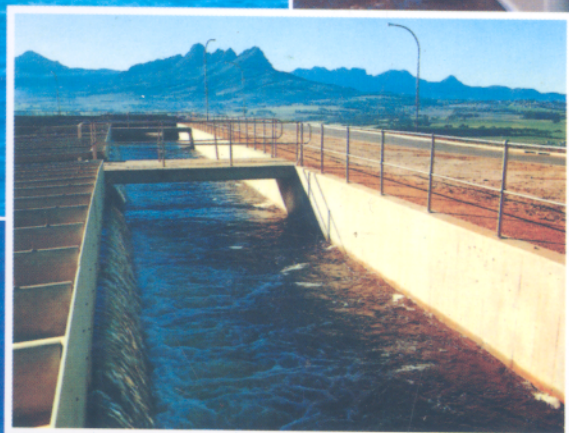


TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

PHẠM THỊ GIỚI

TỰ ĐỘNG HOÁ

các Công trình Cấp và Thoát nước



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
PHẠM THỊ GIỚI

TỰ ĐỘNG HOÁ

CÁC CÔNG TRÌNH CẤP VÀ THOÁT NƯỚC

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2003

LỜI GIỚI THIỆU

Để đẩy nhanh tiến trình công nghiệp hoá và hiện đại hoá nền kinh tế nước nhà, hội nhập được với nền kinh tế khu vực và thế giới, không có con đường nào khác là phải phát triển các ngành khoa học công nghệ mũi nhọn, trong đó có khoa học công nghệ tự động hoá.

Những thành tựu áp dụng tự động hoá (TĐH) nhiều năm nay cho thấy: TĐH đem lại năng suất lao động cao, giảm chi phí nguyên vật liệu và các dạng năng lượng tiêu thụ, nâng cao được chất lượng và giảm giá thành sản phẩm, do đó tạo khả năng cạnh tranh cao hơn trong thị trường quốc tế. Mặt khác, tự động hoá giúp cho xã hội văn minh hơn: nâng cao được dân trí trên diện rộng trong tổ chức các quá trình sản xuất và các tổ chức xã hội khác, đồng thời TĐH còn bảo vệ được môi trường sinh thái mà trong đó con người đang sinh sống. Tự động hoá còn giải phóng con người khỏi lao động chân tay, nhàm chán và độc hại. TĐH là hướng đi đúng đắn nhất, song cũng là một nhiệm vụ rất khó khăn đặt lên vai những người làm việc trên lĩnh vực này trong tất cả các ngành kinh tế quốc dân.

Muốn "đi tắt, đón đầu" các công nghệ cao, đầu tiên phải có con người có đủ năng lực để thực hiện được công việc đó. Hay nói một cách khác: công tác đào tạo con người có trình độ về công nghệ tự động hoá là một vấn đề quan trọng. Làm sao để mỗi một người trong cộng đồng Việt Nam đều thấy gần gũi với TĐH, đều hiểu biết và áp dụng có hiệu quả tự động hoá vào công việc của mình.

Với tinh thần đó, công tác cải tiến chương trình đào tạo kỹ sư cấp thoát nước, nhằm "nâng cao chất lượng đào tạo, chất lượng các giáo trình, bài giảng cho ngành cấp thoát nước" đã được tiến hành và môn học TĐH các công trình cấp thoát nước đã được đưa vào chương trình đào tạo kỹ sư cấp thoát nước của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Để đáp ứng yêu cầu của môn học và tài liệu học tập cho sinh viên..., chúng tôi biên soạn cuốn sách "Tự động hoá các công trình cấp và thoát nước".

Nội dung cuốn sách gồm 8 chương:

Chương 1 : Những khái niệm cơ bản về tự động hoá quá trình sản xuất và các nguyên tắc điều khiển tự động;

Chương 2 : Các phần tử cơ bản của hệ thống điều khiển tự động và điều khiển từ xa;

Chương 3 : Cơ sở lý thuyết điều chỉnh tự động;

Chương 4 : Cấu trúc của sơ đồ tự động hoá các quá trình sản xuất;

Chương 5 : Tự động hoá điều khiển các trạm bơm cấp và thoát nước;

Chương 6 : Tự động hoá các công trình cấp nước;

Chương 7 : Tự động hoá các công trình thoát nước;

Chương 8 : Cách tổ chức công vụ điều độ và hiệu quả kinh tế của tự động hoá hệ thống cấp và thoát nước.

Cuốn sách có nội dung chọn lọc một cách đầy đủ và phong phú các vấn đề về tự động hoá các công trình cấp và thoát nước. Cuốn sách đề cập từ những khái niệm ban đầu về tự động hoá quá trình sản xuất, các nguyên tắc điều khiển tự động, về lý thuyết điều khiển, các phần tử cơ bản trong hệ thống điều khiển tự động và điều khiển từ xa, về cách thể hiện sơ đồ tự động hoá để bạn đọc dễ dàng làm quen với tự động hoá các công trình cấp, thoát nước. Nội dung chính của cuốn sách là các vấn đề về tự động hoá từng công trình đơn vị trong hệ thống cấp thoát nước kể từ đầu nguồn đến cuối mạng. Ngoài ra cuốn sách còn giới thiệu cách tổ chức tự động hoá việc điều khiển và quản lý hệ thống cấp thoát nước với các sơ đồ thường nhật và đặc biệt có giới thiệu sơ đồ quản lý và điều khiển nhà máy nước hiện đại bằng mô hình mạng truyền thông Công Nghiệp.

Tác giả mong rằng cuốn sách sẽ trở nên thân thiện với bạn đọc quan tâm đến vấn đề tự động hoá trong các công trình cấp và thoát nước.

Cuốn sách "Tự động hoá các công trình cấp và thoát nước" là tài liệu tham khảo chính cho công tác giảng dạy và học tập của Khoa Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội và còn là tài liệu tham khảo tốt cho các kỹ sư chuyên ngành nước, cũng như các ngành kỹ thuật khác liên quan đến vấn đề môi trường.

Tác giả xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp của Tiến sĩ Trần Đình Khai, Thạc sĩ Nguyễn Văn Điển, Thạc sĩ Trần Văn Thuyết và Thạc sĩ Trịnh Đình Đề. Đồng chân thành cảm ơn Ban giám hiệu Trường Đại học Kiến trúc Hà nội, Nhà xuất bản Xây dựng, Phòng Quản lý Khoa học, Bộ môn Điện, Bộ môn Cấp và thoát nước, Khoa Đô thị Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã giúp đỡ để cuốn sách được ra mắt bạn đọc.

Do lần đầu biên soạn, cuốn sách không thể tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc để cuốn sách được hoàn chỉnh hơn trong những lần tái bản sau.

Thư góp ý xin gửi về Bộ môn Điện, Khoa Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Xây dựng.

Tác giả

Chương 1

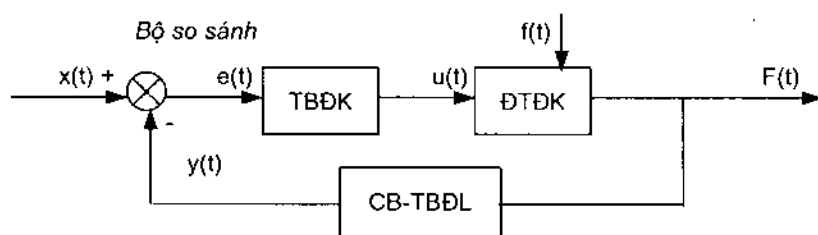
NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÀ CÁC NGUYÊN TẮC ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

1.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

1.1.1. Khái niệm về tự động hóa quá trình sản xuất

Một hệ thống điều khiển tự động (ĐKTĐ) bao gồm đối tượng điều khiển (ĐTĐK), thiết bị điều khiển (TBĐK) và cảm biến hay thiết bị đo lường (CB-TBĐL).

Sơ đồ khối của hệ điều khiển tự động có thể trình bày như trên hình 1-1 :



Hình 1-1: Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tự động

Trong đó :

$x(t)$ - tín hiệu về giá trị yêu cầu của đại lượng hay hàm yêu cầu của đại lượng cần điều khiển - tín hiệu chủ đạo;

$y(t)$ - tín hiệu về giá trị đại lượng thực tế hay hàm của đại lượng thực tế được đo từ đối tượng điều khiển (ĐTĐK);

$e(t)$ - tín hiệu về kết quả so sánh giữa hai tín hiệu $x(t)$ và $y(t)$ - gọi là tín hiệu đầu ra của bộ so sánh: $e(t) = x(t) - y(t)$;

$F(t)$ - tín hiệu về giá trị đại lượng đã được điều khiển - hay là kết quả điều khiển. Đối với hệ thống có một tham số điều khiển thường $F(t) = y(t)$;

$u(t)$ - tín hiệu đầu ra của thiết bị điều khiển tác dụng trực tiếp lên đối tượng điều khiển hay tác động điều khiển;

$f(t)$ - tác động nhiễu bên ngoài vào đối tượng điều khiển (ĐTĐK).

Đây là loại sơ đồ khối vòng kín. Thiết bị điều khiển (TBĐK) tiếp nhận tín hiệu về kết quả so sánh $e(t)$, xử lý tín hiệu đó và đưa ra một tín hiệu lệnh để tác động lên đối tượng

điều khiển (ĐTĐK), nhằm đạt được mục đích điều khiển mong muốn là $F(t)$, sao cho $F(t)$ sát gần với tín hiệu chủ đạo $x(t)$.

Thiết bị điều khiển (TĐK), cảm biến hay thiết bị đo lường sẽ được trình bày cụ thể ở các chương sau. Còn đối tượng điều khiển (ĐTĐK) có thể là các thiết bị kỹ thuật, là các dây chuyền sản xuất, là các quy trình công nghệ... hay nói gọn chính là mục tiêu điều khiển của con người trong các lĩnh vực hoạt động khác nhau của cuộc sống.

Việc điều khiển một quá trình sản xuất có ứng dụng hệ thống điều khiển tự động để đạt được kết quả sản phẩm như mong muốn mà không có sự tham gia trực tiếp của con người thì được gọi là TĐH quá trình sản xuất đó.

Một cách khác, TĐH còn được hiểu là việc sử dụng các công cụ, thiết bị, máy móc tự động để thực hiện các quá trình sản xuất (công nghệ) theo ý muốn đã được định sẵn mà không có sự tham gia trực tiếp của con người.

1.1.2. Các mức độ TĐH quá trình sản xuất

Chúng ta hãy phân biệt ba mức độ của TĐH các quá trình sản xuất :

- Tự động hoá từng phần;
- Tự động hóa liên hợp;
- Tự động hoá hoàn toàn.

1- *Tự động hóa từng phần* các quá trình sản xuất tức là trong cả quá trình sản xuất đó chỉ có một hay vài khâu chính của dây chuyền sản xuất (công nghệ) được TĐH một cách cục bộ, còn các khâu phụ trong dây chuyền sản xuất đó không được tự động hoá.

TĐH ở mức độ này cũng nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và độ tin cậy làm việc cho các khâu chính của quá trình sản xuất nói riêng và làm tăng hiệu quả kinh tế - kỹ thuật, tăng độ tin cậy làm việc chung cho cả dây chuyền sản xuất.

2- *Tự động hóa liên hợp* một quá trình sản xuất tức là trong đó không những các khâu chính mà cả các khâu phụ của quá trình sản xuất đều được TĐH.

Việc điều khiển quá trình sản xuất trong tự động hóa liên hợp được thực hiện tập trung tại một trạm gọi là *Trạm Điều Độ Trung Tâm*. Trạm này có thể đặt ngay bên cạnh công trình cần điều khiển và cũng có thể đặt ở vị trí có khoảng cách nào đó so với công trình tùy thuộc vào môi trường cụ thể với mức độ độc hại khác nhau và sự thuận tiện điều khiển nói chung đối với toàn bộ công trình.

Số lượng các thiết bị tự động sử dụng trong trạm điều độ càng nhiều và càng phức tạp nếu số lượng các đối tượng điều khiển và số lượng các thông số cần kiểm tra của quá trình sản xuất càng nhiều. Người công nhân làm việc tại trạm điều độ trung tâm phải thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Phải theo dõi các thông số kiểm tra cả về mặt chất lượng và số lượng của quá trình công nghệ;

- Phải theo dõi các tín hiệu về trạng thái, chế độ làm việc của các thiết bị, về các sự cố báo trước;

- Phải biết thông qua các chỉ số theo dõi ở trên để lựa chọn chế độ làm việc tối ưu cho quá trình sản xuất (công nghệ) đang điều khiển.

Chế độ làm việc tối ưu được hiểu là chế độ mà trong đó chi phí về nguyên vật liệu và về năng lượng các loại trên một đơn vị sản phẩm làm ra là ít nhất.

Tự động hoá liên hợp không những đem lại hiệu quả cao về kinh tế - kỹ thuật cho quá trình sản xuất mà còn có ý nghĩa xã hội rất lớn là giải phóng con người khỏi lao động chân tay vất vả và thậm chí còn có thể độc hại nữa.

3- *Tự động hóa hoàn toàn* một quá trình sản xuất tức là trong đó không những tất cả các khâu chính, khâu phụ của quá trình sản xuất đều được tự động hoá mà kể cả công việc theo dõi, lựa chọn chế độ làm việc tối ưu cho quá trình công nghệ cũng được máy tính thực hiện tự động. Tự động hóa hoàn toàn là mức độ tự động hoá cao nhất, tinh vi và tiên tiến nhất mà chỉ có được sau khi tin học công nghiệp ra đời. Sự xuất hiện của máy tính công nghiệp và việc đưa nó vào sử dụng trong hệ thống TĐH đã giải quyết nốt khâu mà trong tự động hóa liên hợp chưa làm được là giải phóng hoàn toàn con người khỏi mọi công việc điều khiển quá trình sản xuất.

TĐH các quá trình sản xuất ngày một đem lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao, có độ tin cậy làm việc lớn khi xuất hiện hàng loạt các thế hệ máy tính ngày một hoàn thiện về cấu tạo, tinh vi về chức năng, thuận tiện về sử dụng và khi xuất hiện ngày một nhiều các phần mềm ứng dụng tuyệt tác do bộ óc thông minh của con người xây dựng nên.

Hướng phát triển của việc áp dụng TĐH vào các quá trình sản xuất là chuyển dần từ tự động hóa từng phần lên tự động hóa liên hợp và tiến tới thực hiện được tự động hóa hoàn toàn một cách có hiệu quả. TĐH hoàn toàn sẽ tạo cho đất nước thế đứng công nghiệp : vững vàng về mặt chất lượng sản phẩm, tăng khả năng cạnh tranh, hoà nhập một cách bình đẳng trên thị trường quốc tế. Song song với điều này về mặt xã hội phải có kế hoạch đào tạo, tổ chức con người lao động với yêu cầu cao về trí tuệ.

1.1.3. Chức năng của TĐH quá trình sản xuất

Trong TĐH chúng ta sử dụng các thiết bị tự động có những chức năng khác nhau và phối hợp hoạt động chặt chẽ với nhau để thực hiện nhiệm vụ của TĐH là điều khiển tự động quá trình công nghệ. Các chức năng đó là :

1- *Điều khiển có khoảng cách.* Việc điều khiển một đối tượng có thể thực hiện trực tiếp bằng tay tại chỗ thông qua các cơ cấu về điện, thuỷ lực hay khí nén. Song để thuận tiện cho công nhân điều hành tránh môi trường độc hại và đi lại khó khăn, trong tự động hóa sử dụng cách điều khiển có khoảng cách. Điều khiển loại này thường bằng các cơ cấu dùng năng lượng điện. Trong đó đối tượng điều khiển chính là các động cơ điện hay các nam châm điện. Các thiết bị điều khiển được đặt tại trạm điều phối có một khoảng cách nào đó với đối tượng điều khiển tùy từng trường hợp cụ thể của hiện trường sản xuất.

2- *Điều khiển từ xa.* Việc điều khiển được thực hiện tại trạm điều độ trung tâm đặt ở xa các đối tượng điều khiển bằng các thiết bị điều khiển từ xa.

Với cách điều khiển từ xa cho phép truyền lượng lớn các tín hiệu điều khiển cùng một lúc hay không đồng thời nhưng trên cùng một đường dẫn thông tin liên lạc hay trên vài đường dẫn thông tin liên lạc.

Điều khiển từ xa thường được sử dụng phối hợp với đo lường từ xa và truyền tín hiệu từ xa các chỉ số về công nghệ, về trạng thái làm việc, về vị trí tức thời của các thiết bị được trang bị cho quá trình sản xuất.

3- *Bảo vệ tự động*. Bảo vệ hệ thống máy móc đường ống và các đối tượng khác khỏi các sự cố và được thực hiện bởi các thiết bị chuyên ngành để ngắt các bộ phận bị sự cố.

Ngoài ra các thiết bị tự động còn thực hiện chức năng liên động tự động, cho phép bảo vệ các thiết bị máy móc khỏi nguy hiểm do thao tác nhầm lẫn của công nhân hay do quy trình kỹ thuật yêu cầu. Ta phân biệt hai dạng liên động: liên động sự cố và liên động cấm chỉ.

- Liên động sự cố được dùng để tắt tự động trước lần lượt máy móc, thiết bị bị ảnh hưởng khi cần tắt máy đang có sự cố xảy ra.

- Liên động cấm chỉ loại trừ khả năng đóng làm việc sai và ngắt làm việc sai các máy móc hay là không đúng tuần tự thời gian mà quy trình công nghệ yêu cầu.

4- *Điều chỉnh tự động*. Là sử dụng các thiết bị tự động để tác động lên quá trình sản xuất cần điều khiển theo một chế độ làm việc đã định sẵn. Mỗi quá trình công nghệ xảy ra trong đối tượng điều chỉnh (ĐTĐC) được đặc trưng bởi một hay vài đại lượng. Một số đại lượng được duy trì không đổi, một số đại lượng khác phải được thay đổi trong giới hạn cho trước nào đó trong khi quá trình sản xuất đang được tiến hành. Để thực hiện được nhiệm vụ nêu trên cần sử dụng các thiết bị điều chỉnh tự động được gọi là bộ điều chỉnh hay thiết bị điều chỉnh.

5- *Điều khiển tự động* một quá trình sản xuất có nghĩa là sử dụng các thiết bị tự động tác động lên quá trình sản xuất đó (ĐTĐK) để đạt được mục đích đã định trước (cho ra sản phẩm với số lượng và chất lượng gần với mong muốn). Trong điều khiển tự động có dùng nhiều quá trình điều chỉnh tự động. Vậy ta hiểu điều khiển tự động theo nghĩa rộng hơn, với mức độ cấp cao hơn so với điều chỉnh tự động. Để điều khiển tự động một quá trình sản xuất thực hiệu quả phải sử dụng nguyên tắc điều chỉnh tự động tối ưu cho quá trình sản xuất đó.

Trong điều khiển tự động có áp dụng các phương pháp và thiết bị điều khiển từ xa. Và đó cũng là hướng tốt để mở rộng phạm vi áp dụng TĐH và tạo đà phát triển tiến đến TĐH hoàn toàn các quá trình sản xuất.

1.2. NHỮNG NGUYÊN TẮC ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG CƠ BẢN

Nguyên tắc điều khiển cho biết bằng cách nào và trên cơ sở tín tức nào mà hình thành tác động điều khiển lên đối tượng cần điều khiển. Ở đây ta có hai vấn đề được đặt ra là cách tạo tác động điều khiển và cấu hình mạch truyền các tác động trong hệ thống điều khiển tự động. Tác động điều khiển càng chính xác nếu số lượng tín tức liên quan được hội tụ càng nhiều và chính xác (điều này liên quan đến số lượng và chất lượng thiết bị tự động được dùng để thu thập, truyền tín tức cần thiết). Cấu hình mạch truyền các tác

động trong hệ thống liên quan đến việc sắp xếp vị trí các thiết bị tự động được dùng trong hệ thống để đạt được mục đích điều khiển.

Sau đây là các nguyên tắc điều khiển chính :

1.2.1. Nguyên tắc điều khiển theo độ lệch

Sơ đồ khối của hệ tự động làm việc trên nguyên tắc theo độ lệch được trình bày trên hình 1-1.

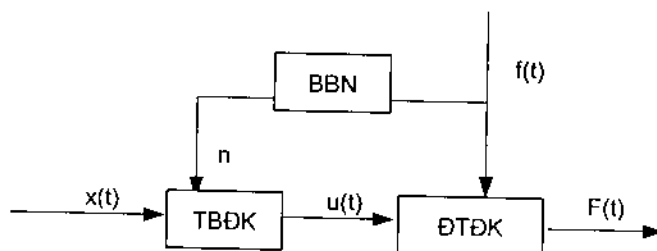
Tín hiệu về độ lệch của lượng được điều khiển chính là kết quả so sánh giữa tín hiệu yêu cầu cho trước của đại lượng và tín hiệu thực tế của đại lượng được kiểm tra từ đối tượng điều khiển. Với tín hiệu về độ lệch thiết bị tự động xử lý và tạo ra tác động điều khiển. Vậy tác động điều khiển được thành lập trên cơ sở tín hiệu về độ lệch và ta gọi cách này là nguyên tắc điều khiển theo độ lệch. Để có tín hiệu kiểm tra từ đối tượng điều khiển phải tồn tại một mối liên hệ gọi là liên hệ ngược do phần tử cảm biến hay thiết bị đo lường đảm nhận thực hiện. Chính vì vậy nguyên tắc điều khiển theo độ lệch còn gọi là nguyên tắc liên hệ ngược.

Nguyên tắc điều khiển theo độ lệch được coi là một nguyên tắc cơ bản trong điều khiển học. Nó được áp dụng rất rộng rãi và có kết quả, bởi vì dựa vào nguyên tắc này có thể điều khiển được những đối tượng không ổn định, thay đổi được lượng điều khiển theo quy luật định trước với độ sai số tương đối nhỏ ($F(t) \approx x(t)$). Đặc biệt là điều khiển theo nguyên tắc này ta có thể giảm rất nhiều ảnh hưởng của nhiễu $f(t)$ tác động vào đối tượng điều khiển. Tác động điều khiển là hàm số phụ thuộc vào x và y : $u = Q(x, y)$. Sơ đồ khối điều khiển theo nguyên tắc này là hệ thống ĐKTD kín.

1.2.2. Nguyên tắc điều khiển theo nhiễu

Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tự động làm việc theo nguyên tắc bù nhiễu được vẽ trên hình 1-2:

Hình 1-2: Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tự động theo nguyên tắc bù nhiễu



Trong đó :

$f(t)$ - tác động nhiễu từ môi trường ngoài vào đối tượng điều khiển;

BBN - bộ bù nhiễu có chức năng tạo ra tác dụng ngược dấu với nhiễu $f(t)$;

n - tín hiệu về kết quả bù nhiễu được đưa tới đầu vào của thiết bị điều khiển (TĐĐK);

$x(t)$ - tín hiệu về giá trị yêu cầu (tín hiệu chủ đạo) của đại lượng điều khiển;

$u(t)$ - tín hiệu đầu ra của thiết bị điều khiển tác dụng trực tiếp lên đối tượng điều khiển - tác động điều khiển;

$F(t)$ - tín hiệu về giá trị đại lượng đã được điều khiển.

Nguyên tắc điều khiển theo nhiễu (bù nhiễu) là nguyên tắc mà tác động điều khiển $u(t)$ được tạo ra là do kết quả đo nhiễu, bù nhiễu (n) và so sánh với tín hiệu về giá trị yêu cầu (chủ đạo) của đại lượng điều khiển $x(t)$.

Trong sơ đồ hình 1-2, nhiễu $f(t)$ có tác dụng làm tăng hoặc giảm $F(t)$. Trong trường hợp dưới ảnh hưởng của $f(t)$ mà $F(t)$ tăng thì bộ bù nhiễu có nhiệm vụ đo nhiễu và bù nhiễu (hay gọi là xử lý nhiễu), tín hiệu bù n tác dụng vào thiết bị điều khiển làm $u(t)$ giảm bớt và kết quả là $F(t)$ sẽ giảm theo. Trường hợp do $f(t)$ mà $F(t)$ bị giảm đi quá trình sẽ ngược lại.

Vì vậy trong nguyên tắc điều khiển này tác động điều khiển $u(t)$ là hàm phụ thuộc vào tác động nhiễu $f(t)$ và tác động chủ đạo $x(t)$:

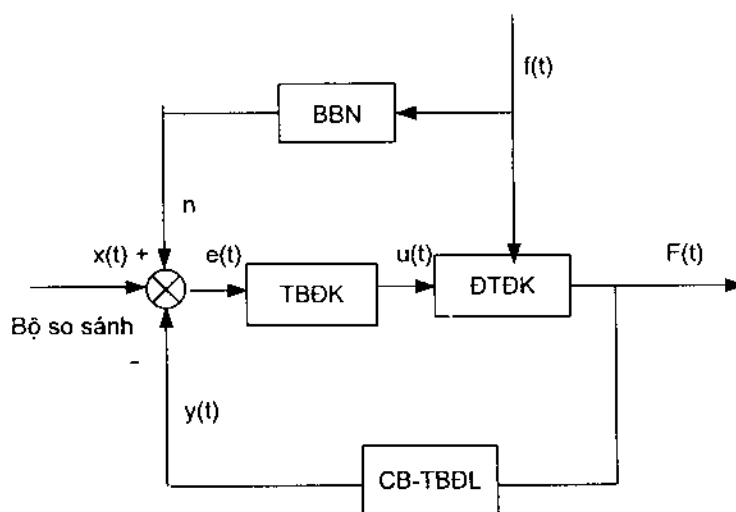
$$u = Q(f, x)$$

Hệ thống tự động làm việc theo nhiễu là hệ thống tự động có mạch truyền tác động hở. Trong hệ thống hở này, tín hiệu $F(t)$ không được đo lường, vì vậy sử dụng nguyên tắc này kết quả thiếu chính xác.

1.2.3. Nguyên tắc điều khiển tự động phối hợp

Ta đã biết điều khiển tự động bằng hệ thống vòng hở không đem lại kết quả cao. Vì vậy nếu tạo thêm mối liên hệ ngược từ đối tượng điều khiển tới thiết bị điều khiển ta quản lý tốt cả tín hiệu đầu ra của đối tượng, sẽ nâng cao được mức độ chính xác của việc điều khiển và làm cho hệ thống tự động trở nên hoàn thiện hơn. Đây chính là một hệ điều khiển tự động có mạch truyền tác động theo vòng kín và được gọi là hệ điều khiển theo nguyên tắc phối hợp giữa hai nguyên tắc đã nêu ở trên : nguyên tắc điều khiển theo độ lệch và nguyên tắc điều khiển theo nhiễu.

Sau đây là sơ đồ khối của hệ tự động điều khiển phối hợp (hình 1-3).



Hình 1-3: Sơ đồ khối của hệ thống tự động làm việc theo nguyên tắc phối hợp

Trong sơ đồ hình 1-3, tại bộ so sánh có 3 tín hiệu hội tụ - đó là tín hiệu chủ đạo $x(t)$, tín hiệu đo lường từ đối tượng $y(t)$ và tín hiệu bù nhiễu n . Kết quả so sánh cho ra tín hiệu $e(t)$ để đưa vào đầu vào của thiết bị điều khiển tự động. Thiết bị điều khiển xử lý tín hiệu $e(t)$ và cho ra tín hiệu điều khiển đối tượng là $u(t)$.

Có thể trong thực tế khi điều khiển một quá trình sản xuất thì có tới vài tác động nhiễu vào đối tượng và bản thân đối tượng cũng đặc trưng bởi vài thông số cần điều chỉnh ; lúc đó hệ thống tự động điều khiển sẽ trở nên phức tạp hơn, có tới vài bộ bù nhiễu, vài mối liên hệ ngược, và vài thiết bị điều khiển nữa (hoặc thiết bị điều khiển phải có tính đa năng hơn). Tác động điều khiển sẽ là hàm số của nhiều tác động:

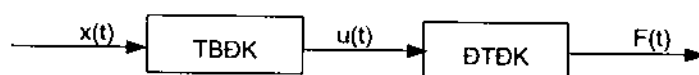
$$u = Q(f_1, f_2, \dots, f_n, x, y_1, y_2, \dots, y_n)$$

Hệ thống điều khiển theo nguyên tắc phối hợp được áp dụng rộng rãi trong kỹ thuật.

1.2.4. Nguyên tắc điều khiển theo chương trình

Hệ thống điều khiển tự động có tác động điều khiển $u(t)$ được thành lập theo hàm số của tác động chủ đạo $x(t)$ thì được gọi là hệ điều khiển theo chương trình: $u = Q(x)$

Sơ đồ khối của hệ điều khiển theo chương trình được trình bày trên hình 1-4.

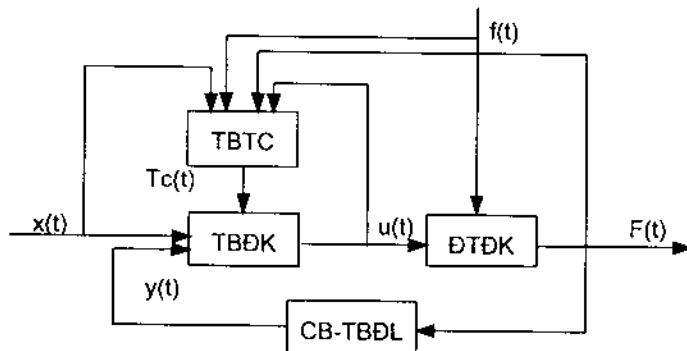


Hình 1-4: Sơ đồ khối của hệ thống tự động điều khiển theo chương trình

Hệ điều khiển theo chương trình là một hệ điều khiển có mạch truyền tác động dạng hở; cho nên có nhiều điều kiện xuất hiện sai số trong điều khiển. Ví dụ khi có các nhiễu từ môi trường bên ngoài tác động vào đối tượng điều khiển. Vì vậy, trong thực tế khi dùng hệ điều khiển theo chương trình cần áp dụng thêm nguyên tắc bù nhiễu.

1.2.5. Nguyên tắc điều khiển thích nghi

Hệ điều khiển tự động làm việc theo nguyên tắc thích nghi là một hệ tự động, trong đó có sử dụng các thiết bị phụ để chỉnh định thiết bị điều khiển sao cho có được tác động điều khiển thích ứng với những biến động của môi trường đặt đối tượng, với yêu cầu điều khiển và với cả những biến đổi về đặc tính của bản thân đối tượng điều khiển.



