấu phẩy cộng (*FPU: Floating Point Unit*) hoặc không.

Vậy các khái niệm: vi xử lý (*Micro Processor: μP*), vi điều khiển (*Microcontroller: μC*), vi xử lý tín hiệu (*Digital Signalprocessor: DSP*), *Embedded Controller* và *Transputer*, phải phân biệt rõ ràng sự khác nhau giữa chúng để ta có quyết định đúng khi phải lựa chọn chip để giải quyết nhiệm vụ thiết kế đặt ra.

PHẦN III

MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐỐI TƯỢNG NHIỆT TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN

CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG Lò CÓ BAO HƠI

CHƯƠNG 2: MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH THIẾT BỊ PHỤ TRONG PHÂN XỬNG TUỐC BIN



CHƯƠNG 1: CÁC HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG Lò CÓ BAO HƠI

Lò hơi là đối tượng phức tạp vì có nhiều thông số vào và thông số ra, hình thành nhiều kênh đan chéo nhau.

Do đó để đơn giản hóa vấn đề người ta tách chúng ra thành những kênh chính.

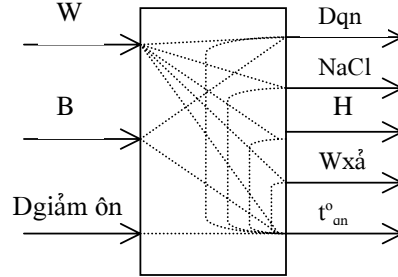
Cụ thể có các quá trình :

$W \rightarrow H$ (mức nước BH)

Dgiảm ôn \rightarrow tqn

$B \rightarrow Dqn$

$W_{xả} \rightarrow NaCl \dots$



Và căn cứ vào các kênh tác dụng chính này ta xây dựng các vòng điều chỉnh để giữ ổn định các thông số điều chỉnh bằng hệ thống điều chỉnh 1 vòng và những yếu tố còn lại ảnh hưởng nó coi là nhiễu (nhiều trong và nhiễu ngoài)

Trong lò hơi có bao hơi có các hệ thống điều khiển sau:

- Hệ thống điều chỉnh quá trình cháy
- Hệ thống điều chỉnh nhiệt độ quá nhiệt
- Hệ thống điều chỉnh nước cấp
- Hệ thống điều chỉnh chất lượng nước của lò

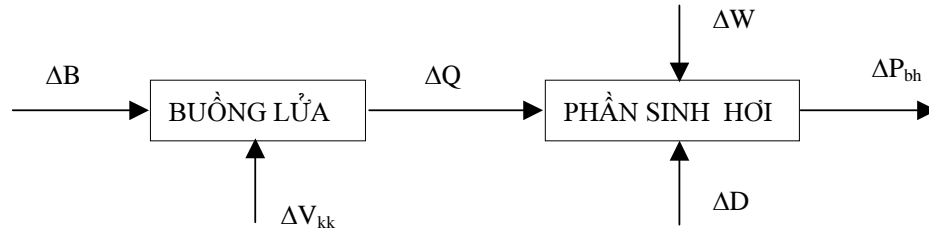
1.1. Hệ thống điều chỉnh quá trình cháy của lò

1.1.1. Nhiệm vụ của hệ thống điều chỉnh quá trình cháy

- Giữa phụ tải của lò phù hợp với phụ tải tuốc bin \Rightarrow có hệ thống điều chỉnh phụ tải (áp suất P hơi)
- Tác động vào nhiên liệu \Rightarrow hệ thống điều chỉnh không khí
- Trong từng thời điểm thì lượng khói thải ra khỏi lò phải đảm bảo \Rightarrow Hệ thống điều chỉnh áp suất buồng lửa PBL

1.1.2. Đặc tính của lò xét theo quan điểm áp suất

Theo quan điểm áp suất thì lò tách thành 2 phần chính:



\Rightarrow Tính chất động của lò gồm 2 khâu BL và FSH. Quán tính của BL nhỏ \Rightarrow tính chất động của lò chủ yếu phụ thuộc vào tính chất phần sinh hơi.

1- Tính chất phần sinh hơi:

Đối với phần sinh hơi ta có :

$$A_p \frac{dP_b}{dt} = Q - D(i'' - i_{nc})$$

A_p : Hệ số tỷ lệ đặc trưng cho khả năng tàng trữ nhiệt của hỗn hợp nước hơi và dàn ống sinh hơi

$$\Rightarrow \frac{A_p}{i'' - i_{nc}} \cdot \frac{dP_b}{dt} = \frac{Q}{i'' - i_{nc}} - D$$

$\frac{Q}{i'' - i_{nc}} = d_q$ là lượng hơi lớn nhất có thể sinh ra nếu Q dùng để biến thành hơi

hoàn toàn và gọi là phụ tải nhiệt của lò

$$\Rightarrow \frac{A_p}{i'' - i_{nc}} \cdot \frac{dP}{dt} = D_q - D$$

Trong chế độ xác lập $D_q = D \Rightarrow P = \text{const}$

Nếu kể đến sự mất cân bằng về vật chất \Rightarrow phương trình động của phần sinh

$$\text{hơi là : } \frac{A_p}{i'' - i_{nc}} \cdot \frac{dP_b}{dt} = D_q - D - K(W - D)$$

K - Hệ số tỷ lệ nói lên sự ảnh hưởng của sự mất cân bằng vật chất lên quá trình điều chỉnh

$$\text{Đưa về dạng không có thứ nguyên } T_p \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \mu_q - \lambda - K(\mu_w - \lambda)$$

(Đây là khâu tích phân - không có tự cân bằng)

2- Ảnh hưởng của tính chất buồng lửa lên quá trình điều chỉnh:

Buồng lửa gây nên chậm trễ τ đối với quá trình

$$\Rightarrow \text{Phương trình động: } T_p \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \mu_q(t - \tau) - \lambda - K(\mu_w - \lambda)$$

τ - phụ thuộc vào cấu tạo và tính chất buồng lửa, độ đặt ống

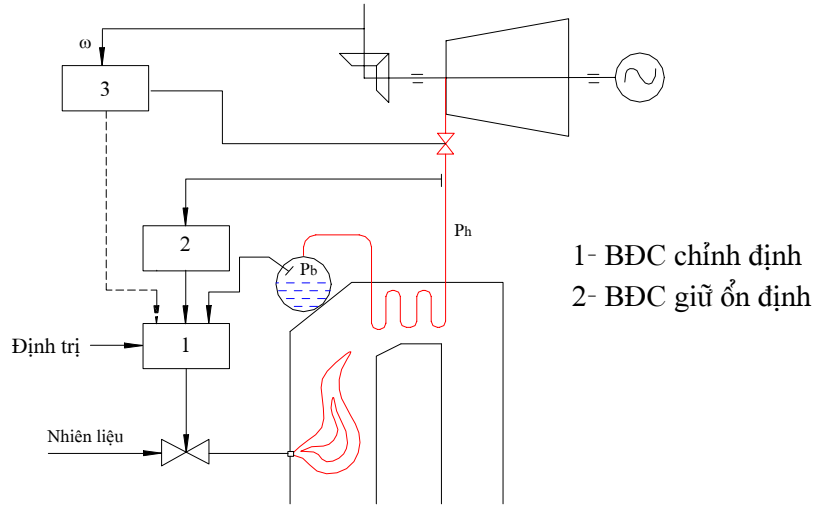
Nếu đặt ống dày thì τ khoảng $20 \div 25$ sec

3- Ảnh hưởng điều kiện làm việc lên đặc tính động của lò:

Khi làm việc theo sơ đồ khối thì chất động của nó xấu đi so với làm việc song song.

1.1.3. Các phương pháp điều chỉnh phụ tải của lò

1- Khi lò làm việc theo sơ đồ khối với tua bin:



- Nhờ ta đưa thêm bộ điều chỉnh 2, lấy tín hiệu từ P_{bh} mà ta giảm được thời gian điều chỉnh.

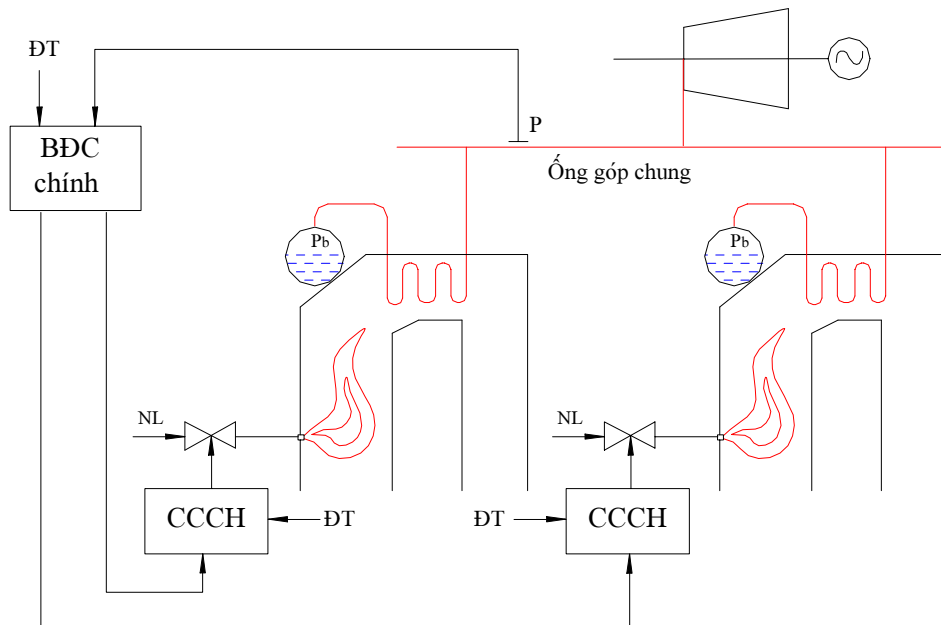
- Trong một số trường hợp để nâng cao chất lượng ta kết hợp bộ điều chỉnh 1 và 3 (hệ thống điều chỉnh phụ tải và tua bin), tức là lấy thông tin áp suất để cấp cho bộ điều chỉnh 3 phương pháp trên chỉ áp dụng đối với tuabin mà mắc vào hệ thống năng lượng lớn (tức là ảnh hưởng của nó không đáng kể cho tần số lưới) và nó không nằm trong chế độ điều chỉnh phụ tải của nhà máy.

2- Các phương pháp khi lò làm việc song song:

Nhiệm vụ của bộ điều chỉnh là tác động lên các lò mà đảm bảo hiệu suất cao

Có các phương pháp sau:

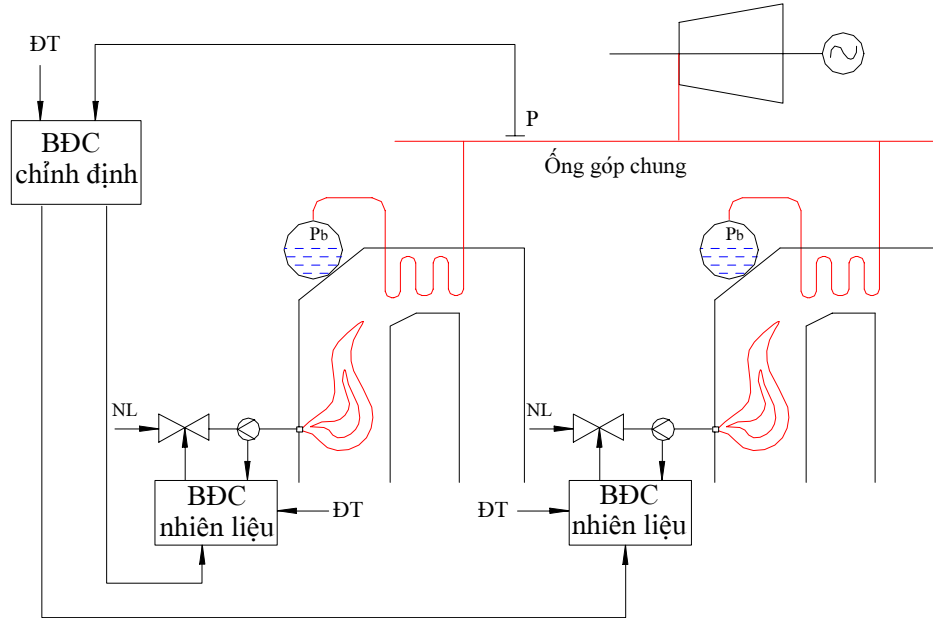
a- Phương pháp dùng bộ điều chỉnh chính:



Trong cơ cấu chấp hành có thêm bộ phận định trị nhờ đó mà ta điều chỉnh theo yêu cầu nhất định.

Nhược: Nếu khi xảy ra sự biến động nhiên liệu trong một lò nào đó => Các lò khác phải nằm trong chế độ không ổn định mặc dù phụ tải của nhà máy vẫn ổn định (tức là nó không khắc phục được nhiễu trong) => ít sử dụng trong thực tế.

b- Phương pháp dùng bộ điều chỉnh chính định và bộ điều chỉnh nhiên liệu

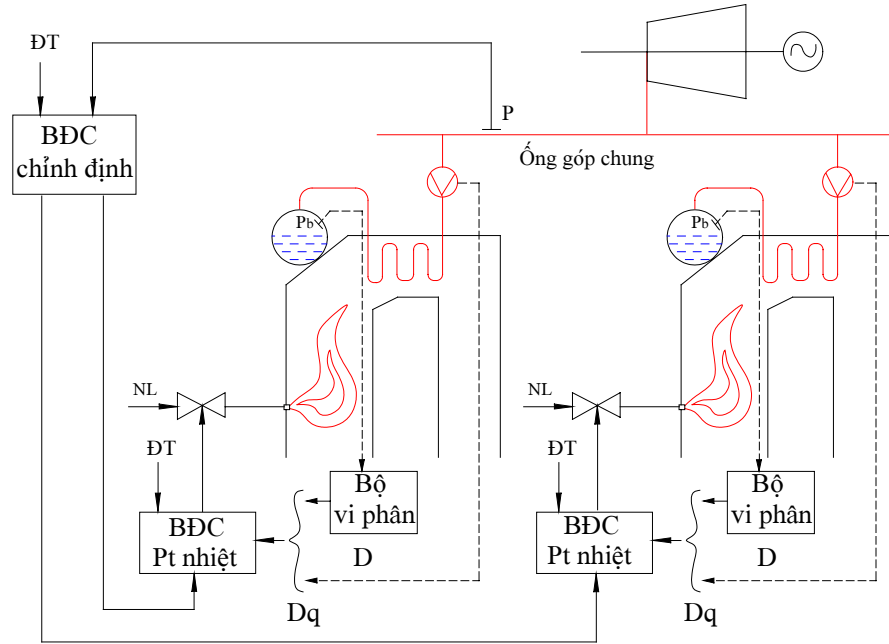


Thực chất đây là hệ thống điều chỉnh 2 vòng (điều chỉnh tầng)

- Nếu xảy ra biến động nhiên liệu (nhiều trong) thì bộ điều chỉnh nhiên liệu sẽ đập tắt nhiều trong đó => không ảnh hưởng đến các lò khác.

- Sơ đồ này chỉ áp dụng đối với khi đốt nhiên liệu lỏng và khí vì lúc đó mới dùng phương pháp tiết lưu () để đo lưu lượng chính xác (còn than bột không đo bằng cách đó)

c- Phương pháp dùng bộ điều chỉnh chỉnh định và bộ điều chỉnh phụ tải nhiệt:



Ta có :

$$\frac{A_p}{i''-i_{nc}} \cdot \frac{dP_{bh}}{dt} = D_q - D \text{ Phụ tải nhiệt } D_q = \frac{Q}{i''-i_{nc}}$$

$$\text{mà } D_q = D + \frac{A_p}{i''-i_{nc}} \cdot \frac{dP_{bh}}{dt} \Rightarrow D_q \sim Q$$

Phương pháp này được dùng rộng rãi đối với nhà máy đốt than.

1.1.4. Điều chỉnh kinh tế quá trình cháy lò

Thực tế là hệ thống điều chỉnh không khí cho lò

ta biết rằng : $\eta = \frac{D(i''-i_{nc})}{B \cdot Q'_{lv}}$

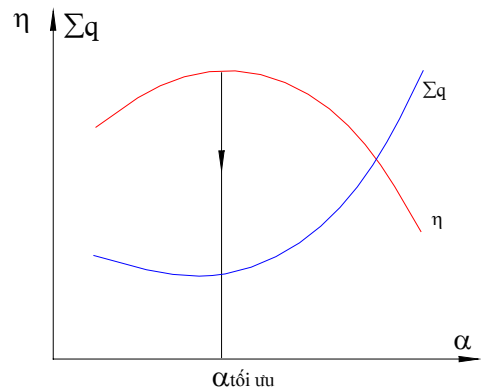
Vậy điều chỉnh độ kinh tế thì dựa vào hiệu chỉnh hiệu suất nhưng như vậy sẽ gặp nhiều khó khăn

Mặt khác :

ta biết được $\eta = f(\alpha)$ (hệ số không khí thừa)

Vậy để điều chỉnh kinh tế ta căn cứ vào hệ số không khí thừa α và điều chỉnh sao cho $\alpha = \alpha_{\text{tối ưu}}$

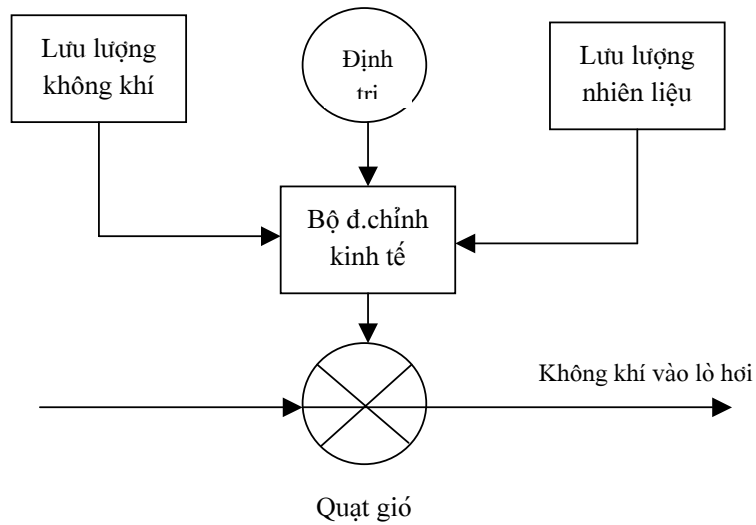
Để đánh giá độ không khí thừa α ta có rất nhiều phương pháp, tương ứng các phương pháp ta có các phương án điều chỉnh. (Tại $\alpha_{\text{tối ưu}}$ thì hiệu suất η lớn nhất và tổng tổn thất nhỏ nhất)



1- Căn cứ theo tỷ số nhiên liệu - không khí:

$$Q_{KK} \sim B \quad (Q_{lv} = \text{const})$$

Sơ đồ điều chỉnh:



Có thể căn cứ vào chênh lệch áp suất trước và sau bộ sấy không khí mà ta đo lưu lượng không khí.

Khi đốt nhiên liệu lỏng hay khí thì ta dùng phương pháp tiết lưu để đo lưu lượng còn nếu đốt than thì ta không sử dụng phương pháp này.

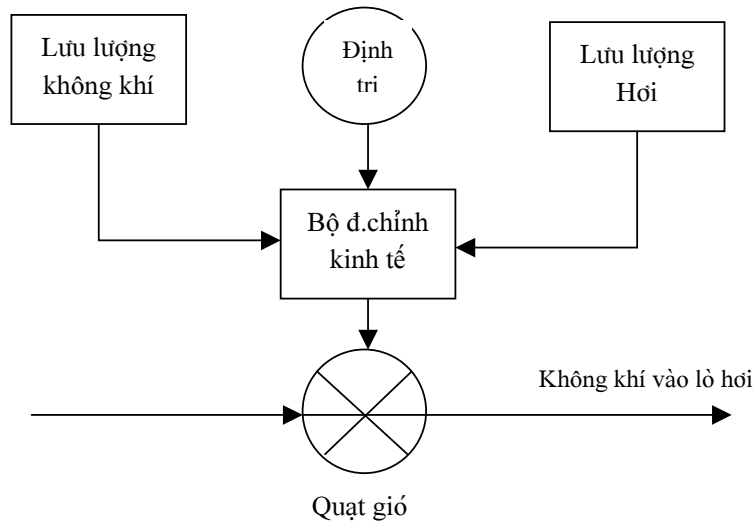
2- Phương pháp điều chỉnh theo tương quan hơi - không khí:

Theo nguyên tắc chung thì để tạo một lượng nhiệt Q thì cần phải lượng không

$$\text{khí như nhau đối với mọi loại nhiên liệu: } Q_{KK} \sim Q = B \cdot Q_{lv} = \frac{D(i' - i_{nc})}{\eta}$$

mà trong chế độ tĩnh $i' - i_{nc} = \text{const}$, $\eta = \text{const} \Rightarrow Q_{KK} \sim Q$

Sơ đồ điều chỉnh hơi - không khí:



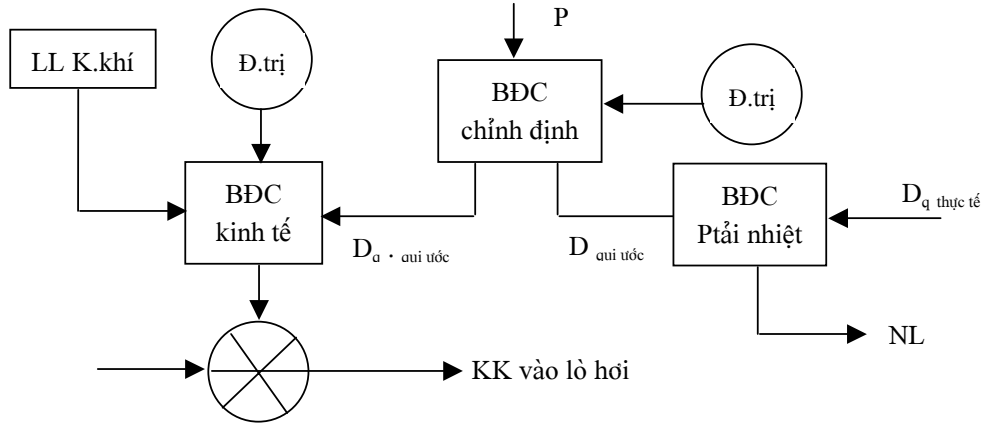
Phương án này chỉ được dùng trong những lò có chế độ xác lập còn những lò nằm trong chế độ điều chỉnh thì phương án này không được sử dụng.

Những lò có công suất lớn thì ta không sử dụng phương án này mà thường áp dụng cho những lò 10 ÷ 20 T/h.

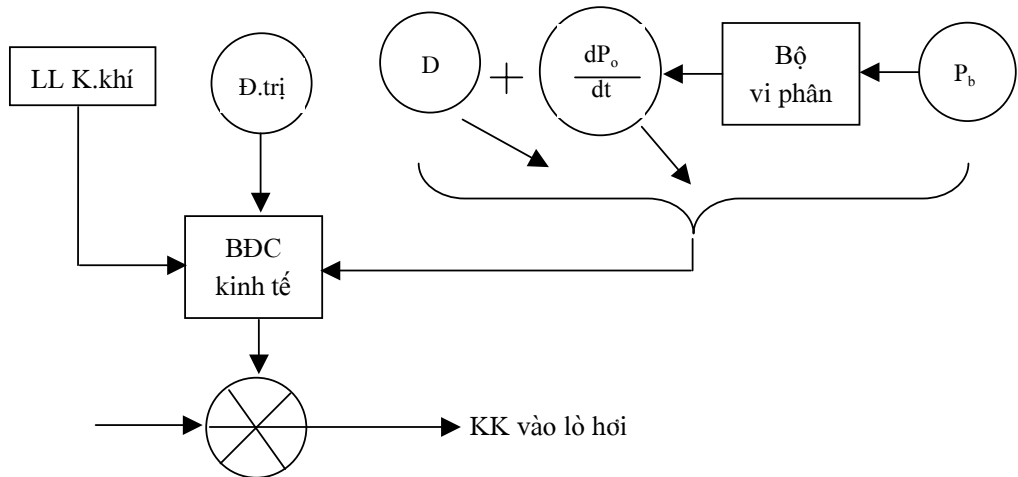
3- Phương án điều chỉnh theo tương quan nhiệt và không khí:

$$Q_{KK} \sim Q = D_q (i'' - i_{nc}) \Rightarrow Q_{KK} \sim D_q$$

+ Bộ điều chỉnh kinh tế dùng chung với bộ điều chỉnh phụ tải lò trong một hệ thống:



+ Phương án độc lập:

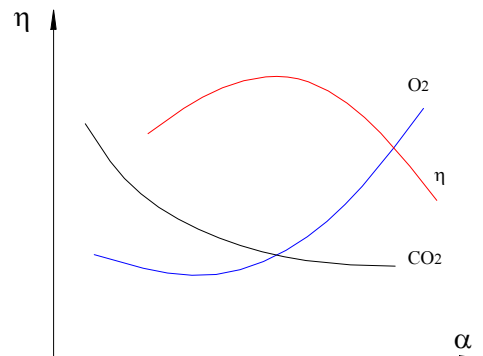


4- Điều chỉnh không khí theo thành phần khí thải:

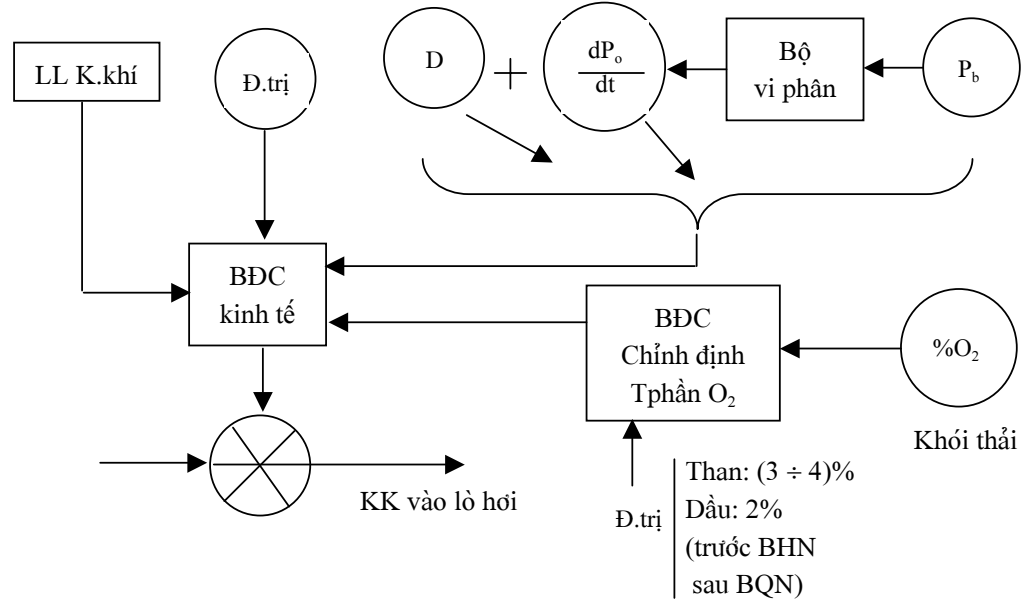
Ta đã biết :

$$\alpha \approx \frac{CO_{2max}}{CO_2} \quad \alpha \approx \frac{21}{21 - O_2}$$

Độ dốc $O_2(\alpha)$ lớn hơn \Rightarrow điều chỉnh theo O_2 nhanh hơn. Mặt khác CO_2 phụ thuộc vào nhiên liệu \Rightarrow Điều chỉnh theo O_2 chính xác, hơn nữa dụng cụ dùng CO_2 phức tạp hơn. Do vậy để điều chỉnh ta căn cứ vào O_2 .

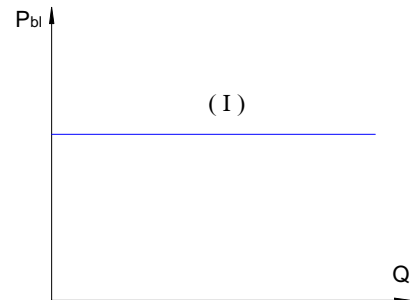


Tuy nhiên các dụng đo khí O_2 chưa hoàn toàn tin cậy. Ngày nay người ta dựa vào tính chất từ tính của O_2 (bị hút về từ trường thuận từ) và khi nhiệt độ cao thì từ tính giảm để đo lưu lượng của O_2 . Do vậy trong thực tế người ta vẫn không dùng O_2 mà chỉ xem nó là tín hiệu phụ để điều chỉnh.



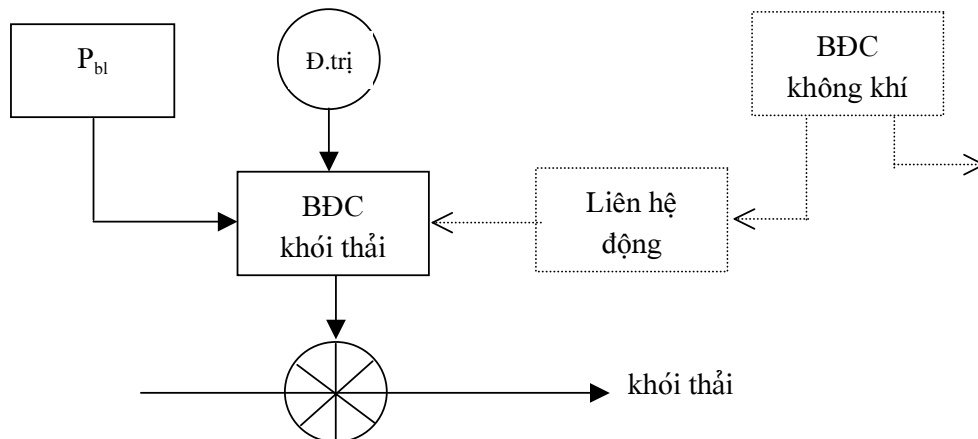
1.1.5. Hệ thống điều chỉnh khói thải

Ta giữ cho $P_{bl} = 3 \div 1 \text{ mm H}_2\text{O}$, P_{bl} là tín hiệu dao động liên tục với tần số $1 \div 2 \text{ Hz}$, nhưng biên độ dao động nhỏ giá trị yêu cầu lớn có thể $5 \div 7 \text{ mmH}_2\text{O}$ so với giá trị định mức=> Phải trang bị các thiết bị hoán xung (giảm biên độ dao động). Do P_{bl} nhỏ nên ta không thể dùng bộ điều chỉnh P vì có φ dư mà dùng bộ điều chỉnh I hoặc PI (φ dư = 0)



Đây là đối tượng có tự cân bằng nên ta chỉ sử dụng qui luật I là đủ

Để điều chỉnh chân không buồng lửa ta dùng phương án sau:



Trong một số trường hợp để tăng chất lượng ta dùng phương án b có thêm phần (...) ta thêm phần liên hệ động chỉ xảy ra trong quá trình quá độ, còn ở chế độ xác lập nó bị mất đi theo thời gian (và có hướng tức là không có tác động ngược lại).

1.2. Hệ thống điều chỉnh tự động nhiệt độ hơi quá nhiệt

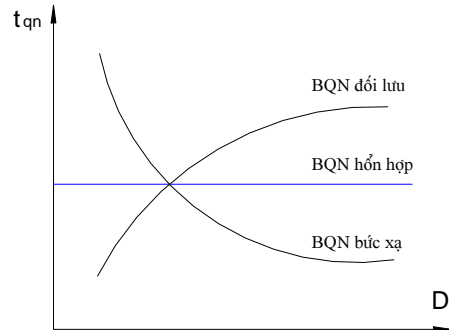
1.2.1. Yêu cầu đối với hệ thống điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt

Nhiệt độ hơi quá nhiệt phải giữ trong một giới hạn nào đó giới hạn trên bị khống chế (điều kiện khắc khe) và giới hạn dưới cũng bị hạn chế => yêu cầu không được phép vượt quá nhiệt độ cho phép $\pm 5^{\circ}\text{C}$ trong thực tế ($\pm 10^{\circ}\text{C}$). Vì khi nhiệt độ giảm 10°C => η giảm 0,5% và η phát điện giảm 1,5%

1.2.2. Đặc tính của lò xét theo quan điểm điều chỉnh nhiệt độ

- Đặc tính tĩnh: Quan hệ nhiệt độ quá nhiệt với các thông số khác ở chế độ xác lập.
- Đặc tính động: Chính là sự thay đổi theo thời gian của nhiệt độ khi có các nhiễu P thay đổi ; Q(t) thay đổi.

1. Ảnh hưởng phụ tải đến nhiệt độ hơi quá nhiệt
D thay đổi (tăng) -> t_{qn} thay đổi (tăng)
(nếu bộ quá nhiệt đối lưu hoàn toàn).
Còn ở bộ quá nhiệt bức xạ hoàn toàn
=> D thay đổi (tăng) -> nhiệt độ quá nhiệt giảm.
Vậy ta kết hợp khéo léo giữa BQN bức xạ và đối lưu thì ta khử được ảnh hưởng của phụ tải đến nhiệt độ quá nhiệt.



2. Ảnh hưởng của sự bám cáu xỉ đến nhiệt độ quá nhiệt
Có đóng xỉ -> nhiệt độ hơi quá nhiệt tăng
3. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước cấp
Nhiệt độ nước cấp giảm => D giảm nếu cường độ hấp thụ bộ quá nhiệt không đổi => nhiệt độ hơi quá nhiệt giảm
4. Ảnh hưởng của hệ số không khí thừa α
Giống phụ tải phụ thuộc vào bộ quá nhiệt là đối lưu hay bức xạ
5. Ảnh hưởng của than
Mịn -> nhiệt độ hơi quá nhiệt nhỏ
Thô -> ngọn lửa cao -> nhiệt độ quá nhiệt tăng
6. Ảnh hưởng phân ly hơi
làm việc kém -> nhiệt độ quá nhiệt giảm

Vậy khi thay đổi: $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Nhiệt hàm của hơi} \\ - \text{Lượng nhiệt của nó hấp thụ} \\ - \text{Lưu lượng hơi} \end{array} \right.$

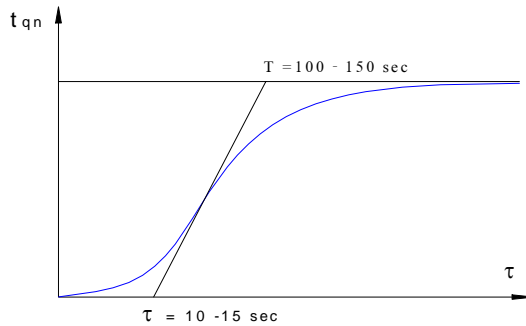
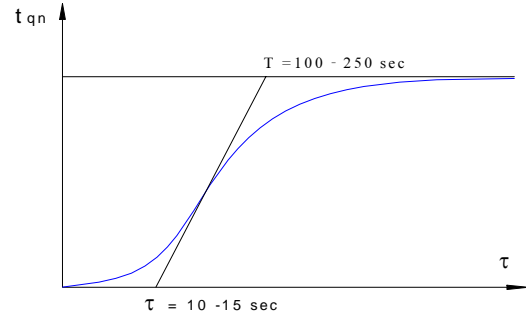
thì nhiệt độ hơi quá nhiệt thay đổi

*** Đặc tính động:**

Đặc tính động tức là sự thay đổi nhiệt hàm của hơi và nhiệt độ hơi quá nhiệt theo thời gian.

=> nhiệt độ quá nhiệt thay đổi như hình vẽ bên. Khi chấn động đầu vào là lượng nhiệt mà bộ quá nhiệt hấp thụ được đặc tính có dạng sau: τ giảm nhiều = 10 ÷ 15 [sec] (thực chất độ quán tính này là không phải của bộ quá nhiệt mà là của quá trình).

- Khi D thay đổi theo thời gian, ta không xét vì không thể sử dụng nó để điều chỉnh vì D là đại lượng đo tua bin quyết định.



1.2.3. Các sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ quá nhiệt

Thực tế nếu không có điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt thì nhiệt độ hơi quá nhiệt sẽ lớn hơn nhiệt độ yêu cầu => quá trình điều chỉnh thực chất là giảm nhiệt độ hơi quá nhiệt xuống. Do đó trong thực tế ta dùng các bộ giảm ôn.

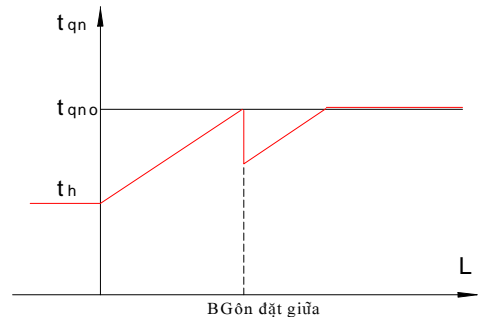
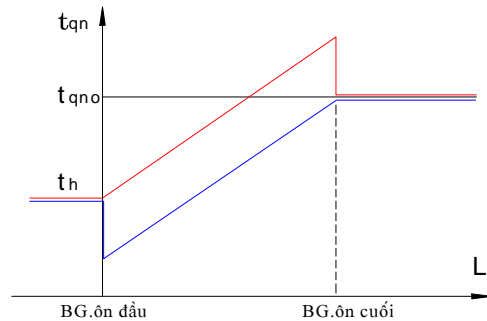
* Khi đặt bộ giảm ôn ở cuối thì thời gian điều chỉnh nhanh chóng nhưng có một đoạn ống phải chịu nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ yêu cầu => ảnh hưởng đến sự làm việc của bộ quá nhiệt.

* Nếu đặt bộ giảm ôn ngay đầu vào
+ Bảo vệ được bộ quá nhiệt.
+ Nhưng quán tính của quá trình điều chỉnh lớn => chậm trễ => chất lượng quá trình điều chỉnh không tốt.

+ Mặt khác nếu phun nhiều quá => gây hiện tượng ngưng tụ trong bộ quá nhiệt.

* Đặt bộ giảm ôn ngay lúc nhiệt độ quá nhiệt lên đến thời gian yêu cầu (giữa)

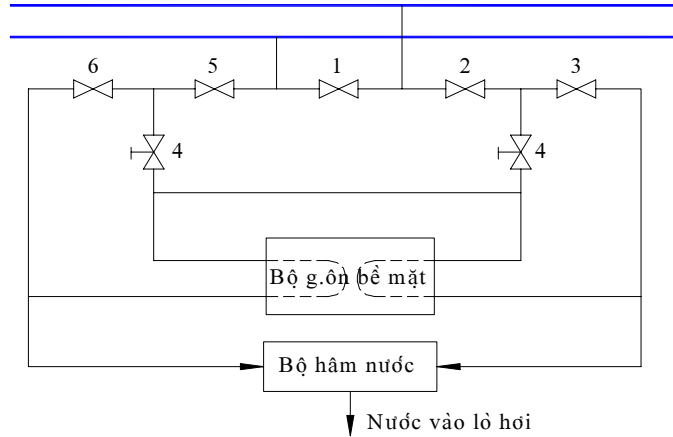
* Trong thực tế (NMĐ Phá Lại) ta



Các loại bộ giảm ôn

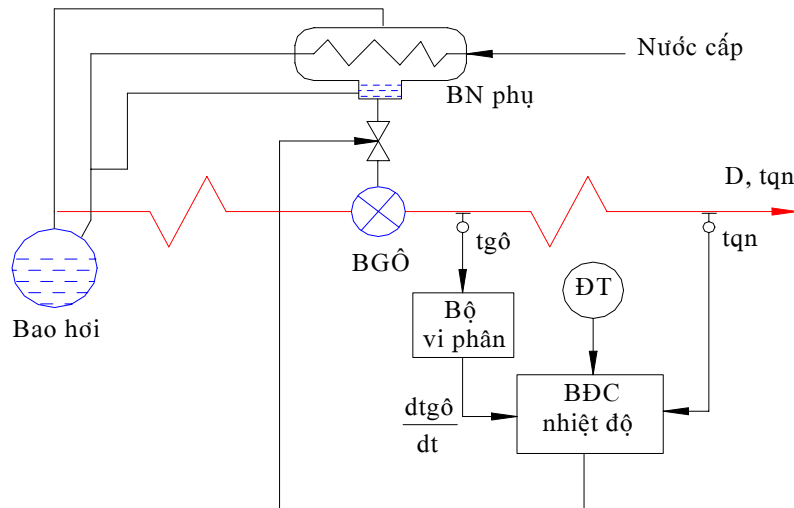
- Có hai loại giảm ôn: - Giảm ôn bề mặt
- Giảm ôn kiểu hỗn hợp

* Giảm ôn kiểu bề mặt:



Điều chỉnh lượng nước đi vào bộ giảm ôn => BDC tác động vào van 4 nhưng khi thay đổi độ mở van 4 => áp suất sau van 2 thay đổi => trở lực => thay đổi lượng nước vào lò => ảnh hưởng điều kiện cấp nước => giữa lượng nước điều chỉnh và nước và cấp ảnh hưởng nhau. Thường để điều chỉnh $\Delta t = 15 \div 20^\circ\text{C}$ => $\Delta W = 30 \div 40 \%W$. Quán tính quá trình điều chỉnh lớn => chất lượng điều chỉnh kém.

* Giảm ôn kiểu hỗn hợp: (kiểu tia phun)



Thường phun $5 \div 6\% D_{\max}$ => điều chỉnh được $\Delta t = 50 \div 60^\circ\text{C}$ (vòng nhỏ nhằm giảm thời gian điều chỉnh). Sơ đồ này nói chung có đặc tính động tốt nên hay dùng, tách hẳn hai hệ thống nước cấp và nhiệt độ quá nhiệt.

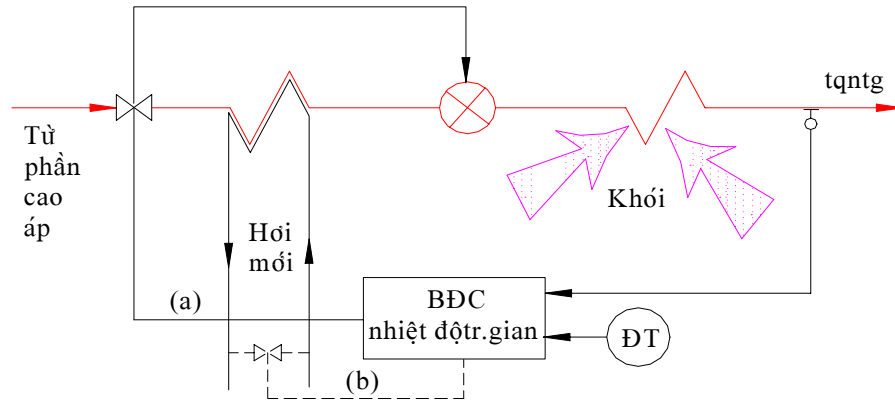
Do dùng nước phun thẳng bộ quá nhiệt => chất lượng nước phải cao => phải thêm bình ngưng phụ.

Nếu áp lực không đủ đưa nước vào => sử dụng các bơm phụ (thường chiếm 10% so với công suất cực đại của lò).

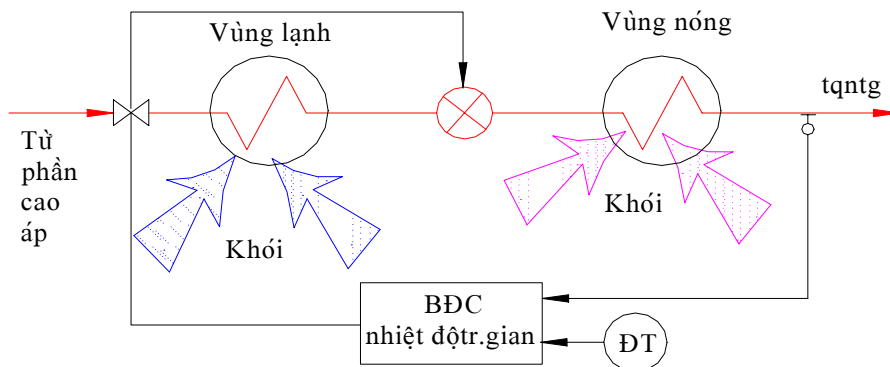
1.2.4. Sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ quá nhiệt trung gian

Ta không dùng giảm ôn kiểu hỗn hợp như hơi quá nhiệt.

1.2.4.1. Dùng hơi mới: (kiểu hơi - hơi)



1.2.4.2. Kiểu khói - hơi:



Kiểu này vùng điều chỉnh lớn hơn và kinh tế hơn.

Ta thường trang bị bộ điều chỉnh sự cố có tác dụng làm giảm (bằng cách phun) nhiệt độ quá nhiệt thời gian khi nó lớn phạm vi điều chỉnh.