Hình 1-5: Sơ đồ khối của hệ tự động điều khiển theo nguyên tắc thích nghi

Các thiết bị phụ tạo nên mạch vòng tự chỉnh ta gọi chung lại là thiết bị tự chỉnh (TBTC).

Mạch vòng các thiết bị tự chỉnh bao gồm :

1- *Thiết bị phân tích đối tượng.* Trên cơ sở các tín hiệu về hàm $u(t)$, $f(t)$ và $F(t)$ nhận được, thiết bị có nhiệm vụ xác định những biến đổi đặc tính động học của đối tượng điều khiển.

2- *Thiết bị phân tích tín hiệu vào.* Tín hiệu vào ở đây là tín hiệu hàm chủ đạo $x(t)$, tín hiệu về nhiễu $f(t)$. Nhiệm vụ của thiết bị này là xác định cách biến đổi của hàm $x(t)$ (tốc độ và gia tốc biến đổi), xác định mật độ phổ của nhiễu $f(t)$ hoặc xác định tỷ số tín hiệu trên nhiễu.

3- *Thiết bị tính toán.* Có nhiệm vụ tổng hợp những tín hiệu phân tích ở các thiết bị nói trên và đưa ra phương pháp biến đổi đặc tính của thiết bị điều khiển (về cấu trúc, về thông số hay về quy luật điều khiển) trên cơ sở các chỉ tiêu tối ưu của hệ thống điều khiển.

4- *Thiết bị chấp hành.* Có nhiệm vụ chỉnh định thiết bị điều khiển theo các tín hiệu thu được từ thiết bị tính toán. Tác động chỉnh định là một hàm của nhiễu biến số: $T_c = Q(x, f, u, F, t, \dots)$.

Có thêm mạch tự chỉnh, hệ điều khiển tự động làm việc tin cậy hơn và mục đích điều khiển đạt được sẽ chính xác một cách tức thời hơn (tất nhiên thiết bị tự chỉnh yêu cầu phải có độ tác động nhanh và độ chính xác cao).

Trong hệ thống điều khiển thích nghi có sử dụng thiết bị tính kỹ thuật số hay có ghép nối với thiết bị kỹ thuật vi xử lý và vi tính.

Nguyên tắc thích nghi được coi là một nguyên tắc mới, tiên tiến hơn hẳn so với các nguyên tắc đã nêu ở trên. Bởi vì điều khiển theo nguyên tắc này có thể đạt tới chỉ tiêu điều khiển ở chế độ tối ưu của hệ thống.

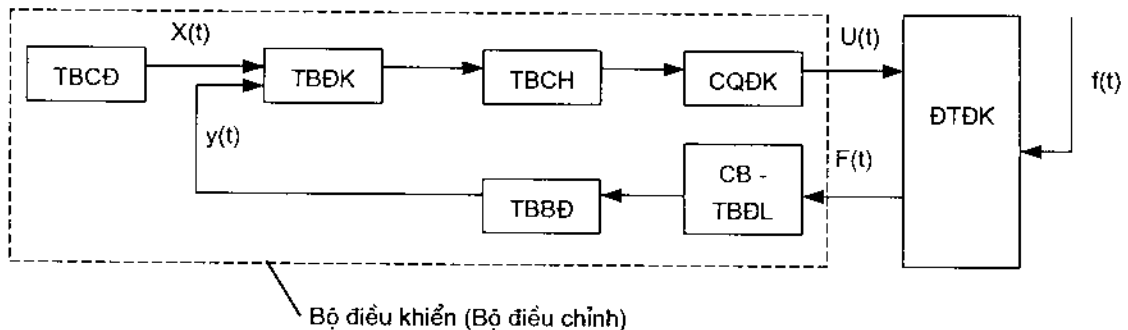
Chương 2

CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

2.1. SƠ ĐỒ KHỐI CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

Trong 5 nguyên tắc điều khiển đã nêu ở chương 1, nguyên tắc điều khiển theo độ lệch được coi là nguyên tắc cổ điển, nó được áp dụng rộng rãi trong nhiều ngành kỹ thuật khác nhau, trong đó có hệ thống cấp và thoát nước. Ta hãy lấy nguyên tắc này làm trung tâm nghiên cứu cho sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều khiển tự động (hay hệ thống điều chỉnh tự động).

Trên hình 1-1 là sơ đồ nguyên lý của nguyên tắc điều khiển theo độ lệch. Trên cơ sở sơ đồ đó ta cụ thể hoá theo chức năng những phần tử cơ bản của hệ thống điều khiển tự động như hình 2-1.



Hình 2-1: Sơ đồ khối chức năng của hệ điều khiển tự động và hệ điều khiển từ xa có một vòng kín

Trong sơ đồ khối chức năng của hệ điều khiển tự động bao gồm các phần tử (thiết bị) có cấu tạo khác nhau và mỗi phần tử có chức năng nhất định. Mỗi khối chức năng được biểu diễn bằng một hình chữ nhật bên trong có ghi tên của khối theo nhiệm vụ được giao. Mạch liên hệ giữa các khối được biểu diễn bằng các đoạn thẳng nét liền nối giữa chúng và có mũi tên chỉ hướng tác động.

Trên sơ đồ hình 2-1 có các phần tử như sau :

1- *Đối tượng điều khiển (ĐTĐK)*. Là tập hợp các phương tiện kỹ thuật như máy móc, khí cụ, thiết bị cần chịu sự tác động được tổ chức từ hệ thống điều khiển tự động vào để

đạt tới mục đích điều khiển đã đặt ra. Ví dụ như hệ thống các máy bơm nước trong trạm cấp nước là một đối tượng điều khiển.

2- *Thiết bị chủ đạo (TBCĐ) hay phần tử chủ đạo*. Có nhiệm vụ cho trước giá trị của đại lượng hay hàm biến đổi của đại lượng cần điều khiển $X(t)$ và tác động lên thiết bị điều khiển.

3- *Phần tử đo lường (cảm biến và thiết bị đo lường)*. Có nhiệm vụ nhận biết (hay cảm giác thấy) giá trị hàm biến đổi của đại lượng được điều khiển thực tế tại đối tượng điều khiển (đó chính là tín hiệu đầu ra của đối tượng điều khiển hàm $F(t)$) và biến đổi nó thành đại lượng dễ truyền tải tới phần tử đứng tiếp sau trong hệ thống tự động (phần tử khuếch đại hay các đầu vào/ra).

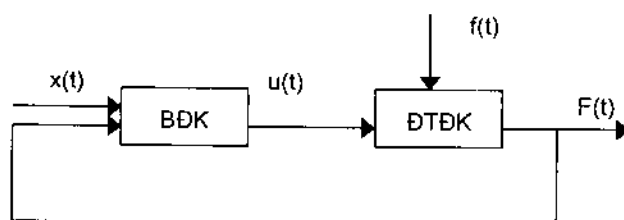
4- *Thiết bị biến đổi (TBBĐ) thường là thiết bị khuếch đại*. Có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu nhận được từ phần tử đo lường hay biến đổi chúng thành đại lượng khác phù hợp và tác động vào thiết bị điều khiển với tín hiệu $y(t)$.

5- *Thiết bị điều khiển hay điều chỉnh (TBĐK hay TBĐC)*. Có nhiệm vụ nhận các tín hiệu chủ đạo $X(t)$, tín hiệu đo lường $y(t)$, xử lý tín hiệu theo độ lệch giữa chúng và đưa ra tín hiệu điều khiển tỷ lệ với độ lệch để tác động lên thiết bị chấp hành (TBCH).

6- *Phần tử chấp hành* nhận tín hiệu điều khiển và tạo tác động vào đối tượng điều khiển thông qua cơ quan điều khiển hay cơ quan điều chỉnh. Ví dụ: động cơ điện hay nam châm điện của khoá van trên đường ống dẫn nước.

7- *Cơ quan điều khiển hay cơ quan điều chỉnh* thường được gắn liền một khối với đối tượng điều khiển (để giảm sai lệch tác động điều khiển đến số không). Cơ quan điều chỉnh là thiết bị cuối cùng trong hệ, thực hiện trực tiếp việc điều khiển tại đối tượng điều khiển. Ví dụ : khoá van, tấm chắn trong đường ống nước được điều chỉnh lưu lượng.

Trên sơ đồ hình 2-1, ngoài đối tượng điều khiển ra, nếu ta gộp tất cả các thiết bị còn lại thành một tổ hợp thiết bị và gọi là bộ điều khiển hay bộ điều chỉnh thì ta có thể nói hệ thống tự động gồm hai thành phần là đối tượng điều khiển và bộ điều khiển (hình 2-2).



Hình 2-2: Sơ đồ khối ngắn gọn của hệ điều khiển tự động có liên hệ ngược

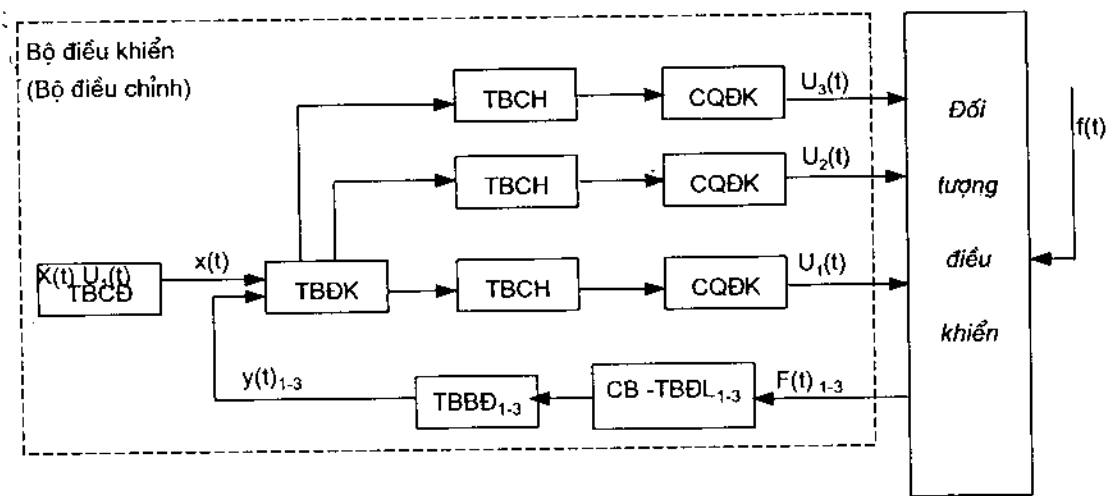
Trên hình 2-3 là sơ đồ khối của hệ thống ĐKTĐ và ĐKTX có nhiều vòng kín.

Bộ điều khiển (hoặc bộ điều chỉnh) gồm các thiết bị nằm trong hình chữ nhật vẽ nét đứt trên hình 2-1, hình 2-3.

Mối liên hệ giữa đối tượng điều khiển và bộ điều khiển thông qua thiết bị cảm biến và đo lường gọi là mối liên hệ ngược.

Ngoài những phần tử cơ bản đã kể trên, tùy thuộc vào nguyên lý điều khiển được áp dụng, vào tính chất của đối tượng, vào yêu cầu cụ thể của quá trình điều khiển trong môi trường thực tế mà có thể đưa thêm một số phần tử khác nữa vào hệ thống điều khiển. Tóm lại theo chức năng mà thiết bị đảm nhận, ta có thể chia hệ thống tự động gồm các phần tử sau :

- Cảm biến hay thiết bị đo lường;
- Role;
- Bộ biến đổi và bộ khuếch đại;
- Cơ cấu chấp hành và cơ quan điều chỉnh;
- Thiết bị tính toán và điều khiển.



Hình 2-3 : Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều khiển tự động và hệ điều khiển từ xa có nhiều vòng kín (3 vòng kín)

2.2. CÁC CẢM BIẾN VÀ PHẦN TỬ ĐO LƯỜNG

Trong hệ điều khiển tự động và điều khiển từ xa, một vấn đề không nên thiếu và không thể thiếu đó là việc đo lường và kiểm tra các thông số chất lượng, số lượng của quá trình sản xuất cần điều khiển. Các thông số đó thường là các đại lượng không điện như : mức chất lỏng, nhiệt độ, áp suất, nồng độ các chất trong dung dịch chất lỏng, lưu lượng, độ pH..., lượng oxy hoà tan trong dòng chất.

Muốn đo các đại lượng không điện bằng phương pháp đo điện, ta phải dùng một thiết bị chuyên dụng gọi là cảm biến. Vậy cảm biến là gì ?

Cảm biến là phần tử đầu tiên của thiết bị đo lường tự động, có nhiệm vụ nhận biết sự biến đổi của các đại lượng vật lý không điện và biến đổi chúng thành các đại lượng khác (đại lượng điện) thuận tiện cho việc truyền đi xa và tác động vào các phần tử tiếp theo của hệ tự động.

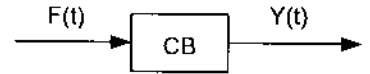
Trong thực tế, sử dụng rộng rãi hơn cả là loại cảm biến mà trong đó các đại lượng không điện được biến thành các đại lượng điện, có thể dễ dàng truyền đi xa được.

khuếch đại được và khi cần thiết có thể biến thành các đại lượng khác nữa được gọi là các cảm biến điện.

Cảm biến điện được chia làm hai nhóm:

- Nhóm cảm biến thông số, trong đó các đại lượng không điện được biến thành các đại lượng là thông số của mạch điện (điện trở R, điện cảm L, điện dung C).
- Nhóm phát điện, trong đó các đại lượng không điện được biến thành các sức điện động e.

Cảm biến là một phần tử của hệ tự động nên cũng được ký hiệu bằng một hình chữ nhật trong sơ đồ khối. Đầu vào cảm biến là đại lượng F, đầu ra là đại lượng Y như trên hình 2-4.



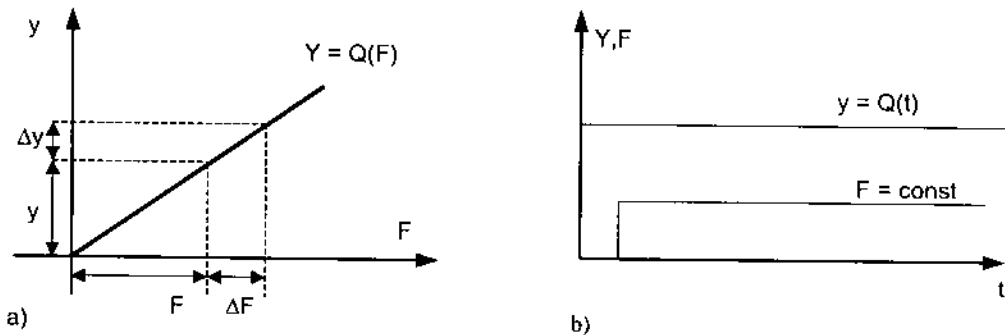
Hình 2-4

Quan hệ giữa đại lượng đầu ra và đại lượng đầu vào chính là đặc tính tĩnh học của cảm biến.

$$Y = Q(F)$$

Còn quan hệ giữa đại lượng đầu ra với thời gian : hàm $y = Q(t)$; khi đại lượng đầu vào F biến đổi theo bậc thang thì gọi là đặc tính động học của cảm biến.

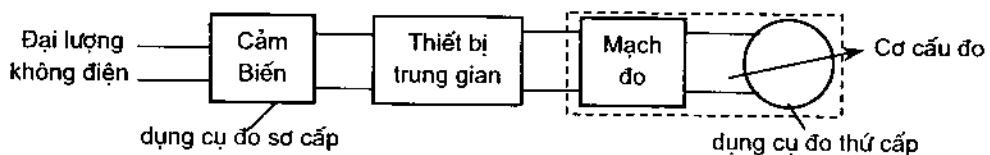
Đặc tính tĩnh học và đặc tính động học của cảm biến được thể hiện trên hình 2-5.



Hình 2-5: Đường đặc tính của cảm biến

a) Đặc tính tĩnh học của cảm biến; b) Đặc tính động học của cảm biến.

Để đo lường các thông số không điện thì cảm biến được mắc với dụng cụ đo lường (gồm mạch đo và cơ cấu đo). Nếu đại lượng đầu ra của cảm biến chưa phù hợp với dụng cụ đo thì giữa chúng có thêm thiết bị trung gian, có nhiệm vụ khuếch đại, chỉnh lưu, ổn định hay bù ảnh hưởng của nhiệt độ ...



Hình 2-6 : Sơ đồ khối thiết bị đo lường các đại lượng không điện

Để có thể truyền tín hiệu đo lường tới các sơ đồ hệ thống điều khiển tự động hay điều khiển từ xa, tín hiệu đầu ra của cảm biến sau khi được khuếch đại (hay chỉnh lưu, ổn định hay bù ảnh hưởng nhiệt độ...) tác động vào thiết bị điều khiển hay điều chỉnh như trên sơ đồ (hình 2-1, 2-3).

Trong các sơ đồ đo lường, điều khiển tự động cảm biến thường được mắc vào các sơ đồ đo lường cụ thể (xem mục 2.3).

Cảm biến cần có độ nhạy rất lớn, vì nó phải cảm giác sớm thấy được sự thay đổi của đối tượng điều khiển. Độ nhạy K của cảm biến là tỷ số giữa độ thay đổi đại lượng đầu ra ΔY và độ thay đổi của đại lượng đầu vào ΔF :

$$K = \frac{\Delta Y}{\Delta F} \text{ hay trong giới hạn } K = \frac{dY}{dF}$$

Vậy độ nhạy cảm của cảm biến chính là đạo hàm bậc nhất của hàm số biểu diễn quan hệ giữa đại lượng đầu ra và đại lượng đầu vào.

Sau đây là các loại cảm biến thường được dùng trong tự động hóa các công trình cấp và thoát nước.

2.2.1. Cảm biến điện trở (thường là các biến trở)

Có hai loại biến trở thường dùng :

+ Biến trở có cuộn dây thẳng, dùng để biến đại lượng không điện là di chuyển thẳng thành điện trở (hình 2-7a). Trong đó điện trở của biến trở :

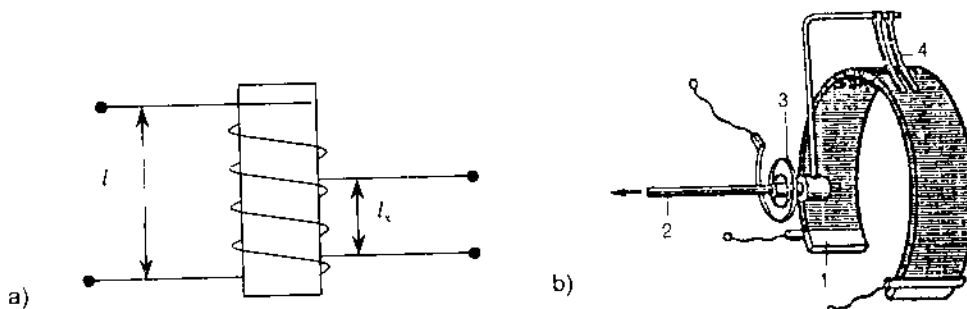
$$R_x = \frac{R \cdot l_x}{l}$$

R - điện trở toàn bộ của biến trở;

l - chiều dài toàn bộ biến trở;

l_x - khoảng di chuyển của chổi động tính từ đầu biến trở.

+ Biến trở quay quanh trục, dùng để đo di chuyển góc (hình 2-7b).



Hình 2-7: a) Biến trở cuộn dây thẳng; b) Biến trở quay quanh trục;
1- Biến trở; 2- Trục quay; 3- Lò xo; 4- Chổi điện.

Trong đó :

$$R_{\alpha} = \frac{R \cdot \alpha_x}{\alpha}$$

R - điện trở toàn bộ biến trở;

α_x - góc quay của chốt động theo biến trở;

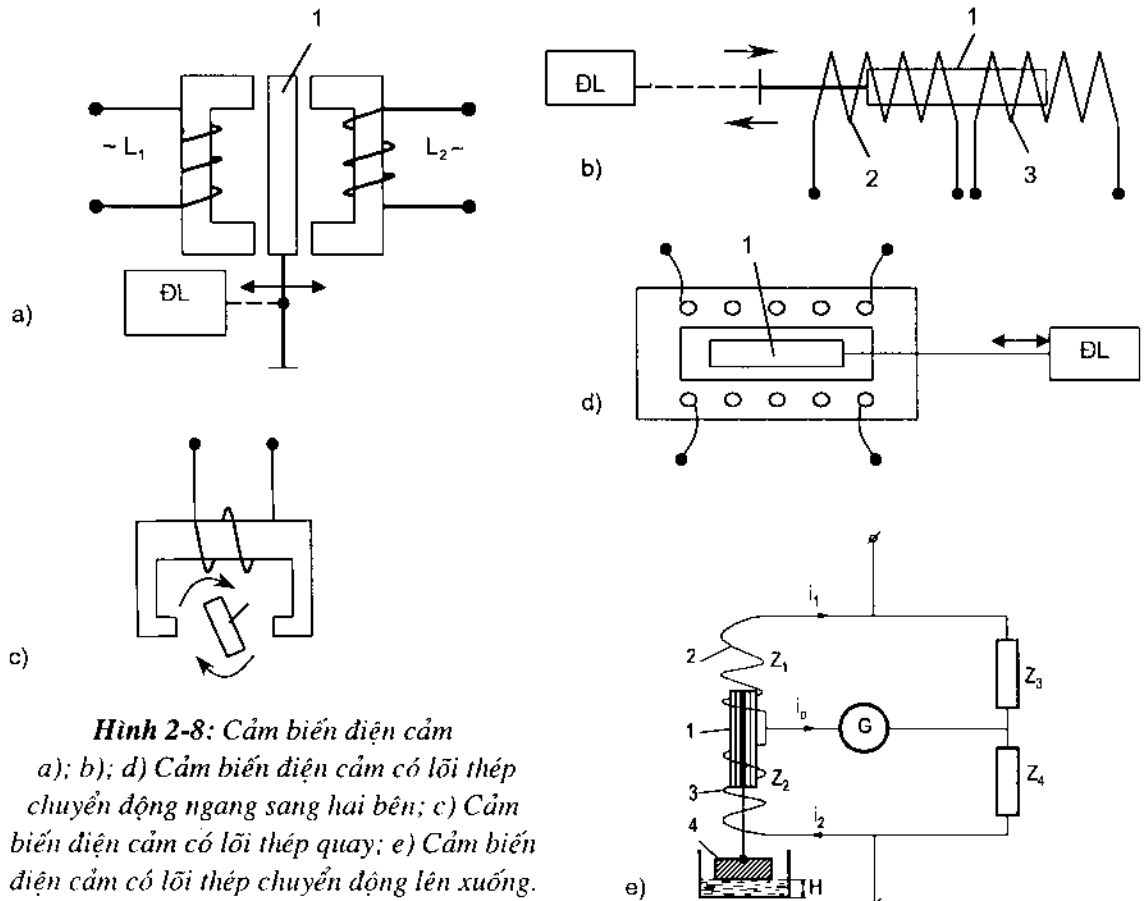
α - góc tạo bởi toàn bộ biến trở quay.

2.2.2. Cảm biến điện cảm

Cảm biến điện cảm biến đổi các chuyển dời thẳng hay góc của phần tử đo lường thành đại lượng điện là điện cảm.

Cảm biến điện cảm được sử dụng rộng rãi trong đo lường và điều chỉnh áp lực hay lưu lượng các chất lỏng và chất khí. Ưu điểm của loại cảm biến này là đơn giản về cấu tạo, sử dụng tốt trong mạch xoay chiều có tần số công nghiệp 50Hz.

Trên hình 2-8 a, b, c, d là cảm biến điện cảm có lõi thép 1 chuyển động sang hai bên và chuyển động quay.



Hình 2-8: Cảm biến điện cảm

a); b); d) Cảm biến điện cảm có lõi thép chuyển động ngang sang hai bên; c) Cảm biến điện cảm có lõi thép quay; e) Cảm biến điện cảm có lõi thép chuyển động lên xuống.

1- Lõi thép ; ĐL - bộ phận đo lường;

2, 3- Cuộn dây; 4- Phao.

Trong các sơ đồ đo lường cảm biến điện cảm thường được mắc vào các vế cầu kế nhau (hình 2-8e). Khi mực nước trong bể ở giới hạn mức cho trước thì cầu cân bằng ($\omega L_1 = L_2 \omega$)($z_1 z_4 = z_2 z_3$), $i_0 = i_2 - i_1 = 0$.

Mực nước lệch khỏi giới hạn cho trước, làm lõi thép dịch chuyển lên hoặc dịch chuyển xuống trong lòng hai cuộn dây làm cảm kháng $\omega L_1 \neq \omega L_2$ và cầu trở nên không cân bằng $z_1 z_4 \neq z_2 z_3$. Trong cơ cấu đo G xuất hiện dòng điện có trị số tỷ lệ với sự thay đổi mức nước trong bể $i_0 = k.H$ (k là hệ số tỷ lệ, H là mực nước trong bể). Nếu thang đo khắc độ theo mức nước, ta có thể đọc thấy mức nước trong bể chứa.

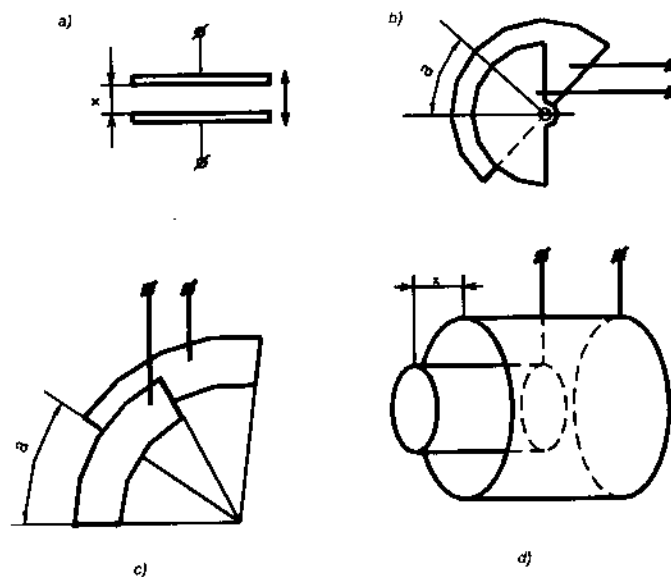
2.2.3. Cảm biến điện dung

Trong đó đại lượng không điện (độ chuyển dời hay lực) được biến thành sự thay đổi của điện dung C.

Cảm biến điện dung có đặc điểm là ít nhạy cảm ở tần số công nghiệp 50Hz, vì vậy trong trường hợp này cần có thêm thiết bị để khuếch đại độ biến đổi của điện dung. Ở các tần số cao hơn 1000Hz thì cảm biến điện dung có độ nhạy khá cao.

Sự thay đổi điện dung xuất hiện khi có sự thay đổi diện tích bề mặt công tác của bản cực, khoảng cách giữa hai bản cực, chất điện môi của cảm biến.

Trên hình 2-9 là một số cảm biến điện dung.



Hình 2-9: Cảm biến điện dung

- a) Cảm biến điện dung có bản cực hình chữ nhật phẳng;
- b) Cảm biến điện dung có bản cực là nửa đường tròn;
- c) Cảm biến điện dung có bản cực là cung tròn;
- d) Cảm biến điện dung có bản cực là hình trụ tròn.

Điện dung của cảm biến được tính bằng công thức :

$$C = \frac{\xi \cdot S}{d}$$

Trong đó : ξ - hằng số chất điện môi;

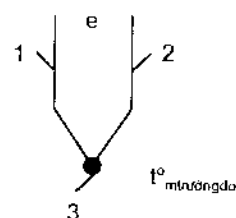
S - diện tích công tác của bản cực;

d - khoảng cách giữa hai bản cực.

2.2.4. Cảm biến nhiệt điện (Cảm biến nhóm phát điện)

Cảm biến nhiệt điện, trong đó năng lượng nhiệt được biến đổi sang sức điện động.

Trường hợp đơn giản, cảm biến nhiệt điện là cặp nhiệt ngẫu. Cặp nhiệt ngẫu được cấu tạo từ hai thanh kim loại khác chất có nhiệt điện trở khác nhau được hàn với nhau ở một đầu như trên hình 2-10.



$$t^o_{mtruongdo} = k \cdot e$$

Trong đó: $t^o_{mtruongdo}$ - nhiệt độ môi trường đo;

k - hệ số tỷ lệ;

e - sức điện động giữa hai thanh kim loại.

Hình 2-10: Cặp nhiệt ngẫu
1, 2 - Thanh kim loại có nhiệt điện trở khác nhau; 3 - Mối hàn.

Khi điểm hàn bị nung nóng giữa hai cực của cặp nhiệt ngẫu (2 đầu tự do) xuất hiện sức điện động tỷ lệ với nhiệt độ của môi trường đặt mối hàn. Vì vậy cảm biến nhiệt điện thường được dùng trong sơ đồ tự động đo nhiệt độ của môi trường chất lỏng hay khí: ví dụ cặp nhiệt ngẫu dùng để đo nhiệt độ của bùn hoạt tính trong bể metan.

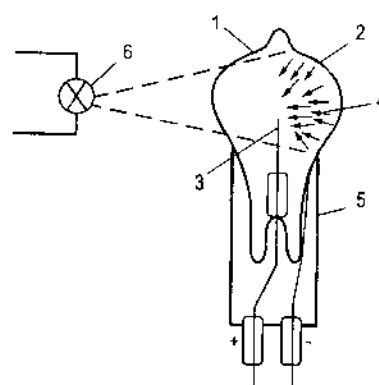
2.2.5. Cảm biến quang điện

Cảm biến quang điện, trong đó các thông số không điện ở đầu vào cảm biến được biến đổi sang cường độ bức xạ ánh sáng.

Nguồn sáng thường là đèn nung sáng, đôi khi còn dùng ống Rơn-ghe-n hay chất phóng xạ nhân tạo.

Thiết bị thu bức xạ ánh sáng thường là phân tử quang học có hiệu ứng quang học bề ngoài (là bầu thủy tinh chân không hay có chứa khí), là điện trở quang học, là van tiết lưu ánh sáng và khuếch đại ánh sáng. Thiết bị thu nhận bức xạ vô tuyến là buồng ion hóa, các công tơ về phóng điện khí.

Cảm biến quang điện thường dùng để đo nhiệt độ ở môi trường có nhiệt độ cao tới vài ngàn độ C.



Hình 2-11 : Cảm biến quang điện
1- Bầu thủy tinh; 2- Buồng ion;
3- Cực ra; 4- Các ion; 5- Đế bầu thủy tinh; 6 - Đèn nung sáng.

Các cảm biến điện trên thường được đặt trực tiếp tại đối tượng điều khiển và cảm nhận sự thay đổi của các thông số điều khiển tại đối tượng. Đôi khi ở vị trí các cảm biến có sử dụng các dụng cụ của kỹ thuật đo lường thông thường như nhiệt kế, manômet... Nên còn gọi cảm biến là phần tử đo lường.

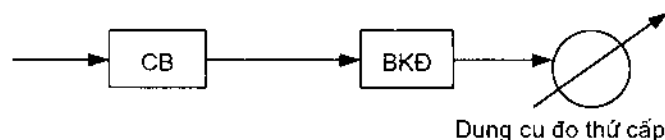
Trong các sơ đồ tự động hóa cho các công trình cấp thoát nước, cảm biến được dùng để kiểm tra đo lường áp suất, mực nước, nhiệt độ, nồng độ các chất trong môi trường lỏng hay khí. Những cảm biến dùng cho mục đích này sẽ được trình bày cụ thể ở những chương sau.

2.3. NHỮNG SƠ ĐỒ ĐO LƯỜNG CƠ BẢN

Trong sơ đồ điều khiển tự động cảm biến được mắc ở mạch đo lường (mạch liên hệ ngược).

Các sơ đồ đo lường có mắc cảm biến không nhiều, vì chúng phụ thuộc vào đại lượng vật lý ở đầu ra của cảm biến là các thông số của mạch điện như điện trở, điện cảm, điện dung, sức điện động, hồ cảm, dòng điện hay điện áp có số lượng cũng không nhiều.

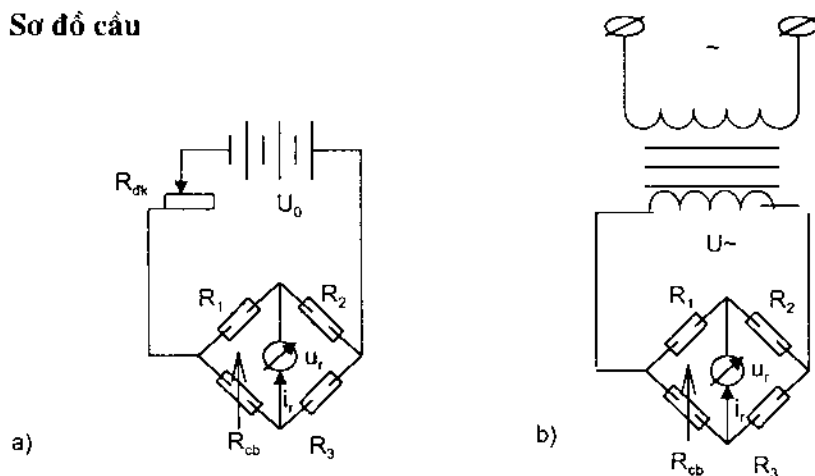
Sơ đồ đo lường đơn giản nhất là mắc cảm biến vào bộ khuếch đại của thiết bị tự động như trên hình 2-12, khi đại lượng đầu ra của cảm biến là dòng điện hoặc điện áp.



Hình 2-12: Sơ đồ đo lường đơn giản có mắc cảm biến

Các sơ đồ đo lường phức tạp hơn có mắc cảm biến là sơ đồ cầu, sơ đồ vi sai, sơ đồ bù, sơ đồ xen-xin, sơ đồ sắt điện động.

2.3.1. Sơ đồ cầu



Hình 2-13: Sơ đồ cầu có mắc cảm biến

a) Cầu có nguồn 1 chiều; b) Cầu có nguồn xoay chiều.

Trong sơ đồ cầu, cảm biến được mắc vào một vế cầu. Trên một đường chéo của cầu nối với nguồn điện (1 chiều hoặc xoay chiều), còn trên đường chéo kia mắc milivôn kế hoặc điện kế (để đo dòng điện, hay điện áp đầu ra của cầu). Hình 2-13 là sơ đồ cầu có mắc cảm biến.

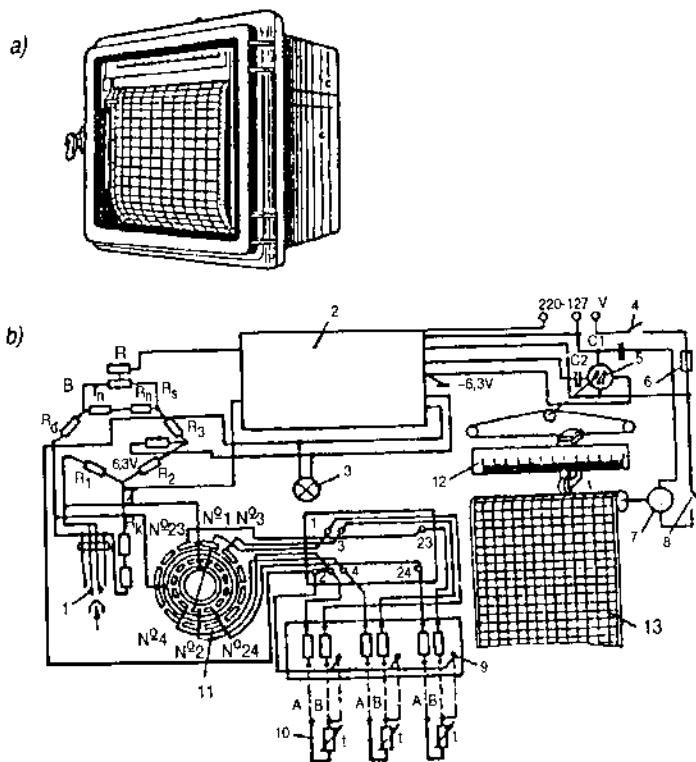
Sơ đồ cầu có hai trạng thái : cân bằng và không cân bằng.

Khi cầu ở trạng thái không cân bằng ta sử dụng dòng điện hay điện áp đầu ra của cầu (i_{ra} hoặc U_{ra}) để thực hiện tác động lên các thiết bị tiếp theo trong hệ thống tự động hay để đo lường các thông số cần kiểm tra. Khi cầu ở trạng thái cân bằng, thì sự thay đổi điện trở cảm biến ở vế cầu này bù trừ cho sự thay đổi điện trở của vế cầu kia cho tới thời điểm biến mất dòng điện hay dòng điện bằng không ($i_{ra} = 0$). Điện trở bù trừ xác định sự thay đổi trạng thái ở đối tượng được đo từ chế độ ổn định này tới chế độ ổn định mới theo thông số điều chỉnh.

Trong sơ đồ đo lường hay điều khiển tự động thường gặp các cầu cân bằng điện tử tự động loại kích thước vừa có: EMD, EMV, KBM, KXM; loại kích thước nhỏ có MXM; loại rất nhỏ có MP. Các dụng cụ này thường là dạng tự chỉ, tự ghi và tự điều chỉnh.

Hình 2-14: Hình dáng bề ngoài và sơ đồ nguyên lý của cầu cân bằng máy tự ghi, tự chỉ dùng trong điện xoay chiều

1- Nút kiểm tra; 2- Khuếch đại điện tử; 3- Đèn tín hiệu; 4- Công tắc; 5- Động cơ đảo chiều; 6- Cầu chì; 7- Động cơ đồng bộ; 8- Cầu dao của động cơ; 9- Bảng phích cắm điện trở; 10- Nhiệt kế điện trở; 11- Chuyển mạch; 12- Thang chia độ; 13- Bảng ghi.

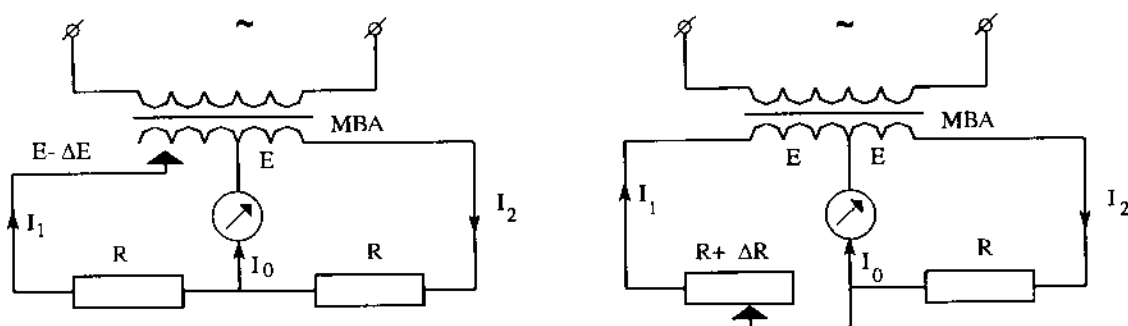


Trong đó: R_1, R_2, R_3 - điện trở các vế cầu; R_s - điện trở sun; R_k - điện trở kiểm tra; R - biến trở; R_d, R_n - điện trở điều chỉnh của cầu; C_1, C_2 - tụ mắc trong mạch của động cơ đảo chiều.

Trong sơ đồ 2-14 nhiệt kế điện trở đóng vai trò cảm biến, nó được mắc vào 1 vế cầu, 1 đường chéo của cầu nối đến đầu vào bộ khuếch đại, còn đường chéo kia mắc nguồn điện 6,3 V. Có thể dùng nhiều nhiệt kế điện trở để kiểm tra nhiệt độ ở nhiều điểm khác nhau trên đối tượng. Việc ghi biểu đồ được thực hiện khi lần lượt đóng các nhiệt kế theo thứ tự điểm kiểm tra vào mạch. Điện áp đầu ra của cầu xuất hiện trên đường chéo AB và được bộ khuếch đại điện tử 2 tăng cường lên với lượng đủ để đưa động cơ đảo chiều 5 vào hoạt động. Động cơ đảo chiều được dẫn động khi có sự thay đổi nhiệt độ ở đối tượng và sự cân bằng của cầu bị hủy hoại.

Các máy tự chỉ, tự ghi có các giới hạn đo khác nhau.

2.3.2. Sơ đồ vi sai



Hình 2-15: Sơ đồ đo lường vi sai

a) Với sự thay đổi sức điện động E ; b) Với sự thay đổi điện trở R

Cấu tạo của sơ đồ vi sai gồm có hai mạch vòng kế liền nhau, mỗi mạch vòng dưới tác dụng của điện áp riêng biệt. Dụng cụ đo được đặt ở nhánh chung của hai mạch vòng nối trên và được điều chỉnh bằng hiệu của các dòng điện hai mạch vòng đó.

Sơ đồ vi sai có thể làm việc với hai chế độ:

- Khi các điện trở của các mạch vòng không thay đổi mà chỉ thay đổi một hay cả hai điện áp của vòng (hình 2-15a). Cảm biến đóng vai trò là chốt động của cuộn dây thứ cấp máy biến áp MBA.

- Khi điện áp của hai vòng không thay đổi mà thay đổi điện trở của một hay cả hai vòng (hình 2-15b). Cảm biến ở đây là cuộn dây có chốt động trên điện trở.

Trong nhánh vi sai mắc dụng cụ đo, có dòng điện I_0 chạy qua, $I_0 = I_2 - I_1$. Nguồn điện xoay chiều cung cấp cho mỗi mạch vòng là sức điện động E từ cuộn thứ cấp máy biến áp tới.

Khi không có tác động từ ngoài vào chốt động của biến trở (từ đối tượng điều khiển) thì sức điện động và điện trở các vòng bằng nhau, dòng điện $I_1 = I_2$ và trong nhánh vi sai có $I_0 = 0$. Khi có tác động từ ngoài vào chốt động của biến trở (từ đối tượng điều khiển)

tới hoặc sức điện động E bị thay đổi với lượng ΔE (hình 2-15 a) hoặc điện trở R bị thay đổi với lượng ΔR (hình 2-15b) và làm xuất hiện dòng điện I_0 tương ứng với tác động bên ngoài đó.

Sơ đồ vì sai có độ nhạy cao hơn sơ đồ cầu.

2.3.3. Sơ đồ bù trừ

Nguyên lý bù trừ ở chỗ điện áp được đo từ cặp nhiệt ngẫu T được cân bằng hay trái dấu với tổn thất điện áp do dòng điện làm việc chạy trong mạch có nguồn điện phụ gây nên (I_{lv}).

Trên hình 2-16 là sơ đồ bù trừ. Trong sơ đồ có sử dụng các phần tử sau:

- E_C - pin chuẩn;
- K_1, K_2, K_3, K_4 - công tắc;
- R_C - điện trở chuẩn;
- T - cặp nhiệt ngẫu;
- R_{dc} - điện trở điều chỉnh;
- R_r, R_T - biến trở đo lường;
- E - nguồn điện phụ;
- ΔL - đo lường;
- ΔK - điện kế;
- KT - kiểm tra;

Sơ đồ gồm 3 mạch điện sau:

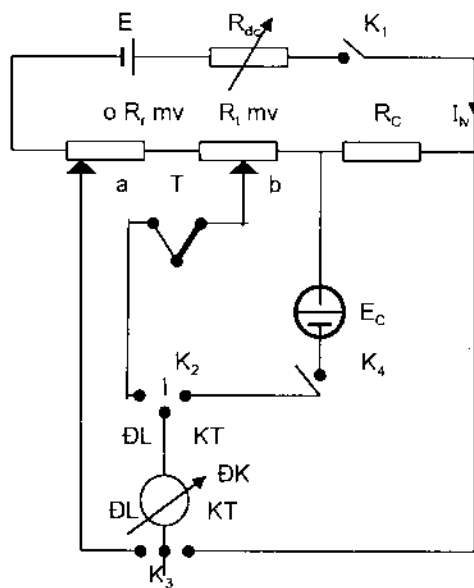
- Mạch điện có nguồn phụ E , gồm có: nguồn E , điện trở điều chỉnh R_{dc} , điện trở chuẩn R_C , biến trở đo lường R_r, R_T .

- Mạch pin chuẩn gồm: pin chuẩn E_C , điện trở chuẩn R_C , điện kế ΔK .

- Mạch cặp nhiệt ngẫu gồm có: cặp nhiệt ngẫu T , điện kế ΔK , một phần điện trở đo lường R_r và R_T giữa hai điểm chốt động ở điểm a và b (R_r và R_T làm từ dây điện trở nhỏ có độ dài thay đổi tỷ lệ với độ giảm hiệu điện thế). Đóng công tắc K_1, K_2, K_3, K_4 sang phía mạch kiểm tra KT sơ đồ làm việc ở chế độ kiểm tra dòng điện trong mạch nguồn phụ E (dòng I_{lv}). Pin chuẩn E_C nối đến điện trở chuẩn R_C thế nào để sức điện động của nó có chiều ngược với chiều của sức điện động do nguồn phụ E gây nên. Điều chỉnh bằng biến trở R_{dc} để kim điện kế chỉ vị trí không. Khi đó dòng điện trong mạch bù sẽ là:

$$I_{lv} = \frac{E_C}{R_C}$$

Đóng công tắc K_2, K_3 sang phía mạch đo lường ΔL để đo sức điện động của cặp nhiệt điện.



Hình 2-16: Sơ đồ bù trừ

Sức điện động của cặp nhiệt điện sẽ cân bằng trái dấu với điện áp trên biến trở đo lường R_r và R_T giữa hai điểm a và b.

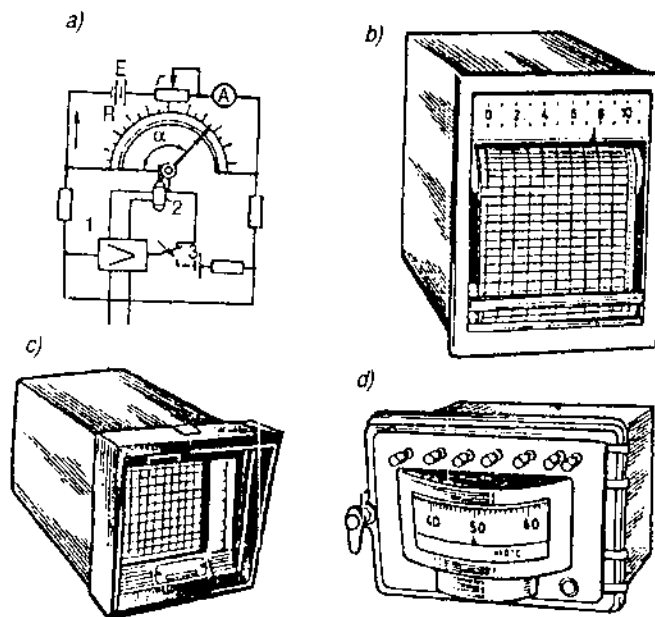
$$U_{ab} = | - E_T | = I_{IV} \cdot R_{ab} = \frac{E_C}{R_C} \cdot R_{ab}$$

Và kim của điện kế chỉ điểm không.

Dòng điện I_{IV} được giữ không đổi bởi E_C và R_C nên U_{ab} phụ thuộc vào điện trở R_{ab} . Trên điện trở đo lường R_r và R_T có gắn thang đo khác độ theo milivôn hay theo nhiệt độ đo.

Với mục đích phục vụ cho sản xuất, nền công nghiệp đã cho ra đời hàng loạt các dụng cụ đo điện thế (hay đo nhiệt độ). Sự cân bằng của sơ đồ trong thiết bị được thực hiện tự động.

Ví dụ một điện thế kế tự động có sơ đồ nguyên lý vẽ trên hình 2-17.



Hình 2-17: Sơ đồ nguyên lý của điện thế kế tự động và hình dáng cấu tạo bên ngoài của nó

Điện trở r là một điện trở có con chạy; khi sức điện động ở cặp nhiệt ngẫu không được bù trừ thì qua khuếch đại 1 có dòng điện chạy. Ở đầu ra của khuếch đại 1 có động cơ đảo chiều 2 có nhiệm vụ chuyển con chạy của biến trở đến thời điểm bù trừ.

Theo vị trí của con chạy biến trở ta đo được sức điện động của cặp nhiệt ngẫu (hay nhiệt độ cần đo). Phần tử chuẩn E_C dùng để kiểm tra dòng điện mạch nguồn phụ. Ở các điện thế kế có con chạy biến trở gắn liền với ngòi bút của bộ phận tự ghi có nhiệm vụ ghi kết quả đo lường lên băng giấy chuyển động.

Các điện thế kế tự động có nhiều loại có cấu tạo khác nhau như trên hình 2-17 b, c, d.

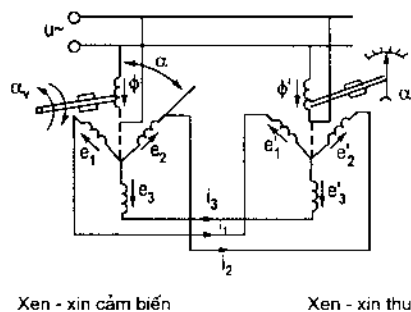
Ngoài các sơ đồ đo lường kể trên, trong kỹ thuật đo lường còn dùng sơ đồ role và sơ đồ chỉnh lưu. Để truyền tín hiệu đi xa có sơ đồ xen-xin, sơ đồ sắt điện động...

2.3.4. Sơ đồ xen-xin

Sơ đồ xen-xin dùng để truyền tín hiệu về di động theo góc của đối tượng đo lường đi xa. Các xen-xin chính là các máy điện có kích thước nhỏ. Xen-xin có xtato gồm 3 cuộn dây, còn rôto có một cuộn dây; hoặc ngược lại xtato có một cuộn dây mà rôto có 3 cuộn dây. Ở trường hợp sau rôto sẽ có 3 vòng tiếp xúc để có thể chuyển động dễ dàng và không hạn chế góc quay.

Các xen-xin làm việc theo từng cặp: có xen-xin phát đặt tại chỗ nối trực tiếp với đối tượng đo (xen-xin cảm biến) và xen-xin thu đặt tại phòng trung tâm điều độ để đo đại lượng đo được truyền tới (máy đo thứ cấp). Có hai loại xen-xin: xen-xin chỉ thị và xen-xin biến áp.

1- Xen-xin chỉ thị : Trên hình 2-18 là sơ đồ truyền tín hiệu của xen-xin chỉ thị. Xtato của xen-xin phát và xen-xin thu là phần cố định có một cuộn dây được mắc vào cùng một nguồn điện xoay chiều điện áp ($\approx U$), còn cuộn dây rôto của mỗi xen-xin (phân quay) có 3 cuộn đấu hình sao và nối tiếp với nhau.

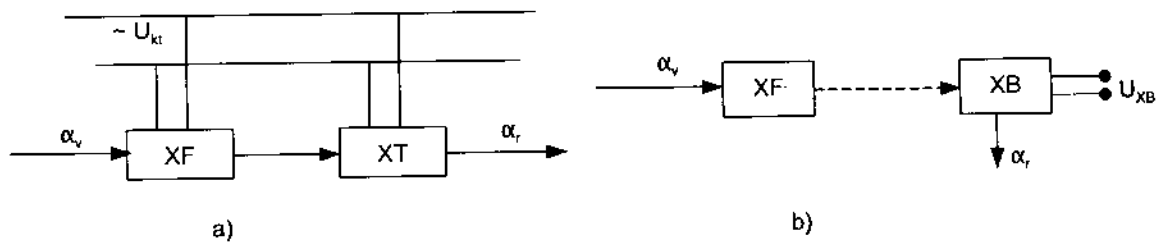


Hình 2-18: Sơ đồ truyền tín hiệu góc đi xa bằng xen-xin chỉ thị

Nếu rôto của các xen-xin có vị trí như nhau thì các từ thông ϕ và ϕ' xuất hiện trong các cuộn dây xtato cũng như nhau. Vì các sức điện động xuất hiện trong ba cuộn dây tương ứng của các rôto bằng nhau $e_1 = e'_1, e_2 = e'_2, e_3 = e'_3$ nên không có dòng điện chạy qua dây dẫn nối giữa xen-xin phát và xen-xin thu: $i_1 = i_2 = i_3 = 0$.

Nếu rôto của xen-xin cảm biến (xen-xin phát) quay đi một góc nào đó và gây ra sự không cân bằng góc của các rôto, làm cho các sức điện động sinh ra trong các cuộn dây của các rôto cũng không cân bằng nhau: $e_1 \neq e'_1, e_2 \neq e'_2, e_3 \neq e'_3$; lúc đó trong dây dẫn nối giữa hai rôto xuất hiện dòng điện mất cân bằng. Cũng trong thời gian đó, từ thông do dòng điện mất cân bằng tạo nên trong các cuộn dây rôto xen-xin thu sẽ tác dụng cùng với từ thông ϕ' có sẵn trên trục rôto và làm cho trục rôto quay đi một góc tương ứng với góc quay của rôto xen-xin cảm biến. Lúc này các sức điện động trong các cuộn dây của các rôto sẽ cân bằng nhau và làm biến mất dòng điện trên dây dẫn nối hai rôto của xen-xin.

Sơ đồ chức năng của xen-xin ở chế độ chỉ thị và biến áp vẽ trên hình 2-19 a, b.



Hình 2-19:

a) Sơ đồ chức năng của xen-xen chỉnh thị; b) Sơ đồ chức năng của xen-xen biến áp.

Trong đó: $f(\Delta\alpha)$ - hàm số của độ biến đổi theo góc quay;

XF- xen-xen phát;

XT- xen-xen thu;

$U_{XB} = f(\Delta\alpha)$ điện áp đầu ra xen-xen biến áp;

XB- xen-xen biến áp;

α_v - góc quay ở đầu vào xen-xen phát ;

α_r - góc quay đầu ra xen-xen thu.

Các xen-xen loại này được sử dụng trong các máy đo có công suất lớn, vì các xen-xen có lực ma sát lớn ở các trục.

2- Xen-xen biến áp

Trên hình 2-20 là sơ đồ truyền tín hiệu bằng hiệu bằng xen-xen loại biến áp vi sai.

Máy đo sơ cấp của biến thế vi sai gồm lõi thép với 2 cuộn dây.

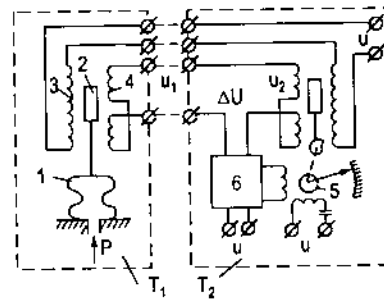
Cuộn thứ nhất quấn đều trên toàn bộ chiều dài của cuộn. Cuộn thứ hai được chia thành hai phần bằng nhau và được cuốn trên hai nửa chiều dài của cuộn thứ nhất.

Máy đo thứ cấp của biến thế vi sai cũng có lõi thép nối với trục động cơ đảo chiều và hai cuộn dây quấn tương tự như ở máy đo sơ cấp.

Các cuộn dây của máy đo sơ cấp được nối với các cuộn dây của máy đo thứ cấp bằng 4 dây dẫn (hình 2-20).

Cuộn dây thứ nhất của máy đo sơ cấp và thứ cấp được mắc nối tiếp với nhau. Còn cuộn thứ hai của máy đo sơ cấp và thứ cấp mắc nối tiếp và ngược chiều nhau.

Lõi thép của máy đo sơ cấp được nối đến bộ phận di động đặt tại đối tượng cần đo. Còn lõi sắt của máy đo thứ cấp được nối với trục của động cơ đảo chiều 5 với kim chỉ hay bút ghi của máy đo.



Hình 2-20: Sơ đồ truyền tín hiệu bằng xen-xen loại biến áp vi sai

T_1 - máy đo sơ cấp; T_2 - máy đo thứ cấp;

1- Cảm biến; 2- Lõi thép; 3,4- Cuộn dây;

5- Động cơ đảo chiều; 6- Bộ khuếch đại.

Nếu vị trí của các lõi thép của các máy đo sơ cấp và thứ cấp như nhau, thì sức điện động xuất hiện ở các cuộn dây thứ hai sẽ bằng nhau. Do cách mắc ngược nhau nên tổng số các sức điện động sẽ bằng không. Ta có hiệu điện thế đầu ra của biến thế vi sai $\Delta U = 0$ và không có hiện tượng gì xảy ra.

Nếu vị trí của lõi thép máy đo sơ cấp thay đổi thì sẽ xuất hiện hiệu điện thế ở cuộn dây thứ cấp hay đầu ra của biến áp vi sai. Hiệu điện thế này được khuếch đại ở bộ khuếch đại 6 tới độ lớn đủ để đưa động cơ đảo chiều vào làm việc và dịch chuyển lõi thép của máy đo thứ cấp tới vị trí tương ứng với vị trí đã thay đổi của lõi thép máy đo sơ cấp.

Để truyền số chỉ báo đi xa, ngoài các xen-xin kể trên (có vòng tiếp xúc ở rôto hay biến thế vi sai) hiện nay còn sử dụng các loại xen-xin không có vòng tiếp xúc ở rôto hay các hệ thống biến trở có các chi tiết nhạy cảm là điện trở biến đổi. Ưu điểm ở chỗ có mô men quán tính và hiệu quả đo lường sẽ chính xác hơn.

Các số chỉ báo có thể truyền đi trên khoảng cách từ 200 đến 300 mét thuận tiện cho việc điều khiển tập trung tại phòng điều độ cách xa công trình công nghệ cần điều khiển.

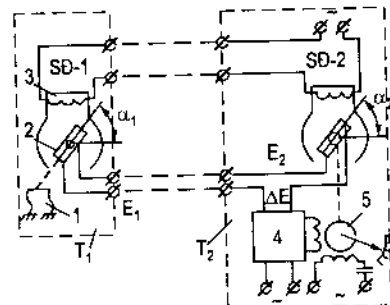
5.3.5. Sơ đồ sắt động

Sơ đồ sắt động cũng dùng vào mục đích truyền tín hiệu của chỉ số được kiểm tra đi xa tới máy đo thứ cấp khoảng 1km. Sơ đồ này thường được dùng để đo các thông số như nhiệt độ, áp suất, lưu lượng, nồng độ các chất... Do đó, nó cũng có mặt trong tự động hoá các công trình cấp và thoát nước tương đối thường xuyên.

Nhìn vào hình 2-21 ta thấy sơ đồ có bộ phận chính là dụng cụ đo sơ cấp (hay còn gọi là cảm biến) và dụng cụ đo thứ cấp. Dụng cụ đo sơ cấp bao gồm : bộ phận nhạy cảm 1 và thiết bị biến đổi kiểu sắt động SD-1 (gồm khung 2, cuộn dây được cấp điện tần số công nghiệp 3).

Dụng cụ đo thứ cấp bao gồm : thiết bị biến đổi kiểu sắt động SD-2 tương tự như SD-1 và đấu nối tiếp với nó, bộ khuếch đại điện tử 4. Động cơ đảo chiều 5 có trục gắn với trục khung dây SD-2 và với kim chỉ trên thang đo góc α_2 . Ngoài ra còn có các cực để lấy nguồn điện hay nối đến mạch điều khiển khác nữa.

Sự thay đổi của thông số cần đo làm bộ phận nhạy cảm 1 di chuyển thẳng lên phía trên hoặc xuống phía dưới, độ chuyển dời này được biến thành góc quay của khung 2. Do nằm trong từ trường của cuộn dây có dòng điện tần số công nghiệp 3, nên khi khung quay đã làm xuất hiện trong dây cuốn



Hình 2-21: Sơ đồ sắt động truyền chỉ số đo lường đi xa

SD-1, SD-2- thiết bị biến đổi kiểu sắt động sơ cấp và thứ cấp; T_1 - máy đo sơ cấp; T_2 máy đo thứ cấp ;

1- Cảm biến; 2- Khung dây; 3- Cuộn dây; 4- Bộ khuếch đại; 5- Động cơ đảo chiều.

trên khung sức điện động cảm ứng E_1 tương ứng với góc quay α_1 . Như vậy sự thay đổi của thông số công nghệ tại đối tượng đo đã biến thành tín hiệu tỷ lệ với sức điện động xoay chiều (hay dòng xoay chiều). Thiết bị biến đổi sắt động SD-2 cũng hoạt động tương tự SD-1, song được đặt tại dụng cụ đo thứ cấp.