1.3. Hệ thống điều chỉnh cấp nước

1.3.1. Đặc tính của lò xét theo quan điểm điều chỉnh mức nước

$$\Delta H = \pm 75 \div 100 \text{ mm}$$

Mức nước thay đổi do nhiều nguyên nhân:

- + D thay đổi
- + W thay đổi (nước cấp)
- + P thay đổi

Thường có 2 đường cấp nước (chính và dự phòng), do đó bộ điều chỉnh cũng có BDC chính và BDC dự phòng

Nguyên nhân chính làm thay đổi mức nước bao hơi do sự tương quan cân bằng vật chất giữa D - W.

Tương quan giữa hỗn hợp nước và hơi trong phần sinh hơi thay đổi theo

phương trình: $F(\gamma' - \gamma'') \cdot \frac{dH}{dt} = W - D$

F - diện tích bề mặt bốc hơi

γ', γ'' - trọng lượng riêng của nước và hơi

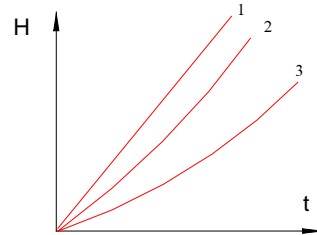
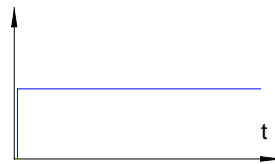
Vậy xét theo quan điểm điều chỉnh mức

nước thì đây là khâu không có tự cân

bằng (khâu tích phân) hình vẽ.

Trường hợp D = const (W tăng)

- 1- Lý thuyết
- 2- Thực tế đối với BHN kiểu không sôi
- 3- BHN kiểu sôi



Nếu D thay đổi (tăng)

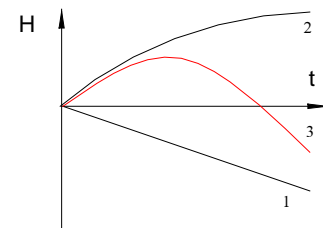
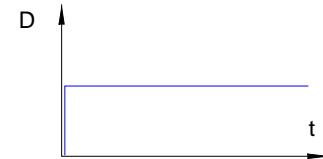
- 1- Lý thuyết
- 2- Mức nước khi sôi bùng
- 3- Mức nước thực tế

Nhưng thực tế có hiện tượng sôi bùng

=> mức nước trong bao hơi tăng lên (H_2)

=> mức nước thực tế của lò là (H)

Vậy lò là đối tượng phức tạp, do đó khi vận hành thường xảy ra độ sai lệch lớn.



1.3.2. Các sơ đồ điều chỉnh

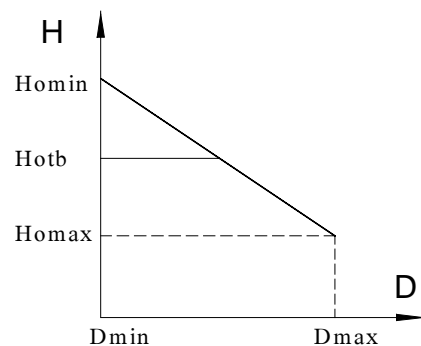
1- Sơ đồ 1 dung lượng (thông tin H)

Ta dùng bộ điều chỉnh tỷ lệ P

$$H_{\text{omin}} - H_{\text{omax}} = \Delta H$$

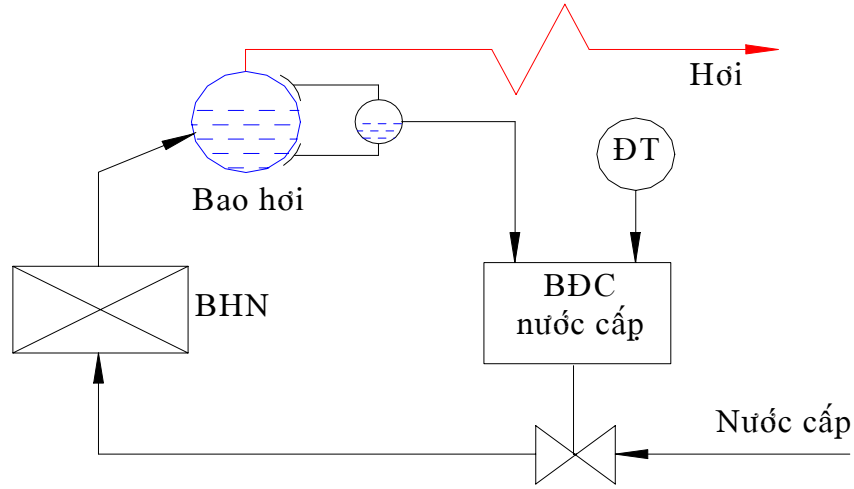
$$\frac{\Delta H}{H_{\text{otb}}} = \delta\% - \text{bộ không đồng đều của BDC}$$

$\Delta H > 0$ - bộ có độ không đồng đều dương



$$\Rightarrow \Delta\mu = -a_1 \cdot \Delta H$$

Sơ đồ trên chỉ áp dụng khi hiện tượng sôi bùng không ảnh hưởng đến thay đổi H.

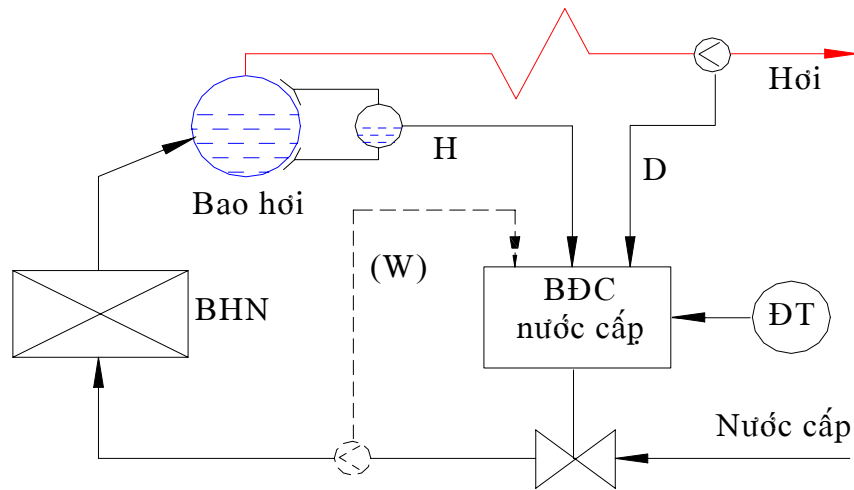


2- Sơ đồ 2 dung lượng

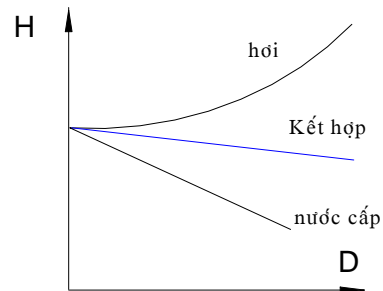
Ngoài tín hiệu mức nước còn lấy thông tin nữa là D

$$\Delta\mu = -a_1 \cdot \Delta H + a_2 \cdot D$$

Nếu theo phụ tải hơi thì mức nước có độ không đồng đều âm.



Nếu kết hợp tương ứng thông tin về hơi và mức nước => ta có đặc tính là đường thẳng (tốt) => Chất lượng điều chỉnh tốt và áp dụng cho lò có hiện tượng sôi bùng.



3- Sơ đồ 3 dung lượng

Trong một số trường hợp áp suất van nước cấp thay đổi => W thay đổi => ta đưa thêm vào tín hiệu nữa là W.

Thêm phần (..) của sơ đồ 2 dung lượng

$$\text{Phương trình } \Delta\mu = -a_1.\Delta H + a_2.D - a_3.W$$

(Nếu đảm bảo cân bằng vật chất thì hai tín hiệu D và W xem như không có).

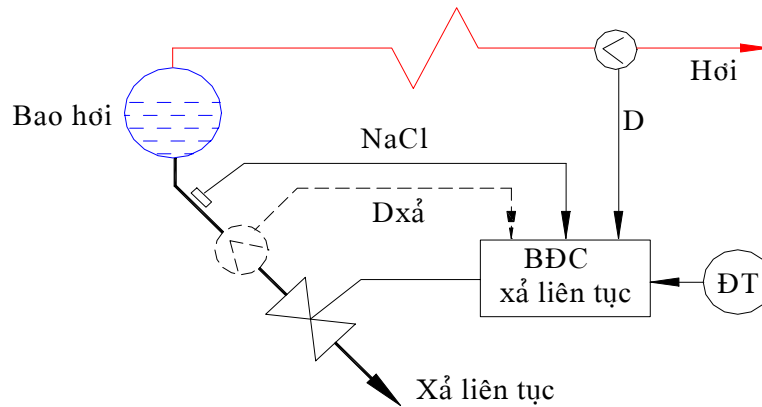
+ Phổ biến nhất trong các nhà máy điện và bộ điều chỉnh bộ điều chỉnh tỷ lệ tích phân PI.

1.4. Hệ thống điều chỉnh tự động chất lượng nước

Hay đây là hệ thống điều chỉnh xả liên tục. Chất lượng nước phụ thuộc nồng độ muối và axit trong nước, các muối này lắng lại trong bao hơi. Do đó để đảm bảo chất lượng nước ta phải xả nước đọng trong bao hơi. Thường $D_{xả} = 0,5 \div 2\% D_{max}$

Để điều chỉnh mức xả ta có các phương án:

1.4.1. Sơ đồ 2 xung lượng (2 tín hiệu): NaCl, D



1.4.2. Sơ đồ 3 tín hiệu: NaCl, D, D_{xả}

(có thêm đường (. . .)

Thông thường bằng thực nghiệm XD tương quan $D = f(D_{xả})$

Đảm bảo chất lượng => thường dùng.

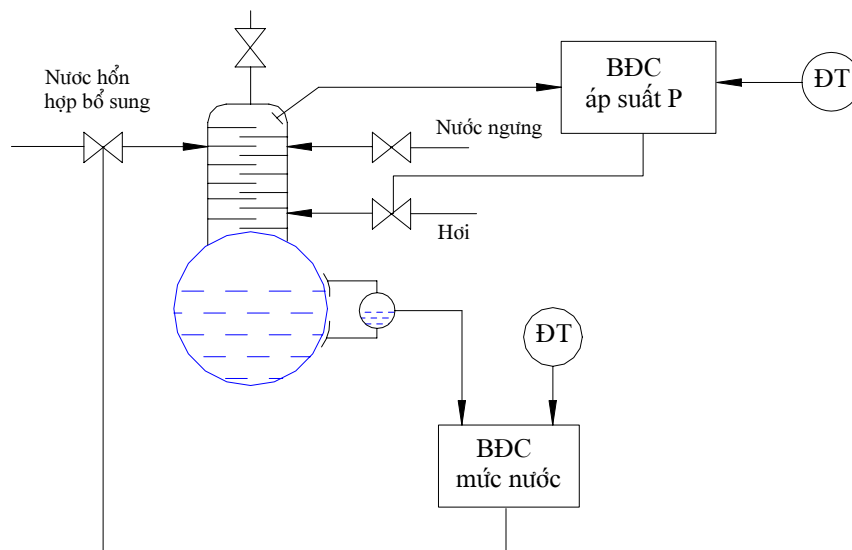
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH THIẾT BỊ PHỤ TRONG PHÂN XỬNG TỐC BIN



2.1. Hệ thống tự động bình khử khí

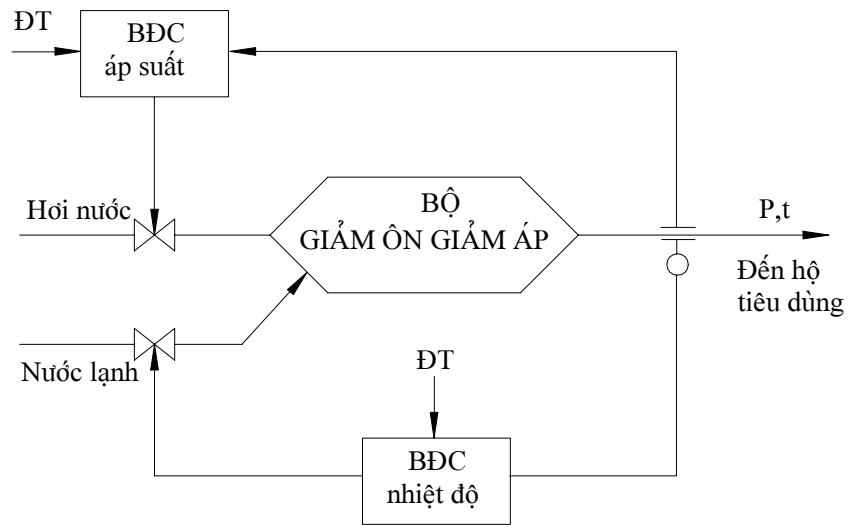
Phải giữ môi chất trong bình ở trạng thái bão hòa => ta phải giữ các thông số: nhiệt độ bão hòa t_{bh} (P_{bh}) và mức nước H .

Mà quán tính của nhiệt độ lớn hơn quán tính của áp suất nên ta thường lấy tín hiệu là P_{bh} (mặt khác vì P_{bh} phân bố đều hơn).



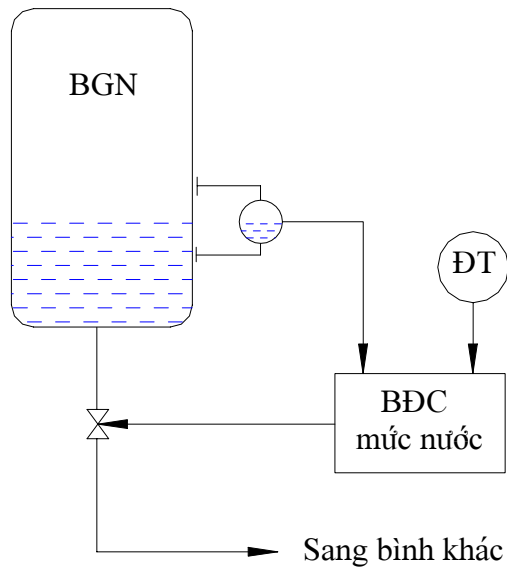
Hệ thống điều chỉnh mức nước H trong bình khử khí.

2.2. Hệ thống điều chỉnh tự động bộ giảm ôn giảm áp

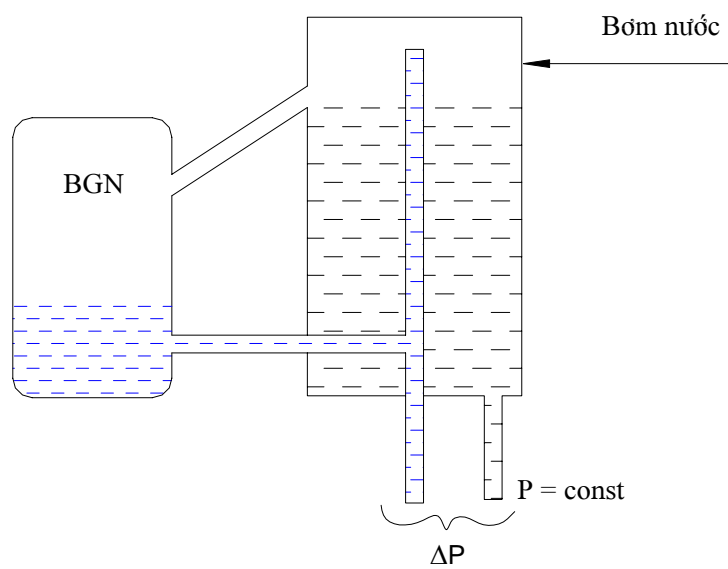


2.3. Hệ thống điều chỉnh tự động bình gia nhiệt

Thông số điều chỉnh là mức nước trong bình gia nhiệt



Để đo mức nước phải dùng phương pháp khác:



CHƯƠNG 3: TỰ ĐỘNG HOÁ HỆ THỐNG LẠNH

3.1. Yêu cầu, nhiệm vụ và phân loại

3.1.1. Mở đầu

Tự động hoá hệ thống lạnh là trang bị cho hệ thống lạnh, các dụng cụ mà nhờ những dụng cụ đó có thể vận hành toàn bộ hệ thống lạnh hoặc từng phần thiết bị một cách tự động, chắc chắn, an toàn và với độ tin cậy cao mà không cần sự tham gia trực tiếp của công nhân vận hành.

Càng ngày các thiết bị tự động hóa càng được phát triển và hoàn thiện, việc vận hành hệ thống lạnh bằng tay càng được thay thế bằng các hệ thống tự động hóa một phần hoặc toàn phần. Các hệ thống lạnh cỡ nhỏ và trung thường được tự động hóa hoàn toàn, hoạt động tự động hàng tháng thậm chí hàng năm không cần công nhân vận hành. Các hệ thống lạnh lớn đều có trung tâm điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ.

Khi thiết kế một hệ thống lạnh bao giờ cũng phải thiết kế theo phụ tải lạnh lớn nhất ở chế độ vận hành không thuận lợi nhất như mức nhập hàng là cao nhất, tầng số mở cửa buồng lạnh là cao nhất, khí hậu khắc nghiệt nhất... nên phân lớn thời gian trong năm hệ thống lạnh chỉ chạy với một phần tải.

Mặt khác, khi thiết kế hệ thống lạnh phần lớn các thiết bị được lựa chọn từ các sản phẩm đã được chế tạo sẵn, do đó sự phù hợp giữa các thiết bị trong hệ thống máy nén chỉ ở mức độ nhất định, do đó các thiết bị tự động cần phải tạo ra sự hoạt động hài hòa giữa các thiết bị và đáp ứng nhu cầu lạnh tương xứng với các điều kiện vận hành do bên ngoài tác động vào như điều kiện thời tiết, xuất nhập hàng...

Nói tóm lại, trong quá trình vận hành hệ thống lạnh, nhiệt độ của đối tượng cần làm lạnh thường bị biến động do tác động của những dòng nhiệt khác nhau từ bên ngoài vào hoặc từ bên trong buồng lạnh. Giữ cho nhiệt độ này không đổi hay thay đổi trong phạm vi cho phép là một nhiệm vụ của điều chỉnh máy lạnh. Đôi khi việc điều khiển những quá trình công nghệ lạnh khác nhau lại phải làm thay đổi nhiệt độ, độ ẩm và đại lượng vật lý khác theo một chương trình nhất định.

Hệ thống tự động có chức năng điều khiển toàn bộ sự làm việc của máy lạnh, duy trì được chế độ vận hành tối ưu và giảm tổn hao sản phẩm trong phòng lạnh.

Bên cạnh việc duy trì tự động các thông số (nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, lưu lượng, mức lỏng...) trong giới hạn đã cho, cũng cần bảo vệ hệ thống thiết bị tránh chế độ làm việc nguy hiểm. Đây chính là yêu cầu bảo vệ của hệ thống tự động.

Tự động hóa sự làm việc của hệ thống lạnh có ưu điểm so với điều chỉnh bằng tay là giữ ổn định liên tục chế độ làm việc hợp lý. Ưu điểm này kéo theo một loạt ưu điểm về tăng thời gian bảo quản, nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm tiêu hao điện năng, tăng tuổi thọ và độ tin cậy của máy và thiết bị, giảm chi phí nước làm mát, giảm chi phí vận hành và chi phí lạnh cho một đơn vị sản phẩm góp phần hạ giá thành sản

phẩm... Việc bảo vệ tự động cũng được thực hiện nhanh, nhạy, đảm bảo và tin cậy hơn thao tác của con người.

Tuy vậy việc trang bị hệ thống tự động cũng chỉ hợp lý khi hạch toán kinh tế là có lợi hoặc do có nhu cầu tự động hóa vì không thể điều khiển bằng tay do tính chính xác của quá trình, lý do khác cũng có thể là công nghệ đòi hỏi phải thực hiện trong môi trường độc hại hoặc dễ cháy nổ, nguy hiểm...

Trong tất cả các quá trình tự động hóa điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu, báo động và bảo vệ thì quá trình tự động điều chỉnh là có ý nghĩa hơn cả.

3.1.2. Yêu cầu và nhiệm vụ

Nói chung, các hệ thống lạnh cần có các thiết bị tự động để điều chỉnh các đại lượng chủ yếu: nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, mức lỏng hoặc lưu lượng... Các thiết bị bảo vệ có thể thêm độ kín và độ tinh khiết..., nhưng ở đây không hề có sự liên quan tới vấn đề điều chỉnh. Các công tác tự động hóa điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ của các hệ thống lạnh khá phức tạp nên sơ đồ điều khiển điện ở đây phức tạp hơn nhiều so với chính hệ thống lạnh.

Đối với hệ thống lạnh nên hơi những yêu cầu và nhiệm vụ chính đặt ra cho công tác tự động hoá là:

a) *Máy nén*

Bảo vệ quá tải: dòng điện, nhiệt độ cuộn dây động cơ, nhiệt độ các chi tiết chuyển động của máy nén, nhiệt độ dầu, nhiệt độ đầu đẩy, áp suất đầu đẩy quá cao, áp suất hút quá thấp, lưu lượng khối lượng quá cao, hiệu áp suất dầu quá nhỏ, dòng khởi động, tải khởi động quá lớn, mất pha, không đối xứng pha... Điều chỉnh năng suất lạnh phù hợp với yêu cầu. Đối với máy nén công nghiệp cần điều chỉnh và bảo vệ nước làm mát máy nén như nhiệt độ nước, lưu lượng nước...

b) *Thiết bị ngưng tụ*

Điều chỉnh thiết bị ngưng tụ có thể phân làm 2 loại chủ yếu :

- Bình ngưng làm mát bằng nước : điều chỉnh áp suất ngưng tụ, điều chỉnh lưu lượng nước làm mát (vận hành kinh tế).
- Dàn ngưng làm mát bằng không khí : lưu lượng không khí, giữ áp suất ngưng tụ tối thiểu.

Ngoài ra là thiết bị điều chỉnh mức lỏng trong bình ngưng hoặc bình chứa để cấp lỏng cho dàn bay hơi (van điều chỉnh kiểu phao áp suất cao).

c) *Thiết bị bay hơi*

Các thiết bị điều chỉnh cho dàn bay hơi gồm các thiết bị cấp lỏng (việc cấp lỏng phải vừa đủ để dàn bay hơi đạt hiệu quả trao đổi nhiệt cao nhất nhưng hơi hút về máy nén vẫn phải ở trạng thái khô, không gây ra va đập thủy lực cho máy nén), điều chỉnh nhiệt độ bay hơi, áp suất bay hơi cũng như việc phá băng cho dàn bay hơi tránh lớp tuyết đóng quá dày cản trở quá trình trao đổi nhiệt.