Hai thiết bị sắt động SD-1, SD-2 được nối nối tiếp với nhau song có các sức điện động E_1 và E_2 có hướng ngược nhau. Hiệu $\Delta E = E_1 - E_2$ được đưa tới đầu vào của bộ khuếch đại điện tử 4.

Nếu $\Delta E = 0$ thì hệ thống nằm ở trạng thái cân bằng và động cơ 5 không quay. Khi có sự thay đổi thông số đo lường, góc α_1 và sức điện động E_1 cũng thay đổi theo. Sự cân bằng của hệ thống bị phá vỡ và trên đầu vào của bộ khuếch đại điện tử 4 xuất hiện $\Delta E \neq 0$. ΔE được khuếch đại lên, đủ để cấp điện quay động cơ đảo chiều 5 đưa khung sắt động 2' đến vị trí tương ứng với góc α_2 mới phù hợp với sự thay đổi thông số đo và lúc đó $\Delta E = 0$, động cơ ngừng hoạt động. Trên thang đo của dụng cụ thứ cấp chỉ chỉ số mới của thông số đo.

2.4. ROLE

Trong điều khiển tự động có trường hợp giữ nguyên một tác động điều khiển, phải thực hiện thay đổi một hay vài đại lượng một cách đột biến. Cách điều khiển như vậy gọi là điều khiển role và thiết bị sử dụng ở đây chính là role.

Role gồm 3 bộ phận chính :

- Bộ phận nhạy cảm: là cơ quan nhận biết tác động điều khiển và biến đổi nó thành tác động để tác động lên bộ phận tiếp theo là bộ phận trung gian.

- Bộ phận trung gian: có nhiệm vụ nhận tác động điều khiển từ bộ phận nhạy cảm và tạo điều kiện cho tác động đó đủ cả về chất và cả về lượng để tác động lên bộ phận tiếp theo là bộ phận chấp hành.

- Bộ phận chấp hành: là bộ phận có nhiệm vụ thực hiện việc thay đổi đột biến đại lượng cần điều khiển.

Để điều khiển sự làm việc của một mạch điện role có bộ phận chấp hành là các bộ phận tiếp điểm. Song cũng có loại role không tiếp điểm như role điện tử và role từ.

Ở đầu vào role có thể có 1,2, hay nhiều đại lượng tác động đồng thời. Trong trường hợp này tác động của role sẽ phụ thuộc vào tổng hay hiệu của các đại lượng đầu vào đó.

2.4.1. Phân loại role

Role có thể phân loại theo các dấu hiệu sau đây:

Theo dạng hiện tượng vật lý nhận được ở đầu vào có thể có role điện và role không điện (role không điện: có role nhiệt và role cơ).

1- Role điện có thể chia theo nguyên lý hoạt động thành :

- Role điện-từ (role đơn giản và phân cực).

- Role từ- điện.
- Role điện tử.
- Role i ăng.
- Role cảm ứng.

2- Role điện chia theo thông số tác động vào bộ phận nhạy cảm có :

- Role dòng điện.
- Role điện áp.
- Role công suất.
- Role tần số.
- Role có góc lệch pha.

3- Role nhiệt được chia thành :

- Role có giãn nở dài.
- Role lưỡng kim.
- Role có hiện tượng nóng chảy.

4- Role cơ phân loại theo các thông số nhận ở đầu vào có:

- Role lực.
- Role dịch chuyển.
- Role tốc độ.
- Role gia tốc.
- Role tần số.

5- Phân loại theo chức năng role chia thành:

- Role khởi động (công tắc tơ, khởi động từ).
- Role đóng, tắt các hệ thống máy móc nhờ có nút bấm trên bàn điều khiển.
- Role cực đại: role ngắt phần mạch điện phải bảo vệ khi dòng điện, điện áp, nhiệt độ, áp suất... lớn hơn đại lượng quy định.
- Role cực tiểu: ngắt phần mạch điện phải bảo vệ khi dòng điện, điện áp, nhiệt độ hay áp suất... nhỏ hơn đại lượng quy định.
- Role trung gian: có tác động thay đổi xung tác động khi công suất của các tiếp điểm sơ cấp không đủ hay để dẫn bớt xung tác động khi không đủ tiếp điểm.
- Role thời gian: có tác dụng tạo khoảng thời gian nhất định giữa các khởi động làm việc hay tắt các mạch điện khác nhau.

Ngoài ra còn phân loại role theo công suất dòng điện điều khiển, theo thời gian tác động, và theo các dấu hiệu khác nữa.

Tất cả các role có bộ phận chấp hành là các tiếp điểm thì gọi là role tiếp điểm. Hiện nay cũng có các role không tiếp điểm.

2.4.2. Ví dụ về các loại role

Role điện từ được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị tự động.

Role điện từ có cơ quan nhạy cảm chính là nam châm điện có cuộn dây điều khiển. Nguyên lý hoạt động của role là dựa vào sức hút của lõi thép nam châm điện 5 với phần ứng bằng thép 1 của role, khi có dòng điện 1 chạy trong cuộn dây của nam châm điện đó. Role điện từ có thể là đơn giản và phân cực.

1- *Role điện từ đơn giản*: là role trong đó khi không có dòng điện trong cuộn dây điều khiển thì từ thông trong từ trường cũng không có. Điều đó có nghĩa là role không có nhiệm từ sơ bộ.

Trên hình 2-22a trình bày role điện từ đơn giản. Role điện từ đơn giản cấu tạo từ một nam châm điện, và phần ứng di động bằng thép 1 có lò xo phản 6 và các tiếp điểm 3. Cuộn dây của nam châm điện có dòng không đổi chạy qua. Tiếp điểm động 3 được gắn trên phần ứng nhờ có lò xo tiếp xúc phẳng. Cuộn dây của nam châm điện là phần nhạy cảm, còn các tiếp điểm 3 là mạch chấp hành. Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây, lõi thép bị nhiễm từ và hút phần ứng kim loại. Từ thông chạy vòng qua ách từ lõi thép và phần ứng. Khi đó các tiếp điểm trong mạch chấp hành được đóng lại. Lò xo tiếp xúc có nhiệm vụ tạo nên áp lực cho sự tiếp xúc của các tiếp điểm chắc chắn hơn. Phía dưới phần ứng đối diện với lõi thép nam châm có gắn chất không nhiễm từ 2, để tách phần ứng khỏi lõi thép được nhanh khi không có dòng điện. Sự tách phần ứng khỏi lõi thép gặp phải khó khăn bởi có từ dư của lõi thép.

Độ tin cậy làm việc của role có được là nhờ vào độ tin cậy làm việc của hệ thống tiếp điểm. Có 3 loại tiếp điểm: tiếp điểm thường mở, tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm chuyển đổi. Tiếp điểm thường mở là tiếp điểm mở khi không có dòng điện và đóng khi role tác động. Còn tiếp điểm thường đóng là tiếp điểm đóng khi không có dòng điện và mở khi role bị tác động. Tiếp điểm chuyển đổi điều khiển hai mạch điện: 1 mạch đóng làm việc khi role tác động, còn mạch thứ hai đóng làm việc khi role nhả tác động.

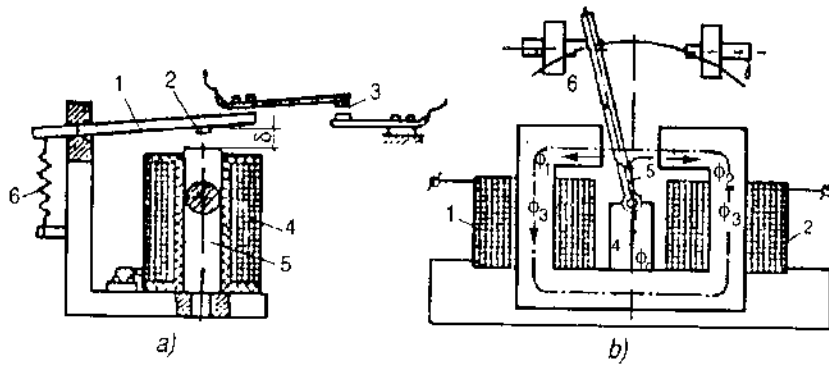
Có role điện từ đơn giản với dòng điện xoay chiều. Trong đó phần ứng của role được hai dòng từ thông lệch pha nhau tác động. Loại role này có hai cuộn dây và hai lõi thép.

Ngoài ra còn gặp role mà hệ thống tiếp điểm hay cả role được đặt trong một bình thủy tinh chân không. Do đó cho phép giảm kích thước của role và nâng cao được mức độ tin cậy và tác động nhanh của role.

2- *Role điện từ phân cực*

Điểm đặc biệt so với role điện từ đơn giản là sự có mặt của nam châm vĩnh cửu. Trong đó có hai dòng từ thông: dòng từ thông làm việc do cuộn dây có dòng điện sinh ra, và dòng phân cực do nam châm vĩnh cửu tạo nên.

Trên hình 2-22b là role điện từ phân cực.



Hình 2-22: a) Role điện từ đơn giản; b) Role điện từ phân cực.

1,2 - Cuộn dây nam châm điện; 3- Mạch dẫn từ;

4- Nam châm vĩnh cửu; 5- Phần ứng kim loại; 6- Các tiếp điểm cố định.

Role điện từ phân cực bao gồm: lõi thép ở giữa hai cuộn dây 1, 2, phần ứng 5, các tiếp điểm cố định 6 ở bên trái và ở bên phải và nam châm vĩnh cửu 4. Từ thông ϕ_0 của nam châm vĩnh cửu đi qua phần ứng kim loại, sau đó được chia làm hai nhánh ϕ_1 sang trái, ϕ_2 sang phải theo lõi thép. Trong rơle phân cực có hai dòng từ thông biệt lập nhau. Đó là từ thông ϕ_0 của nam châm vĩnh cửu tạo nên (dòng phân cực) và dòng làm việc ϕ_3 phụ thuộc vào giá trị và hướng của dòng điện chạy trong cuộn dây cũng như phụ thuộc vào độ lớn khoảng trống giữa phần ứng di động và đầu cực của lõi thép cố định.

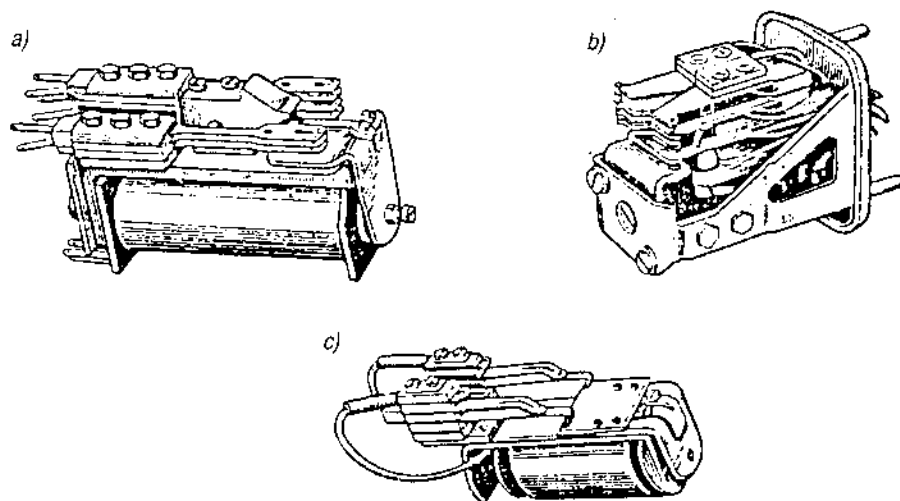
Sự thay đổi khoảng trống bên phải và bên trái làm thay đổi lực kéo phần ứng di động. Phần ứng di động 5 có 3 vị trí:

- Vị trí 1: khi dòng điện trong cuộn dây nam châm điện bằng không, thì phần ứng chiếm vị trí trung hoà vị trí giữa. Đây là vị trí không có tính bền vững nên phải dùng lò xo đặc biệt để giữ cho phần ứng ở vị trí này. Nếu không có lò xo đó rơle chỉ có hai vị trí. Khi đó các tiếp điểm đặt không đối xứng và tạo nên lực hút về một phía khi không có dòng điện, hoặc một trong các tiếp điểm phải dỡ bỏ.

- Vị trí 2: khi có dòng điện không đổi chạy trong cuộn dây theo chiều nhất định, thì dòng từ thông ϕ_3 trong một phần của lõi thép được cộng với từ thông của nam châm vĩnh cửu ϕ_0 , còn trong một phần kia của lõi thì bị trừ đi, do đó phần ứng di động sẽ chuyển sang phía này hay phía kia và đóng các tiếp điểm của mạch điện tương ứng.

- Vị trí 3: khi thay đổi chiều của dòng điện, thì từ thông được cộng lại ở phần kia của lõi, còn trừ đi ở phần này của lõi và phần ứng sẽ di động sang phía ngược với trường hợp ở vị trí 2.

Role RKN là rơle đơn giản có dạng tròn có dòng điện không đổi. Role RMUG bé kích thước, dạng kín, bên trong rơle có chứa khí trơ để tăng độ tin cậy làm việc cho các tiếp điểm. Role KDR có nhiều loại và được sử dụng với mạch có điện áp 220V.

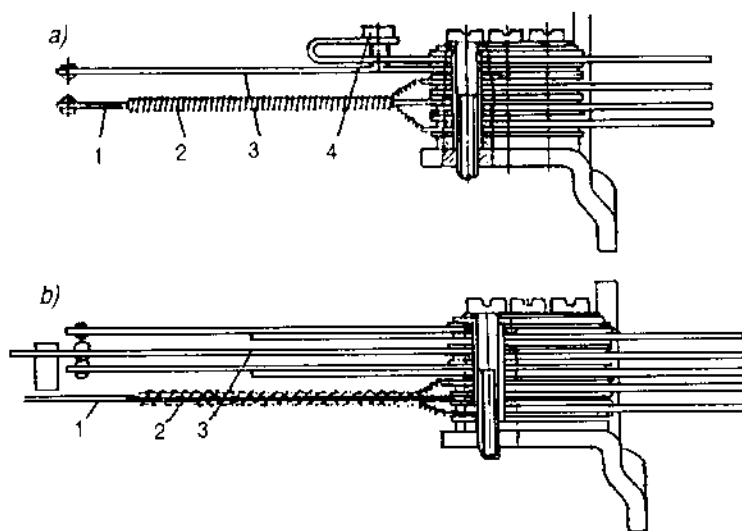


Hình 2-23: Một vài loại rơle điện từ có cấu tạo và chức năng khác nhau
a) Rơle loại RKN; b) Rơle loại RMUG; c) Rơle loại KDR-1.

3- Rơle lưỡng kim

Đây là rơle nhiệt, hoạt động dựa vào sự giãn nở dài theo nhiệt độ.

Trên hình 2-24 là rơle lưỡng kim, nó được cấu tạo từ thanh lưỡng kim 1. Thanh lưỡng kim này gồm hai thanh kim loại khác chất có hệ số giãn nở nhiệt khác nhau và được hàn với nhau trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc của chúng.



Hình 2-24 : Rơle lưỡng kim

a) Rơle có vít điều chỉnh; b) Rơle có bù nhiệt.

1- Thanh lưỡng kim; 2- Cuộn dây nung nóng; 3- Tiếp điểm đàn hồi; 4- Vít điều chỉnh.

Khi nhiệt độ môi trường đặt thanh lưỡng kim thay đổi (thí dụ tăng lên) hai thanh kim loại bị nung nóng, một thanh nở dài hơn so với thanh kia. Kết quả là thanh lưỡng kim cong lên khiến cho cặp tiếp điểm mạch cần điều khiển đóng lại. Khi nguội đi, thanh lưỡng kim thẳng ra và tách cặp tiếp điểm.

Role lưỡng kim ngoài thanh lưỡng kim 1, còn có cuộn dây nung nóng 2 (làm từ sợi kim loại có điện trở suất lớn) và các tiếp điểm đàn hồi 3. Cũng có trường hợp thanh lưỡng kim đảm nhận vai trò là tiếp điểm.

Role lưỡng kim được sản xuất theo hai dạng:

- Có ốc điều chỉnh 4 để thay đổi khe hở giữa các tiếp điểm do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường.

- Dạng bù nhiệt, sự bù nhiệt được thực hiện khi có sử dụng thanh lưỡng kim thứ hai.

Role lưỡng kim có cấu tạo đơn giản nên rẻ tiền và được sử dụng rộng rãi làm role thời gian và role nhiệt.

4- Role thời gian

Role thời gian có nhiệm vụ tạo ra khoảng thời gian trống giữa các tác động điều khiển. Tác động điều khiển ở đây được hiểu là các lệnh cho làm việc, hay các lệnh ngừng làm việc của các mạch điện, thiết bị hay hệ thống máy móc khác nhau.

Để có khoảng thời gian trống cần thiết như vậy giữa các tác động khác nhau người ta sử dụng các phương pháp làm chậm tác động của các role điện từ bằng hệ thống liên kết cơ khí. Trong số các role như vậy có thể có cấu tạo kiểu cơ như đồng hồ và có thể có sử dụng mô tơ.

Loại role có sử dụng mô tơ thường được sử dụng rộng rãi hơn so với các loại khác.

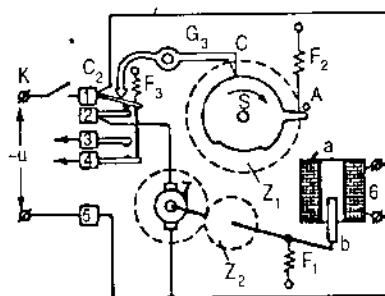
Role thời gian kiểu mô tơ gồm các bộ phận sau:

- Động cơ đồng bộ 5, có cùng trục với bánh răng Z_2 và gắn trực tiếp với lõi thép b của nam châm điện 6.

- Nam châm điện 6 gồm cuộn dây a và lõi thép b.

- Trục có bánh răng Z_1 và các vòng quay bị cắt khuyết mảnh S có lò xo F_2 giữ cho thẳng bằng, các vòng quay này cùng có chung 1 trục.

- Phần ứng G quay quanh một trục, có một đầu C trượt trên vòng quay S, một đầu C_2 làm nhiệm vụ chấp hành đóng, mở các cặp tiếp điểm mạch vào 1-2 và mạch ra 3-4 của role thời gian.



Hình 2-25 : Sơ đồ nguyên lý của role thời gian kiểu mô tơ

- Nguồn điện áp U và công tắc K.
- Cặp tiếp điểm mạch vào role 1-2.
- Cặp tiếp điểm mạch ra role 3-4.

Role hoạt động như sau:

Khi công tắc K đóng lại, mô tơ đồng bộ 5 được cấp điện trực tiếp qua 1-2 và bắt đầu quay. Cùng lúc đó nam châm 6 bị kích động lõi thép b bị hút làm bánh răng Z_1 và Z_2 xiết lại nhau. Trên trục của bánh răng Z_1 có gắn các vòng quay cắt khuyết mảnh S. Mô tơ quay, vòng S cũng quay theo hướng chỉ của mũi tên làm dẫn lò xo F_2 . Khi vòng S quay tới vị trí khuyết mảnh, 1 đầu của phần ứng G rơi vào nơi bị khuyết mảnh đó, đầu kia nhắc hệ thống tiếp điểm, lò xo F_3 co lại làm tách cặp tiếp điểm 1-2 và đóng cặp tiếp điểm mạch ngoài 3-4.

Kể từ lúc công tắc K đóng tới lúc đóng cặp tiếp điểm 3-4 của một mạch điện điều khiển bên ngoài là một khoảng thời gian trống. Các đĩa quay S' , S'' ... khác trên cùng trục với đĩa S sẽ tạo khoảng thời gian trống khác nhau và làm đóng (hoặc mở) từng cặp tiếp điểm tương ứng của chúng ở mạch ra của role (trên sơ đồ không vẽ các cặp tiếp điểm này).

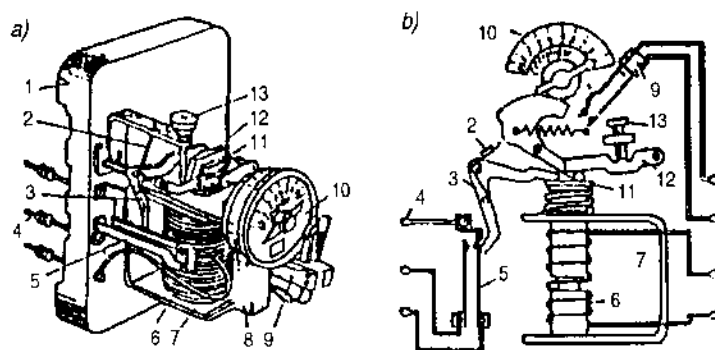
Khi tiếp điểm 1-2 mở ra, mô tơ mất điện và ngừng hoạt động, còn đĩa S ở lại vị trí mà nó đạt được khi công tắc K còn đang đóng.

Khi công tắc K mở, nam châm điện 6 nhả lõi thép xuống, lò xo F_1 làm bánh răng Z_1 và Z_2 tách ra. Các đĩa tròn S, dưới tác dụng của lò xo F_2 trở lại vị trí ban đầu tại điểm thăng bằng A. Khi đó các cặp tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu và role thời gian lại sẵn sàng chuẩn bị cho một chu kỳ làm việc mới. Góc quay của các đĩa tròn S trên trục của bánh răng Z_1 xác định thời gian chậm tác động của các tiếp điểm. Thời gian đó có thể được chỉ rõ trên thang đo khắc chia theo đơn vị phút và giây.

Trong thực tế có sử dụng role thời gian loại Rtg-1200 có giới hạn điều chỉnh từ 1÷20 phút, có sai số trong khoảng $\pm 0,5$ giây. Role có 5 mạch ra tác động không phụ thuộc nhau về thời gian. Các role tương tự như vậy thường được dùng cho việc điều khiển tự động theo chương trình các quá trình công nghệ nào đó, vì vậy chúng còn được gọi là role điều khiển theo chương trình.

Trên hình 2-26 là một ví dụ về role thời gian điều khiển theo chương trình loại EV-100 có dòng điện không đổi. Theo thang đo của máy có thể cho trước khoảng thời gian duy trì cần thiết có thể đóng hay mở các cặp tiếp điểm. Khoảng thời gian đó giới hạn từ 0,1 đến 20 giây và có 3 loại tiếp điểm chấp hành. Ngoài ra còn có role thời gian loại EV-200 với dòng điện xoay chiều.

Hiện nay trong hệ thống cấp thoát nước thường sử dụng loại role thời gian mà chức năng như một thiết bị cho lệnh điều khiển tự động theo chương trình về thời gian tác động. Ví dụ thiết bị đó là KEP-12.



Hình 2-26 : Role thời gian loại EV-100.

a) Hình dáng chung; b) Sơ đồ thiết bị.

- 1- Chặn đế; 2- Lò xo; 3- Tay đòn; 4- Vít nối; 5- Các tiếp điểm tác động tức thời;
 6- Nam châm điện; 7- Bộ phận dẫn từ; 8- Đồng hồ; 9- Các tiếp điểm có duy trì thời gian;
 10- Chia của role; 11- Phân ứng; 12- Tay đòn thiết lập thời gian; 13- Vít điều chỉnh.

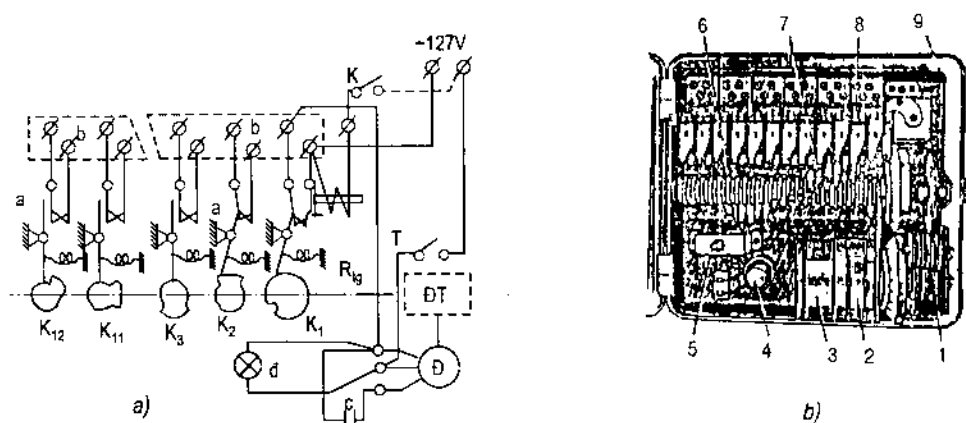
5- Thiết bị cho lệnh điều khiển theo chương trình hoạt động các mạch điện và các thiết bị khí nén KEP-12

Trên hình 2-27a là sơ đồ thiết bị điều khiển theo chương trình KEP-12.

KEP-12 có thể điều khiển 12 nhóm mạch điện bên ngoài (từ nhóm $K_1, K_2, K_3, \dots, K_{12}$). Riêng nhóm K_1 dùng cho việc tự liên động động cơ Đ khi công tắc K ở trạng thái đóng. Các nhóm tiếp điểm còn lại ($K_2, K_3, K_4, \dots, K_{12}$) dùng để điều khiển tự động. Đã có trên thị trường các thiết bị KEP vừa có trục điều khiển các mạch điện, vừa điều khiển các thiết bị khí nén. Ví dụ trong một nhóm tiếp điểm còn lại có thể là 5 nhóm tiếp điểm điện và 6 nhóm là dành cho điều khiển các thiết bị khí nén.

KEP-12 bao gồm:

- Động cơ đồng bộ Đ, có nhiệm vụ dẫn động trục ra R_{tg} .



Hình 2-27: a) Sơ đồ KEP-12; b) Cấu tạo của Áp tô mát.

- Trục ra R_{ig} (trục điều khiển), trên đó có gắn 12 đĩa kim loại đặt lệch tâm và mỗi đĩa kim loại đó có gắn với một thanh điều khiển a.

- Bộ điều tốc DT, có 126 bậc tốc độ, thực chất là hệ thống chuyển động bằng bánh răng. Vì thế nó có thể thay đổi thời gian một vòng quay của trục ra từ 3 phút đến 18 giờ.

- Các cặp tiếp điểm mạch ngoài cần điều khiển b (có thể là pittông khí nén thay vào chỗ vị trí các cặp tiếp điểm).

- Ngoài ra còn các thiết bị khác như lò xo, đèn tín hiệu, công tắc, cầu dao, cuộn cảm và tụ điện.

Khi động cơ Đ có yêu cầu làm việc (có điện áp, tức có yêu cầu đặt khoảng thời gian trống), nó truyền chuyển động cho trục ra R_{ig} qua bộ điều tốc DT với tốc độ, thời gian đã được đặt sẵn trong chương trình điều khiển. Các đĩa tròn kim loại cùng các thanh điều khiển tương ứng với tốc độ và thời gian đó sẽ quay và đóng (hay mở) mạch điện điều khiển bên ngoài (nếu là thiết bị khí nén thì có thể dẫn động hoặc ngừng chuyển động của pittông). Điều đó cho phép thực hiện được chương trình làm việc của KEP-12.

Trên hình 2-27b là hình dạng của thiết bị điều khiển theo chương trình tương tự như KEP-12, gọi là áp tô mát điều khiển được nhiều mạch điện.

Áp tô mát được cấu tạo từ động cơ đồng bộ 1, bộ truyền giảm tốc 2 và bộ tiếp điểm hình trống 3 có gắn con lắc 4 và các tiếp điểm 5. Việc đưa áp tô mát này vào làm việc theo chương trình được thực hiện bằng công tắc 6. Khi đó đèn tín hiệu 7 được thắp sáng. Tất cả các thành phần kể trên được đặt trong cùng một vỏ 8.

Trong thiết bị có sử dụng động cơ đồng bộ bởi vì để chuyển động cho trục tiếp điểm theo chương trình cần số vòng quay phải không đổi.

Thiết bị điều khiển theo chương trình có sự truyền tác động điều khiển từ động cơ đến trục tiếp điểm hình trống với thời gian trễ khá lớn. Con lắc 4 được đặt trên trống ở các vị trí xác định sẵn theo chương trình làm việc của áp tô mát... Khi trục hình trống quay các con lắc lần lượt qua những khoảng thời gian đã định đóng các tiếp điểm 5 để đóng hay mở theo chương trình các mạch điện cần điều khiển. Trên trục ra có lắp 12 con lắc và 12 cặp tiếp điểm và chương trình điều khiển của áp tô mát này cũng chỉ không quá 12 lần đóng mở trong một vòng quay. Sau một vòng quay trọn vẹn của trục tiếp điểm, áp tô mát có thể không làm việc suốt ngày đêm, một trong các con lắc có thể lắp để dành cho việc lắp động cơ.

Đối với áp tô mát trên rất dễ thay đổi thời gian một vòng quay của trục điều khiển, nếu ta thay đổi bộ giảm tốc khác.

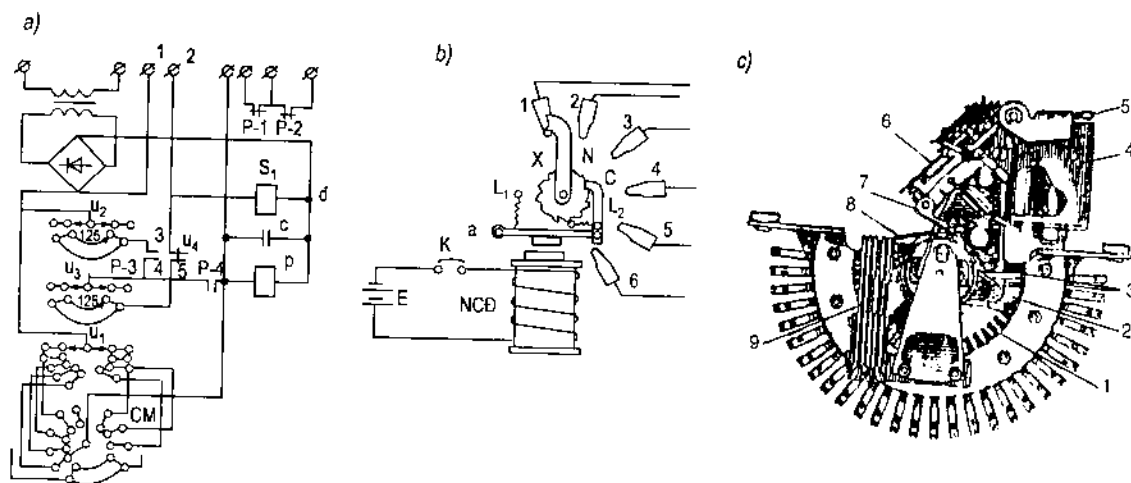
6- Role tính xung RTX-1

Cho phép tính trước được số lượng các xung đã cho và truyền lệnh tới cơ cấu chấp hành sau khi xử lý các xung đó. Nhờ có role này mà có thể thực hiện một cách chắc chắn sự tuần hoàn trong quá trình điều khiển.

Trên hình 2-28 a, b, c là role tính xung loại RTX-1. Bộ phận chính của role này là máy dò tìm từng bước. Nguyên lý làm việc của role như sau (hình 2-28b). Nếu nút ấn K đóng làm việc thì nam châm điện NCD thì nó sẽ hút phần ứng a. Phần ứng bị hút làm lấy C quay bánh răng X đi một răng và kết quả là xê dịch chổi N từ tấm tiếp xúc này sang tấm tiếp xúc sau.

Để cho chổi N thực hiện thêm 1 bước nữa, cần thả nút bấm ra và một lần nữa ấn nó xuống. Khi nam châm điện bị ngắt, phần ứng a bị lò xo L_1 kéo, lấy C sẽ trượt lùi sang răng tiếp sau và nén bánh răng bởi lò xo L_2 . Khi nam châm điện lại làm việc thì bánh răng quay thêm 1 răng nữa.

Cứ như vậy khi nam châm điện được đóng mạnh vào nguồn chổi của máy dò tìm từng bước lại chuyển dịch từ tấm tiếp xúc này sang tấm tiếp xúc kia. Trong sơ đồ với nhiều máy dò từng bước thì ở chỗ của nút bấm K sử dụng nguồn xung.



Hình 2-28: Role tính xung loại RTX-1

a) Sơ đồ nguyên lý của Role; b) Sơ đồ bộ tìm từng bước S I-25/4;

c) Hình dáng chung của bộ tìm từng bước.

1- Tấm tiếp xúc; 2- Chổi; 3- Tấm dẫn điện; 4- Nam châm điện;
5- Phần ứng; 6- Bộ tự ngắt; 7- Chốt động; 8- Chốt dừng; 9- Bánh răng.

7- Phần tử logic và role không tiếp điểm

Phát triển hiện nay của hệ thống tự động là năng cao về mặt khối lượng và về mặt tốc độ xử lý tín hiệu thông tin, tăng cường độ nhạy và độ chính xác làm việc của các phương tiện kỹ thuật; là yêu cầu cao về độ tin cậy làm việc. Role tiếp điểm không hoàn toàn đáp ứng được nhiệm vụ mới đặt ra, bởi vì nó có độ tin cậy thấp, độ tác động nhanh bé kích thước lại to, trọng lượng và giá thành cũng lớn, lại thêm không phù hợp làm việc trong điều kiện có độ ẩm, độ bụi và độ rung lớn.

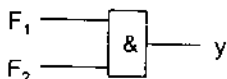
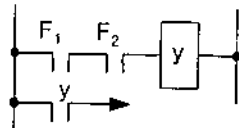
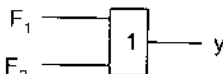
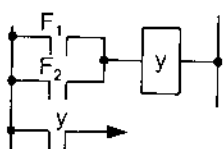
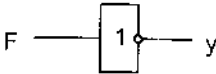
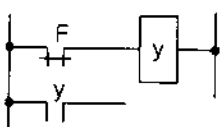
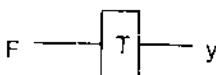
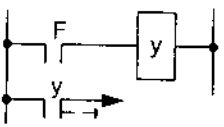
Vì vậy đã xuất hiện những thiết bị chức năng là role nhưng về cấu tạo lại không có tiếp điểm để có thể khắc phục được những nhược điểm đã nêu ở trên đó là các phần tử logic và phần tử có tính chức năng: thiết bị bán dẫn, thiết bị từ và thiết bị khí nén.

Các phần tử logic thực hiện mối quan hệ có tính logic giữa tín hiệu đầu vào và đầu ra của phần tử.

Các phần tử có tính chức năng dùng để thực hiện những chức năng nhất định: phân nhánh mạch điện (những phần tử làm thích ứng), so sánh giá trị của hai điện áp (cơ quan số không), tạo tín hiệu rời rạc (bộ đa hài, trige)...

Trên cơ sở các phần tử logic và chức năng được tiêu chuẩn hóa và thống nhất hóa theo mức nguồn cấp, theo tín hiệu đầu vào, theo phụ tải và theo kích thước. Điều đó làm đơn giản rất nhiều quá trình thiết kế và công nghệ chế tạo các hệ thống tự động khác nhau cũng như làm giảm nhẹ việc hiệu chuẩn và phục vụ thiết bị.

Để phân tích và tổng hợp các phần tử logic người ta sử dụng phương pháp logic toán học: đại số logic. Đó là phương pháp cho phép diễn tả công việc của phần tử logic ở dạng phương trình, trong đó sự có mặt của tín hiệu đầu vào hay tín hiệu đầu ra được ký hiệu bằng một đơn vị 1, còn sự vắng mặt bằng số không 0. Những số này trong role tương ứng với hai vị trí ngược nhau của tiếp điểm: "Ngắt" và "Đóng"; còn trong phần tử không tiếp điểm - hai mức điện áp ở đầu vào hoặc ở đầu ra.

Chức năng	Cách biểu diễn	Sơ đồ role tương đương
VÀ		
HOẶC		
PHỦ ĐỊNH		
DUY TRÌ THỜI GIAN		

Hình 2-29 : Các phần tử logic cơ bản

Phần tử logic VÀ, được gọi là phép nhân logic và phương trình toán học là $y = F_1 \times F_2$.

Điều đó có nghĩa là tín hiệu Y ở đầu ra của phần tử logic sẽ xuất hiện khi cùng đồng thời có cả 2 tín hiệu F_1 và F_2 trên đầu vào của phần tử.

Phần tử logic, biểu diễn chức năng HOẶC, được gọi là phép cộng logic và phương trình toán học của nó là $Y = F_1 + F_2$. Điều đó có nghĩa là tín hiệu Y trên đầu ra của phần tử xuất hiện khi ở đầu vào chỉ cần có tín hiệu F_1 , hoặc tín hiệu F_2 .

Phần tử logic, biểu diễn chức năng PHỦ ĐỊNH được gọi là phủ định logic và phương trình toán học có dạng $Y = \overline{F}$. Điều đó có nghĩa là tín hiệu Y trên đầu ra phần tử xuất hiện chỉ khi không có tín hiệu F ở đầu vào và ngược lại.

Các phần tử logic đã được xem xét trên hình 2-29 có thể thành lập tương đương với sự giúp đỡ của role tiếp điểm điện từ. Các phần tử logic bán dẫn đã được chế tạo bởi loại ET, phần tử logic kiểu từ loại ETM và kiểu khí nén loại UXEPPA.

Chức năng logic khí nén có thể thực hiện nhờ có phần tử kỹ thuật tia.

Phần tử logic đơn giản nhất là gồm các điốt bán dẫn. Các phần tử đó là bị động bởi vì chúng không tạo nên sự khuếch đại của tín hiệu. Trong các sơ đồ phức tạp thì tín hiệu đầu vào có thể được khuếch tán ra và để khuếch đại tín hiệu đầu vào thì phần tử được thành lập từ các transistor và được gọi là phần tử chủ động. Bình thường trong sơ đồ có sử dụng cả phần tử chủ động và bị động.

Các phần tử logic được sử dụng trong các sơ đồ tự động ở dạng các khối cơ bản có trong cơ cấu máy tính loại tương tự.

Trên hình 2-30a, b, c là một ví dụ thành lập sơ đồ tự động trên các phần tử logic. Nhiệm vụ của sơ đồ là giữ vững mực nước trong bể chứa ở khoảng giữa mực nước trên H_1 và mực nước dưới H_2 bằng máy đo mức kiểu cực điện. Nước được đưa vào bể theo đường ống, trên đường ống có van điện VD và liên tục chảy từ bể ra ngoài.

Việc điều khiển tự động van điện VD cần thực hiện:

- Mở van, khi mức nước trong bể hạ đến H_2 .
- Đóng van, khi mức nước trong bể đạt tới H_1 .
- Giữ cho van ở trạng thái mở khi mức nước trong bể nằm giữa H_2 và H_1 .

Để làm được điều trên sơ đồ logic cần thực hiện các chế độ sau:

$H_2 = 0; H_1 = 0$ - van điện VD mở.

$H_2 = 1; H_1 = 0$ - van ở trạng thái mở và không thay đổi.

$H_2 = 1; H_1 = 1$ - van điện VD đóng.

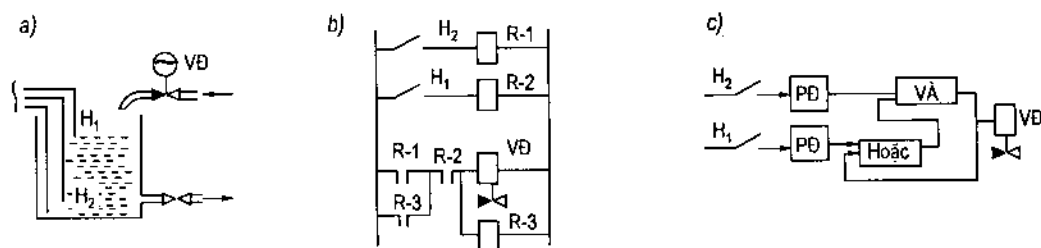
$H_2 = 0; H_1 = 1$ - vị trí đóng van điện VD không thay đổi.

Để thực hiện những chế độ đó phương trình viết cho sơ đồ logic có dạng :

$$VD = (H_2 + VD)H_1.$$

Cách biểu diễn bằng sơ đồ role tiếp điểm trên hình 2-30b, còn sơ đồ các phần tử logic trên hình 2-30c. Trên sơ đồ 2-30c, ta thấy đầu ra của phần tử HOẶC được nối với đầu vào của phần tử VÀ.

Sự tác động tương hỗ của 4 phần tử logic thực hiện được 4 chế độ điều khiển đã nêu ở trên.



Hình 2-30: Sơ đồ điều chỉnh mực nước trong bể chứa
a) Sơ đồ công nghệ; b) Sơ đồ role tiếp điểm;
c) Sơ đồ có các phần tử logic: PD - phủ định; VD - van điện

Để đơn giản hóa việc thực hiện sơ đồ logic và chức năng điều khiển tự động, người ta đã sản xuất hàng loạt các khối có các loại seri khác nhau.

Trong thành phần của các khối "quang phổ 1" và "quang phổ 2" có các phần tử trige, máy giải mã, bộ đảo mạch, bộ tạo tín hiệu, khuếch đại, bộ phận phát và biến đổi xung. Các bộ phận đó thực hiện các chức năng VÀ - HOẶC - PHỦ ĐỊNH, thực hiện việc nhớ thông tin, biến đổi các mã xung nối tiếp thành mã nhị phân và các biến đổi khác, biến đổi tín hiệu tần số từ hình sin thành dạng xung, khuếch đại điện áp và công suất tín hiệu, tạo các xung có các thông số cho sẵn.

Các khối có kích thước nhỏ và dễ tự hợp thành hệ thống nhờ có những đầu cắm.

2.5. BỘ BIẾN ĐỔI VÀ BỘ KHUẾCH ĐẠI

Trong các sơ đồ đo lường hay hiệu chỉnh tự động tín hiệu nhận được từ đầu ra của cảm biến thường có công suất nhỏ không đủ để tác động trực tiếp cho phần động máy đo thứ cấp hay cơ quan điều chỉnh tự động. Do đó dẫn đến sự cần thiết phải sử dụng một thiết bị gọi là bộ khuếch đại (BKĐ).

Bộ khuếch đại không những có nhiệm vụ khuếch đại công suất tín hiệu nhận được mà còn có thể biến đổi đại lượng đầu ra của cảm biến thành đại lượng ở dạng năng lượng khác thuận tiện cho mục đích điều chỉnh tự động.

Bộ khuếch đại có thể hoạt động biệt lập, song cũng có thể nằm trong một tổ hợp cơ khí nào đó. Thường thì bộ khuếch đại làm việc trong 1 tổ hợp cơ khí với các bộ phận thiết bị khác.

Bộ khuếch đại có đặc tính cơ bản là hệ số khuếch đại. Hệ số khuếch đại K_y là tỷ số giữa độ biến đổi thông số đầu ra X_{ra} và độ biến đổi của thông số đầu vào $X_{vào}$, $K_y = X_{ra}/X_{vào}$.

Việc phân loại bộ khuếch đại có thể theo công suất ở đầu ra, dạng năng lượng phụ trợ vào BKĐ, hệ số khuếch đại, nguyên lý hoạt động, tính đặc trưng của quan hệ giữa đại lượng đầu ra và đại lượng đầu vào.

Hệ số khuếch đại theo công suất của BKĐ dao động trong khoảng 0 đến 10^7 . Hệ số khuếch đại K_y phụ thuộc vào nguyên lý hoạt động và cấu tạo của BKĐ. Các BKĐ có hệ số K_y lớn là khuếch đại kiểu role, kiểu van trượt, kiểu tia và kiểu tiết lưu.

Theo dạng năng lượng phụ trợ thì BKĐ được chia thành: BKĐ thuỷ lực, BKĐ khí nén, BKĐ điện và BKĐ tổng hợp (điện - thuỷ lực, thuỷ lực - điện, khí nén - điện, điện - khí nén, điện - điện).

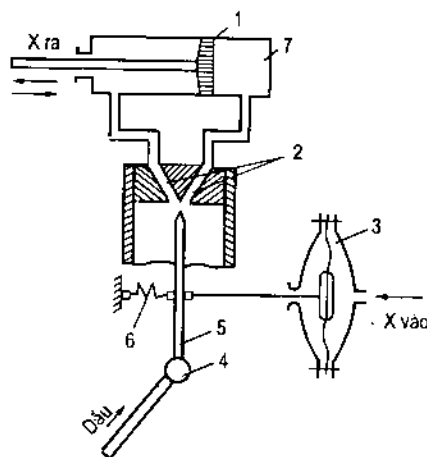
2.5.1. Bộ khuếch đại thuỷ lực (chất phụ trợ là dầu)

Trong thực tế hay gặp BKĐ thuỷ lực kiểu tia (kiểu phun), kiểu van trượt hay kiểu tiết lưu.

Ta hãy xem xét bộ khuếch đại thuỷ lực kiểu phun tia làm ví dụ (hình 2-31).

Bộ khuếch đại thuỷ lực kiểu phun tia cấu tạo từ ống phun tia 5, tấm đệm có miệng nhận tia phun 2 và xi lanh lực 7.

Ống phun tia 5 được nối với ống dẫn dầu (đường kính $1,5 \div 2\text{mm}$) từ máy bơm (có áp $6 \div 8 \text{ kg/cm}^2$) tới bằng khớp nối rỗng 4 cố định và có thể quay với góc nhỏ (đầu cùng ống phun tia 5 quay với quỹ đạo lớn nhất có đường kính là $1,25\text{mm}$). Ống phun tia 5 quay được là nhờ có áp lực dầu từ máy bơm và được điều chỉnh bởi cảm biến kiểu màng 3 có lò xo phản hồi giữ cố định 6.



Hình 2-31: Sơ đồ tác động của BKĐ kiểu tia
1- Pittông; 2- Phểu nhận; 3- Thành phần nhạy cảm (cảm biến); 4- Khớp nối; 5- Ống tia; 6- Lò xo.

Miệng nhận tia phun 2 có hai đường ống nghiêng dẫn dầu vào xi lanh lực 7, trục của chúng (tại vị trí miệng nhận dầu) cách nhau $2,5\text{mm}$. Như vậy khi ống 5 quay, dầu có áp một phần được đưa vào ống nghiêng bên trái với áp suất P_1 vào phía trái xi lanh; phần còn lại được đưa vào ống nghiêng bên phải với áp suất P_2 vào bên phải xi lanh. Cho rằng $P_1 > P_2$, thì pittông 1 của xi lanh lực 7 bị hiệu áp suất $P_1 - P_2 > 0$ tác động và nó chuyển dịch sang phải, tới khi nào hiệu $P_1 - P_2 = 0$, thì dừng lại. Lúc đó dầu được đưa từ phía phải xi lanh qua ống dẫn nghiêng trở lại vỏ chứa bộ khuếch đại. Trường hợp $P_1 < P_2$, pittông được xô dịch sang phía trái xi lanh. Khi $P_1 = P_2$ hay ống phun tia 5 ở vị trí giữa thăng bằng thì pittông không chuyển động.

Hướng chuyển động của pittông sẽ phụ thuộc vào hướng lệch của đầu ống phun tia 5.

Ở đây trục của pittông được gắn liền với cơ quan điều chỉnh và dẫn động cho cơ quan điều chỉnh.

Như vậy nguyên lý làm việc của BKĐ phun tia là ở chỗ: động năng của tia dẫn có áp hướng theo đường ống vào xi lanh biến thành thế năng của áp suất. Độ lớn và hướng mà áp suất tác động lên pittông bộ chấp hành phụ thuộc vào vị trí của ống phun tia 5, vào sự đồng trục của ống 5 với các ống nghiêng nhận dầu vào xi lanh, tức phụ thuộc vào $X_{\text{vào}}$. Chỉ cần thay đổi 1 ít $X_{\text{vào}}$ thì thay đổi X_{ra} lớn.

2.5.2. Bộ khuếch đại khí nén

Bộ khuếch đại là một cơ cấu cơ khí trong đó bằng cách thay đổi dòng năng lượng nhỏ ở phần tử điều khiển có thể tạo nên dòng năng lượng lớn tác dụng vào cơ quan điều chỉnh.

Một ví dụ đơn giản cho BKĐ kiểu khí nén đó là thiết bị "vòi-tấm chắn", sơ đồ trình bày trên hình 2-32.

Khí nén được đưa vào buồng tiết lưu 2 với áp suất P_1 qua tiết diện không đổi 1. Bộ phận tiết lưu thay đổi tiết diện đường ống dẫn khí và như vậy làm thay đổi lưu lượng và áp suất khí vào buồng 2. Áp suất khí nén trong buồng 2 là P được gọi là tín hiệu qua ống 5 để vào buồng cơ cấu chấp hành 6. Trong buồng 2 còn có một lỗ hổng nữa là vòi 4. Qua vòi 4 khí nén được tiếp xúc với atmôphe bên ngoài. Vòi 4 được chặn bởi tấm chắn 3. Tấm chắn có thể được dịch chuyển theo chiều ngang với độ dịch chuyển h . Tiết diện của vòi khoảng 3÷4 lần lớn hơn tiết diện tiết lưu. Ví dụ nếu đường kính vòi là 0,5 mm, thì đường kính của lỗ tiết lưu là 0,2 mm.

Lưu lượng qua vòi sẽ dựa vào vị trí của tấm chắn 3. Tấm chắn càng đặt gần vòi, tiết diện cho không khí đi qua càng nhỏ và lưu lượng qua vòi - tấm chắn càng ít. Như vậy tổ hợp vòi và tấm chắn có thể được coi như là van tiết lưu của tiết diện thay đổi.

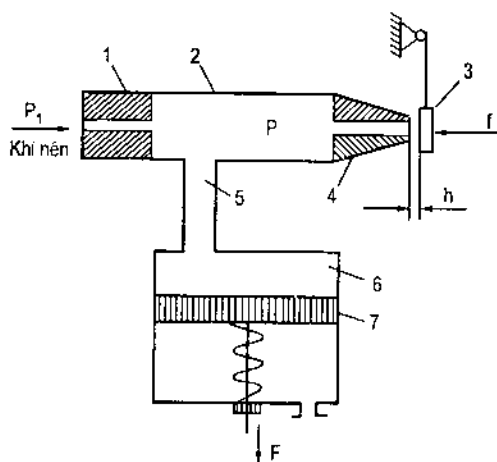
Đại lượng áp suất đầu ra trong luồng tiết lưu P phụ thuộc vào lưu lượng khí đi qua van tiết lưu thay đổi. Còn lưu lượng qua vòi - tấm chắn phụ thuộc vào vị trí của tấm chắn. Như vậy trong khi xê dịch tấm chắn, có thể thay đổi được áp suất khí nén đi vào cơ cấu chấp hành. Nếu tấm chắn hoàn toàn đóng vòi 4, thì áp suất lệnh $P = P_1$ ở đầu vào thiết bị, tấm chắn càng xê dịch ra xa vòi, áp suất P càng giảm và cuối cùng nó sẽ trở nên bằng với áp suất của atmôphe bên ngoài.

Do lực f cần để dịch chuyển tấm chắn quá nhỏ so với lực F trên trục pittông 7, nên thiết bị vòi - tấm chắn chính là BDK.

Tấm chắn có thể thay bằng phần tử có dạng kim, dạng quả bóng tròn hay tấm chắn kích thước khác nhau.

2.5.3. Bộ khuếch đại điện

Thường trong sơ đồ tự động hoá hay gặp BKĐ điện là BKĐ điện tử, BKĐ từ và BKĐ máy điện.



Hình 2-32: Sơ đồ tác động của BKĐ kiểu khí nén "vòi - tấm chắn"

- 1- Tiết diện không đổi; 2- Buồng tiết lưu; 3- Tấm chắn;
4- Vòi phun; 5- Ống dẫn khí; 6- Xi lanh; 7- Pittông.

1- *Khuếch đại điện tử* : khuếch đại điện tử hay được sử dụng hơn cả và được xây dựng trên cơ sở các đèn điện tử và các phần tử bán dẫn.

Sơ đồ khuếch đại điện tử dòng xoay chiều, gồm một số tầng khuếch đại, ở một số tầng khuếch đại sơ bộ tín hiệu vào được khuếch đại theo điện áp, còn ở tầng cuối được khuếch đại theo công suất.

Để hiểu kỹ về các bộ khuếch đại điện tử xin hãy xem trong các giáo trình về "Điện tử công nghiệp".

2- *Khuếch đại từ* : khuếch đại từ có đặc điểm là đơn giản về cấu tạo, có hệ số khuếch đại lớn, không có phần động và không nhạy cảm với các tải lớn.

Khuếch đại từ gồm cuộn dây làm việc W_1 được chia làm hai nửa bằng nhau $W_1/2$ và đầu nối tiếp với nhau và với điện áp xoay chiều $U_{\sim}$, tải R_T , cuộn điều khiển W_2 có dòng không đổi chạy qua $I_{\sim}$.

Dòng điện xoay chiều $I_{\sim}$ sẽ gây nên các điện áp trên hai cuộn dây $W_1/2$ và trên điện trở tải R_T . Bằng cách thay đổi dòng điện trong cuộn điều khiển $I_{\sim}$ có thể thay đổi được sự phân bố điện áp xoay chiều trên các cuộn dây $W_1/2$ và điện trở tải R_T .

Khi dòng không đổi trong cuộn dây điều khiển $I = 0$, thì điện áp xoay chiều $U_{\sim}$ gần như bằng với sức điện động E sinh ra trong các cuộn dây của khuếch đại từ ($W_1/2$), còn trên R_T điện áp rất nhỏ, coi là bằng không.

Khi dòng trong cuộn điều khiển $I \neq 0$, thì ngược lại điện áp trên hai cuộn dây $W_1/2$ của khuếch đại từ nhỏ, còn điện áp trên điện trở tải R_T lại lớn. Trong quá trình từ hoá cảm kháng X của khuếch đại từ bị thay đổi, và kết quả là phân bố lại tải.

Nói chung mỗi thay đổi của dòng điện trong cuộn dây điều khiển tương ứng với 10÷100 lần lớn hơn sự thay đổi dòng điện trong mạch chính của khuếch đại từ ($I_{\sim}$).

Dòng điện trong mạch KĐT được xác định theo công thức sau :

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R_T + r)^2 + (\omega.L)^2}}$$

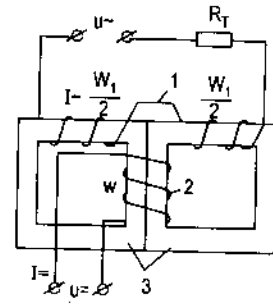
Trong đó: r - điện trở các cuộn dây làm việc của khuếch đại từ;

R_T - điện trở tải;

L - điện cảm các cuộn dây làm việc của khuếch đại từ;

ω - tần số góc nguồn điện áp xoay chiều.

Ngoài khuếch đại từ đơn giản kể trên, trong TĐH còn sử dụng các khuếch đại từ kép có các mối liên hệ ngược.



Hình 2-33 : Khuếch đại từ.

1- Cuộn dây làm việc; 2- Cuộn dây điều khiển; 3- Bộ phận dẫn từ;
 R_T - điện trở tải.

3- Khuếch đại kiểu máy điện

Khuếch đại kiểu máy điện là 1 tổ hợp máy móc, bao gồm một máy phát điện 1 chiều có một vài cuộn dây kích thích và một động cơ truyền dẫn (thường là sử dụng động cơ không đồng bộ Rôto ngắn mạch).

Sự khuếch đại được thực hiện như sau: dòng điện đưa vào BKĐ, tức là vào cuộn dây kích thích độc lập tạo ra dòng từ thông cắt ngang cuộn dây phản ứng và gây nên sức điện động trong đó. Như vậy sự biến đổi từ cơ năng của động cơ sang điện năng ở đầu ra BKĐ. Điện năng được lấy ra ở các đầu máy phát điện sẽ có công suất lớn hơn nhiều so với công suất ở đầu vào (công suất kích thích).

Trong các BKĐ kiểu máy điện, hệ số khuếch đại dao động trong giới hạn 10^3 - 10^6 .

Máy khuếch đại điện có ưu điểm là có công suất kích thích khá nhỏ. Nếu các máy phát thông dụng tiêu hao công suất kích thích từ 2÷5% công suất định mức, thì máy điện khuếch đại chỉ dùng công suất kích thích trong khoảng 100÷1000 lần nhỏ hơn. Máy điện khuếch đại MĐKĐ-25, có công suất đầu ra là 2,5kW, còn đầu vào với hai cuộn dây tổng cộng lại mất 0,5 kW. Các máy điện khác công suất dưới 20 kW, cũng có thể lớn tới 100kW.

Các máy điện khuếch đại thường dùng trong các sơ đồ điều khiển tự động cho bộ dẫn động điện.

2.6. CƠ CẤU CHẤP HÀNH VÀ CƠ QUAN ĐIỀU CHỈNH

2.6.1. Định nghĩa và phân loại cơ cấu chấp hành và cơ quan điều chỉnh

Phần tử chấp hành của các thiết bị tự động thường gọi là bộ cơ khí nhiều chiều hay bộ dẫn động nhiều chiều, có chức năng tác động lực lên khâu cuối cùng của thiết bị tự động - cơ quan điều chỉnh hay cơ quan điều khiển.

Nhiệm vụ của cơ cấu chấp hành là thực hiện :

- Các tác động đơn giản như mở - đóng, và vì vậy chúng được gọi là cơ cấu chấp hành hai vị trí.

- Các động tác phức tạp của quá trình điều chỉnh theo bậc thang hay điều chỉnh từ từ dịu êm và do đó chúng được gọi là cơ cấu chấp hành nhiều vị trí hay tỷ lệ.

Trong thực tế cơ cấu chấp hành có thể là các động cơ điện, các nam châm điện, các cơ cấu thủy lực hay khí nén.

Có thể phân loại cơ cấu chấp hành theo cấu tạo ta có : các cơ cấu chấp hành kiểu pittông (với chuyển động thẳng hoặc quay), kiểu nam châm điện (hay điện từ), kiểu màng, kiểu mô tơ điện và kiểu liên hợp.

Phân loại theo tốc độ ta có các cơ cấu chấp hành mô tơ nhiều chiều với tốc độ không đổi và tốc độ biến đổi tỷ lệ. Ở trường hợp sau cùng tốc độ đầu ra của mô tơ nhiều chiều gần như tỷ lệ với độ lớn của tín hiệu cảm biến. Nhóm cơ cấu chấp hành có tốc độ không

đối bao gồm hầu hết các cơ cấu chấp hành kiểu mô tơ điện dòng xoay chiều trừ những động cơ có sơ đồ đặc biệt. Nhóm cơ cấu chấp hành có tốc độ thay đổi tỷ lệ gồm các động cơ nhiều chiều kiểu thủy lực và khí nén.

Chỉ số chính của cơ cấu chấp hành là khả năng điều chỉnh và đó là hệ số khuếch đại theo công suất, là tốc độ đầu ra của cơ cấu chấp hành.

Trong sơ đồ khối thiết bị tự động, đứng sau cơ cấu chấp hành là cơ quan điều chỉnh hay cơ quan điều khiển. Cơ quan điều chỉnh có chức năng tác động trực tiếp lên môi trường được điều khiển nằm trong đối tượng điều khiển. Mục tiêu của tác động này là làm thay đổi cả về chất và về lượng môi trường điều chỉnh để giữ nguyên giá trị cho trước của thông số cần điều chỉnh.

Hầu hết các cơ quan điều chỉnh đều được đặc trưng bởi : độ lớn của lực tác động cần cho việc di chuyển cơ quan điều chỉnh, tốc độ dịch chuyển của nó và đặc thù của sự thay đổi lưu lượng môi trường cần điều chỉnh phụ thuộc vào sự dịch chuyển của cơ quan điều chỉnh.

Dạng cấu trúc của cơ quan điều chỉnh phụ thuộc vào bản chất của môi trường được điều chỉnh và vào trang thiết bị của đối tượng điều chỉnh.

Trong hệ thống cấp thoát nước, cơ quan điều chỉnh của hệ tự động thường là tấm chắn, khoá van hay biển trở.

2.6.2. Ví dụ về một số cơ cấu chấp hành

Như ở trên ta đã biết cơ cấu chấp hành chính là các động cơ điện dẫn động cho cơ quan điều chỉnh.

Các cơ cấu chấp hành điện có thể là động cơ một pha, 3 pha và động cơ có tụ điện hay nam châm điện.