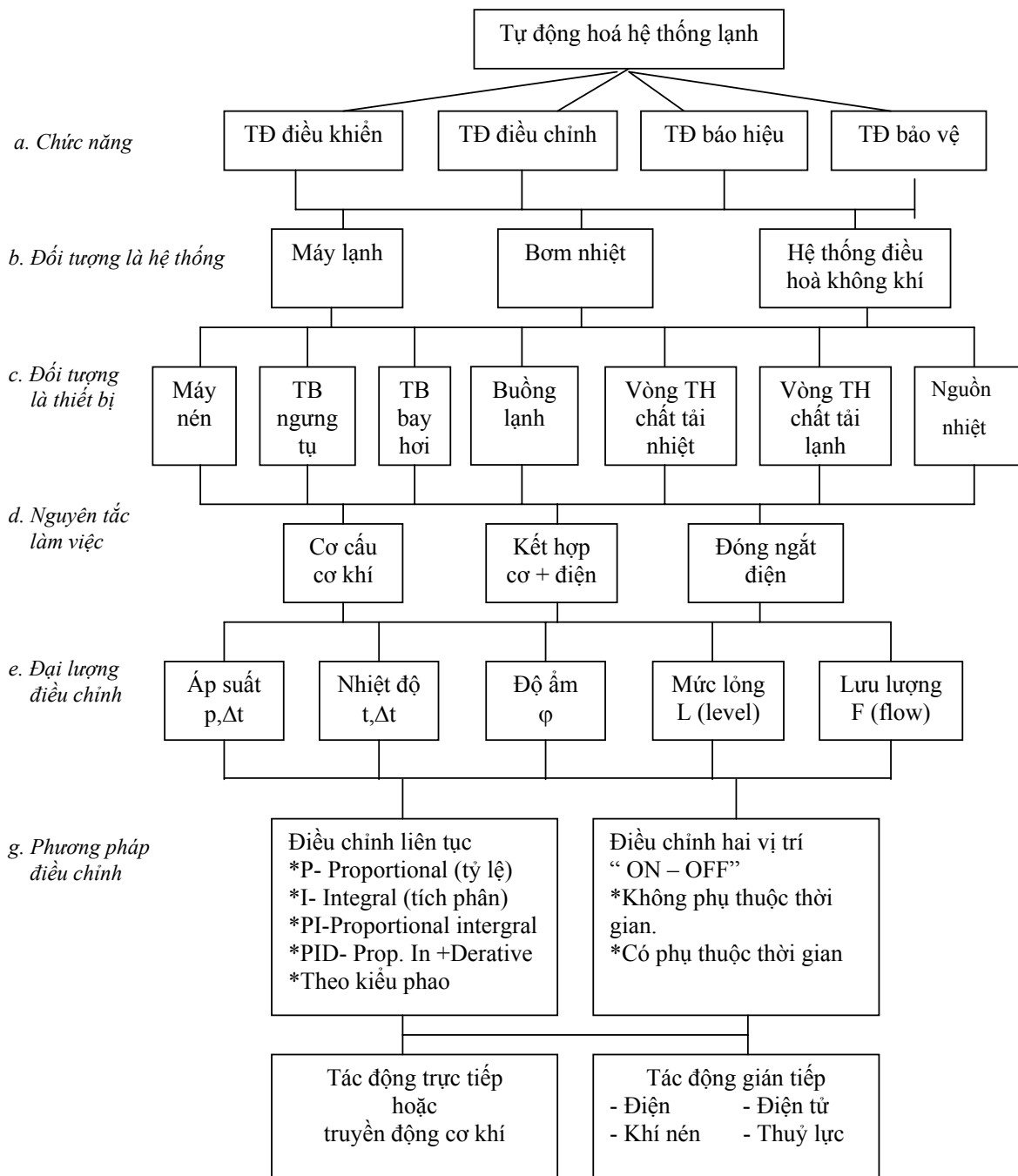
d) *Thiết bị tự động cho đối tượng cần làm lạnh*

Chủ yếu ở đây là các thiết bị tự động để duy trì nhiệt độ và độ ẩm yêu cầu trong phòng lạnh. Nhiệt độ và độ ẩm phải ổn định không vượt quá giới hạn cho phép.

Thường các thiết bị tự động trên liên quan mật thiết với nhau. Một phần đã được đề cập đến ở chương 1 và chương 2, đặc biệt các thiết bị có liên quan đến điều khiển điện của máy nén, điều khiển tốc độ vòng quay máy nén và điều chỉnh năng suất lạnh của máy nén, phá băng và điều chỉnh nhiệt độ của phòng lạnh... Trong các chương sau chúng ta tiếp tục tìm hiểu sâu hơn về các phần này.

3.1.3. Phân loại

Thiết bị tự động hoá hệ thống lạnh có thể phân loại theo sơ đồ sau:



*h. Nguyên tắc
truyền động*

3.2. Tự động hóa máy nén lạnh

3.2.1. Mở đầu

Nếu so sánh hệ thống với một cơ thể sống thì máy nén quan trọng đối với hệ thống lạnh giống như trái tim của cơ thể sống. Máy nén giữ vai trò quyết định đối với:

- Năng suất lạnh, suất tiêu hao điện năng.
- Tuổi thọ.
- Độ tin cậy và an toàn của hệ thống lạnh.

Chính vì vậy, tự động hóa máy nén lạnh đóng vai trò quan trọng nhất đối với việc tự động hóa hệ thống lạnh.

Tự động hoá máy nén lạnh bao gồm:

- Điều chỉnh tự động năng suất lạnh.
- Điều khiển điện động cơ máy nén và bảo vệ động cơ máy nén.
- Bảo vệ máy nén khỏi các chế độ làm việc nguy hiểm như áp suất đầu đẩy quá cao, áp suất hút quá thấp, hiệu áp suất đầu quá thấp, nhiệt độ đầu đẩy quá cao, nhiệt độ dầu quá cao, mức dầu trong cacte quá cao hoặc quá thấp, thiếu nước làm mát đầu xilanh, nhiệt độ nước vào làm mát đầu xilanh quá cao...
- Báo hiệu chế độ dừng, làm việc cũng như báo hiệu và báo động các chế độ làm việc bình thường, nguy hiểm cũng như sự cố.

3.2.2. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén pittông

Năng suất lạnh của máy nén cũng như của hệ thống lạnh bao giờ cũng được thiết kế theo giá trị cực đại, ở điều kiện vận hành khắc nghiệt nhất nên đa số thời gian vận hành là thừa năng suất. Điều chỉnh năng suất lạnh nhằm mục đích vận hành một cách tối ưu và kinh tế, duy trì nhiệt độ yêu cầu trong buồng lạnh không đổi ở các điều kiện vận hành thay đổi.

Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén pittông có những phương pháp cơ bản sau:

- 1- Đóng ngắt máy nén “ON-OFF”.
- 2- Tiết lưu hơi hút.
- 3- Bypass tự động hay xả hơi nóng ở đường đẩy quay trở lại đường hút theo nhánh phụ.
- 4- Vô hiệu hóa từng xilanh hoặc từng cụm xilanh trên một máy nén nhiều xilanh.
- 5- Thay đổi vòng quay trục khuỷu của máy nén.

Chọn phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh nào là tùy thuộc vào tính chất của đối tượng làm lạnh, độ chính xác nhiệt độ cần duy trì trong buồng lạnh, kiểu loại máy nén, phương pháp truyền động, đặc điểm cấu tạo máy nén... Khi điều chỉnh năng suất lạnh, có thể giảm số lần khởi động xuống đáng kể, giảm hao mòn cho các cơ cấu truyền động. Động

ơ cũng làm việc ở chế độ thuận lợi hơn nên khả năng kéo dài tuổi thọ động cơ lớn. Bảng giới thiệu về đặc điểm, cấu tạo và phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh của các cỡ máy lạnh khác nhau.

Đặc điểm cấu tạo và phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh theo cỡ máy nén

<i>S T T</i>	<i>Cỡ máy nén</i>	<i>Van công tác kiểu</i>	<i>Nguyên tắc điều chỉnh năng suất lạnh</i>	<i>Tác động</i>	<i>Cấp điều chỉnh</i>	<i>Công tổn hao</i>
1	Máy nén nhỏ	Lá	Đóng - ngắt ON-OFF	Động cơ truyền động	2 vị trí ON-OFF	Công khởi động
2	Máy nén đến 20 kW	Lá	Tiết lưu đườn hút	Đường ống hút	Vô cấp	Tổn thất ma sát; Tổn thất tiết lưu
3	Máy nén đến 20 kW	Lá	Tiết lưu từ đường đẩy về đường hút	Bypass	Vô cấp	Toàn bộ công suất dư
4	Máy nén đến 70 kW	Lá	Thông khoang hút và đẩy	Bypass	Như số xilanh hoặc từng cụm xilanh	Tổn thất ma sát; Tổn thất hiệu áp van
5	Máy nén đến 70 kW	Lá	Xả ngược	Ống xả ngược	Như số xilanh	Ma sát
6	Máy nén lớn	Lá	Xả ngược	Van hút	Như số xilanh hoặc cụm xilanh	Ma sát

3.2.2.1. Đóng ngắt máy nén “ON-OFF”

Phương pháp đóng ngắt máy nén kiểu điều chỉnh hai vị trí ON-OFF thường sử dụng các hệ thống lạnh nhỏ và rất nhỏ, động cơ máy nén thường nhỏ hơn 20 kW. Ứng dụng đặc biệt rộng rãi cho các tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, buồng lạnh lắp ghép, các loại máy điều hòa nhiệt độ phòng...

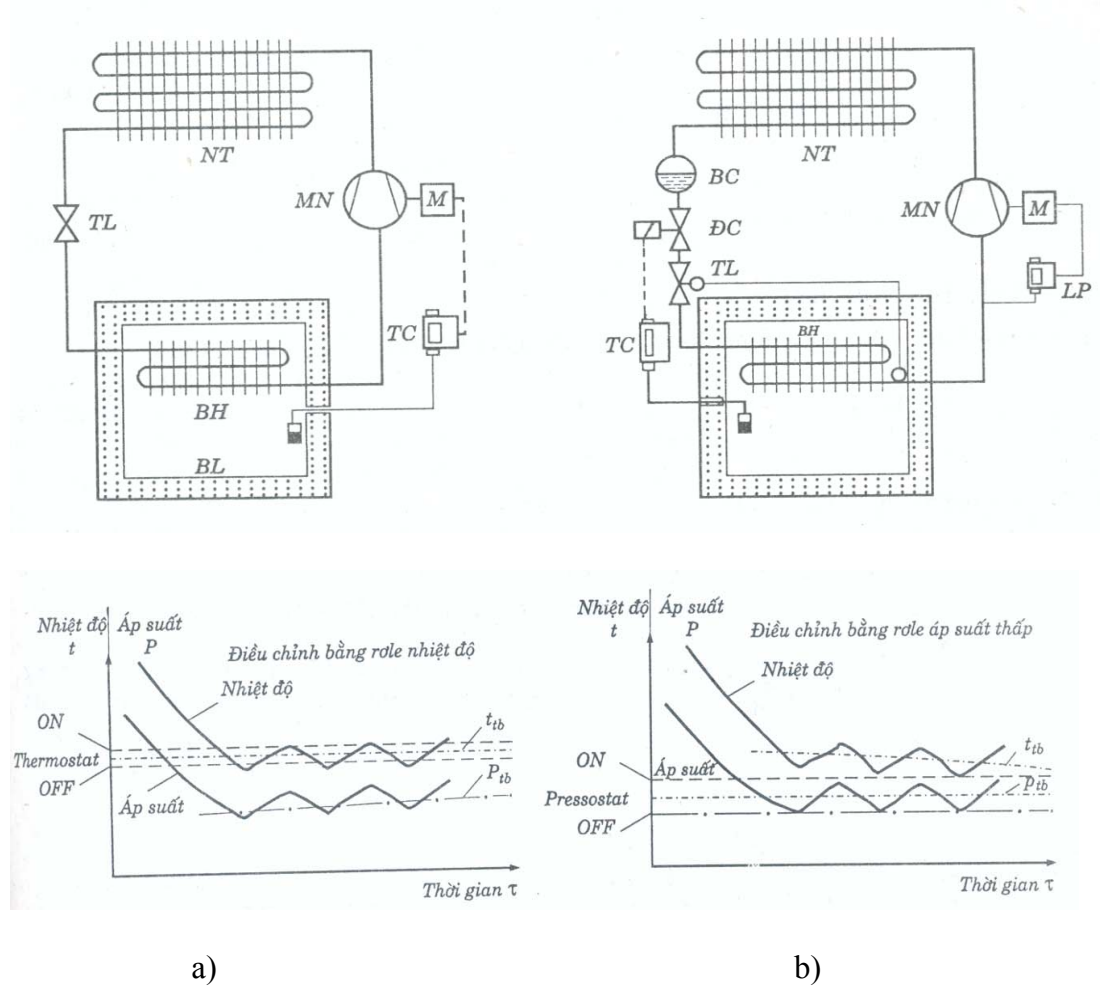
Ưu điểm: đơn giản, rẻ tiền, lắp đặt bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng.

Nhược điểm: có tổn thất do khởi động động cơ nhiều lần; chỉ sử dụng cho các loại máy nén nhỏ. Độ dao động sai số lớn, không áp dụng được cho yêu cầu chính xác cao.

Các dụng cụ điều chỉnh hai vị trí cho máy nén thường là role nhiệt độ, role áp suất thấp. Trong các hệ thống lạnh nhỏ mà thiết bị tiết lưu là ống mao thì role nhiệt độ làm nhiệm vụ đóng ngắt trực tiếp máy nén, còn đối với các hệ thống có van tiết lưu và bình chứa thì role nhiệt độ đóng ngắt van điện từ cấp lỏng và role áp suất thấp làm nhiệm vụ đóng ngắt máy nén.

Hình 3.1a giới thiệu sơ đồ máy lạnh dùng trực tiếp role nhiệt độ để đóng ngắt máy nén lạnh. Hình 3.1b là sơ đồ dùng gián tiếp role nhiệt độ qua role áp suất thấp. Khi nhiệt độ trong buồng lạnh đạt yêu cầu, role nhiệt độ ngắt mạch van điện từ. Van điện từ đóng ngừng cấp lỏng ngắt máy nén. Hình 4.3 và 4.4 giới thiệu đặt tính nhiệt độ buồng lạnh và áp suất bay hơi.

Một vấn đề cần đặt biệt quan tâm khi sử dụng phương pháp điều chỉnh nhiệt độ này là phải tìm được vị trí thích hợp để đặt đầu cảm nhiệt độ để nhiệt độ đó phản ánh đúng nhiệt độ trung bình trong buồng lạnh. Tránh để gần dàn và buồng gió lạnh thổi từ dàn.



Hình 3.1 Các sơ đồ điều chỉnh đóng ngắt máy nén “ON-OFF”
 a) Dùng trực tiếp rơ le nhiệt độ
 b) Dùng gián tiếp rơ le nhiệt độ qua rơ le áp suất thấp

Đối với hệ thống lạnh điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách đóng ngắt máy nén người ta thường quan tâm đến hệ số thời gian làm việc b. Hệ số thời gian làm

việc trên thời gian toàn bộ chu kỳ
$$b = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{lv} + \tau_n} \quad (3.1)$$

trong đó : τ_{lv} - thời gian làm việc của 1 chu kỳ
 τ_n - thời gian của 1 chu kỳ.

3.2.2.2. Tiết lưu hơi hút

Năng suất lạnh của máy nén được tính theo biểu thức :

$$Q_0 = m \cdot q_0 = \lambda \cdot \frac{V_{lt}}{v_1} \cdot q_0, [\text{kW}] \quad (3.2)$$

trong đó :

m - lưu lượng môi chất qua máy nén, kg/s ;

λ - hệ số cấp ;

V_{lt} - thể tích hút lí thuyết của máy nén $= \frac{\pi d^2}{4} s \cdot z \cdot n$, m³/s ;

d - đường kính pittông, m ;

s - hành trình pittông, m ;

z - số xilanh ;

n - tốc độ vòng quay trục khuỷu, vg/s ;

q_0 - năng suất lạnh riêng khối lượng, kJ/kg ;

v_1 - thể tích riêng hơi hút về máy nén (trạng thái 1), m

Để điều chỉnh năng suất lạnh có thể thay đổi v_1 và λ . Khi tiết lưu hơi hút v_1 tăng lên, λ giảm nên m giảm và Q_0 giảm.

Ưu điểm : đơn giản, dễ thực hiện, dễ lắp đặt vận hành bảo dưỡng sửa chữa.

Nhược điểm : tổn thất tiết lưu lớn, hệ số lạnh giảm. Phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh này thường gắn liền với quá trình điều chỉnh áp suất bay hơi, gây ra tổn thất áp suất ngay trên vít điều chỉnh làm cho áp suất hút giảm xuống. Nếu chấp nhận tác động đó, cần phải thiết kế dụng cụ điều chỉnh cùng với tổng thể hệ thống lạnh.

3.2.2.3. Xả hơi nén về phía hút

a. Xả hơi nén về đường hút theo bypass

Xả hơi nén về đường hút bypass là xả hơi nóng thừa ở đường đẩy theo bypass về đường hút qua van điều chỉnh áp suất lắp trên bypass. Bypass là một đường ống thông giữa đầu đẩy và đầu hút của máy nén, trên đó bố trí một van ổn áp duy trì áp suất bay hơi theo yêu cầu. Khi năng suất lạnh yêu cầu giảm, áp suất bay hơi giảm, van ổn áp sẽ mở tương ứng xả hơi nóng từ đường đẩy trở lại đường hút. Hơi nóng hòa trộn với hơi lạnh ra từ dàn bay hơi đi vào máy nén. Hơi nóng hòa trộn với hơi lạnh ra từ dàn bay hơi đi vào máy nén. Như vậy lưu lượng môi chất thực chất đi vào dàn ngưng tụ và bay hơi giảm, năng suất lạnh giảm. Khi van OP (van ổn áp) đóng hoàn toàn là lúc máy lạnh đạt năng suất lạnh cao nhất. Van OP mở càng to, năng suất lạnh càng nhỏ.

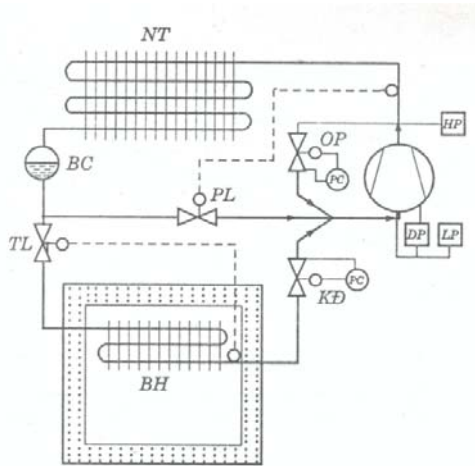
Ưu điểm : Đơn giản.

Nhược điểm : Do hoà trộn với hơi nóng nên nhiệt độ hơi hút vào máy nén cao làm cho nhiệt độ cuối tầm nén cao làm cho dầu bị lão hoá nhanh, các chi tiết máy nén dễ mài mòn, biến dạng, gãy hỏng... Cần phải khống chế nhiệt độ đầu đẩy xuống dưới 140°C do đó cũng phải hạn chế hơi nóng xả về đường hút và do đó phương pháp này cũng chỉ được hạn chế ứng dụng. Phương pháp này không sử dụng cho môi chất NH₃ và R22 cũng như các môi chất có nhiệt độ cuối tầm nén cao. Để bảo vệ

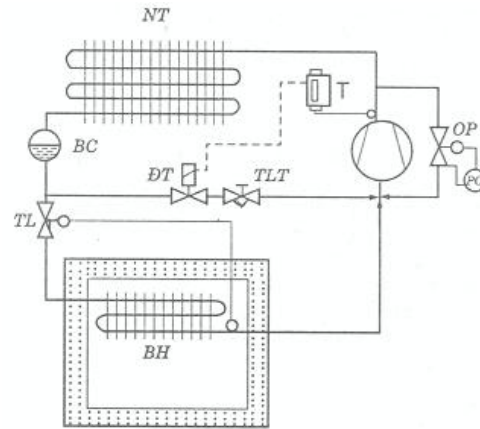
nhệt độ đầu đẩy không quá cao người ta bố trí phun lỏng trực tiếp vào đường hút.

b. Xả hơi nén về đường hút có phun lỏng trực tiếp

Hình 3.2 giới thiệu một số sơ đồ xả hơi nén về đường hút có phun lỏng trực tiếp để khống chế nhiệt độ cuối tầm nén. Có thể sử dụng van tiết lưu với đầu cảm nhiệt độ đặt trên đường ống đẩy hoặc đường ống hút, cần lưu ý sử dụng van tiết lưu tay kết hợp với van điện từ và một role nhiệt độ để đóng ngắt van điện từ.



Hình 3.2. Xả hơi nén về đường hút có phun lỏng bổ sung trực tiếp vào đường hút

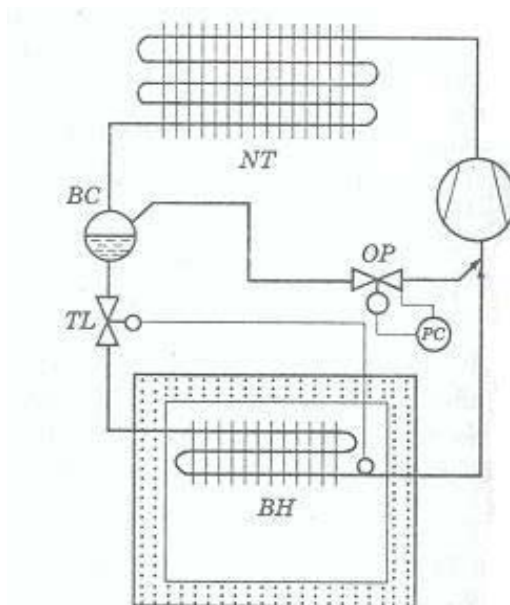


Hình 3.3. Xả hơi nén về đường hút, phun lỏng qua role nhiệt độ T, van điện từ DT và van tiết lưu tay TLT

Khi nhiệt độ đầu đẩy vượt quá mức cho phép, role nhiệt độ đóng mạch, mở van điện từ phun lỏng vào đường hút máy nén (hình 3.3).

c. Xả hơi từ bình chứa về đường hút

Một phương pháp khác để hạn chế nhiệt độ cuối tầm nén là xả hơi lạnh từ bình chứa cao áp về đường hút.