Việc đóng làm việc và tắt động cơ được thực hiện bằng tay nhờ vào công tắc tơ hay khởi động từ.

Sau đây chúng ta hãy làm quen với một số các cơ cấu chấp hành: cơ cấu chấp hành 2 vị trí và cơ cấu chấp hành tỷ lệ.

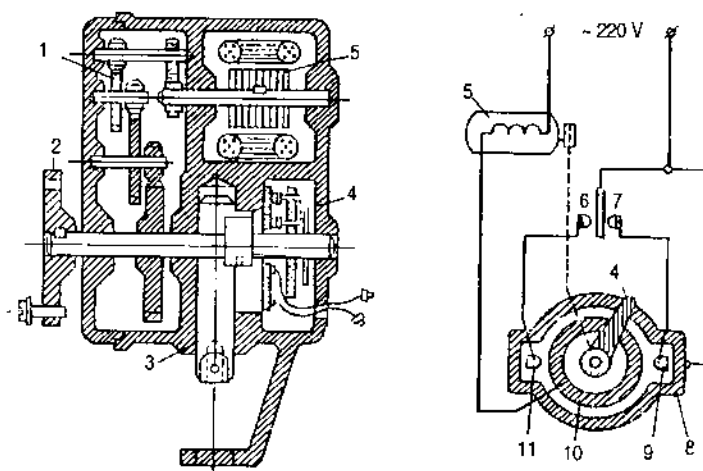
1- Cơ cấu chấp hành 2 vị trí

Trên hình 2-34 là sơ đồ cơ cấu chấp hành 2 vị trí.

Cơ cấu chấp hành 2 vị trí bao gồm :

- Động cơ điện không đồng bộ một pha 5;
- Bộ biến tốc răng khế 1;
- Trục ra của bộ biến tốc nối với cơ quan điều chỉnh bằng vòng đệm 2 (nối với khoá van);
- Cầu dao hai vị trí 4;
- Trục nối với cơ quan điều chỉnh khác 3.

Động cơ 5, bộ biến tốc 1, trục ra, cầu dao hai vị trí, trục nối với cơ quan điều chỉnh khác được nằm trong cùng một vỏ.



Hình 2-34 : Cơ cấu chấp hành 2 vị trí
a) Mặt cắt ; b) Sơ đồ điện.

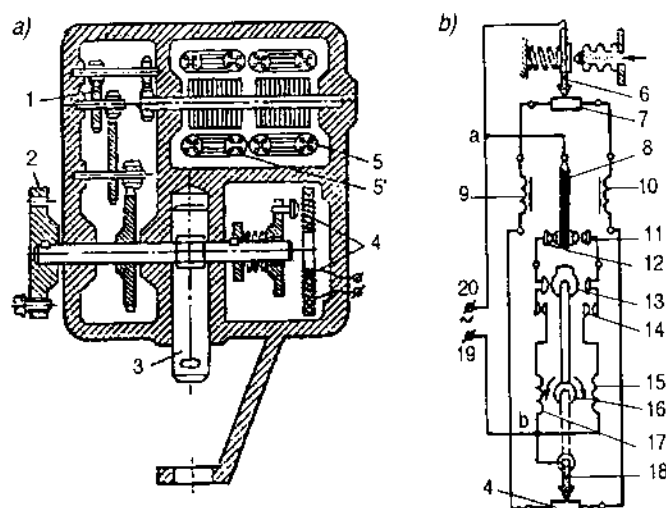
Sơ đồ điện của cơ cấu chấp hành hai vị trí trên hình 2-34 b.

Khi giá trị đại lượng cần điều chỉnh nằm trong khoảng cho trước, tiếp điểm 6 và 7 của thiết bị điều khiển (ở đây là rơle nhiệt loại EKT) mở ra. Trong khi đó chốt động của cầu dao 4 còn tiếp xúc với vòng tiếp điểm trong 10, nối đến cuộn dây xtato và vòng tiếp điểm ngoài 8. Động cơ điện 5 và chốt động 4 cùng quay (ví dụ theo chiều kim đồng hồ). Khi gần tới công tắc 9, chốt 4 trượt khỏi vòng ngoài 8 và ngắt mạch điện. Động cơ dừng lại thông số điều chỉnh đạt tới giới hạn trên (vị trí thứ nhất của cơ quan điều chỉnh). Nếu có sự thay đổi thông số cần điều chỉnh lại dẫn đến việc đóng tiếp điểm 7. Động cơ 5 vào làm việc, chốt 4 tiếp tục quay xuống tiếp xúc với vòng tiếp điểm ngoài 8. Cơ quan điều chỉnh được dịch chuyển trong lúc chốt 4 chưa quay đến tiếp điểm 11. Chốt 4 quay gần đến tiếp điểm 11 nó lại trượt khỏi vòng ngoài 8 làm ngắt điện và động cơ dừng lại, cơ quan điều chỉnh ở một vị trí mới, có nghĩa là thông số cần điều chỉnh đạt tới giới hạn dưới cho trước (vị trí thứ hai của cơ quan điều chỉnh). Và động cơ sẽ tiếp tục được đưa vào làm việc chỉ khi tiếp điểm 6 được đóng lại, tức là lại có sự thay đổi thông số cần điều chỉnh khỏi giới hạn dưới, lúc đó tiếp điểm 6 đóng lại và quy trình hoạt động của cơ cấu chấp hành lại được lặp lại như cũ.

2- Cơ cấu chấp hành tỷ lệ

Cơ cấu chấp hành có động cơ điều chỉnh tỷ lệ về cấu tạo cũng gần tương tự như động cơ loại hai vị trí (hình 2-35a,b).

Cơ cấu chấp hành có hai động cơ 5, 5' cùng có một trục : một động cơ quay trục theo chiều này, còn động cơ còn lại quay trục theo chiều ngược lại. Ngoài ra trong sơ đồ còn sử dụng biến trở 4 được đặt trên trục ra, có quan hệ với cầu dao vòng với mục đích tạo mạch liên hệ ngược và thực hiện việc điều chỉnh tỷ lệ (hình 2-35b).



Hình 2.35 : Cơ cấu chấp hành điều chỉnh tỷ lệ

Trong sơ đồ còn có rơle BR-2 (cuộn dây 9 và 10, lõi thép 8 có tiếp điểm 11 và 12) và thiết bị điều khiển việc chuyển dịch của chốt động 6 trên biến trở 7 một cách tỷ lệ với độ biến đổi của thông số cần điều chỉnh. Như vậy thiết bị điều khiển việc chuyển dịch của chốt động 6 như một cảm biến về sự thay đổi của thông số cần điều chỉnh (thường là cảm biến kiểu màng hộp).

Quá trình điều chỉnh tỷ lệ được thực hiện như sau : ở vị trí đầu tiên khoá van nằm ở vị trí trung gian (xem sơ đồ hình 2-35b). Chốt 18 nằm giữa biến trở 4, còn dụng cụ điều khiển cũng ở vị trí tương ứng với thông số đại lượng điều chỉnh và chốt 6 cũng nằm ở vị trí giữa biến trở 7. Dòng điện đi từ điểm 20 đến chốt 6 và bị chia đôi. Trong khi điện trở phía trái và phía phải của biến trở bằng nhau thì dòng điện trong cuộn dây 9 và 10 cũng như nhau. Lõi thép 8 của rơle nằm ở vị trí đơn giản. Tiếp điểm 11 và 12 mở, động cơ điện đứng yên.

Khi thông số cần điều chỉnh thay đổi, chốt 6 bị chuyển dịch theo biến trở 7 (ví dụ sang phải). Dòng điện trong cuộn dây số 10 tăng lên, còn trong cuộn 9 thì giảm đi. Lõi thép 8 của rơle bị hút nghiêng về bên phải và làm chập tiếp điểm 11 và dòng điện từ nguồn qua nút a, tiếp điểm 11 vào cuộn dây xtato của động cơ bên phải 5 (cuộn dây 15).

Động cơ quay sẽ làm thay đổi vị trí của cơ quan điều chỉnh và đồng thời chuyển dịch chốt 18 của biến trở liên hệ ngược 4 sang bên trái. Khi điện trở của phần phải biến trở 4 tăng lên đến chừng mực bù đắp được cho độ giảm điện trở ở về phải biến trở 7, thì dòng điện trong các cuộn 9 và 10 lại bằng nhau và lõi thép 8 của rơle mở tiếp điểm 11 để trở lại vị trí đơn giản. Động cơ mất điện và dừng lại, nhưng trục ra sẽ quay một góc xác định và cơ quan điều chỉnh cũng sẽ chiếm một vị trí mới tỷ lệ với độ thay đổi của thông số cần điều chỉnh.

Khi thông số cần điều chỉnh thay đổi nghiêng về phía khác, chốt 6 sẽ chuyển dịch sang trái, cuộn dây rơle 9 sẽ hút lõi thép 8 và tiếp điểm 12 được đóng lại. Dòng điện từ

nguồn qua điểm chung a, tiếp điểm 12 vào xtato của động cơ 5' (cuộn dây 17) và trục sẽ quay theo chiều ngược lại. Trong lúc đó biến trở liên hệ ngược 4 còn chưa kịp lập lại trạng thái thăng bằng của điện trở sơ đồ. Trục lại quay một góc từ vị trí trước tới vị trí mới phù hợp với sự đổi thay của thông số cần điều chỉnh. Cầu dao vòng 13 ngắt tiếp điểm phải hay trái 14 làm dừng động cơ điện. Góc quay của trục có giới hạn trong khoảng 0° đến 180° .

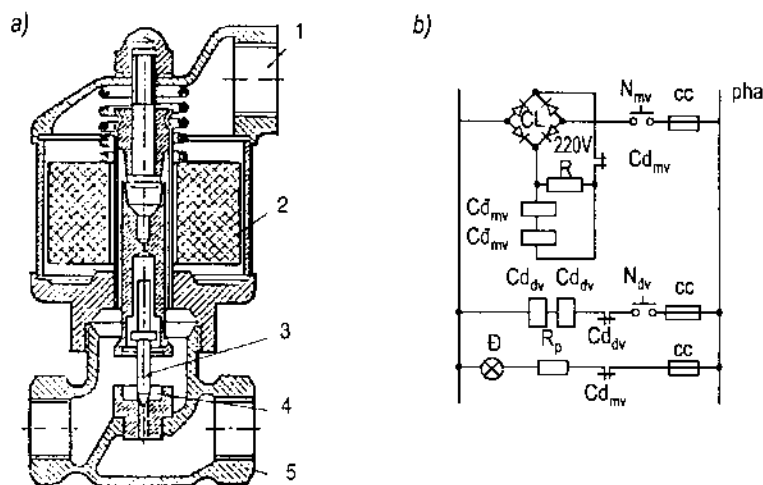
Để cung cấp động cơ điện đảo chiều cho mục đích tự động hoá, điều khiển từ xa và trong điều kiện cần thiết cho cả điều khiển bằng tay, người ta đã sản xuất ra các động cơ điện không đồng bộ ba pha có một hay hai bộ biến tốc. Trục của bộ biến tốc được nối đến cơ quan điều chỉnh bằng một tay đòn. Để điều khiển các động cơ loại này người ta xây dựng các cột điều khiển có khoảng cách. Trên cột điều khiển có lắp đặt các cầu dao trung gian, cầu dao có nắp tặn cùng và các biến trở để chỉ mức độ mở của cơ quan điều chỉnh.

3- Cơ cấu chấp hành kiểu điện từ (kiểu nam châm điện - van điện từ)

Trên hình 2-36 là cấu tạo của một loại van điện đơn giản. Khi có dòng điện chạy vào cuộn dây của van điện, phần động (lõi thép) của nam châm điện nối liền với trục van bị hút và mở van cho nước hay khí đi qua. Khi mất dòng điện, phần động của nam châm bị thả ra và van bị đóng lại. Công suất tiêu thụ của cuộn dây nam châm từ $15 \div 25W$.

Trong thực tế còn có những van điện có cấu tạo phức tạp hơn van điện hình 2-36a.

Trên hình 2-36b là một trong những sơ đồ điều khiển của một van điện có chốt. Van này có mạch điều khiển cấu tạo từ 2 nam châm điện, mỗi nam châm điện có hai cuộn



Hình 2-36: Van điện từ đơn giản

- a) Mặt cắt của van: 1- Ống vào; 2- Cuộn dây; 3- Trục; 4- Đế van; 5- Vỏ ngoài.
 b) Sơ đồ điều khiển van điện: Cd_{dv} - nam châm điện đóng van; N_{dv} - nút bấm đóng van;
 N_{mv} - nút bấm mở van; Cd_{mv} - cuộn dây mở van; R - điện trở phóng điện;
 R_p - điện trở phụ; CL - chỉnh lưu xêlen; Φ - đèn; CC - cầu chì.

đây mắc nối tiếp nhau (cuộn mở van Cd_{mv} và cuộn đóng van Cd_{dv}); 3 cặp tiếp điểm (3 thường mở, 3 thường đóng); trong đó một cặp mắc trong mạch cuộn dây mở van, một cặp trong mạch cuộn dây đóng van. Ngoài ra còn có chỉnh lưu, đèn tín hiệu van mở, các cầu chì, các điện trở.

Sơ đồ của van điện làm việc như sau: ấn nút N_{mv} , điện qua chỉnh lưu điện tử cấp điện cho hai cuộn dây mở van Cd_{mv} , van mở ra cho dòng nước hay khí đi qua, đèn tín hiệu bật sáng. Khi van mở hoàn toàn tiếp điểm thường đóng Cd_{dv} trong mạch mở van tách ra làm mất điện cuộn dây mở van. Ấn nút N_{dv} , điện vào hai cuộn dây đóng van Cd_{dv} , van đóng lại. Khi van đóng hoàn toàn tiếp điểm Cd_{dv} thường đóng đóng mở ra và mất điện ở nam châm đóng van Cd_{dv} .

4- Cơ cấu chấp hành kiểu thuỷ lực

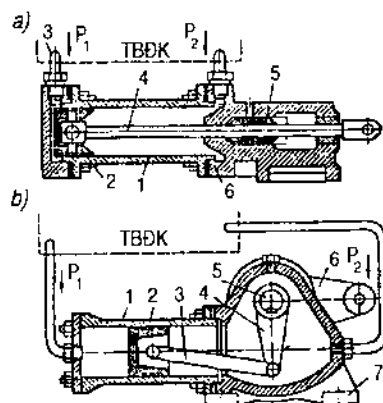
Ở đầu vào cơ cấu chấp hành kiểu thuỷ lực nhận hiệu áp suất của chất lỏng công tác và biến đổi nó thành chuyển dời cơ khí theo đường thẳng hay theo góc của cơ quan điều chỉnh. Để tăng lực di chuyển cơ quan điều chỉnh có thể sử dụng thêm bộ khuếch đại kiểu bánh răng.

Trên hình 2-37 là cơ cấu chấp hành kiểu thuỷ lực.

Hình 2-37: Cơ cấu chấp hành kiểu thuỷ lực

a) Cấu tạo của cơ cấu chấp hành có chuyển dịch thẳng: 1- Xi lanh; 2- Pít tông; 3- Ống dẫn dầu; 4- Trục; 5- Vòng chặn dầu; 6- Vỏ; TBDK - thiết bị điều khiển;

b) Cấu tạo của CCCH kiểu pít tông tay quay: 1- Xi lanh; 2- Pít tông; 3- Thanh truyền; 4- Tay quay; 5- Trục; 6- Tay đòn; 7- Chán đế.



5- Cơ cấu chấp hành kiểu khí nén

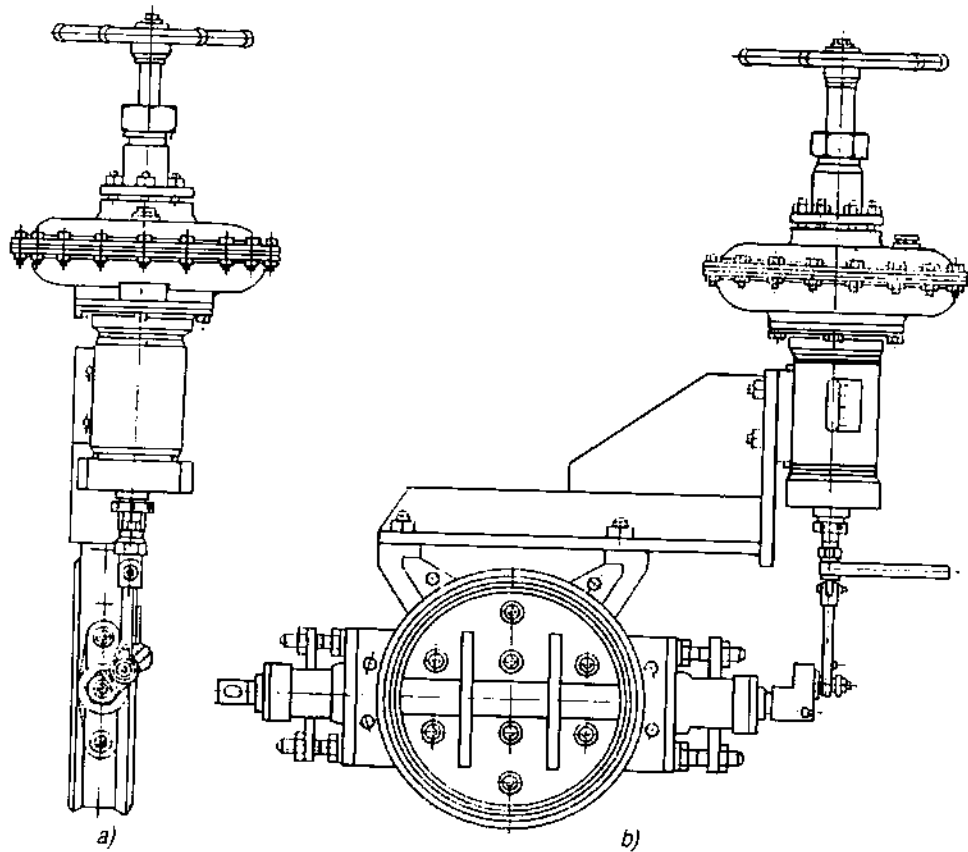
Thường gặp 3 loại cơ cấu chấp hành khí nén :

- Cơ cấu chấp hành khí nén kiểu màng;
- Cơ cấu chấp hành khí nén kiểu xi phông;
- Cơ cấu chấp hành khí nén kiểu pittông.

Thiết bị màng thường được nối liền kết với cơ quan điều chỉnh là van. Có 3 loại thiết bị màng :

- MIM : dùng cho điều chỉnh hai vị trí và điều chỉnh tỷ lệ;
- PKUG : dùng cho điều chỉnh tỷ lệ;
- PRK : dùng cho trường hợp lưu lượng chất lỏng công tác nhỏ.

Ngoài ra còn có các loại van tiết lưu có bộ chuyển động khí nén kiểu màng với đường kính từ 80 ÷ 500mm. Trên hình 2-38 là một ví dụ :



Hình 2-38 : Van tiết lưu có cơ cấu chấp hành khí nén kiểu màng
a) Mặt nhìn bên sườn; b) Hình dạng chung

Thành phần chịu lực của cơ cấu chấp hành là một màng uốn. Khi có hiệu áp suất tác động màng bị uốn cong và thực hiện việc quay van nhờ có hệ thống khớp nối.

2.6.3. Một số cơ quan điều chỉnh chủ yếu

Trong các hệ thống tự động thì cơ quan điều chỉnh (hay điều khiển) thường là một khối thống nhất với cơ cấu chấp hành. Trong hệ thống cấp thoát nước cơ quan điều chỉnh thường là các loại vòi, khoá van và tấm chắn.

Những đặc tính cơ bản của các cơ quan điều chỉnh là cấu tạo, lưu lượng và thủy lực.

Đặc tính cấu tạo biểu diễn quan hệ giữa sự thay đổi tiết diện cho qua và mức độ mở của cơ quan điều chỉnh.

$$m = \varphi(n)$$

Ở đây: $m = f/F$ - mở tương đối (F và f - diện tích toàn phần và một phần của tiết diện mở cho chất lỏng đi qua).

$n = h/h_0 = \alpha/\alpha_m$ - mức độ mở của cơ quan điều chỉnh (h_0, h - đường đi của van ; α_m và α - góc quay toàn phần và một phần của van).

Đặc tính lưu lượng diễn tả quan hệ của sự thay đổi lưu lượng và mức độ mở hay góc quay của cơ quan điều chỉnh.

$$q = \varphi(n)$$

Ở đây $q = Q/Q_0$ - lưu lượng tương đối (Q_0 và Q - tương ứng với lưu lượng khi van mở toàn phần và một phần).

Khi độ chênh áp suất là không đổi thì lưu lượng tương đối là :

$$q = \sqrt{\frac{T_n + T_0}{T_n + T}}$$

Trong đó :

T_n - hệ số cản của đường ống mà trên đó có lắp van;

T_0 - hệ số cản khi van mở hoàn toàn;

T - hệ số cản khi van mở một phần;

T_0 và T được xác định bằng thực nghiệm và được đưa vào các cảm nang.

Đặc tính lưu lượng có thể dùng để chọn cơ quan điều chỉnh và nó là quan hệ không đường thẳng phụ thuộc vào hệ số cản. Để đặc tính lưu lượng gần đường thẳng phải tạo lỗ hổng cho chất công tác đi qua có dạng định hình trước và gọi là các thiết bị định hình.

Đặc tính thuỷ lực là quan hệ giữa sự thay đổi hệ số cản và mức độ mở của cơ quan điều chỉnh :

$$T = \varphi(n)$$

Các cơ quan điều chỉnh có 2 loại : thường mở (TM) và thường đóng (TĐ).

Các loại vòi có vòi kiểu nút, kiểu khớp nối, kiểu mặt bích, kiểu 1 vòng quay và nhiều vòng quay. Loại nhiều vòng quay được sử dụng trong tự động điều khiển như một khóa thuỷ lực.

Các loại van thường có loại khớp nối, mặt bích ... dùng để điều chỉnh lưu lượng trong các đường ống có đường kính không lớn (<200mm).

Các khoá van theo cấu tạo có thể chia làm 2 loại : loại song song và loại hình nêm. Cả hai loại trên đều chế tạo với trục rút ra được và không rút ra được. Việc đóng khoá van được thực hiện bằng cách quay trục đó. Những trục này được nối với bộ dẫn động điện hoặc bộ dẫn động thuỷ lực. Song nhược điểm là đặc tính đường cong của nó - do kết quả của sự giảm không đều diện tích tiết diện thực của dòng khi có cùng một độ chuyển dời thẳng của trục.

Tấm chắn có cấu tạo phức tạp và giá thành đắt nên nó ít được dùng để điều chỉnh lưu lượng trong các công trình cấp thoát nước. Ưu điểm của tấm chắn là có đặc tính đường thẳng hoặc gần đường thẳng.

Nắp chắn được dùng rộng rãi để điều chỉnh lưu lượng khí và không khí khi áp suất nhỏ. Trong thực tế có gặp các loại nắp chắn có đường kính lỗ hồng từ 100÷500mm với áp suất dưới 2,5kg/cm².

Lập là dùng để điều chỉnh lưu lượng chất lỏng trong các van mở.

Tấm chắn và lập là còn được gọi là cửa chắn hình đĩa và cửa chắn hình mặt phẳng.

2.7. SỬ DỤNG KỸ THUẬT TIN HỌC CÔNG NGHIỆP TRONG CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG (HTĐKTD)

Trong các HTĐKTD hiện đại có sử dụng các loại phương tiện kỹ thuật tính toán khác nhau.

Các máy tính ở thế hệ thứ nhất, thứ 2 và thứ 3 lần lượt được ứng dụng ngày một có hiệu quả như 1 phương tiện điều khiển các quá trình sản xuất ngay từ những năm đầu của nửa cuối thế kỷ 20.

Do sự phát triển không ngừng của khoa học công nghệ thực hiện phân điều khiển từ 1970 đã xuất hiện các máy tính thuộc thế hệ thứ 4, có cấu trúc theo sơ đồ mạch tích hợp. Đó chính là các máy vi tính và các thiết bị tự động lập trình (TBTĐLT) áp dụng trong công nghiệp.

Máy vi tính là một thiết bị điện tử, có kích thước nhỏ, khả năng tính toán cao, có bộ nhớ dung lượng lớn nên được dùng rộng rãi trên diện rộng của hoạt động xã hội con người.

Thiết bị tự động lập trình công nghiệp cũng là một thiết bị điện tử, có khả năng lập trình để điều khiển các quá trình công nghệ trong môi trường công nghiệp khắc nghiệt. TBTĐLT không những có khả năng tính toán và điều chỉnh cao, mà còn có thể nối kết với mạng thông tin liên lạc và các thiết bị ngoại vi để thu thập quản lý thông tin được tức thời và chính xác giúp cho việc điều khiển quá trình công nghệ hiệu quả và tiến đến tối ưu hoá chế độ làm việc của quá trình công nghệ.

Một TBTĐLT công nghiệp gồm các phần chính sau đây:

- Các cổng ghép nối cửa vào và cửa ra. Cửa vào để nối đến các bộ cảm biến. Cửa ra để nối đến các cơ cấu chấp hành.
- Bộ điều khiển (hay điều chỉnh) trung tâm bao gồm:
 - + Một bộ phận thực hiện các phép tính số học và logic. Ở đây các lệnh logic cơ sở được thực hiện.
 - + Một bộ nhớ có chứa danh sách các lệnh cần thực hiện (hay chương trình).
 - + Một nguồn cấp.
 - + Một liên kết các điện tử khác nhau (hệ thanh truyền tin, hình ảnh).

Vậy thiết bị tự động lập trình công nghiệp thực ra là thế chỗ thiết bị điều khiển (hay thiết bị điều chỉnh) trong sơ đồ khối của hệ tự động, nhưng nó có khả năng tính toán,

điều khiển, liên lạc, theo dõi, thu thập, quản lý thông tin cao, tức thời lại chính xác nên rất tiện ích để điều khiển tối ưu quá trình công nghệ.

TBTĐLT công nghiệp hoạt động như sau: bộ phận điều khiển trung tâm vừa cho lệnh đọc và thực hiện từng bước từ đầu đến cuối chương trình và sau đó chương trình lại được lặp lại từ đầu ở chu kỳ tiếp theo và cứ thế tiếp diễn. Độ dài chu kỳ hoạt động của TBTĐLT công nghiệp tùy thuộc vào tốc độ của thiết bị và độ dài của chương trình thực hiện.

Các TBTĐLT ngày càng được hoàn thiện dần theo sự phát triển của khoa học công nghệ và theo yêu cầu thực tế sử dụng. Hiện nay đã có thiết bị tự động lập trình có khả năng thực hiện nhiều chức năng đồng thời, chúng ta gọi là khả năng "đa nhiệm". Tức là trong khi thực hiện chu kỳ của chương trình có thể có nhu cầu dừng chương trình để thực hiện đột xuất một yêu cầu của nhiệm vụ đặc biệt nào đó khẩn thiết hơn.

Các thiết bị tự động lập trình còn có khả năng nối với các thẻ điện tử chuyên dùng để phối hợp các thiết bị tự động làm việc trong nhiều quá trình khác nhau. Chúng ta có thể hiểu là thiết bị có khả năng thực hiện các nhiệm vụ khác nhau của các quá trình khác nhau một cách đồng thời. Các thẻ điện tử được nối kết với thiết bị tự động lập trình với mục đích đưa thêm các biến vào tương tự để điều chỉnh, đếm, liên lạc hay đàm thoại với người điều khiển quá trình.

Thiết bị tự động lập trình có nhiều loại khác nhau và do nhiều hãng khác nhau chế tạo. Việc lựa chọn thiết bị này sao cho phù hợp với nhu cầu công việc, môi trường sử dụng nó cũng là một vấn đề quan tâm của các nhà doanh nghiệp cần chúng. Những tiêu chuẩn để lựa chọn thiết bị tự động lập trình có thể là: loại ngôn ngữ lập trình và phần mở rộng của ngôn ngữ này. Số lượng cửa vào/ra của thiết bị; loại cửa vào/ra; dung lượng bộ nhớ; khả năng thông qua, dễ bảo quản, dễ thay đổi các tham số điều khiển. Ngoài ra cần chú ý các bộ phận của thiết bị nên dùng cùng một loại của một hãng chế tạo để tránh sự tương lập khi hoạt động và đỡ phải dự trữ các chi tiết để thay thế sau này.

Mặc dù lựa chọn theo những tiêu chuẩn đã nêu ở trên: song người sử dụng thường quan tâm không ít đến mức độ hiện đại của các thiết bị để dùng được lâu dài mà không bị lỗi thời.

Các máy vi tính là một công cụ thực hiện thiết bị lập trình tốt, đặc biệt là các máy có dung lượng bộ nhớ lớn.

Đến nay máy tính được coi là một phương tiện quan trọng để điều khiển đưa quá trình sản xuất đạt tới chế độ làm việc tối ưu.

Chế độ làm việc tối ưu của một quá trình sản xuất được hiểu là đưa ra được kết quả sản phẩm là nhiều nhất, với chất lượng được coi là cao nhất, và với chi phí năng lượng, vật liệu là nhỏ nhất và rẻ nhất có thể.

Khi một máy vi tính được sử dụng làm TBTĐLT, nó vừa có các cổng nối với các thiết bị đo lường (các cảm biến) để lấy thông tin thực tế một cách tức thời từ đối tượng điều khiển; lại có các cổng nối với cơ cấu chấp hành để điều khiển đối tượng; lại có các cửa

nối kết với các thiết bị trong mạng thông tin liên lạc, với các thiết bị ngoại vi khác (máy in, màn hình...) và giao diện với người điều khiển qua bàn phím lập trình và điều khiển các thông số.

Các phím lập trình cho phép người điều khiển can thiệp vào các lệnh của chương trình. Còn phím điều khiển thông số chỉ cho phép thay đổi các tham số điều khiển của quá trình mà không gây lỗi cho chương trình. Ví dụ: thay đổi thời gian duy trì giá trị điều khiển, thay đổi giá trị đại lượng cần điều khiển.