Do hơi ở bình chứa cao áp chỉ có nhiệt độ ngưng tụ nên khi hòa trộn với hơi ra từ bình bay hơi có nhiệt độ thấp hơn nhiều so với xả hơi nóng trực tiếp từ đầu đẩy về. Như vậy có thể tiết kiệm được toàn bộ hệ thống phun lỏng với van tiết lưu tay, van điện từ và role nhiệt độ.

Tuy nhiên do thiếu các thiết bị khống chế nhiệt độ đầu đẩy trên hệ thống lạnh có thể rơi vào tình trạng nhiệt độ đầu đẩy vượt mức

Hình 3.4. xả hơi từ bình chứa về đầu

cho phép khi hơi từ bình chứa đến quá nhiều. Vận hành an toàn ở đây phải nhờ vào kinh nghiệm của công nhân vận hành. Hình 3.4. giới thiệu sơ đồ xả hơi từ bình chứa về đường hút.

d. Xả hơi nén từ đường đẩy về trước dàn bay hơi

Xả hơi nén từ đường đẩy về trước dàn bay hơi là một giải pháp rất hợp lý để hạn chế nhiệt độ đầu đẩy vì độ quá nhiệt của hơi hút về máy nén do van tiết lưu điều khiển. Nếu độ quá nhiệt cao, van tiết lưu sẽ mở rộng hơn cho lưu lượng môi chất lỏng đi qua nhiều hơn. Một ưu điểm khác của phương pháp này là lưu lượng qua dàn giữ ở mức độ bình thường, tốc độ đủ lớn của môi chất lạnh cuốn dầu về máy nén, không có nguy cơ đọng dầu lại dàn bay hơi do lưu lượng qua nhỏ khi điều chỉnh năng suất lạnh.

Cần lưu ý, nếu trước dàn bay hơi có đầu phân phối lỏng thì phải xả trước đầu phân phối lỏng.

Nếu hơi nén có nhiệt độ quá cao, có thể xả từ bình chứa như xả hơi từ bình chứa.

e. Xả ngược trong đầu xilanh

Phương pháp xả ngược trong đầu xilanh cũng giống như xả hơi nén về đường hút theo bypass nhưng quá trình xả hơi được tiến hành ngay trong đầu xilanh không cần có van ổn áp và chỉ thực hiện cho từng xilanh hoặc từng cụm xilanh bằng cách mở thông khoang nén và khoang hút nối từng xilanh hoặc từng cụm xilanh tương ứng. Thí dụ, máy nén 4 xilanh chia làm 2 cụm thì chỉ có thể điều chỉnh năng suất lạnh theo bậc 0-50-100%, máy nén 8 xilanh chia 4 cụm thì có khả năng điều chỉnh 0-25-50-75-100%.

3.2.2.4. Vô hiệu hoá từng xilanh hoặc từng cụm xilanh

a. Khoá đường hút

Có thể dùng van điện từ khoá đường hút vào từng xilanh hoặc từng cụm xilanh. Đây là biện pháp rất đơn giản vì ngắt xilanh nào thì chỉ cần khoá đường hút của xilanh đó lại, không cho hơi môi chất đi vào nhưng rất khó thực hiện vì không gian bố trí cơ cấu van khoá đầu xilanh rất hẹp.

b. Nâng van hút

Các loại máy nén lớn, có van hút dạng vòng thường người ta bố trí các cơ cấu để nâng van hút, vô hiệu hoá từng xilanh hay từng cụm xilanh. Cơ cấu nâng van hút thường hoạt động bằng áp lực dầu và được điều khiển nhờ van điện từ và dùng để điều chỉnh năng suất lạnh cũng như giảm tải máy nén khi khởi động.

Để nâng van hút có thể dùng phương pháp điện từ nhưng phần lớn hiện nay sử dụng cơ cấu cơ khí hoạt động nhờ áp lực dầu.

Các nhà chế tạo máy nén lạnh nổi tiếng trên thế giới đều có những thiết kế cơ cấu nâng van hút riêng. Như các hãng MYCOM, YORK, CARRIER, TRANE, BRISSONEAU – LOTZ, STAL (Thụy Điển)

3.2.2.5. Thay đổi vòng quay trục khuỷu máy nén

a. Thay đổi vòng quay trục khuỷu qua đai truyền

Đối với các loại máy nén hồ công nghiệp, có thể bố trí các cặp bánh đai khác nhau với các tỷ số truyền động khác nhau để thay đổi năng suất lạnh của máy nén. Về lý thuyết có thể thay đổi nhiều bậc thậm chí vô cấp với các loại bánh đai đặc biệt.

Năng suất lạnh điều chỉnh Q_{0dc} bằng năng suất lạnh đầy tải Q_0 nhân với tỷ số tốc độ trước và sau khi điều chỉnh:

$$Q_{0dc} = Q_0 \cdot \frac{n_{dc}}{n} \quad (3.3)$$

Thí dụ: Một máy nén lạnh có tốc độ vòng quay 1450 vg/ph, khi điều chỉnh xuống 1000 vg/ph qua bánh đai, năng suất lạnh còn lại là : $Q_{0dc} = Q_0 \cdot 1000/1450 = 0,69 Q_0$. Năng suất lại bằng 69% năng suất lạnh khi hoạt động đầy tải.

Ưu điểm: đơn giản

Nhược điểm: chỉ sử dụng cho máy nén hồ truyền động đai. Bộ phận thay đổi tốc độ công kênh, tháo lắp phức tạp.

b. Thay đổi vòng quay trục khuỷu bằng động cơ

Nếu sử dụng động cơ Dahlander cho máy nén, có thể thay đổi được tốc độ vòng quay máy nén theo hai cấp 0-50-100% hoặc ba cấp 0-25-50-100% năng suất lạnh.

c. Thay đổi tốc độ vô cấp qua máy biến tần

Điều chỉnh chính xác và kịp thời năng suất lạnh và các thiết bị kèm theo vừa đúng phụ tải yêu cầu là biện pháp tiết kiệm năng lượng tối ưu. Chỉ có phương pháp thay đổi tốc độ qua máy biến tần mới đáp ứng được yêu cầu trên. Cùng một lúc có thể thay đổi tốc độ vô cấp máy nén lạnh, quạt dàn lạnh, dàn ngưng hoặc bơm nước giải nhiệt, bơm nước lạnh các loại. Khả năng tiết kiệm năng lượng cao hơn hẳn so với các phương pháp khác nhưng nhược điểm của phương pháp này là giá rất đắt.

Hiện nay, nhiều hãng nổi tiếng trên thế giới về lạnh và điều hòa không khí đã nghiên cứu và áp dụng hệ điều khiển tốc độ VSD (Variable Speed Drive) bằng máy biến tần cho các hệ thống lạnh và ĐHKK như hãng Daikin (Nhật) sử dụng cho hệ thống ĐHKK kiểu VRV (Variable Refrigerant Volume) hoặc hãng Danfoss (Đan Mạch) cho cả hệ thống lạnh và ĐHKK. Sử dụng bộ biến tần (Frequency Converters) có thể loại bỏ được toàn bộ các bộ điều khiển truyền thống như khởi động động cơ λ/Δ , khởi động mềm, điều khiển đóng mở clapê gió (damper) hay gọi chung là điều khiển đóng mở đầu vào IGV (Inlet Guide Vane). Hiệu quả tiết kiệm năng lượng cũng hơn hẳn. Ngoài ra bộ điều khiển biến tần còn có những ưu điểm khác như :

- Khi khởi động, dòng khởi động thấp hơn nhiều so với khởi động trực tiếp $LRA = 7FLA$ (Locked Rotor Amperes = 7 lần Full Load Amperes),

khởi động λ/Δ ($= 4FLA$) do đó không cần nguồn cung cấp công suất lớn.

- Do đặc điểm của bộ biến tần rất đắt nhưng khả năng tiết kiệm năng lượng lớn nên chắc chắn sẽ được sử dụng rộng rãi trong tương lai. Theo tính toán, thời gian hoàn vốn do tiết kiệm năng lượng chỉ từ 1 đến 2,5 năm.

3.2.3. Điều chỉnh năng suất lạnh các loại máy nén khác

3.2.3.1. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén trục vít

Đối với máy nén trục vít, năng suất lạnh có thể điều chỉnh được vô cấp từ 100% xuống đến 10% nhờ điều chỉnh con trượt bố trí bên dưới song song với hai vít. Khi con trượt dịch chuyển càng nhiều sang bên phải, lưu lượng hơi nén quay lại cửa hút càng lớn, năng suất lạnh càng nhỏ. Khi con trượt được điều chỉnh về tận cùng phía trái, năng suất lạnh đạt 100%, lưu lượng quay trở lại cửa hút bằng không.

3.2.3.2. Điều chỉnh năng suất lạnh máy nén turbine

Sự điều chỉnh năng suất lạnh của một máy nén turbine luôn gắn liền với sự thay đổi áp suất do đường cong đặc tính p-V đặc biệt của nó. Khi lưu lượng thể tích tụt xuống dưới giá trị tới hạn, nghĩa là lưu lượng thể tích trở nên thiếu ổn định bởi tốc độ không nâng được áp suất đầu đầy đạt tới áp suất ngưng tụ. Hướng dòng chảy tức thời bị đảo ngược, cho đến khi dòng chảy ngược đó tác động làm bánh cánh quạt đủ lưu lượng thể tích, để tái thiết lại quá trình làm việc bình thường. Nếu không đạt được trạng thái làm việc bình thường, máy nén cứ tiếp tục làm việc mất ổn định giữa hai trạng thái đó dẫn đến việc máy bị rung động một cách dữ dội. Trong thực tế có 4 phương pháp điều chỉnh Q_0 máy nén turbine như sau :

a) Điều chỉnh tốc độ vòng quay

Đây là phương pháp điều chỉnh kinh tế nhất và có thể điều chỉnh qua truyền động bằng turbine hơi hoặc khí hoặc qua một động cơ điện có thể điều chỉnh được tốc độ. Nếu động cơ điện có số cặp cực không đổi thì có thể sử dụng hộp giảm tốc độ điều chỉnh tốc độ hoặc khớp nối lỏng và có thể sử dụng cử máy biến tần.

b) Điều chỉnh bằng tiết lưu

Nếu không điều chỉnh được tốc độ vòng quay có thể sử dụng phương pháp tiết lưu đường hút hoặc đường đẩy. Dạng điều chỉnh này không kinh tế bởi vì có tổn thất tiết lưu. Nói chung người ta thường dùng phương pháp tiết lưu đường hút bởi vì người ta có thể tránh xa được giới hạn bơm và như vậy có thể đưa lưu lượng xuống được thấp hơn.

c) Điều chỉnh hướng xoắn dòng

Năng suất lưu lượng của một cấp nén tỷ lệ với sự xoắn dòng trong bánh cánh quạt. Thông thường khi dòng hơi đi vào máy nén turbine không có sự xoắn dòng. Bằng cách điều chỉnh cánh quạt, trên bánh cánh quạt có thể tạo ra đường hút có ít hoặc nhiều xoắn dòng sơ bộ. Qua đó có thể điều chỉnh được lưu lượng ngay khi tốc độ vòng quay là không đổi.

d) Điều chỉnh ống khuếch tán

Phương pháp này khá cầu kỳ nên cũng rất ít được ứng dụng. Phương pháp điều chỉnh này thực hiện nhờ điều chỉnh cánh quạt trên bánh cánh quạt phía sau ống khuyếch tán và có thể giới hạn bơm xuống thấp hơn.

3.2.4. Tự động bảo vệ máy nén lạnh

3.2.4.1. Giới thiệu chung

Bảo vệ tự động máy nén lạnh là giữ an toàn cho máy nén khỏi sự cố, hỏng hóc bất thường khi làm việc ở chế độ nguy hiểm xảy ra. Hệ thống thiết bị tổng thể để thực hiện chức năng đó gọi chung là hệ thống bảo vệ tự động ACC (Automatic Compressor Control).

Mỗi hệ thống bảo vệ tự động ACC bao gồm một hoặc nhiều các thiết bị dụng cụ, khí cụ tự động, có đặc tính role (role bảo vệ). Các phần tử đầu ra của các thiết bị bảo vệ tự động đó dùng để đóng hoặc ngắt mạch trong các sơ đồ điện bảo vệ và có thể có tiếp điểm hoặc không có tiếp điểm. ACC có thể tác động một lần nhưng cũng có thể tự động đóng mạch trở lại khi đại lượng bảo vệ trở lại giá trị cho phép.

Hệ thống tác động một lần tác động dừng máy nén khi bất kỳ một role bảo vệ nào trên chuỗi bảo vệ mắc nối tiếp tác động và không khởi động lại máy nén nếu công nhân vận hành không tác động đóng mạch.

Hệ thống tác động một lần được sử dụng rộng rãi, chủ yếu trong các trường hợp khi dừng máy nén cũng không ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình công nghệ (thí dụ làm hư hỏng sản phẩm). Đi theo hệ thống này thường có hệ thống báo động đặc biệt để công nhân vận hành kịp thời xử lý.

Hệ thống tự động đóng mạch là hệ thống có thể tự động đóng mạch trở lại. Hệ thống tự động đóng mạch được sử dụng cho các hệ thống lạnh mà sự ngừng làm việc một thời gian ngắn của máy nén có thể ảnh hưởng đến quá trình công nghệ hoặc bảo quản sản phẩm, nhưng không được dẫn tới những sự cố tai nạn với hậu quả nghiêm trọng. Hệ thống được sử dụng đặc biệt cho các loại máy lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình, máy điều hoà nhiệt độ phòng, các loại tủ và buồng lạnh thương nghiệp.

Đôi khi người ta kết hợp cả hai hệ thống bảo vệ cho một đối tượng cần bảo vệ, nhưng ở đây phải thiết kế mạch điện bảo vệ sao cho phần cơ bản phải do hệ tác động một lần tác động còn hệ tự động đóng mạch trở lại chỉ hoạt động khi thông số điều chỉnh đã được phục hồi rồi mới cho máy nén chạy trở lại.

Trong thực tế còn có một dạng bảo vệ khác gọi là bảo vệ liên động. Đặc điểm của bảo vệ liên động là khi role bảo vệ của các máy và thiết bị khác liên quan tới sự làm việc của máy nén tác động thì máy nén cũng dừng hoạt động. Thí dụ, khi bơm nước cho bình ngưng tụ không hoạt động thì máy nén không hoạt động; khi bơm nước lạnh hoặc nước muối cho bình bay hơi không hoạt động thì máy nén cũng không hoạt động... Bảo vệ liên động loại trừ khả năng máy nén làm việc hoặc khởi động khi các thiết bị liên quan có trục trặc. Sau đây là các dạng bảo vệ cho máy nén pittông.

3.2.4.2. Các dạng bảo vệ máy nén pittông

Các dạng bảo vệ cho máy nén pittông trình bày dưới đây không chỉ dành riêng cho máy nén pittông mà nhiều dạng cũng được ứng dụng cho các loại máy nén khác như máy nén rôto, trục vít, turbine. Tuy nhiên, do đặc điểm cấu tạo có dạng bảo vệ chỉ sử dụng cho máy nén pittông.

Hệ thống bảo vệ tự động ACC gồm nhiều hoặc ít thiết bị và dụng cụ là tùy thuộc vào năng suất lạnh của máy nén hay cỡ máy, kiểu máy và tất nhiên các yêu cầu tự động bảo vệ do các ứng dụng đặc biệt của máy nén.

a. Bảo vệ áp suất đầu đẩy HPC (High Pressure Control)

Dùng để bảo vệ máy nén khỏi bị hỏng khi nhiệt độ ngưng tụ tăng quá mức cho phép hoặc khi khởi động mà van chặn phía đầu đẩy chưa mở.

Tất cả các máy lạnh công nghiệp đều được trang bị thiết bị bảo vệ loại này. Đối với các máy nén lớn có thể là các thiết bị tác động một lần, đối với các máy nhỏ có thể là loại tự động đóng mạch trở lại.

Thiết bị bảo vệ áp suất thường là loại role áp suất cao. Tín hiệu áp suất thường lấy ngay trên nắp pittông hoặc trước van chặn đầu đẩy. Role áp suất còn gọi là Pressostat hoặc PC (Pressostat Controller).

b. Bảo vệ áp suất đầu hút LPC (Low Pressure Control)

Bảo vệ áp suất đầu hút nhằm tránh tình trạng máy nén làm việc ở chế độ không thuận lợi có thể gây cháy máy nén, đặc biệt điều khiển bôi trơn thường rất kém khi áp suất đầu hút giảm quá mức.

Nguyên nhân chủ yếu làm cho áp suất đầu hút giảm là do chế độ cấp môi chất lỏng cho dàn bay hơi không đảm bảo, hoặc do phụ tải nhiệt của bình bay hơi bị giảm đột ngột vì bơm nước muối bị hỏng, quạt gió bị hỏng, tuyết đóng trên dàn quá dày cản trở trao đổi nhiệt...

Để bảo vệ áp suất đầu hút người ta dùng role áp suất thấp. Role áp suất thấp được nối với đường hút, ngay sau van chặn hút

Trên nhiều hệ thống lạnh nhỏ và trung bình, role áp suất hút dùng để điều chỉnh năng suất lạnh kiểu hai vị trí đóng ngắt cùng một van điện từ đứng trước van tiết lưu. Khi nhiệt độ phòng lạnh đủ thấp, role nhiệt độ ngắt mạch van điện từ, van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất hút giảm xuống nhanh chóng và role áp suất thấp ngắt mạch máy nén. Khi nhiệt độ buồng lạnh tăng, role nhiệt độ mở van điện từ, áp suất tăng, role áp suất thấp lại đóng mạch cho máy nén hoạt động.

Trong thực tế đôi khi áp suất cao và thấp gộp làm một trong một vỏ gọi là role áp suất cao và thấp hay role áp suất kết hợp.

c. Bảo vệ hiệu áp suất dầu

Bảo vệ hiệu áp suất dầu được sử dụng cho những máy nén có hệ thống bôi trơn cưỡng bức bằng dầu. Áp suất dầu ở đây không đóng vai trò quan trọng. Hiệu áp suất dầu mới là thông số quan trọng để đánh giá quá trình bôi trơn có đảm bảo hay không. Hiệu áp suất dầu được xác định như sau :

$$\Delta p_{oil} = p_{oil} - p_0$$

trong đó :

p_{oil} - áp suất đầu đẩy của bơm dầu,

p_0 - áp suất hút hay áp suất trong khoang cacte.

Hiệu áp suất dầu cần thiết do nhà chế tạo quy định. Áp suất dầu giảm có thể do nhiều nguyên nhân như bơm dầu bị trục trặc, thiếu dầu trong cacte, do độ rơ giữa các bề mặt ma sát quá lớn vì các chi tiết đã quá mòn...

Khi khởi động lại máy nén, trong 120 giây đầu tiên, role hiệu áp suất dầu bị tách ra khỏi mạch máy nén, sau 120 giây khi hiệu áp suất dầu được thiết lập thì role mới được nối vào mạch bảo vệ. Role thời gian thực hiện việc tách role hiệu áp dầu ra khỏi mạch. Đối với máy nén NH_3 thời gian trễ ngắn hơn, chỉ khoảng 20 giây.

d. Bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy t_a

Bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy nhằm không cho nhiệt độ đó vượt quá mức cho phép vì khi nhiệt độ dầu đẩy quá cao, dầu bôi trơn có thể bị cháy và phân hủy, môi chất lạnh NH_3 cũng phân hủy (NH_3 phân hủy ở đầu xilanh ngay khi nhiệt độ dầu đẩy đạt $126^\circ C$), chất lượng bôi trơn giảm, các chi tiết mài mòn, tuổi thọ giảm, clapê có thể bị gãy hoặc cong vênh, bám muội than do dầu cốc hoá...

Nhiệt độ quá cao ở đầu xilanh còn gây ra tình trạng máy nén tiêu hao năng lượng cao do tỷ số nén cao, giá thành một đơn vị lạnh thấp, nghĩa là máy hoạt động ở chế độ phi kinh tế.

Đối với máy nén nhiều xilanh, khi 1 xilanh có clapê bị vỡ thì rất khó phát hiện mức tăng nhiệt độ ở đầu chung nên tốt nhất mỗi xilanh hoặc mỗi cụm xilanh nên bố trí một đầu cảm nhiệt độ.

Bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy đơn giản nhất là sử dụng role nhiệt độ (thermostat). Ngoài ra có thể sử dụng khí cụ PTC thermistor đồng thời với bảo vệ cuộn dây động cơ.

e. Bảo vệ nhiệt độ dầu ở cacte máy nén

Nhiệt độ dầu quá lớn làm giảm tác dụng của quá trình bôi trơn do đó cần khống chế nhiệt độ dầu không vượt quá giới hạn cho phép. Điều đó càng quan trọng trong điều kiện vận hành khắc nghiệt về mùa hè ở Việt Nam. Thông thường các nhà chế tạo yêu cầu nhiệt độ dầu phải nhỏ hơn $60^\circ C$. Nếu vượt quá giới hạn trên các ổ trục, bạc biên có thể bị cháy, các bề mặt ma sát có thể bị cháy và bị bó, gây hỏng hóc nặng nề cho máy nén. Bởi vậy, máy nén lạnh sử dụng trong điều kiện Việt Nam, đặt biệt máy nén amoniác nên bố trí bộ làm mát dầu bằng nước.

Bảo vệ nhiệt độ dầu ở cacte đơn giản nhất là dùng role nhiệt độ, ngoài ra có thể sử dụng khí cụ kiểu PTC thermistor. Đầu cảm phải bố trí trong đáy dầu.

f. Bảo vệ nhiệt độ ổ đỡ và các cụm chi tiết ma sát

Nhằm tránh tình trạng cháy các chi tiết này do thiếu dầu bôi trơn hoặc các đường ống dẫn dầu bị tắc cục bộ. Loại bảo vệ này chỉ trang bị cho máy nén cỡ lớn. Loại bảo vệ này khó sử dụng role nhiệt độ. Khí cụ PTC thermistor có thể phù hợp hơn cho loại hình bảo vệ này vì việc bố trí đầu cảm nhiệt thuận tiện hơn.

g. Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây động cơ

Khi làm việc quá tải, khi mất pha, lệch pha cuộn dây động cơ cần được bảo vệ khi nhiệt độ cuộn dây vượt quá mức cho phép (thường 130°C) gây cháy động cơ. Dạng bảo vệ này chỉ sử dụng cho máy nén kín và nửa kín. PTC thermistor có đầu cảm được gắn trực tiếp ngay lên cuộn dây quấn động cơ nhằm lấy tín hiệu kịp thời đặc biệt khi động cơ bị đoản mạch.