Việc sử dụng các thiết bị tự động lập trình trong công nghiệp mỗi ngày một nhiều và mang lại hiệu quả điều khiển cao các quá trình công nghệ. Song để có thể có được kết quả mong muốn đó cũng còn phải vượt lên nhiều khó khăn nảy sinh trong quá trình sử dụng chúng. Ví dụ: khi TBTĐLT mắc lỗi cần sửa, mà trong lúc đó quá trình công nghệ thì không thể ngừng hoạt động, về trình độ nhân viên theo dõi điều khiển quá trình công nghệ bằng máy tính, về tiêu chuẩn hoá các TBTĐLT, về mối liên hệ giữa máy lập trình này với các máy khác trong cùng một mạng của quá trình công nghệ.

Hiện nay nhiều hãng trên thế giới đã cho ra những thiết bị điều khiển khả trình có khả năng tự sửa lỗi (như hãng SIMENS với thiết bị điều khiển S7-400) đã giúp cho việc áp dụng kỹ thuật tin học vào điều khiển các quá trình công nghệ trong công nghiệp thuận tiện hơn. Trong tương lai chúng ta hy vọng và đợi chờ những thành công mới của khoa học công nghệ tự động hoá.

Chương 3

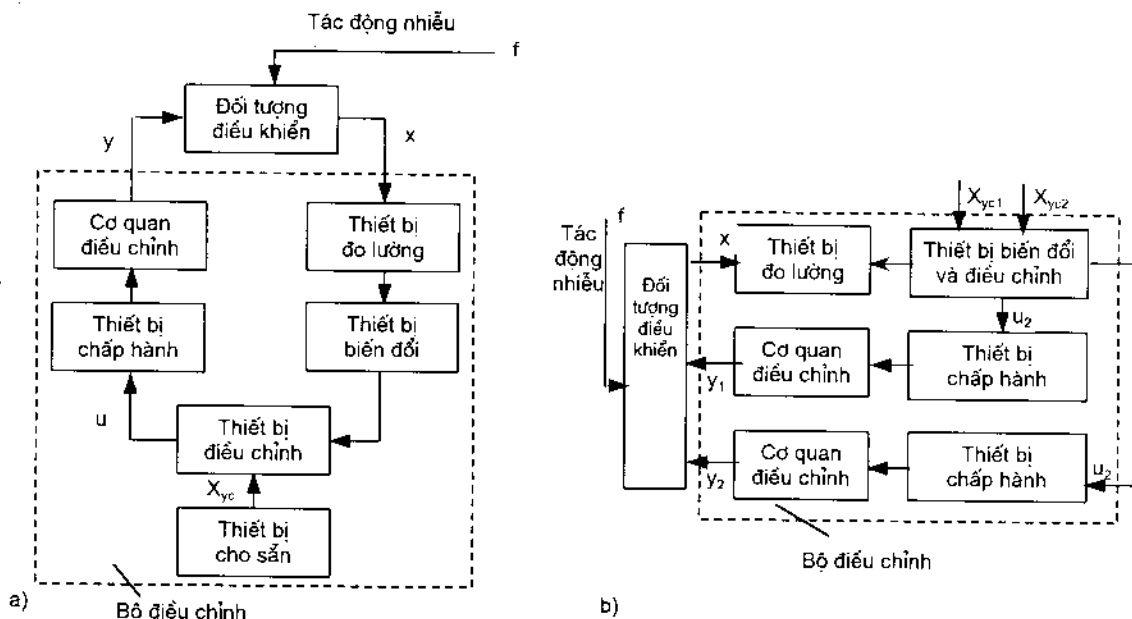
CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

3.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

Việc điều khiển tự động một đối tượng kỹ thuật nào đó bao hàm nhiều vòng điều chỉnh tự động một hay vài thông số đặc trưng của đối tượng kỹ thuật đó. Vì thế phần chính của lý thuyết điều khiển tự động là lý thuyết điều chỉnh tự động. Trong chương này chúng ta sẽ nghiên cứu phần chính yếu đó.

Điều chỉnh tự động thực chất là giữ không đổi đại lượng đặc trưng cho quá trình công nghệ, hay thay đổi đại lượng đó theo quy luật được lựa chọn trước. Để có được sự thay đổi này, ta có thể thực hiện thay đổi trạng thái của đối tượng điều khiển (ĐTĐK), hay thay đổi tác động nhiễu lên nó và thay đổi tác động lên cơ quan điều chỉnh (CQĐC) của đối tượng điều khiển.

Một hệ thống điều khiển tự động (ĐKTĐ) có thể có một vòng điều chỉnh hay nhiều vòng điều chỉnh một thông số đặc trưng như trên hình 3.1.



Hình 3-1: Sơ đồ hệ điều khiển tự động với một thông số

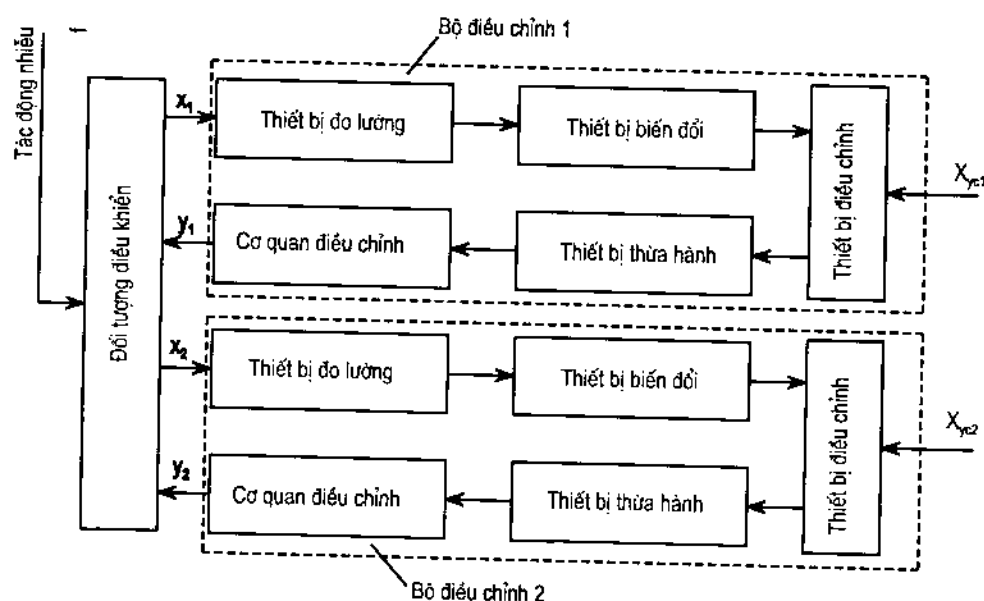
a) Hệ điều khiển tự động có một vòng điều chỉnh với một thông số;

b) Hệ điều khiển tự động có nhiều vòng điều chỉnh với một thông số.

X - tín hiệu về thông số điều chỉnh; Y - tín hiệu về tác động điều khiển; f - nhiễu bên ngoài;

X_{yc} , X_{yc1} , X_{yc2} - tín hiệu về thông số yêu cầu cho trước; u - tín hiệu điều khiển.

Một hệ ĐKTD cũng có thể phải điều chỉnh nhiều vòng với nhiều thông số đặc trưng riêng rẽ (hình 3.2) và mỗi thông số đó cần thiết bị đo lường (TBĐL) và thiết bị điều chỉnh (TBĐC) riêng.



Hình 3-2: Sơ đồ hệ ĐKTD có nhiều vòng điều chỉnh nhiều thông số

Cũng có những TBĐC có khả năng đa nhiệm có thể nhận thông tin về các thông số khác nhau từ các TBĐL khác nhau và có khả năng điều chỉnh nhiều thông số theo các chương trình có sẵn trong đó.

Theo các sơ đồ hình 3-1 và hình 3-2, các TBĐC nhận thông tin về giá trị thông số cần điều chỉnh X (qua TBĐL và khuếch đại), giá trị yêu cầu X_3 và xử lý chúng theo các thuật toán (quy luật) điều chỉnh định trước trong đó và thông qua các thiết bị chấp hành (TBCH - có thể là động cơ điện, bộ dẫn động thủy lực hoặc khí nén) tác động lên đối tượng điều khiển nhờ qua cơ quan điều chỉnh (CQĐC - khóa van, tấm chắn...).

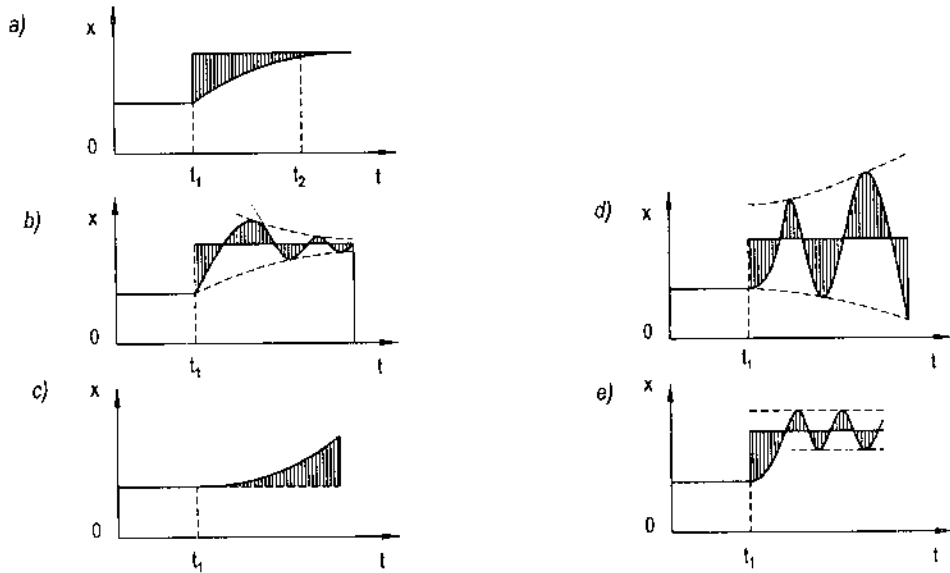
Trên đối tượng điều khiển thường có tác động của nhiều bên ngoài f . Các nhiễu này làm thay đổi trạng thái của ĐTDK và khi TBĐL thực hiện các phép đo liên tục hay ngắt quãng các thông số thì thông tin về nhiễu f đã có chứa trong các giá trị đại lượng $X_1, X_2 \dots$. Do đó TBĐC cũng đã có xử lý thông tin về nhiễu.

Thường ta gặp hệ ĐKTD vòng kín (có mạch đo lường - mạch liên hệ ngược); song cũng có hệ ĐKTD vòng hở. Các hệ điều khiển vòng kín có độ chính xác điều chỉnh cao hơn hệ có vòng hở, bởi vì trong hệ vòng kín tín hiệu đầu ra của đối tượng điều khiển được thiết bị điều chỉnh kiểm soát. Qua đây ta cũng thấy rõ mức độ quan trọng của mạch liên hệ ngược.

Mặc dù trong kết quả đo lường cũng đã có phản ánh phần nào ảnh hưởng của nhiễu; song nếu ta dùng nguyên tắc điều khiển kết hợp: vừa theo độ lệch vừa bù nhiễu thì hiệu quả điều chỉnh sẽ được nâng cao hơn.

Hệ thống điều chỉnh tự động là một hệ thống động. Quá trình điều chỉnh được chia thành quá trình xác lập và quá trình quá độ.

Trong quá trình xác lập tác động nhiễu và tác động điều khiển đều ở trạng thái ổn định không thay đổi. Sự thay đổi tác động nhiễu và tác động điều khiển là nguyên nhân xuất hiện quá trình quá độ. Trên hình 3-3 là đồ thị quá trình quá độ của các hệ thống ĐKTD.



Hình 3-3: Các quá trình quá độ trong các hệ thống ĐKTD

a) Quá trình hội tụ không tuần hoàn; b) Quá trình dao động tắt dần; c) Quá trình không hội tụ không tuần hoàn; d) Quá trình dao động không hội tụ; e) Quá trình dao động điều hòa.

Khi nghiên cứu hệ ĐKTD ta quan tâm đến hai quá trình trên.

3.2. PHÂN LOẠI HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG (ĐCTĐ)

Có nhiều dấu hiệu để phân loại hệ thống ĐCTĐ:

1. Theo tính chất của tác động cho trước (X_{yc}) hệ thống ĐCTĐ chia làm 3 loại: hệ thống ổn định, hệ thống theo chương trình và hệ thống theo dõi.

Trong hệ thống ổn định tác động cho trước là một hằng số. Trong hệ thống điều khiển theo chương trình tác động này biến đổi theo một quy luật cho sẵn còn trong hệ thống theo dõi tác động cho trước xuất hiện từ bên ngoài không theo một quy luật định trước. Do đó đối với hệ thống này chỉ có cách là theo dõi sự biến động của đại lượng đầu ra ở đối tượng là X và cùng đồng thời thay đổi tác động cho trước là X_{yc} làm sao để $X = X_{yc}$.

2. Theo đặc tính tác động của các phân tử trong hệ có thể chia thành hệ thống tác động liên tục và hệ thống tác động rời rạc.

Hệ thống tác động liên tục cấu tạo bởi các khâu tác động liên tục có nghĩa là đại lượng đầu ra thay đổi liên tục khi đại lượng đầu vào cũng được thay đổi liên tục như vậy.

Nói cách khác tất cả các thông tin về tín hiệu đầu vào và đầu ra đều là tín hiệu tương tự. Hệ thống này cũng gọi là hệ thống điều khiển tương tự.

Hệ thống rời rạc chứa ít nhất là một khâu có tác động rời rạc: đại lượng đầu ra thay đổi kiểu bậc thang khi đại lượng đầu vào thay đổi liên tục. Các hệ thống tiêu biểu cho loại này là hệ thống điều khiển có các rơle (gọi là hệ thống điều khiển rơle) hoặc có các phần tử biến đổi kiểu xung - số (hệ thống điều khiển xung và số). Các tín hiệu trong hệ thống này thuộc loại tín hiệu rời rạc.

3. Theo cách biểu diễn toán học hệ chia thành: hệ thống tuyến tính và hệ thống không tuyến tính.

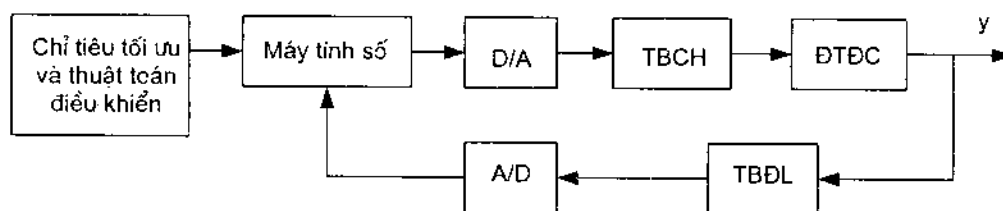
Hệ thống điều khiển tuyến tính là hệ thống được mô tả bởi các phương trình vi phân tuyến tính của bất kể bậc nào. Trong hệ thống này nguyên lý xếp chồng được áp dụng. Nguyên lý xếp chồng cho biết khi có một tổ hợp các tác động ở đầu vào của phần tử thì tín hiệu ở đầu ra của phần tử sẽ bằng tổ hợp tương ứng của các tín hiệu ra thành phần.

Nếu một hệ thống có chứa ít nhất mặc dù chỉ một phần tử được mô tả bằng phương trình vi phân không tuyến tính thì nó gọi là hệ thống không tuyến tính. Ở hệ thống này nguyên lý xếp chồng không được áp dụng. Đối với hệ không tuyến tính phương pháp tốt nhất là mô tả chúng về gần phương trình vi phân tuyến tính mặc dù có thể chỉ là ở một trong vài chế độ được quan tâm.

Trong những trường hợp việc tuyến tính hóa gặp nhiều khó khăn ta có thể sử dụng phương pháp riêng để giải phương trình không tuyến tính bậc thấp (thường là bậc hai).

4. Theo khả năng tự thích nghi.

Ta hiểu đây là khả năng thay đổi một cách tự động quy luật điều chỉnh khi có sự thay đổi điều kiện làm việc bên ngoài. Theo khả năng tự thích nghi, hệ được chia thành hệ thống tự thích nghi và hệ thống không tự thích nghi. Trong đó trường hợp riêng của hệ thống tự thích nghi chính là hệ thống điều khiển tối ưu. Hệ thống điều khiển tối ưu có một điểm đặc biệt là sử dụng TBĐK vừa có khả năng tính toán vừa có khả năng điều khiển (máy tính điện tử). Sơ đồ khối của hệ điều khiển tối ưu trên hình 3-4.



Hình 3-4: Sơ đồ khối của hệ điều khiển tối ưu

D/A - bộ chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự;

A/D - bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số;

TBCH - thiết bị chấp hành;

ĐTĐC - đối tượng điều chỉnh;

TBĐL - thiết bị đo lường.

Trong sơ đồ, ngoài thiết bị tính toán và điều khiển (máy tính số) còn có các bộ chuyển đổi tín hiệu từ tương tự sang số (A/D) và số tương tự (D/A) để phù hợp với các tín hiệu được truyền tới. Thí dụ máy tính điện tử chỉ nhận được tín hiệu số, vì vậy sau TBĐL (cảm biến nhận tín hiệu tương tự), phải có bộ chuyển đổi (A/D) hay thiết bị chấp hành thường nhận tín hiệu tương tự vì vậy ở đầu ra máy tính điện tử tín hiệu số phải được chuyển thành tín hiệu tương tự và bộ chuyển đổi (D/A) được sử dụng ở đây.

3.3. CÁC QUY LUẬT ĐIỀU KHIỂN

Quy luật điều khiển là phương thức điều chế tín hiệu điều khiển của thiết bị điều khiển (TBĐK) để đáp ứng được với yêu cầu điều khiển. Thí dụ trong nguyên tắc điều khiển theo độ lệch thì TBĐK điều chế ra tín hiệu u theo độ lệch e . Sự phụ thuộc của u vào e chính là quy luật điều khiển của thiết bị điều khiển.

Thường có các quy luật điều khiển sau đây:

3.3.1. Quy luật điều khiển tỷ lệ (gọi tắt là P)

Trong quy luật này tín hiệu điều khiển u thay đổi tỷ lệ với tín hiệu sai lệch e :

$$u = k.e$$

Trong đó k là hệ số khuếch đại của quy luật tỷ lệ.

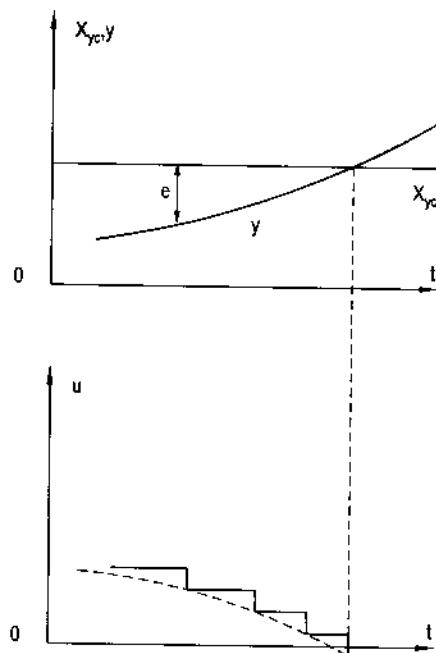
Hình 3-5 minh họa quy luật tỷ lệ bằng đồ thị.

Trong đó: X_{yc} - giá trị đại lượng yêu cầu điều khiển; y - đại lượng đầu ra của ĐTĐK; $e = x_{yc} - y$ - là sai lệch giữa tín hiệu yêu cầu và tín hiệu thực tế của đại lượng cần điều chỉnh

Điều khiển tương tự : -----

Điều khiển gián đoạn : ————

Tín hiệu điều khiển u trùng pha với tín hiệu e . Tốc độ tác động của khâu loại này là nhanh và tức thời; do đó khâu loại này còn gọi là khâu không quán tính.



Hình 3-5: Quy luật điều khiển tỷ lệ (P)

3.3.2. Quy luật điều khiển tích phân (gọi tắt là I)

Biểu thức toán học của quy luật điều khiển loại này là:

$$u = K_i \cdot \int_0^t e \cdot dt = \frac{1}{T_i} \int_0^t e \cdot dt$$

T_i là hằng số tích phân. Vậy tín hiệu u là tích phân của sai lệch e .

u sẽ đạt giá trị xác lập khi $e = 0$. Vậy quy luật này không có sai lệch dư- đây là ưu điểm của quy luật điều khiển tích phân. Song tín hiệu u lại chậm sau tín hiệu e một góc là $\pi/2$. Khi $e = 0$ tín hiệu điều khiển u không nhất thiết phải bằng không. Quy luật tích phân có tác động chậm nên nếu áp dụng hệ thống điều khiển tự động sẽ kém ổn định. Do đó trong công nghiệp quy luật này ít được sử dụng.

3.3.3. Quy luật tỷ lệ, vi phân (gọi tắt là PD)

Phương trình toán học của quy luật này có dạng:

$$u = K_1 \cdot e + K_2 \cdot \frac{de}{dt} = K_1 \cdot \left(e + \frac{K_2}{K_1} \cdot e' \right) = K \cdot (e + T_d \cdot e')$$

Trong đó: $K = K_1$ - hệ số khuếch đại;

$$T_d = \frac{K_2}{K_1} - \text{hằng số thời gian vi phân.}$$

Quy luật PD khắc phục sai lệch e cả về hướng lẫn tốc độ biến thiên.

Thành phần vi phân của tín hiệu u cho phép cải thiện độ ổn định và tăng độ tác động nhanh của hệ điều khiển tự động; bởi vì tín hiệu u có pha vượt trước tín hiệu e một góc là $\pi/2$. So với quy luật tỷ lệ thì quy luật tỷ lệ vi phân có độ tác động nhanh cao hơn. Sử dụng quy luật vi phân vẫn còn sai lệch dư của hệ thống và nó chỉ được áp dụng khi hệ thống đòi hỏi tốc độ tác động nhanh.

3.3.4. Quy luật tỷ lệ, tích phân (gọi tắt là PI)

Phương trình toán học của quy luật này là:

$$u = K_1 \cdot e + K_2 \cdot \int_0^t e \cdot dt$$

$$u = K \cdot \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e \cdot dt \right)$$

Trong đó: $K = K_1$ - hệ số khuếch đại.

$$T_i = \frac{K_1}{K_2} - \text{hằng số thời gian tích phân.}$$

Quy luật tỷ lệ, tích phân có độ tác động nhanh cao hơn quy luật tích phân; nhưng thấp hơn so với quy luật tỷ lệ. Quy luật tỷ lệ, tích phân được sử dụng rộng rãi trong các quá trình công nghệ và cho chất lượng điều chỉnh khá cao.

3.3.5. Quy luật tỷ lệ, vi tích phân (gọi tắt là PID)

Tác động điều khiển u có công thức sau:

$$u = K_1 \cdot e + K_2 \cdot \int_0^t e \cdot dt + K_3 \cdot \frac{de}{dt}$$

$$u = K \cdot \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e \cdot dt + T_d \cdot e' \right)$$

Trong đó: $K = K_1$ - hệ số khuếch đại;

$T_i = \frac{K_1}{K_2}$ - hằng số thời gian tích phân;

$T_d = \frac{K_3}{K_1}$ - hằng số thời gian vi phân.

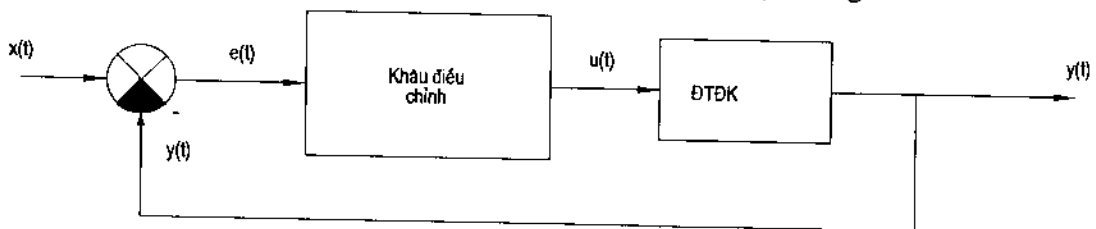
Dùng quy luật này hệ điều khiển có tốc độ tác động nhanh cao hơn quy luật tỷ lệ tùy thuộc vào các tham số K , T_i , T_d và tần số của tín hiệu vào. Đây là quy luật hoàn hảo nhất. Nó được sử dụng trong hầu hết các quá trình công nghệ và đáp ứng được yêu cầu chất lượng cao. Tuy vậy các thiết bị điều khiển thực hiện theo quy luật này có giá thành đắt và đòi hỏi người vận hành chúng có trình độ chuyên môn cao. Do đó trước khi áp dụng chúng cần phải giải bài toán kinh tế cho thỏa đáng.

3.4. KHÁI NIỆM VỀ KHÂU ĐIỀU CHỈNH

3.4.1. Khâu điều chỉnh tuyến tính trong hệ thống điều khiển tương tự

Một khâu gọi là tuyến tính nếu nó được mô tả bởi phương trình vi phân tuyến tính.

Khâu điều chỉnh tuyến tính (TBDK) có tín hiệu đầu vào $x(t)$ và tín hiệu đầu ra $u(t)$ ở dạng tương tự (hàm biến đổi liên tục theo thời gian t) ta gọi là khâu điều chỉnh tương tự. Trên hình 3-6 là sơ đồ khối của hệ điều chỉnh tương tự cho một thông số.



Hình 3-6: Sơ đồ khối của hệ điều chỉnh tương tự

Trong đó:

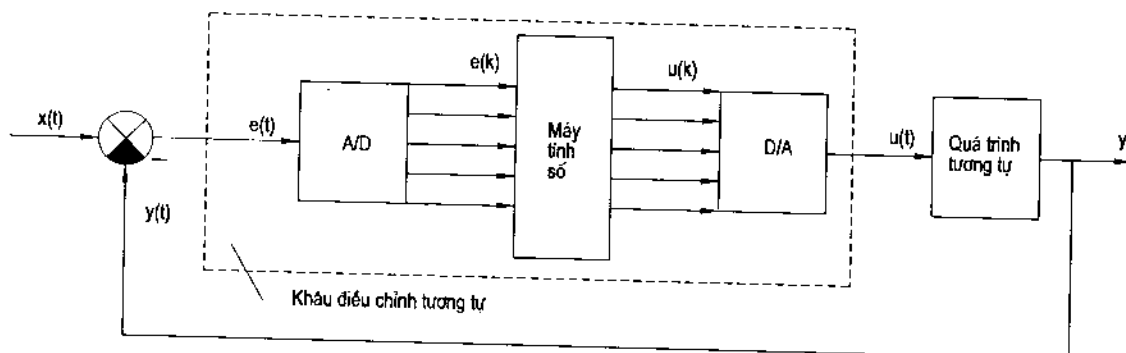
$x(t)$ - là tín hiệu yêu cầu điều khiển; $y(t)$ - tín hiệu thực tế đo được;

$u(t)$ - tín hiệu điều khiển. Các tín hiệu đó đều ở dạng tương tự.

3.4.2. Khâu điều chỉnh trong hệ thống điều khiển tương tự khi thiết bị điều khiển là máy tính số

Ta biết máy tính số chỉ nhận tín hiệu số ở đầu vào và điều chế ra tín hiệu cũng ở dạng số trên đầu ra. Vì vậy, khi sử dụng nó trong hệ điều chỉnh tương tự ta phải chuyển đổi độ

lệch $e(t)$ thành dạng số là $e(k)$ nhờ bộ chuyển đổi tương tự số (A/D); và ngược lại chuyển tín hiệu điều khiển ở dạng số $u(k)$ thành dạng tương tự $u(t)$ nhờ bộ chuyển đổi số tương tự (D/A). Sơ đồ khối trên hình 3-7.

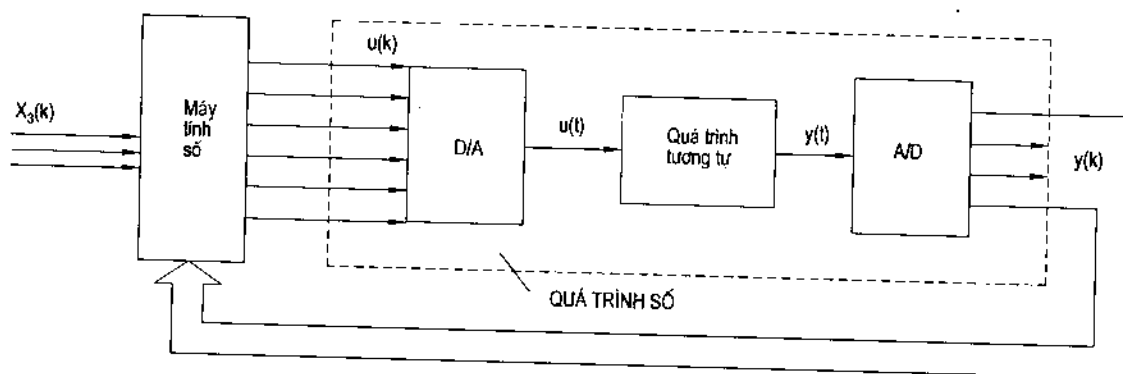


Hình 3-7: Khâu điều chỉnh tương tự có sử dụng máy tính số

Trong đó: $e(t)$, $u(t)$ - tín hiệu tương tự; $e(k)$, $u(k)$ - tín hiệu số;
 (A/D) - bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số;
 (D/A) - bộ chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự.

3.4.3. Khâu điều chỉnh trong hệ điều khiển số có sử dụng máy tính số

Cũng có khi tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra của hệ điều khiển đều là dạng số. Lúc đó ta có hệ là hệ điều khiển số. Đối tượng điều khiển thường là quá trình tương tự. Sơ đồ khối trên hình 3-8.



Hình 3-8: Sơ đồ khối của hệ điều khiển số có sử dụng máy tính số

Trong đó: $x(k)$, $y(k)$, $u(k)$ - tín hiệu số; $y(t)$, $u(t)$ - tín hiệu tương tự.

3.5. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA KHÂU ĐIỀU CHỈNH HAY HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

Nói đến khâu ta hiểu là một phần tử của hệ. Một hệ thống điều khiển bao gồm nhiều phần tử khác nhau được ghép nối lại với nhau theo các cách phù hợp để tạo ra được tác động điều khiển lên đối tượng điều khiển đáp ứng được với yêu cầu điều khiển đặt ra. Mỗi phần tử có hai đặc tính cơ bản là đặc tính tĩnh và đặc tính động.