Ngoài việc bảo vệ nhiệt độ cuộn dây, động cơ cần được bảo vệ điện như bảo vệ ba pha, mất đối xứng pha và quá tải bằng các khí cụ điện thông thường như role nhiệt, aptômat, côngtắctơ, cầu chì...

h. Bảo vệ nước làm mát đầu máy nén

Tránh tình trạng nhiệt độ đầu máy nén tăng cao cần phải bảo vệ nước làm mát đầu máy nén ở áo nước làm mát. Dụng cụ bảo vệ là loại role lưu lượng hay role dòng chảy FC (Flow Controller). Role lưu lượng thường được bố trí vào sơ đồ tự động đóng mạch trở lại.

Đặc biệt trong điều kiện vận hành ở Việt Nam, không những cần role lưu lượng mà còn phải hạn chế nhiệt độ đầu đầy.

Máy nén lạnh phần lớn được thiết kế chế tạo tại các nước ôn đới, khi vận hành ở các nước nhiệt đới, tất cả các thông số thiết kế như nhiệt độ nước làm mát vào, diện tích trao đổi nhiệt của áo nước, nhiệt độ cuối tầm nén, lượng nhiệt cần thải đều đạt các giá trị tới hạn nên tuổi thọ máy nén giảm đáng kể so với các số liệu cho trong catalog của nhà thiết kế.

i. Bảo vệ máy nén không hút phải ẩm

Đối với máy nén amoniác cỡ lớn cần thiết phải bảo vệ máy nén không hút phải ẩm, không tràn lỏng về máy nén, loại trừ va đập thủy lực gây hỏng hóc phá hủy máy nén. Khi vận hành máy nén amoniác ta gặp phải một mâu thuẫn, một mặt phải hạ nhiệt độ hơi hút xuống gần bằng nhiệt độ bay hơi để đảm bảo nhiệt độ cuối tầm nén không cao, mặt khác phải tăng độ quá nhiệt hơi hút để máy nén không hút phải lỏng. Kinh nghiệm vận hành cho thấy độ quá nhiệt hơi hút từ $5 \div 10^{\circ}\text{C}$ là hợp lý.

Để ngăn ngừa ẩm lọt vào máy nén, phải ngăn ngừa sự ứ lỏng trong các bình (thí dụ bình bay hơi, bình tách lỏng) trên tuyến ống hút về máy nén.

Dạng bảo vệ này thực hiện nhờ role mức lỏng lắp đặt trên bình bay hơi hoặc bình tách lỏng trên tuyến ống hút máy nén. Do tính chất quan trọng đặc biệt này mà thường sử dụng tới hai hoặc ba role mức lỏng cho cùng một bình tách lỏng hoặc bay hơi.

3.2.4.3. Nguyên tắc cấu tạo hệ thống bảo vệ (Chuỗi An Toàn) CAT

Những yêu cầu cơ bản của hệ thống bảo vệ CAT (Chuỗi An Toàn) là có độ tin cậy cao, có thể đạt được bằng các biện pháp sau :

- Sử dụng những dụng cụ và những phần tử trung gian hiện đại, có độ tin cậy cao,
- Giảm tới mức tối thiểu các phần tử trung gian,

- Trong trường hợp sử dụng các dụng cụ có tiếp điểm điện nên sử dụng các dụng cụ có tiếp điểm thường đóng, đảm bảo chuyển tín hiệu khi đường dây bị đứt hoặc mất nguồn điện,

- Tiến hành các công tác kiểm tra, hiệu chuẩn và dự phòng cần thiết.

Trong một số trường hợp có thể dự trữ ngắt mạch thiết bị tự động để thực hiện công việc hiệu chuẩn.

Phổ biến hơn cả là sơ đồ bảo vệ với sự kết hợp liên tiếp các role bảo vệ thành chuỗi an toàn CAT. Khi đó các tiếp điểm làm việc theo nhóm. Nhóm thứ nhất bao gồm các tiếp điểm của role bảo vệ, chỉ ngắt trong các trường hợp xảy ra sự cố, tai nạn (role áp suất hút và đẩy, role nhiệt độ...). Nhóm thứ 2 gồm các tiếp điểm ngắt khi vận hành bị trục trặc, thí dụ như ở mỗi lần dừng máy (áp suất của hệ thống dầu bôi trơn, lưu lượng nước làm mát...).

Như đã trình bày ở trên, các tiếp điểm của nhóm 2 cần phải có mạch phụ trong thời gian khởi động máy nén.

Các hệ thống bảo vệ của máy nén cỡ trung và cỡ lớn cần được trang bị các thiết bị báo hiệu và báo động bằng âm thanh và ánh sáng cho phép công nhân vận hành xác định được thiết bị tự động nào đã tác động và ngắt mạch máy nén.

3.2.4.4. Bảo vệ máy nén trục vít

Bảo vệ máy nén trục vít không khác biệt nhiều so với bảo vệ máy nén pittông. Khác biệt cơ bản là máy nén trục vít có vòng tuần hoàn dầu, nên ở máy nén trục vít cũng có thêm các dụng cụ bảo vệ vòng tuần hoàn dầu.

Các dạng bảo vệ chủ yếu của máy nén trục vít là:

- Bảo vệ áp suất đầu đẩy với role áp suất cao,
- Bảo vệ áp suất đầu hút với role áp suất thấp,
- Bảo vệ hiệu áp suất dầu trong đó có bảo vệ mức dầu trong bình chứa dầu không quá thấp, bảo vệ lưu lượng dầu, bảo vệ nhiệt độ dầu không quá cao, bảo vệ nước làm mát dầu trường hợp có bình làm mát dầu hoặc bảo vệ phun lỏng môi chất làm mát dầu trường hợp dầu được làm mát trực tiếp bằng phun môi chất lạnh,
- Bảo vệ chống khởi động quá nhiều lần bằng role thời gian với thời gian trễ thích hợp.

Ngoài ra còn có một số bảo vệ như:

- Bảo vệ cuộn dây quấn động cơ máy nén không quá nóng bằng role nhiệt độ hoặc điện trở PTC thermistor,
- Bảo vệ mất pha, bảo vệ đối xứng pha,
- Bảo vệ quá tải,
- Bảo vệ chiều quay của trục vít hay còn gọi bảo vệ thứ tự pha.

Nói chung, hệ thống bảo vệ máy nén trục vít gồm các loại role áp suất cao, thấp, dầu, role mức dầu, role lưu lượng dầu, các loại role thời gian. Role nhiệt bảo vệ quá tải có thể có cả 2 chức năng tác động 1 lần (khóa) hoặc tự động rết.

3.2.4.5. Bảo vệ máy nén turbine

Công tắc bảo vệ máy nén turbine gồm :

- Bảo vệ áp suất đầu đẩy không quá cao bằng role áp suất cao,
- Bảo vệ áp suất thấp đầu hút bằng role áp suất thấp,
- Bảo vệ áp suất dầu không quá thấp bằng role áp suất thấp của dầu,
 - Bảo vệ nhiệt độ bay hơi không quá thấp bảo vệ chống đóng băng ống bình bay hơi: role nhiệt độ,
- Bảo vệ nhiệt độ ổ trục bằng role nhiệt độ hoặc PTC thermistor,
- Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây bằng role nhiệt độ hoặc PTC thermistor,
- Bảo vệ dòng chảy hay lưu lượng nước làm mát bình ngưng và chất tải lạnh bình bay hơi : role lưu lượng FC (Flow Controller),
- Bảo vệ quá tải động cơ bằng role nhiệt,
- Bảo vệ chống đóng băng bình bay hơi bằng role nhiệt độ chống đóng băng,
- Bảo vệ ngắn mạch, lệch pha, mất pha, đối xứng pha, thứ tự pha...cho động cơ.

Ở giai đoạn khởi động máy nén, do nhiệt độ nước hoặc nhiệt độ chất tải lạnh cao, tải nhiệt lớn, dòng động cơ có thể cao hơn bình thường. Nếu dòng cao quá cho phép (do tải nhiệt lớn khi khởi động hoặc do bất kỳ lý do nào khác), bộ điều chỉnh tự động tác động đóng bớt cửa van hút ngay cả khi role nhiệt độ nước lạnh cũng như role nhiệt độ bình bay hơi tác động mở 100% cửa van hút. Điều đó bảo vệ động cơ chống lại các điều kiện quá tải.

Một khi hệ thống ổn định và nước lạnh hoặc chất tải lạnh đã được làm lạnh, dòng làm việc của động cơ sẽ giảm xuống và thiết bị bảo vệ dòng quá tải sẽ cho phép mở hết van hút để làm lạnh ở chế độ làm việc bình thường.

3.3. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ

3.3.1. Giới thiệu chung

Tự động hoá thiết bị ngưng tụ có nhiệm vụ chính là:

- Duy trì nhiệt độ và áp suất ngưng tụ không đổi hoặc dao động trong một giới hạn cho phép;
- Tiết kiệm nước giải nhiệt cho bình ngưng làm mát bằng nước.

Việc duy trì nhiệt độ và áp suất ngưng tụ không đổi đối với hệ thống lạnh là rất cần thiết vì nếu áp suất ngưng tụ cao sẽ làm giảm năng suất lạnh của hệ thống tăng tiêu hao điện năng (theo kinh nghiệm khi vận hành máy lạnh trong điều kiện bình thường, nhiệt độ ngưng tụ tăng lên 1°C, năng suất lạnh giảm đi 1,5%, công suất điện tiêu tốn tăng khoảng 1%). Điều đó làm cho hệ thống lạnh làm việc không kinh tế, hơn nữa có thể dẫn tới quá tải cho động cơ máy nén, nhiệt độ đầu đẩy tăng, tiêu hao dầu tăng, độ tin cậy và tuổi thọ các chi tiết giảm.

Ngược lại nếu nhiệt độ và áp suất ngưng tụ quá thấp lại ảnh hưởng đến quá trình cấp lỏng cho dàn bay hơi. Lỏng cấp ít, chập chờn không đều

và có thể ngừng trệ vì áp suất ngưng tụ quá thấp (đặc biệt đối với ống mao dẫn) dẫn đến năng suất lạnh của hệ thống giảm.

Về lý thuyết khi nhiệt độ và áp suất ngưng tụ giảm, năng suất lạnh tăng, nhưng đối với một máy lạnh cụ thể, tất cả các thiết bị đã được thiết kế hiệu chỉnh đồng bộ thì nhiệt độ áp suất ngưng tụ giảm, năng suất lạnh giảm.

Nếu như nhiệt độ ngưng tụ giảm nhiều (chế độ vận hành mùa đông), áp suất bay hơi sẽ giảm quá mức cho phép và role áp suất thấp sẽ ngắt, ngừng máy nén để bảo vệ. Nếu vận hành lâu ở chế độ này máy nén có thể bị hư hỏng nhanh chóng do thiếu dầu bôi trơn. Chính vì vậy phải trang bị các thiết bị bảo vệ để máy nén không làm việc ở áp suất hút quá thấp.

Sự bảo vệ này phụ thuộc vào khoảng nhiệt độ vận hành của thiết bị ngưng tụ, của kiểu thiết bị ngưng tụ và phụ tải của toàn bộ hệ thống.

Thiết bị ngưng tụ được chia làm 3 loại chính với ba dạng thiết bị tự

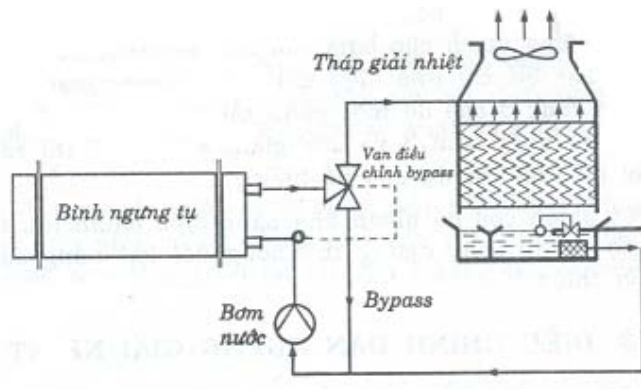
động :

- Bình ngưng giải nhiệt bằng nước
- Dàn ngưng giải nhiệt gió
- Tháp ngưng giải nhiệt bằng nước kết hợp gió.

3.3.2. Tự động hoá bình ngưng giải nhiệt nước

Trong thực tế do tình hình khan hiếm nước, đặc biệt đối với các khu vực thiếu nước và đối với các hệ thống lạnh cũng như điều hoà không khí lớn người ta sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt. Khi sử dụng nước tuần hoàn ta có khả năng sử dụng hai dạng điều chỉnh để không chế nhiệt độ và áp suất ngưng tụ cần thiết : Bypass nước giải nhiệt và điều chỉnh tốc độ quạt gió tháp giải nhiệt.

Hình 3.5 mô tả sơ đồ bypass nước giải nhiệt. Van 3 ngã điều chỉnh lưu



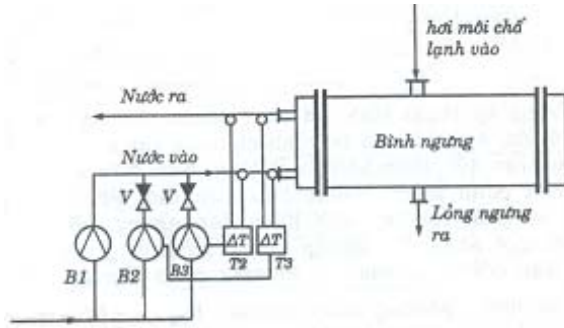
Hình 3.5. Điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ

lượng nước được bố trí trên đường ra bình ngưng và đường vào tháp giải nhiệt. Đầu cảm nhiệt được đặt trên đường nước vào bình ngưng. Đường bypass nối tắt từ đường ra bình ngưng về trước bơm, cho nước ra khỏi bình ngưng đi tắt về bơm không qua tháp giải nhiệt. Nếu nhiệt độ nước vào bình ngưng t_{w1} không đủ cao van điều chỉnh sẽ mở cho một phần nước có nhiệt độ cao t_{w2} đi tắt về bơm để quay trở lại bình ngưng mà không qua tháp giải nhiệt. Như vậy lưu lượng nước qua tháp giải nhiệt sẽ giảm. Chế độ làm

lượng nước được bố trí trên đường ra bình ngưng và đường vào tháp giải nhiệt. Đầu cảm nhiệt được đặt trên đường nước vào bình ngưng. Đường bypass nối tắt từ đường ra bình ngưng về trước bơm, cho nước ra khỏi bình ngưng đi tắt về bơm không qua tháp giải nhiệt. Nếu nhiệt độ nước vào bình ngưng t_{w1}

việc như vậy phù hợp khi máy lạnh chỉ chạy với một phần tải hoặc khi độ ẩm không khí bên ngoài rất nhỏ.

Phương pháp điều chỉnh thứ 2 là điều chỉnh tốc độ quạt để qua đó điều chỉnh lưu lượng gió và gián tiếp điều chỉnh năng suất giải nhiệt của tháp phù hợp với nhiệt thải ngưng tụ. Động cơ thay đổi được tốc độ ở đây có thể là loại nhiều cấp cực với vòng dây riêng rẽ hoặc động cơ Dahlander. Đơn giản nhất là phương pháp đóng, ngắt động cơ.



Hình 3.6. Điều chỉnh lưu lượng nước ngưng tụ

Ngoài ra còn có thể sử dụng phương pháp điều chỉnh vô cấp động cơ qua máy biến tần, cả cho động cơ quạt gió và động cơ bơm nhưng do quá đắt nên các phương án này thường bị loại ngay từ ban đầu.

Một phương án khác có thể áp dụng cho bình ngưng của các hệ thống lớn là sử dụng nhiều bơm nước giải nhiệt thí dụ 2 hoặc 3 bơm và điều khiển lưu lượng nước nhảy cấp bằng cách cho từng bơm hoạt động theo nhiệt độ nước ra.

3.3.3. Điều chỉnh dàn ngưng giải nhiệt gió

Trong các dàn ngưng giải nhiệt gió để khống chế nhiệt độ và áp suất ngưng tụ thì chúng ta có thể điều chỉnh về phía môi chất lạnh và điều chỉnh về phía không khí.

3.3.3.1. Điều chỉnh phía môi chất lạnh.

Trong kỹ thuật lạnh, để tăng cường khả năng trao đổi nhiệt của dàn ống xoắn đến mức tối đa, người ta bố trí bình chứa và các đường tích lỏng để nhanh chóng giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt khỏi bị ứ lỏng. Nếu điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ, khi chạy một phần tải hoặc khi điều kiện thời tiết bên ngoài thuận lợi (thí dụ mùa đông) ngược lại phải che bớt một phần dàn ngưng, giảm tốc độ quạt gió. Một phương pháp che bớt một phần dàn ngưng là cho ngập lỏng một phần dàn ngưng để vô hiệu hoá quá trình trao đổi nhiệt của nó. Phương pháp này gọi là điều chỉnh phía môi chất lạnh.

Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm là cần phải sử dụng một bình chứa lớn để chứa lượng môi chất chỉ cần đến để làm ngập lỏng trong mùa đông. Khi làm việc trong mùa hè, toàn bộ phần lỏng đó phải chứa tại bình chứa để giải phóng toàn bộ bề mặt dàn ngưng tụ.

Có 2 phương pháp khả thi để làm ngập lỏng một phần dàn là:

a. Phương pháp của ALCO

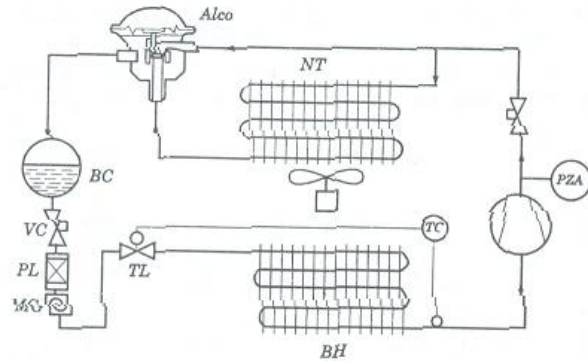
Phương pháp Alco sử dụng có các thiết bị lạnh hoạt động suốt năm. Hãng Alco đưa ra 2 thiết bị HP8 và HP14. Năng suất của HP8 là $Q_k = 30,6 \div 47,5$ kW và HP14 với $Q_k = 80,9 \div 118,9$ kW tùy theo từng môi chất lạnh (theo catalog thiết bị của Alco). Nếu cần năng suất lớn hơn có thể lắp 2 thiết bị song song với nhau.

Theo phương pháp này, thiết bị là loại van 3 ngã có 2 đường vào và 1 đường ra. Hình 3.7 giới thiệu sơ đồ thiết bị với van ba ngã Alco.

Nguyên tắc làm việc của hệ thống như sau:

Nếu áp suất và nhiệt độ ngưng tụ giảm quá giới hạn cho phép, van điều chỉnh Alco tác động, dẫn hơi nóng thẳng vào bình chứa BC. Điều đó gây nên sự ứ đọng môi chất lạnh lỏng ở dàn ngưng tụ và do thiếu diện tích trao đổi nhiệt, áp suất và nhiệt độ ngưng tụ lại tăng lên.

Điều quyết định ở đây là van đã tạo nên một sự ứ đọng môi chất lỏng trong dàn bay hơi khi dẫn trực tiếp hơi nóng vào bình chứa. Cũng cần lưu ý là lượng môi chất lạnh phải đủ để ngay cả trong trường hợp lỏng bị ứ lại tại dàn ngưng thì vẫn đủ lỏng cấp cho dàn bay hơi.



Hình 3.7 Sơ đồ lắp đặt van 3 ngã Alco điều chỉnh nhiệt độ và áp suất ngưng tụ

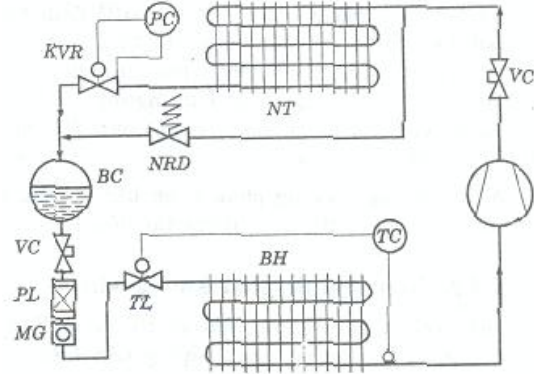
Chú ý:

Người vận hành không thể điều chỉnh áp suất ngưng tụ được. Áp suất ngưng tụ đã được thiết kế và ấn định tại nhà máy và van Alco sẽ tác động điều chỉnh khi nhiệt độ không khí bên ngoài giảm xuống dưới 32°C. Việc lắp đặt van điều chỉnh Alco không yêu cầu bất cứ điều kiện gì : có thể lắp đặt van ở ngoài trời, ở trong nhà, ngay cạnh dàn ngưng tụ, trong phòng máy... Tất cả những điều nêu trên không ảnh hưởng đến sự làm việc của van, và sau khi lắp đặt xong cũng không cần một sự hiệu chỉnh bất kỳ nào.

b. Phương pháp của Danfoss

Dụng cụ điều chỉnh này có tên gọi KVR. Hình 3.7 giới thiệu cách lắp dụng cụ KVR vào hệ thống lạnh. Van KVR được lắp đặt ở giữa dàn ngưng tụ và bình chứa nhưng nên lắp gần dàn ngưng

Đầu tiên môi chất lạnh lỏng phải ngập đầy đoạn ống giữa van KVR và dàn ngưng, sau đó mới làm ứ đọng phần dưới của dàn ngưng. Chính vì vậy lắp van KVR càng gần dàn ngưng càng tốt. Đoạn ống đó càng dài càng tốn môi chất lạnh, và nếu có sự cố rò rỉ xảy ra thì độ ô nhiễm môi trường sẽ càng nhiều. Trái với van Alco, van KVR của Danfoss có thể hiệu chỉnh, công nhân vận hành phải lắp vào van một áp kế.



Hình 3.7 Sơ đồ lắp đặt van điều chỉnh áp suất và nhiệt độ của Danfoss (KVR)

Van điều chỉnh làm việc tùy thuộc vào áp suất vào và mở khi có hiệu áp $\Delta p = 0,33$ bar, ngay khi áp suất vào van cao hơn áp suất đặt đúng bằng giá trị đó. Nếu như áp suất vào giảm xuống dưới áp suất đặt thì van đóng.

Như vậy các ống xoắn phía dưới của dàn ngưng sẽ được ngập lỏng, diện tích trao đổi nhiệt của dàn ngưng giảm xuống, và như vậy áp suất ngưng tụ không đổi được duy trì.

Cũng như hệ thống lạnh dùng van Alco, hệ thống dùng van KVR cũng cần dự tính một bình chứa đủ lớn. Duy trì áp suất ngưng tụ đủ lớn là nhằm mục đích duy trì áp suất trước van tiết lưu đủ lớn, đảm bảo lượng môi chất phun vào dàn bay hơi, loại trừ các trục trặc có thể xảy ra cho hệ thống. Tuy nhiên KVR chỉ duy trì áp suất ngưng tụ, còn áp suất bình chứa và áp suất trước van tiết lưu chưa được điều chỉnh.

Có hai phương pháp duy trì áp suất bình chứa là:

- Lắp đặt bình chứa trong phòng máy âm, nơi có nhiệt độ không quá thấp trong mùa đông. Áp suất bão hòa của môi chất lạnh được coi là đủ cho van tiết lưu hoạt động bình thường.

- Đối với các hệ thống lạnh lớn, bình chứa đặt ở ngoài trời, mùa đông nhiệt độ xuống quá thấp, áp suất hơi bão hòa trong bình chứa không đủ cho van tiết lưu hoạt động bình thường, cần phải lắp một van điều áp NRD (van duy trì áp suất không đổi). Khi áp suất trong bình chứa và áp suất đầu đẩy chênh nhau $\Delta p = 0,5 \div 1,0$ bar thì van điều áp NRD (xem hình 3.7) mở cho hơi nóng từ máy nén đi thẳng vào bình chứa, duy trì áp suất ở bình chứa không đổi. Khi áp suất hai bên cân bằng, van NRD lại đóng.

Sự kết hợp của 2 van KVR và NRD đảm bảo đạt được sự điều chỉnh áp suất ngưng tụ theo ý muốn, đảm bảo áp suất ngưng tụ luôn luôn lớn hơn chút ít so với áp suất ở bình chứa, đảm bảo lỏng ngưng ở dàn ngưng chảy được về bình chứa ngay cả khi ống dẫn lỏng lắp đặt phía dưới bình chứa.

Ngoài những phương pháp trình bày ở trên, còn nhiều phương pháp khác điều chỉnh áp suất ngưng tụ.

3.3.3.2. Điều chỉnh phía không khí

Điều chỉnh phía không khí có ưu điểm là không cần lượng môi chất lạnh lớn nạp vào hệ thống và do đó cũng không cần bình chứa lớn. Cũng có 2 phương pháp điều chỉnh chủ yếu như sau.

a. Đóng ngắt quạt gió qua tín hiệu áp suất hoặc nhiệt độ

Đối với các dàn ngưng trang bị nhiều quạt gió li tâm hay hướng trục thì việc ngắt bớt hoặc đóng thêm quạt cho dàn ngưng là điều có thể thực hiện một cách dễ dàng. Một giải pháp khả thi là đóng ngắt quạt qua áp suất đầu đẩy máy nén. Phương pháp này có độ tin cậy cao và giá cả phải chăng. Có thể dùng role áp suất trình tự hoặc role áp suất riêng lẻ. Các role áp suất này rất sẵn có trên thị trường. Tín hiệu áp suất của role là áp suất đầu đẩy của máy nén. Tiếp điểm đóng mở của role được mắc nối tiếp với nguồn cung cấp điện cho động cơ quạt.

Phương pháp sử dụng role áp suất đóng ngắt quạt có thể áp dụng cho cả các dàn ngưng chỉ có một quạt duy nhất. Phương pháp này không áp dụng được cho hệ thống lạnh có quạt truyền động từ động cơ máy nén.

Đối với dàn ngưng có nhiều quạt có thể đóng ngắt một phần quạt nhờ role nhiệt độ. Đầu cảm của role lấy tín hiệu nhiệt độ ngưng tụ hoặc có thể lấy ngay nhiệt độ không khí ngoài trời. Đối với quạt li tâm, phương pháp điều khiển này có các ưu điểm: kinh tế do tiết kiệm được năng lượng, tuổi thọ động cơ quạt cao hơn và giảm được tiếng ồn. Đối với quạt hướng trục thường không đạt được các ưu điểm đó.

Đầu cảm của role nhiệt độ của quạt thứ nhất được gắn vào giữa các lớp dàn ngưng ở phía hút của quạt thứ nhất, sau đó tiến hành đặt nhiệt độ ngắt quạt theo ý muốn.

Nếu như nhiệt độ vị trí đó hạ xuống thấp hơn nhiệt độ đặt của quạt, role nhiệt độ sẽ ngắt quạt thứ nhất. Nếu nhiệt độ dàn tiếp tục giảm xuống dưới nhiệt độ đặt cho quạt thứ 2 thì role nhiệt độ của quạt thứ 2 sẽ ngắt tiếp quạt thứ 2.

- Quạt cuối cùng đặt ở nhiệt độ thấp nhất và quạt đầu tiên đặt ở nhiệt độ cao nhất.

- Khoảng nhiệt độ đặt nên chia đều cho số quạt của dàn ngưng.

- Nhiệt độ ngưng tụ thường cao hơn nhiệt độ không khí bên ngoài khoảng 15°C hay $\Delta t = 15\text{K}$.

Chú ý:

Cần phải lưu ý đặt các clapê quá áp tự đóng phía sau quạt theo hướng của quạt vì trong mọi trường hợp, dòng khí thải không được đi vào từng đường hút của các quạt đang hoạt động, nếu không quạt có thể bị quá tải dẫn đến cháy động cơ.

Ở dạng điều chỉnh này, khi đóng mạch thêm cho một quạt có thể dẫn tới sự giảm đột ngột của áp suất ngưng tụ trong dàn sinh ra sự bay

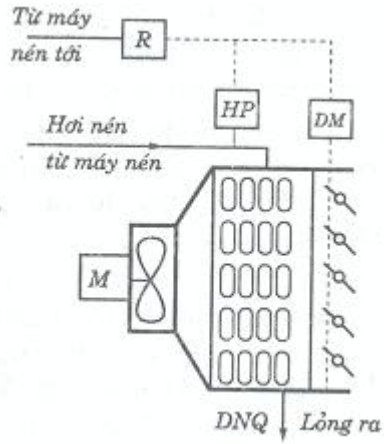
hơi của môi chất lạnh trên đường ống từ bình chứa đến van tiết lưu, làm cho van tiết lưu cung cấp không đầy đủ lỏng cho dàn bay hơi, áp suất bay hơi có thể giảm xuống. Đây cũng chính là nhược điểm của phương pháp điều chỉnh này. Nhiều hệ thống lạnh lắp đặt thực tế theo phương án này làm việc thiếu ổn định. Hơn nữa nếu máy đặt ở vùng đông dân cư, tiếng ồn không đồng đều của quạt khi bật, khi tắt cũng gây khó chịu.

b. Điều chỉnh lưu lượng gió bằng clapê gió

Để khắc phục tình trạng đóng, ngắt động cơ liên tục có thể sử dụng clapê gió (damper) điều chỉnh nhờ tín hiệu áp suất đầu đẩy máy nén. Hình 5.15 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh clapê gió.

Khi áp suất ngưng tụ giảm, các tấm chắn mở to hơn để không khí đi qua lỗ bề mặt trao đổi nhiệt nhiều hơn. Khi áp suất ngưng tụ tăng lên, động cơ điều chỉnh clapê DM khép bớt clapê cho gió vào dàn ngưng ít hơn. Áp suất tăng, quá trình được lặp lại. Nếu máy nén dừng, quạt dừng và clapê gió cũng khép lại.

Phương pháp này không kinh tế vì quạt phải chạy liên tục nên tổn hao năng lượng lớn. Tuổi thọ quạt giảm và không giảm được tiếng ồn.



Hình 3.8. Điều chỉnh clapê

c. Điều chỉnh tốc độ quạt qua máy biến tần

Do các nhược điểm của việc điều chỉnh đóng ngắt quạt nên xu hướng điều chỉnh tốc độ quạt qua máy biến tần ngày càng được chú ý. Phương pháp này có thể điều chỉnh vô cấp với độ chính xác cao áp suất và nhiệt độ ngưng tụ, không gây tiếng ồn lớn, đặc biệt xoá bỏ được tiếng ồn chu kỳ bất thường do đóng mở quạt mà còn có thể tiết kiệm được năng lượng một cách đáng kể, tăng tuổi thọ và độ tin cậy của động cơ quạt.

Tín hiệu đưa vào máy biến tần có thể là áp suất hoặc nhiệt độ ngưng tụ. Do điều chỉnh vô cấp nên loại trừ được sự biến động đột ngột của áp suất ngưng tụ và qua đó van tiết lưu có thể làm việc một cách tin cậy hơn, luôn đảm bảo sự cấp lỏng đều đặn tối ưu cho dàn bay hơi.

3.4. Tự động hóa thiết bị bay hơi

3.4.1. Giới thiệu chung

Tự động hoá thiết bị bay hơi là trang bị cho nó những dụng cụ và thiết bị tự động để nó có thể làm việc bình thường, tự động không cần công nhân vận hành theo dõi phục vụ.

Những dụng cụ tự động thực hiện hai chức năng chính:

- Cấp đầy đủ và đều đặn (có thể theo chương trình hoặc chu kỳ) môi chất lỏng cho thiết bị bay hơi.

- Bảo vệ thiết bị ngưng tụ và hệ thống lạnh ở các chế độ làm việc nguy hiểm hoặc không kinh tế, thí dụ, tránh thiết bị bay hơi làm việc ở chế độ ứ lỏng, gây ra hiện tượng lỏng lọt về máy nén có thể dẫn đến va đập thủy lực hay thủy kích khi phụ tải nhiệt của thiết bị bay hơi tăng đột ngột.

Phương pháp tự động hóa, các dụng cụ tự động hóa cũng như bảo vệ tự động sử dụng phải phụ thuộc vào từng loại thiết bị bay hơi và từng loại môi chất lạnh.

Giống như thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi được chia ra làm 2 loại chính:

- Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng trong đó có loại môi chất lạnh sôi trong ống và loại môi chất lạnh sôi ngoài ống.

- Dàn bay hơi làm lạnh không khí trực tiếp, môi chất lạnh sôi trong ống. Ngoài ra, theo mức độ choán chỗ của môi chất lạnh lỏng trong thiết bị bay hơi có thể phân loại ngập và không ngập. Sự phân loại này chỉ dùng cho bình bay hơi ống chùm:

- Ở loại thiết bị bay hơi kiểu ngập, môi chất lạnh bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt F của thiết bị.

- Ở loại thiết bị bay hơi kiểu không ngập, môi chất lạnh lỏng không bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt mà một phần bề mặt này dùng để hoá nhiệt hơi hút về máy nén.

Đối với các loại dàn bay hơi trực tiếp thì phân ra theo kiểu cấp lỏng từ trên xuống hoặc cấp lỏng từ dưới lên. Khi cấp lỏng từ dưới lên hiệu quả trao đổi nhiệt lớn hơn vì diện tích dàn được phủ lỏng sôi nhiều hơn, tuy nhiên, khả năng lọt lỏng về máy nén gây va đập thủy lực lại lớn hơn. Ngược lại kiểu cấp lỏng từ trên xuống có hiệu quả trao đổi nhiệt nhỏ. Phần dưới dàn chủ yếu sử dụng vào việc quá nhiệt hơi hút nên an toàn hơn, khó bị lọt lỏng về máy nén hơn.

Theo môi chất lạnh, phân ra hai loại chính là thiết bị bay hơi amoniác và thiết bị bay hơi freôn. Sự khác nhau trong phương pháp cấp lỏng cũng là do tính chất vật lý và nhiệt động khác nhau cũng như tác động qua lại giữa chúng và dầu bôi trơn.

Thí dụ, các freôn có nhiệt hoá hơi nhỏ hơn nhiều lần so với amoniác, hệ số tỏa nhiệt cũng nhỏ hơn, do đó với cùng năng suất lạnh, lưu lượng freôn tuần hoàn trong hệ thống lạnh lớn hơn nhiều lần, bề mặt trao đổi nhiệt cũng phải lớn hơn nên thường có cánh phía freôn. Hầu hết các freôn hòa tan dầu tạo khả năng tốt hồi dầu về máy nén qua đường hút nhưng hệ thống lạnh amoniác cần trang bị bình tách dầu và các bầu dầu cho các thiết bị để thu hồi và trả dầu về bình chứa.

Bảo vệ thiết bị bay hơi cũng gồm 3 công việc chính, đó là:

- Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị cấp quá nhiều lỏng, gây nguy cơ lọt lỏng về máy nén, gây va đập thủy lực.

- Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị đóng băng chất tải lạnh lỏng trong ống trao đổi nhiệt gây nguy cơ nổ ống, rò rỉ môi chất lạnh, làm hư hỏng thiết bị bay hơi.

- Xả băng định kỳ cho các dàn bay hơi làm lạnh không khí bảo đảm quá trình trao đổi nhiệt hiệu quả.

Sau đây chúng ta sẽ đi sâu nghiên cứu các vấn đề cụ thể của tự động điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ cho thiết bị bay hơi.

3.4.2. Tự động cấp lỏng cho thiết bị bay hơi

Bộ cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là một cụm quan trọng của hệ thống lạnh được tự động hoá. Việc cấp lỏng chỉ có thể thực hiện nhờ bộ điều chỉnh cấp lỏng (bằng tay hoặc tự động) bởi vì chỉ cần một đại lượng nhiễu rất nhỏ tác động, như thay đổi phụ tải nhiệt, thay đổi nhiệt độ môi trường bên ngoài thì thiết bị bay hơi đã có thể bị ứ lỏng, dẫn đến nguy cơ máy nén hút phải lỏng gây ra va đập thuỷ lực cho máy nén.

Mức lỏng của thiết bị bay hơi ảnh hưởng rất lớn đến chỉ tiêu năng lượng của máy lạnh. Phần lớn các thiết bị bay hơi đều có mức lỏng tiêu chuẩn. Thấp hơn hoặc cao hơn mức đó thì hiệu quả năng lượng sẽ giảm đi vì không sử dụng hết diện tích bề mặt trao đổi nhiệt hoặc sẽ dẫn tới chế độ làm việc nguy hiểm như nguy cơ lỏng lọt vào máy nén...

Mức chứa lỏng của thiết bị bay hơi được đặc trưng bằng mức sử dụng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt nhưng việc xác định trực tiếp diện tích bề mặt trao đổi nhiệt đó khá khó khăn.

Có ba chỉ tiêu gián tiếp cho phép đánh giá mức độ cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là:

- Độ quá nhiệt của hơi ra khỏi thiết bị bay hơi.
- Mức lỏng của môi chất.
- Áp suất bay hơi.

Dụng cụ để thực hiện việc tự động cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là dụng cụ điều chỉnh tự động. Có thể chia ra hai loại dụng cụ điều chỉnh cấp lỏng tự động là:

- Dụng cụ điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút về máy nén.
- Dụng cụ điều chỉnh mức lỏng.

Ngoài ra có dụng cụ duy trì không chế áp suất bay hơi không đổi.

a) Điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút

Điều chỉnh cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút hiện nay là phương pháp phổ biến nhất vì độ quá nhiệt phản ánh đúng độ khô của hơi, một thông số quan trọng để lỏng không lọt vào máy nén, tuy nhiên độ khô của hơi rất khó xác định và hầu như chưa có dụng cụ nào cấp lỏng dựa trên nguyên tắc này.

Độ quá nhiệt hơi hút càng cao, càng đảm bảo an toàn cho máy nén. Nhược điểm của nó là kém hiệu quả trao đổi nhiệt. Lựa chọn độ quá nhiệt thích hợp cho mỗi hệ thống lạnh là nhiệm vụ rất quan trọng. Độ quá nhiệt hơi hút là hiệu nhiệt độ hơi hút và nhiệt độ sôi nên rất dễ xác định. Tuy nhiên, trên thực tế, luôn luôn tồn tại pha lỏng trong dòng hơi ra khỏi thiết bị (nhất là trong hệ thống lạnh freon do môi chất hoà tan trong dầu), đồng thời, ngay trong thiết bị bay hơi do tồn thất thuỷ lực

trong dòng chuyển động cưỡng bức, trong ống và cột lỏng, trong thể tích chất lỏng sôi nên độ chính xác của giá trị nhiệt độ sôi xác định được và độ quá nhiệt của hơi, còn phụ thuộc vào phương pháp đo lường áp dụng. Mặc dù vậy, độ quá nhiệt của hơi ở lõi ra khỏi thiết bị bay hơi vẫn là chỉ tiêu để đánh giá mức độ cấp lỏng và có thể sử dụng với bất cứ môi chất lạnh nào, chỉ trừ các bình bay hơi không có thể tích cần thiết làm quá nhiệt hơi.

b) Cấp lỏng theo mức:

Đối với các bình bay hơi kiểu ngập và các dàn không có phần làm quá nhiệt, chỉ tiêu cấp lỏng là mức lỏng trong thiết bị. Mức lỏng có thể được đo và được cấp theo nguyên lý bình thông nhau. Đối với môi chất freôn, do hoà tan dầu hoàn toàn, chế độ sôi màng mạnh, nhiều khi không tồn tại cả biên pha, nhiệt độ và áp lực sôi giảm, đặc tính thiết bị thay đổi nên khó sử dụng được nguyên lý bình thông nhau. Đối với freôn do đó thường cấp lỏng theo độ quá nhiệt.

Thực tế, phần lớn các thiết bị bay hơi được cấp lỏng theo tín hiệu quá nhiệt có thể kết hợp với dụng cụ điều chỉnh 2 vị trí. Các bình bay hơi amoniác thường dùng bộ điều chỉnh mức lỏng.

3.4.2.1. Cấp lỏng theo độ quá nhiệt hơi hút

Năng suất lạnh Q_0 của thiết bị bay hơi được xác định theo biểu thức :

$$Q_0 = kF\Delta_{tb} \quad (3.4)$$

trong đó :

k - hệ số truyền nhiệt, W/m^2K

F - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, m^2

Δ_{tb} - hiệu nhiệt độ trung bình logarit, K .

Hiệu nhiệt độ trung bình logarit xác định theo biểu thức :

$$\Delta_{tb} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln(\Delta t_{max} / \Delta t_{min})} \quad (3.5)$$

Δt_{max} và Δt_{min} là hiệu nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất giữa chất tải lạnh và môi chất lạnh sôi ở đầu vào và đầu ra thiết bị bay hơi.

Giả sử diện tích bề mặt trao đổi nhiệt $F = const$, chỉ còn hệ số truyền nhiệt k phụ thuộc vào mức lỏng cấp trong thiết bị bay hơi hay độ quá nhiệt hơi hút về máy nén vì mức lỏng tỷ lệ nghịch với độ quá nhiệt hơi hút. Mức lỏng càng thấp, độ quá nhiệt càng cao và ngược lại mức lỏng càng cao độ quá nhiệt càng thấp.

Không thể chọn độ quá nhiệt bằng không vì đó là chế độ làm việc nguy hiểm vậy độ quá nhiệt là bao nhiêu để hệ thống lạnh hoạt động an toàn nhưng vẫn đảm bảo hiệu quả truyền nhiệt cao.

a. Ống mao

Ống mao hay còn gọi là ống mao dẫn, ống kapile, cấp phun... đơn giản chỉ là một đoạn ống rất nhỏ có đường kính từ 0,6 đến 2mm và chiều dài

từ 0,5 ÷ 5m nối giữa phin lọc dàn ngưng tụ và dàn bay hơi của hệ thống lạnh nhỏ.

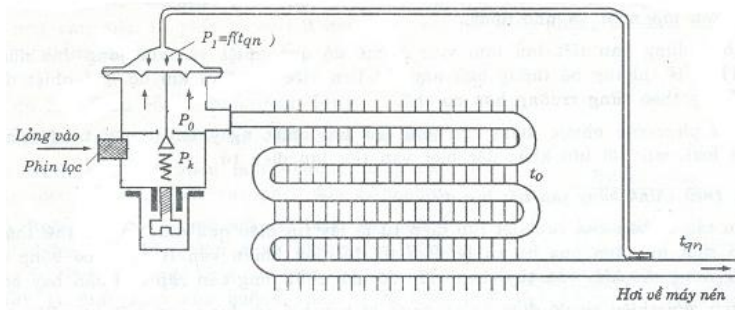
Ống mao có ưu điểm là rất đơn giản, không có chi tiết chuyển động nên làm việc đảm bảo độ tin cậy rất cao. Sau khi máy nén ngừng vài phút, áp suất 2 bên hút và đẩy sẽ cân bằng nên khởi động máy rất dễ dàng.

Tuy nhiên ống mao cũng có nhược điểm là dễ tắc bẩn, tắc ẩm, không thể điều chỉnh được vì ống mao là cơ cấu tiết lưu cố định do đó chỉ sử dụng cho hệ thống lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, các máy điều hòa nhiệt độ một và hai cực năng suất đến khoảng 24.000 BTU/h. Điều chỉnh năng suất lạnh bằng thermostart hay role nhiệt độ. Khi đủ lạnh role nhiệt độ ngắt mạch máy nén. Khi nhiệt độ vượt quá mức cho phép, role nhiệt độ lại đóng mạch cho máy nén hoạt động. Độ quá nhiệt hơi hút được tính toán trước khi nạp, thí dụ như tủ lạnh, đường ống hút ra khỏi vỏ về máy nén phải có nhiệt độ đủ cao để không bị đọng sương gây ướt sũng cách nhiệt vỏ tủ...

b. Điều chỉnh bằng van tiết lưu nhiệt

Van tiết lưu hay van tiết lưu điều chỉnh tự động nhờ độ quá nhiệt của hơi hút về máy nén. Có 2 loại van : van tiết lưu nhiệt cân bằng trong và cân bằng ngoài. Hình 3.9 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của van tiết lưu nhiệt cân bằng trong.

Van tiết lưu nhiệt gồm khoang áp suất quá nhiệt p_1 có màng đàn hồi, đầu cảm nhiệt 10, ống



Hình 3.9. Van tiết lưu nhiệt cân bằng trong

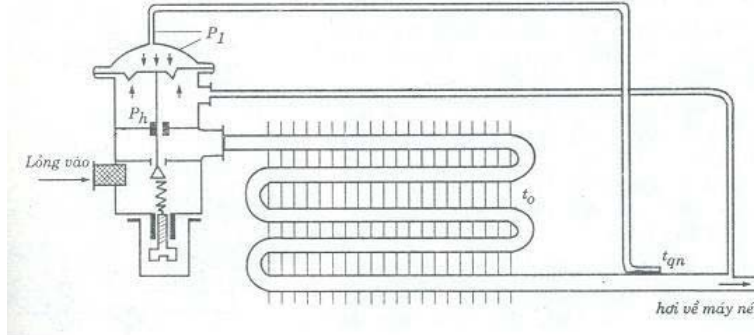
nối 9. Phía trong khoang được nạp môi chất dễ bay hơi (thường chính là môi chất sôi sử dụng trong hệ thống lạnh). Nhiệt độ quá nhiệt (cao hơn nhiệt độ sôi t_0) được đầu cảm 10 biến thành tín hiệu áp suất để làm thay đổi vị trí của màng đàn hồi. Màng đàn hồi được gắn với kim van 5 nhờ thanh truyền 12, nên khi màng co giãn, kim van 5 trực tiếp điều chỉnh cửa thoát phun môi chất lỏng vào dàn.

Van tiết lưu hoạt động như sau : nếu tải nhiệt của dàn tăng hay môi chất vào dàn ít, độ quá nhiệt hơi hút tăng, áp suất p_1 tăng, màng 2 giãn ra, đẩy kim van 5 xuống dưới, cửa thoát môi chất mở rộng hơn cho môi chất lỏng vào nhiều hơn. Khi môi chất lạnh vào càng nhiều độ quá nhiệt hơi hút giảm, p_1 giảm, màng 2 bị kéo lên trên khép bớt cửa môi chất vào ít hơn và nhiệt độ quá nhiệt lại tăng, chu kỳ điều chỉnh lặp lại, và dao động quanh vị trí đã đặt.

Độ quá nhiệt có thể nhờ vít 7. Khi vặn vít thuận chiều kim đồng hồ tương ứng độ quá nhiệt tăng, và ngược chiều kim đồng hồ là độ quá

nhệt giảm. Khi điều chỉnh hết mức, có thể thay đổi 20% năng suất lạnh của van.

Van tiết lưu nhiệt cân bằng trong chỉ sử dụng cho các loại máy lạnh nhỏ, dàn bay hơi bé, tổn thất áp suất không lớn. Khi cần giữ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi ổn định, đối với các dàn lạnh có công suất lớn và tổn thất áp suất lớn người ta phải sử dụng loại van tiết lưu cân bằng ngoài (hình 3.10).



Hình 3.10. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài

Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài có thêm ống

nối 13 lấy tín hiệu áp suất hút ở gần đầu máy nén (bố trí càng gần đầu máy nén càng tốt). Áp suất phía dưới màng đàn hồi không còn là áp suất p_0 mà là áp suất hút p_h . Do tổn thất áp suất ở dàn bay hơi thay đổi theo tải nên áp suất hút p_h là tín hiệu cấp lỏng bổ sung để hoàn thiện hơn chế độ cấp lỏng cho dàn bay hơi.

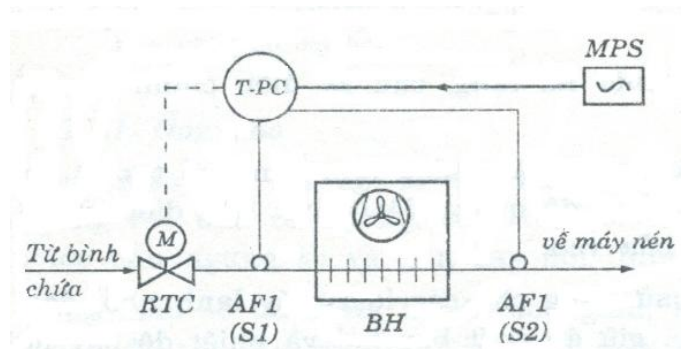
Khi chọn van tiết lưu nhiệt cân lưu ý để van đảm bảo cấp lỏng bình thường cả khi năng suất lạnh lớn nhất và nhỏ nhất.

Hệ thống dùng van tiết lưu làm việc ở chế độ quá nhiệt và mức lỏng dao động đáng kể. Thực tế, những hệ thống loại này chỉ làm việc ổn định khi độ quá nhiệt đạt từ 3÷5K tùy theo từng trường hợp cụ thể.

Để khắc phục các nhược điểm của van tiết lưu nhiệt ngày nay người ta đã phát triển nhiều loại van tiết lưu khác đặc biệt van tiết lưu điện tử.

c. Điều chỉnh bằng van tiết lưu điện tử

Nguyên tắc cơ bản của van tiết lưu điện tử là lấy tín hiệu quá nhiệt và có thể thêm tín hiệu áp suất hút đưa qua bộ xử lý điện tử để điều khiển van tiết lưu có động cơ truyền động đóng mở kim van tùy theo mức độ môi chất



Hình 3.11. Sơ đồ điều chỉnh thiết bị bay hơi sử dụng van tiết lưu điện tử.

MPS - Bộ vi xử lý, T-PC - Điều chỉnh nhiệt độ và áp suất, RTC- Van tiết lưu điện tử điều chỉnh bằng động cơ, AF1-Đầu cảm nhiệt hoặc áp suất, BH -Dàn bay hơi

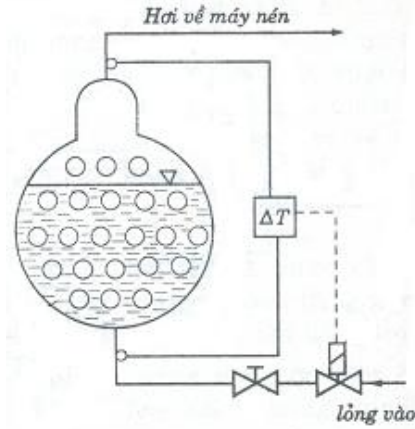
lồng cần cấp cho dàn bay hơi.

Hình 3.11 giới thiệu sơ đồ điều chỉnh thiết bị bay hơi sử dụng van tiết lưu điện tử.

d. Cấp lỏng theo độ quá nhiệt cho bình bay hơi

Hình 3.12 giới thiệu một phương pháp cấp lỏng theo độ quá nhiệt cho bình bay hơi kết hợp với ứng dụng điều chỉnh 2 vị trí là van điện tử.

Tín hiệu nhiệt độ vào và ra 3 được đưa về role hiệu nhiệt độ 2 (ΔT). Role hiệu nhiệt độ 2 điều khiển van điện tử 1 đóng, mở cấp lỏng cho bình bay hơi. Van điều chỉnh bằng tay 5 có nhiệm vụ tiết lưu giảm áp suất môi chất từ áp suất ngưng tụ xuống áp suất bay hơi p_0 .



Hình 3.12. Sơ đồ cấp nhiệt theo độ quá nhiệt

Khi hiệu nhiệt độ (hay độ quá nhiệt) giảm, role hiệu nhiệt độ ngắt mạch van điện tử. Van đóng không cho môi chất vào bình. Khi hiệu nhiệt độ tăng, role đóng mạch cho van điện tử mở cấp lỏng cho bình bay hơi. Lượng môi chất vào bình cần khống chế để có lưu lượng lớn hơn lưu lượng hơi được hút về máy nén. Như vậy, mức lỏng trong bình bay hơi dao động chung quanh giá trị đặt trước.

Để tránh độ quá nhiệt dao động quá lớn, ảnh hưởng đến sự làm việc của máy nhiệt độ phải là loại có độ nhạy cảm cao từ 0,1 đến 0,3K.

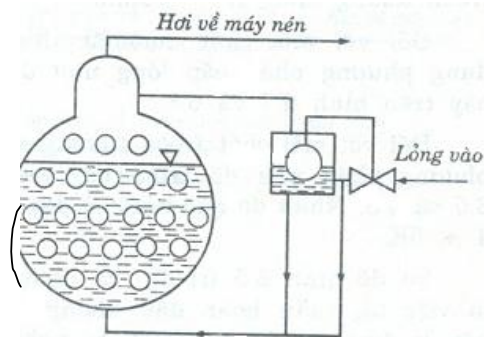
Đối với các van tiết lưu nhiệt cấp lỏng cho dàn bay hơi thường người ta cũng bố trí một van điện tử phía trước kết hợp một role nhiệt độ phòng để điều chỉnh nhiệt độ phòng.

3.4.2.2. Cấp lỏng theo mức lỏng

a. Cấp lỏng theo mức lỏng bằng van phao

Hình 3.13 giới thiệu một phương pháp cấp lỏng theo mức lỏng nhờ van phao đơn giản nhất.

Buồng phao 2 được nối với bình bay hơi 4 nhờ đường cân bằng 3 và đường cân bằng lỏng 5. Như vậy, mức lỏng của bình bay hơi cũng chính là mức lỏng của buồng phao vì là bình thông nhau. Tín hiệu lên xuống của mức lỏng trong

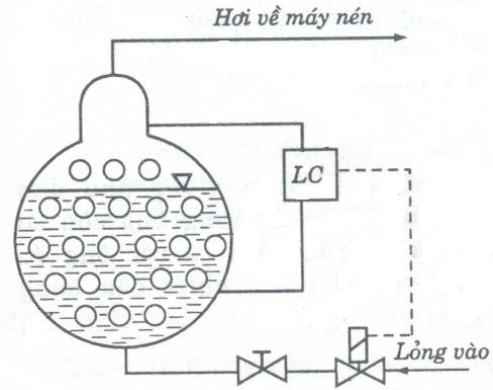


Hình 3.13. Cấp lỏng bằng phao

bình bay hơi biến thành tín hiệu lên xuống của phao và chuyển qua cơ cấu thừa hành ra tác động đóng mở van cấp lỏng cho bình bay hơi. Khi mức lỏng tăng, phao đóng bớt van cấp lỏng và khi mức lỏng giảm phao mở rộng thêm cửa thoát của van cho lỏng vào nhiều hơn. Cứ như vậy van phao duy trì được mức lỏng dao động quanh giá trị đặt trong bình bay hơi. Phao thường bố trí ngang hàng ống thứ 2÷3 của bình.

b. Cấp lỏng theo mức bằng điều chỉnh 2 vị trí

Hình 3.14 giới thiệu phương pháp cấp lỏng theo mức bằng điều chỉnh 2 vị trí. Phương pháp cấp lỏng này tương tự như phương pháp trình bày trên hình 3.12 nhưng role hiệu nhiệt độ được thay bằng role mức lỏng (level controller hoặc level switch). Role mức lỏng là một dụng cụ đóng ngắt mạch điện điều



Hình 3.14 Cấp lỏng theo mức (2vị

kiểu theo sự lên xuống của mức lỏng. Role mức lỏng có 1 buồng phao nối thông với bình bay hơi bằng ống cân bằng hơi và cân bằng lỏng theo nguyên lý bình thông nhau.

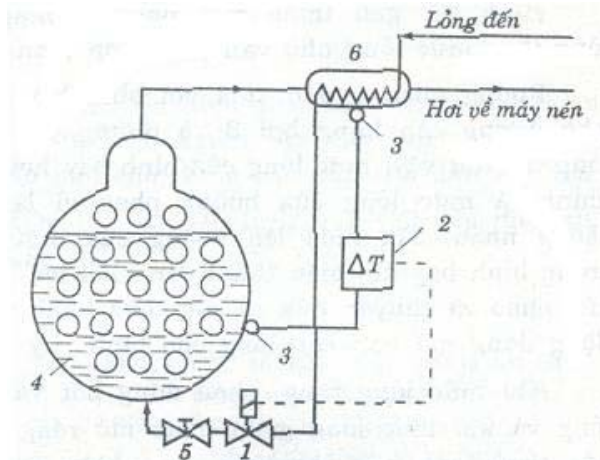
Khi mức lỏng trong buồng phao tăng, phao nổi lên và cho tín hiệu ngắt mạch van điện từ đóng lại, không cho môi chất vào bình bay hơi. Khi mức lỏng hạ xuống, phao hạ xuống theo và cho tín hiệu đóng ngắt mạch cho van điện từ mở, cấp lỏng cho bình bay hơi.

c. Cấp lỏng nhờ van phao cao áp

Dùng cho các hệ thống lạnh lớn có một bình bay hơi làm việc theo kiểu ngập lỏng. Van phao đặt phía bình ngưng tụ. Van mở để cấp lỏng cho bình bay hơi khi mức lỏng trong bình ngưng tăng lên, không phụ thuộc vào mức trong bình bay hơi.

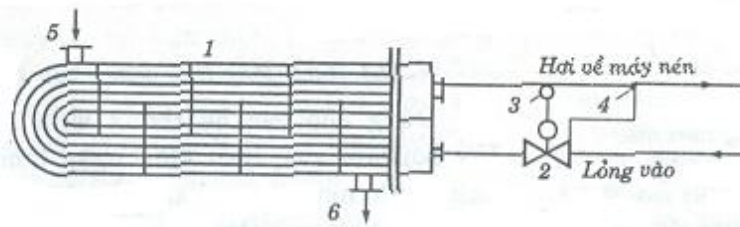
3.4.2.3. Một số sơ đồ cấp lỏng thường gặp

a. Cấp lỏng bình bay hơi môi chất sôi ngoài ống

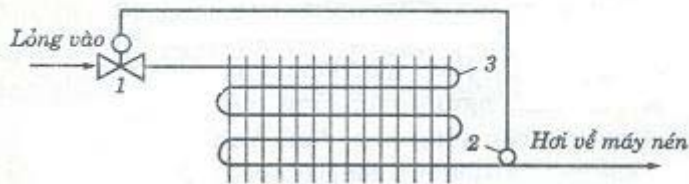


Hình 3.15 Cấp lòng cho bình bay hơi freôn, lấy tín hiệu nhiệt độ quá nhiệt tại bộ hồi nhiệt :
 1 - van điện tử ; 2 - rơle hiệu nhiệt độ ;
 3 - đầu cảm nhiệt ; 4 - bình bay hơi ;
 5 - van tiết lưu tay ; 6 - hồi nhiệt.

b. Cấp lòng bình bay hơi môi chất trong ống

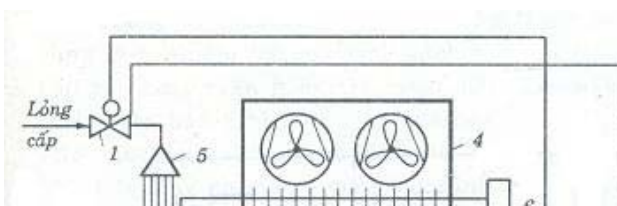


Hình 3.16 Cấp lòng bình bay hơi lòng sôi trong ống bằng van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài :
 1 - bình bay hơi lòng sôi trong ống ; 2 - van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài ; 3 - đầu cảm nhiệt
 4 - đầu lấy tín hiệu áp suất ; 5, 6 - ống chất tải lạnh vào và ra.



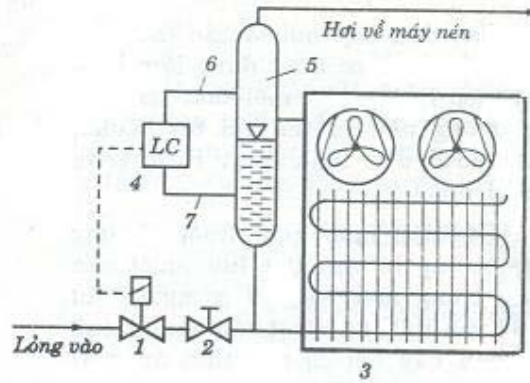
Hình 3.17 Cấp lòng cho dàn bay hơi freôn bằng van tiết lưu nhiệt cân bằng trong :
 1 - van tiết lưu nhiệt cân bằng trong ;
 2 - đầu cảm nhiệt ;
 3 - dàn bay hơi.

d. Cấp lòng dàn bay hơi lớn freôn lớn



Hình 3.18

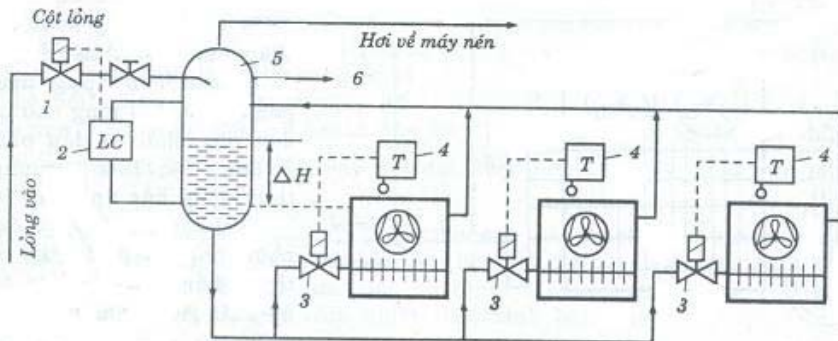
e. Cấp lỏng dàn bay hơi amoniắc



Hình 3.19 Cấp lỏng cho dàn bay hơi amoniắc ;

- 1 - van điện tử ; 2 - van tiết lưu tay ;
- 3 - dàn bay hơi ; 4 - rơle mức lỏng (Level Controller);
- 5 - bình tách lỏng ; 7 - đường cân bằng lỏng.

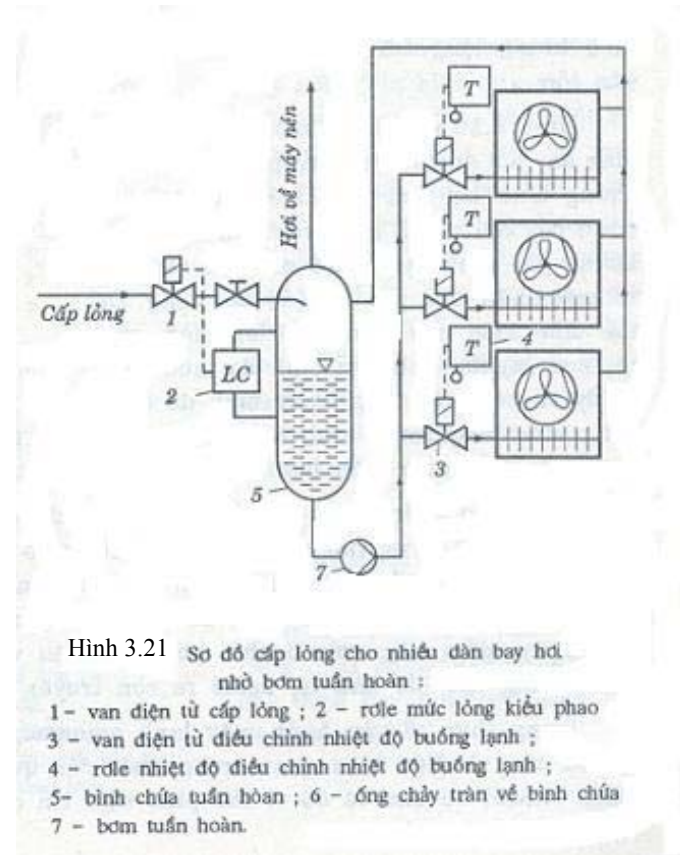
f. Cấp



Hình 3.20 Sơ đồ cấp lỏng cho nhiều dàn bay hơi nhờ cột lỏng ;

- 1 - van điện tử cấp lỏng ; 2 - rơle mức lỏng kiểu phao ; 3 - van điện tử điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh
- 4 - rơle nhiệt độ điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh ; 5 - bình tách lỏng ; 6 - ống chảy tràn về bình chứa.

g. Cấp lỏng cho dàn bay hơi nhờ bơm tuần hoàn



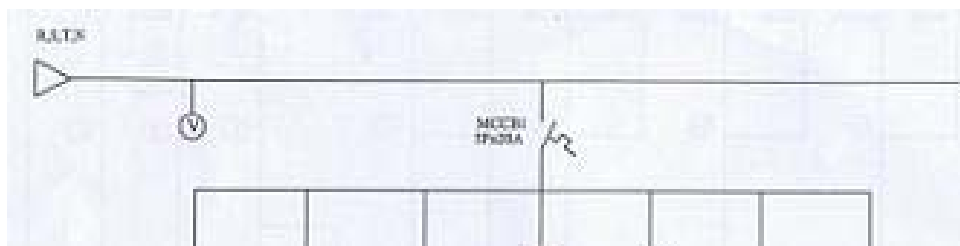
3.4.3. Bảo vệ thiết bị bay hơi

Hệ thống bảo vệ thiết bị bay hơi dùng để ngăn ngừa thiết bị bay hơi làm việc ở chế độ nguy hiểm có thể dẫn đến nguy cơ làm hư hỏng thiết bị bay hơi, máy nén và các bộ phận khác của máy lạnh. Những nguyên nhân cơ bản gây ra chế độ vận hành nguy hiểm là tràn lỏng trong dàn bay hơi và đóng băng chất tải lạnh.

Do đó thường có 2 hệ thống bảo vệ đó là; *Bảo vệ thiết bị bay hơi không bị tràn lỏng và Bảo vệ bình bay hơi không bị đóng băng chất tải lạnh.*

Hệ thống bảo vệ ở đây gồm những dụng cụ bảo vệ, các phần tử liên quan và sơ đồ điều khiển điện. Tín hiệu xử lý của hệ thống bảo vệ được truyền về hệ thống điều khiển của máy lạnh, dùng máy nén để bảo vệ hoặc truyền đến các phần tử liên quan.

3.5. Một số mạch điện điều khiển tự động hệ thống lạnh



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1) *Lý thuyết điều chỉnh tự động*-Phạm Công Ngô, 1996, NXB Khoa học kỹ thuật.
- 2) *Lý thuyết điều chỉnh tự động quá trình nhiệt*-Nguyễn Văn Mạnh, 1993, NXB Hà Nội
- 3) *Điều khiển tự động* -Nguyễn Thị Phương Hà, 1996, NXB Khoa học kỹ thuật.
- 4) *Điều khiển tự động* - Nguyễn Ngọc Cần, NXB Trường ĐHSPKT TP HCM, 1988
- 5) *Cơ sở lý thuyết điều chỉnh tự động* - Nguyễn Văn Hòa, NXB Hà Nội, 1998
- 6) *Tự động điều khiển các quá trình công nghệ*-Trần Doãn Tiến, NXB Giáo dục, 1999
- 7) *Automatic Control System* - Ben Jamin , C Kuo, Prentice Hall International Editions, 1995
- 8) *Computer Systems for Automation and Control*- M. J. Grimble, 1992, Prentice Hall International Editions, 1995