Đặc tính tĩnh đặc trưng cho trạng thái tĩnh của khâu (trạng thái xác lập). Còn đặc tính động đặc trưng cho trạng thái động của khâu. Sau đây chúng ta xét các đặc tính đó.

3.5.1. Đặc tính tĩnh

Nếu một khâu có tín hiệu đầu vào là x , tín hiệu đầu ra là y , thì phương trình mô tả quan hệ giữa tín hiệu y và x chính là đặc tính tĩnh của khâu. Sau đây là các phương trình đó đối với các khâu tuyến tính cơ bản.

1. Khâu tỉ lệ hay khuếch đại: $y = K \cdot x$

Trong đó: K - hệ số khuếch đại hay hệ số truyền đạt của khâu.

2. Khâu tích phân:

$$y = \frac{1}{T_i} \cdot \int_0^t x \cdot dt$$

Trong đó: T_i là hằng số thời gian tích phân.

3. Khâu vi phân:

$$y = T_d \frac{dx}{dt}$$

Trong đó: T_d là hằng số thời gian vi phân.

4. Khâu trễ: $y = x(t - \tau)$

Trong đó: τ - thời gian trễ.

3.5.2. Đặc tính động

Đặc tính động mô tả quá trình động học xảy ra trong khâu và thường được biểu diễn bằng phương trình vi phân tuyến tính có dạng sau:

$$a_0 \cdot \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \cdot \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_n \cdot y = b_0 \cdot \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \cdot \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_m \cdot x$$

Ở dạng toán tử ($\frac{d}{dt}$ thay bằng p) ta có:

$$(a_0 \cdot p^n + a_1 \cdot p^{n-1} + \dots + a_n) \cdot Y(p) = (b_0 \cdot p^m + b_1 \cdot p^{m-1} + \dots + b_m) \cdot X(p)$$

Từ đây ta có hàm truyền đạt của một khâu bằng:

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_0 \cdot p^m + b_1 \cdot p^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 \cdot p^n + a_1 \cdot p^{n-1} + \dots + a_n}$$

Phương trình mẫu số của hàm truyền đạt $(a_0 \cdot p^n + a_1 \cdot p^{n-1} + \dots + a_n) = 0$ là phương trình đặc tính của khâu.

3.5.3. Đặc tính thời gian của khâu

Các đặc tính thời gian của khâu mô tả sự biến thiên của tín hiệu đầu ra y theo thời gian khi tín hiệu đầu vào x là tín hiệu chuẩn như tín hiệu bậc thang hay xung Dirac.

1. Hàm quá độ, đường quá độ:

a) Đặc tính quá độ hay hàm quá độ $f(t)$: là hàm phụ thuộc thời gian của tín hiệu đầu ra $y(t)$ của khâu khi đầu vào có tín hiệu là một hàm bậc thang đơn vị $1(t)$:

$$x(t) = 1(t) = 0 \text{ khi } t \leq 0$$

$$x(t) = 1(t) = 1 \text{ khi } t \geq 0$$

b) Đường quá độ $F(t)$ là đường biểu diễn hàm quá độ $f(t)$ khi tín hiệu đầu vào có biên độ là A so với tín hiệu bậc thang đơn vị: $F(t) = A.f(t)$

2. Hàm quá độ xung, đường quá độ xung:

a) Hàm quá độ xung kí hiệu là $h(t)$, là tín hiệu đầu ra của khâu khi tín hiệu đầu vào là một xung Dirac đơn vị $\delta(t)$: $h(t) = \delta(t)$

b) Đường quá độ xung $H(t)$ là đường biểu diễn $h(t)$ khi tín hiệu đầu vào khâu có biên độ là A xung đơn vị Dirac: $H(t) = A.\delta(t)$

3.5.4. Các đặc tính tần số

Đặc tính tần số biểu diễn dao động cưỡng bức xác lập của tín hiệu đầu ra của khâu khi đưa tới đầu vào của nó tác động điều hoà.

$$x = X_0 \cdot \sin \omega t$$

Trong đó:

X_0 - biên độ dao động;

ω - tần số góc ($\omega = 2\pi/T$);

T - chu kỳ dao động;

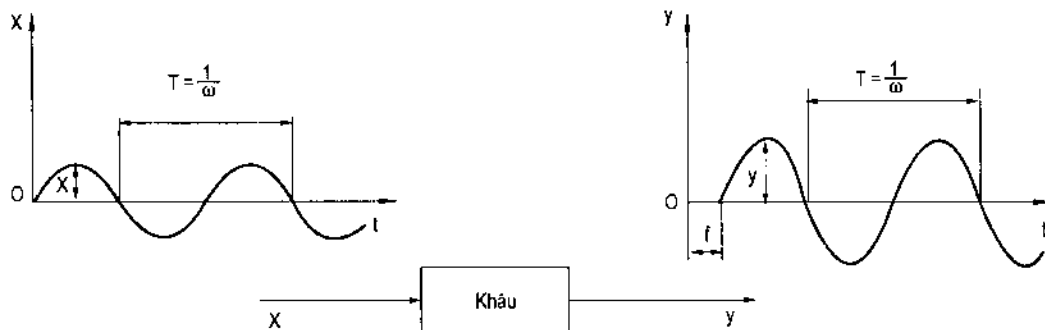
Lúc đó trên đầu ra có tín hiệu:

$$y = Y_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

Y_0 - biên độ xác lập của tín hiệu đầu ra của khâu.

φ - góc lệch pha giữa dao động đầu ra và dao động đầu vào (hình 3-9).



Hình 3-9: Dao động điều hoà của tín hiệu đầu ra và đầu vào của khâu

Ở dạng phức ta có:

$$x = X.e^{j\omega t}; \quad X = \frac{X_0}{\sqrt{2}}$$

$$y = Y.e^{j(\omega t + \varphi)}; \quad Y = \frac{Y_0}{\sqrt{2}}$$

Trong đó: $J = \sqrt{-1}$ - đơn vị số ảo.

Khi đó hàm truyền đạt ở dạng phức là:

$$W(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = \frac{Y_0}{X_0}(\omega).e^{j\varphi(\omega)} = A(\omega).e^{j\varphi(\omega)} = M(\omega) + jN(\omega)$$

Trong đó: $A(\omega) = \frac{Y_0}{X_0}(\omega)$ - là đặc tính biên độ - tần số (BT).

$\varphi(\omega)$ - là đặc tính pha - tần số (PT).

Nếu trên mặt phẳng phức (trục tung là trục ảo, trục hoành là trục thực) ta xây dựng đường biểu diễn của hàm truyền $W(j\omega)$ bao gồm nhiều điểm có tọa độ $N(\omega)$, $M(\omega)$ đối với giá trị ω khác nhau ta sẽ có đường đặc tính biên độ - pha - tần số (BPT).

3.6. CÁC KHÂU ĐỘNG HỌC ĐIỆN HÌNH

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

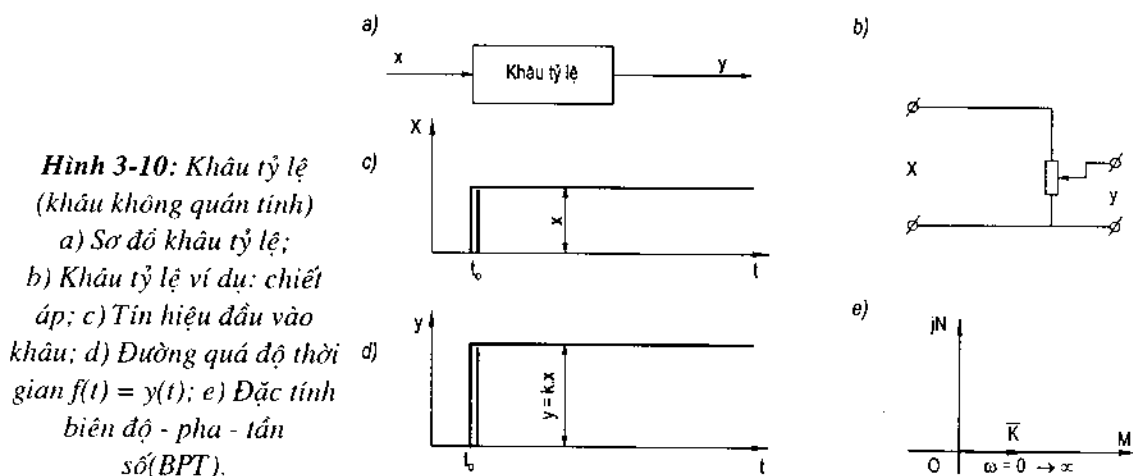
Phương trình vi phân của khâu là: $y = K.x$

Trong đó: x - tín hiệu đầu vào khâu; y - tín hiệu đầu ra của khâu; K - hệ số khuếch đại hay hàm truyền đạt.

Hàm quá độ thời gian: $f(t) = K.I(t)$

Hàm quá độ xung: $h(t) = K.\delta(t)$

Ví dụ cho khâu tỷ lệ là chiết áp vẽ trên hình 3-10b.



Đặc tính BPT là một véc tơ nằm trên trục hoành cho tất cả các tần số $\omega = 0 \div \infty$.

3.6.2. Khâu quán tính bậc nhất (hình 3-11)

Trên hình 3-11 là ví dụ cho khâu quán tính bậc nhất. Trong đó tín hiệu đầu vào có dạng là bậc thang (hình 3-11b), thì đại lượng đầu ra biến đổi không chu kỳ tương ứng với hằng số thời gian T theo phương trình:

$$T \frac{dy}{dx} + y = K.x$$

Hoặc ở dạng toán tử:

$$(Tp+1).Y(p) = K.X(p)$$

Ở đây: K - hệ số khuếch đại; T - hằng số thời gian vi phân của khâu.

Khâu loại này ví dụ như hình 3-11d là một điện trở R mắc nối tiếp với tụ điện C . Đầu vào là điện áp đặt x , và đầu ra là điện áp y lấy từ 2 cực của tụ điện C , hoặc một bể chứa có bộ tự san bằng hình 3-11e.

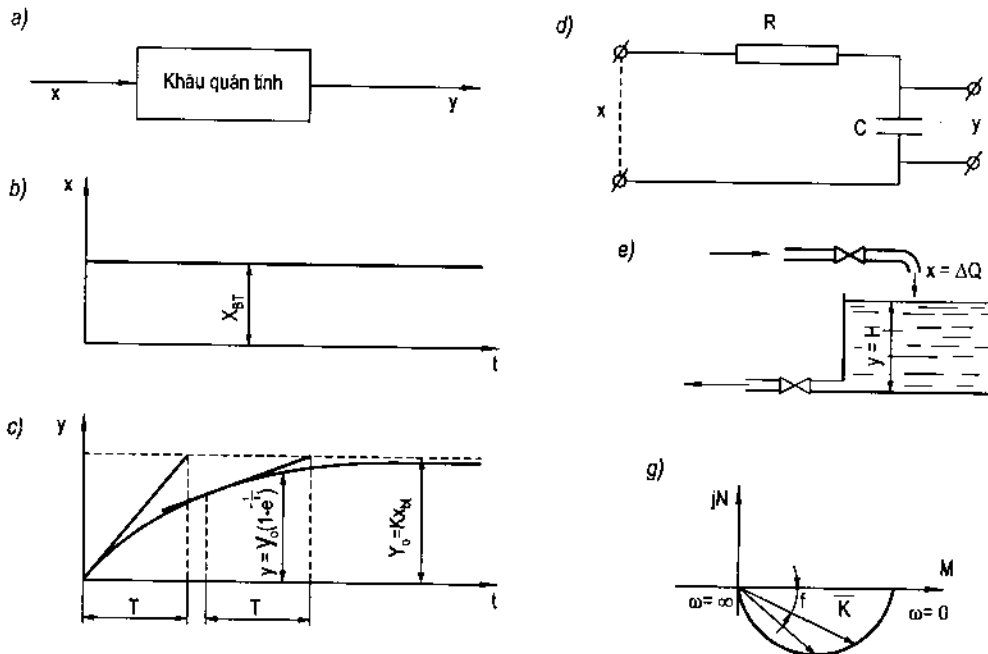
Đặc tính quá độ của khâu là:

$$y = Y_0(1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

Y_0 là giá trị xác lập của đại lượng đầu ra và được xác định theo đặc tính tĩnh:

$$Y_0 = K.x_{bt}$$

(x_{bt} - độ thay đổi đột biến theo bậc thang của tín hiệu đầu vào).



Hình 3-11: Khâu quán tính bậc nhất

Đại lượng T được xác định theo đường cong thực nghiệm như hình chiếu của tiếp tuyến trên trục thời gian. Đường cong là dạng số mũ nên đường tiếp tuyến ở bất kỳ điểm nào trên hình 3-11c cũng cho cùng một giá trị T tính theo đơn vị giây. Quá trình quá độ kết thúc đối với hàm mũ chỉ khi $t = \infty$; song trong thực tế có thể có được khi $t = 4T$.

Hàm truyền đạt của khâu là:

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{K}{Tp + 1}$$

Đặc tính biên độ pha tần số trên hình 3-11g là một nửa đường tròn nằm ở góc vuông thứ tư của mặt phẳng phức.

3.6.3. Khâu vi phân (hình 3-12)

Trường hợp lý tưởng là khâu mà tín hiệu đầu ra là đạo hàm của tín hiệu đầu vào. Phương trình khâu có dạng:

$$y = K \cdot \frac{dx}{dt} \text{ hay } y = K \cdot x'$$

Dạng toán tử: $Y(p) = K \cdot p \cdot x$

Ví dụ cho khâu này là mạch điện có 1 tụ điện. Khi có điện áp đặt vào là bậc thang $x = u(t)$, xuất hiện xung điện tức thời trước lúc phóng điện toàn phần của tụ hay $y = i(t)$.

Khâu vi phân thực tế là một tụ điện mắc nối tiếp với 1 điện trở. Khi tính đến sự phân bố điện áp trên đầu vào khâu giữa điện dung C và điện trở R có phương trình của khâu viết như sau:

$$T \frac{dy}{dt} + y = RT \frac{dx}{dt}$$

Dạng toán tử: $(Tp + 1)Y(p) = K \cdot p \cdot X(p)$

Ở đây: $T = RC$ - là hằng số thời gian vi phân;

$$K = \frac{1}{R} \text{ - hệ số khuếch đại.}$$

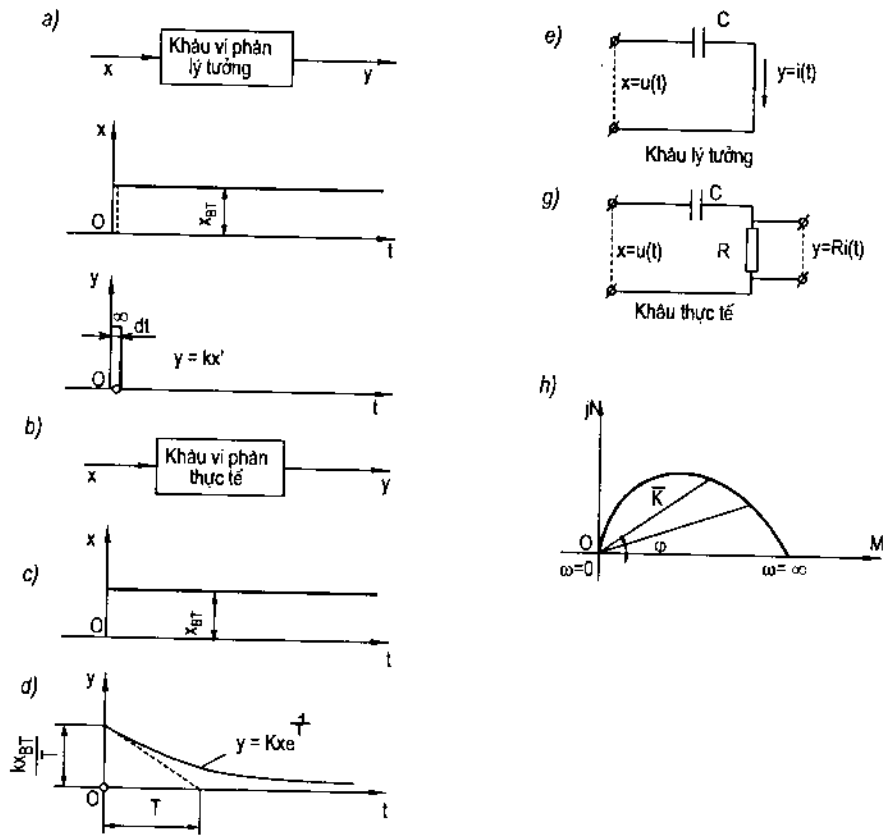
Quá trình quá độ của khâu thực tế (hình 3-12b) được đặc trưng bởi số mũ:

$$Y = K \cdot x \cdot e^{\frac{-t}{T}}$$

Hàm truyền đạt của khâu:

$$W(p) = K \cdot p / (Tp + 1)$$

Đặc tính BPT của khâu thực tế trên hình 3-12h là nửa vòng tròn nằm trên góc vuông thứ nhất của mặt phẳng phức.



Hình 3-12: Khâu vi phân

3.6.4. Khâu tích phân

Khâu tích phân là khâu mà trong đại lượng đầu ra tỷ lệ theo thời gian với tích phân của đại lượng đầu vào:

$$y = \frac{K'}{T} \int_0^t x \cdot dt$$

hay trong dạng toán tử :

$$Y(p) = \frac{K'}{T} \cdot \frac{1}{p} \cdot X(p)$$

Khâu này được đặc trưng bằng hằng số thời gian T và hệ số khuếch đại K' hay chỉ đặc trưng bởi một thông số $K = \frac{K'}{T}$; vậy:

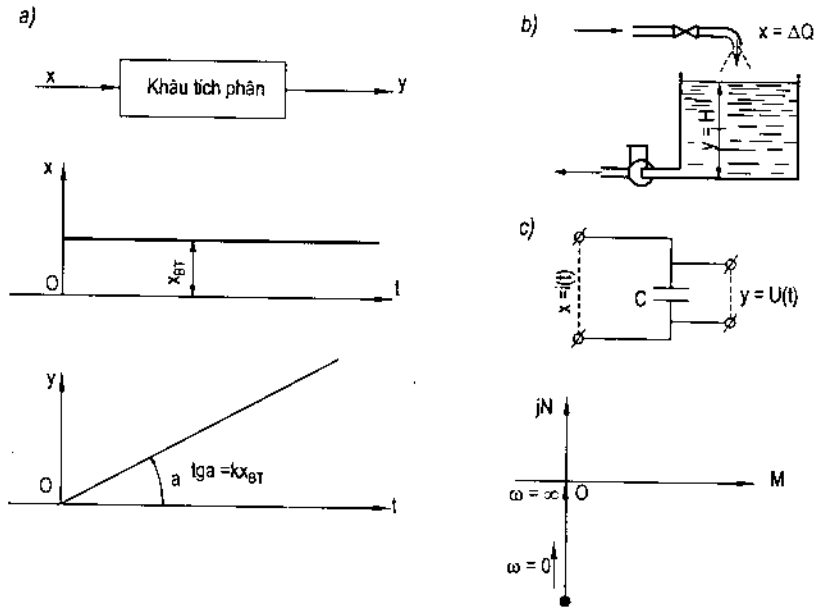
$$Y(p) = K \cdot \frac{1}{p} \cdot X(p)$$

Thí dụ cho khâu tích phân (hình 3-13) là mạch có tụ điện, ở đó:

$$x = i(t); y = u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i \cdot dt$$

Điểm đặc biệt của khâu này là (hình 3-13a) đại lượng đầu ra không đi đến trạng thái cân bằng khi giá trị đại lượng đầu vào là xác lập.

Hàm quá độ thời gian của khâu $f(t) = K.t$; hàm truyền $W(p) = \frac{K'}{T} \cdot \frac{1}{p}$



Hình 3-13: Khâu tích phân

a) Đặc tính quá độ; b) Khâu ví dụ; c) Đặc tính biên độ pha tần số.

Đặc tính BPT (hình 3-13c) nó trùng với nửa trục âm của trục ảo hệ trục mặt phẳng phức. Hướng đối tần số ω chỉ bằng mũi tên.

3.6.5. Khâu dao động (hình 3-14)

Khâu dao động là khâu mà trong đó sự thay đổi bậc thang của đại lượng đầu vào làm cho đại lượng đầu ra tiến đến một giá trị xác lập mới; trước khi tới giá trị xác lập mới, tín hiệu đầu ra có dao động với biên độ tắt dần theo quy luật của hàm mũ. Quan hệ giữa đầu vào và đầu ra của khâu được xác định bởi phương trình vi phân sau đây:

$$T_2^2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \cdot \frac{dy}{dt} + y = K.x$$

Hoặc trong dạng toán tử :

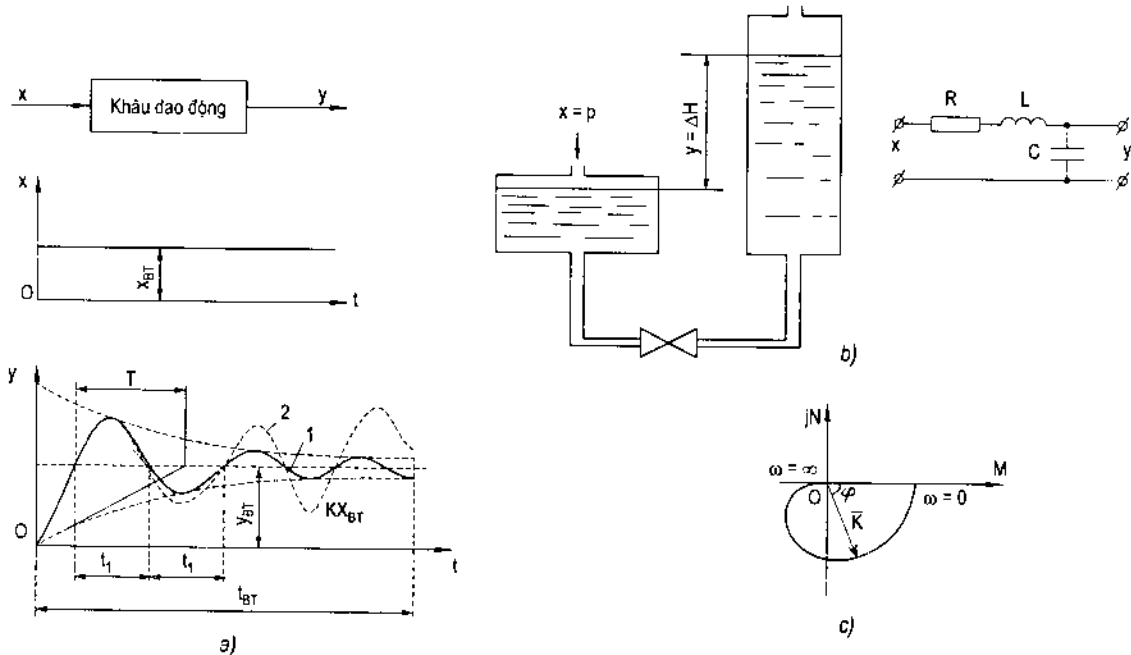
$$(T_2^2 \cdot p^2 + T_1 \cdot p + 1) \cdot Y(p) = KX(p)$$

Tỷ số giữa hằng số thời gian T_1 và T_2 ảnh hưởng lên tính chất của khâu.

Nếu $T_1 > 2T_2$ thì tính chống rung của khâu sẽ lớn, tính chất này đặc trưng cho khả năng chống độ lắc của khâu. Trong hệ thống sẽ xảy ra quá trình quá độ tắt dần không tuần hoàn. Nếu $T_1 < 2T_2$ thì quá trình quá độ sẽ là quá trình dao động. Tính chất dao động của quá trình quá độ sẽ càng rõ rệt khi T_1 nhỏ hơn nhiều so với $2T_2$.

Trên hình 3-14a là đồ thị của quá trình chuyển tiếp cho trường hợp khi $T_1 > 2T_2$ (đường 1) và $T_1 < 2T_2$ (đường cong 2).

Ví dụ cho khâu dao động trên hình 3-14b, còn đặc tính BPT trên hình 3-14c.



Hình 3-14: Khâu dao động
a) Đặc tính chuyển tiếp; b) Khâu ví dụ; c) Đặc tính BPT.
1- Quá trình hội tụ; 2- Quá trình khuếch trương.

Trong trường hợp này nếu khâu dao động không có tính chống rung thì nó sẽ được đặc trưng bằng phương trình vi phân trong đó vắng mặt thành phần $T(dy/dt)$, bởi vì $T_1 = 0$ và phương trình vi phân sẽ có dạng:

$$T_2^2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + y = K \cdot x$$

Đặc tính quá độ sẽ là dao động không tắt dần:

$$y = Y_c \cdot [1 - \cos(\frac{t}{T_2})]$$

3.6.6. Khâu trễ

Khâu trễ là khâu trong đó đại lượng đầu ra thay đổi tương tự như đại lượng đầu vào, nhưng có góc lệch pha theo thời gian. Phương trình khâu này có dạng:

$$y(t) = x \cdot (t - \tau)$$

Trong đó: τ - thời gian trễ.

Hàm truyền của khâu $W(p) = e^{-\tau p}$

Ví dụ cho khâu trễ là đường ống nối hai thiết bị.

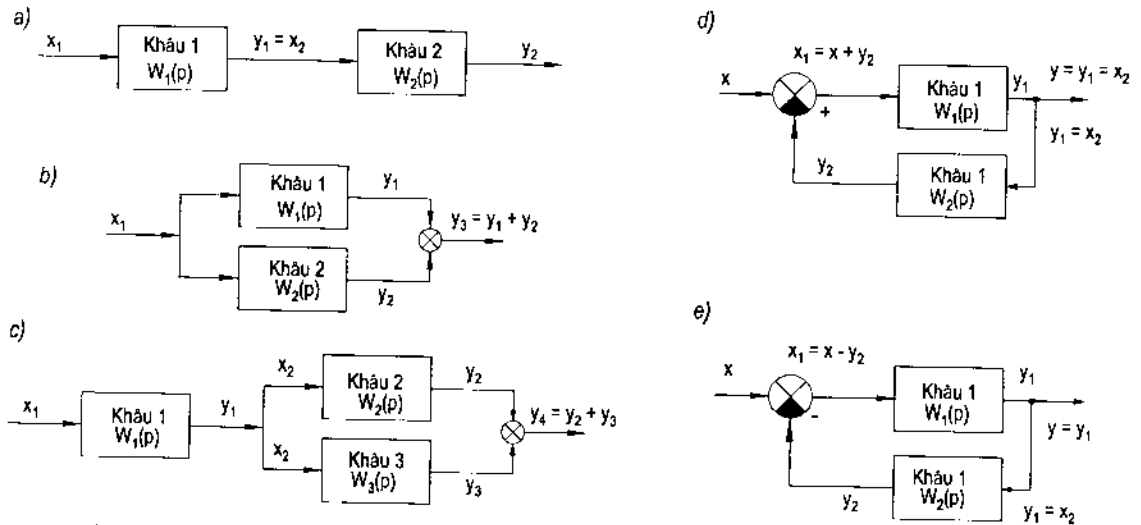
3.7. CÁCH NỐI VÀ MỐI LIÊN QUAN GIỮA CÁC KHÂU TRONG HỆ THỐNG ĐKTD

Một hệ thống ĐKTD bao gồm các loại khâu khác nhau được ghép nối với nhau. Sự ghép nối của các khâu điển hình (hình 3-15) có thể là nối tiếp (hình 3-15a), là song song (hình 3-15b) và hỗn hợp (hình 3-15c).

Trong ghép nối song song của các khâu, hàm truyền của mạch bằng tổng các hàm truyền của từng khâu.

Hàm truyền của mạch khi nối hỗn hợp ba khâu: 1, 2 và 3 như trên hình 3-15c sẽ là:

$$W(p) = W_1(p)[W_2(p) + W_3(p)]$$



Hình 3-15: Cách nối các khâu trong hệ thống ĐKTD

Khi nối các khâu của hệ thống tự động ta phân biệt mối liên hệ thẳng và liên hệ ngược. Liên hệ thẳng được đặc trưng bởi sự truyền tín hiệu từ đầu ra của khâu lên đầu vào của khâu sau đó. Trong mối liên hệ ngược, tín hiệu từ đầu ra của khâu truyền đến đầu vào của nó hoặc từ đầu ra của một trong các khâu đứng sau được truyền lên đầu vào của một trong các khâu đứng trước đó (hình 3-15d, e).

Chúng ta xét hàm truyền đạt của hệ thống có mối liên hệ ngược. Hàm này có thể là dương (hình 3-15d) nếu tín hiệu mối liên hệ ngược Y_2 được cộng với tín hiệu đầu vào X , hoặc âm (hình 3-15e) nếu Y_2 bị trừ đi khỏi X . Hệ thống được viết bằng phương trình sau:

$$Y = W_1(p).(X \pm Y_2); Y_2 = W_2(p).X_2 = W_2(p).Y$$

Dấu cộng trong phương trình đầu tương ứng với mối liên hệ ngược dương; còn dấu trừ là tương ứng với mối liên hệ ngược âm.

Thay bỏ Y_2 ta có :

$$Y = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p).W_2(p)}.X = W_3(p).X$$

Trong đó:

$$W_3(p) = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p).W_2(p)} = \frac{W_1(p)}{1 \pm W(p)}$$

Dấu âm tương ứng với mối liên hệ ngược dương; còn dấu dương tương ứng với mối liên hệ ngược âm.

Mối liên hệ ngược dương làm tăng hệ số khuếch đại của sự truyền tín hiệu của khâu. Mối liên hệ ngược âm làm giảm hệ số truyền đạt của khâu. Mối liên hệ ngược cho phép làm tốt hơn lên quá trình điều chỉnh.

Hàm $W_3(p)$ gọi là hàm truyền đạt của hệ thống kín; còn $W_1(p)$ là hàm truyền đạt của hệ hở, lúc đó không có mối liên hệ ngược.

Nếu $W_2(p) = K_{lhn}$, tức là trong mạch liên hệ ngược có mặt khâu không quán tính, do đó mối liên hệ ngược âm gọi là cứng; nếu $W_2(p) = p.K_{lhn}$ (khâu vi phân lý tưởng) thì gọi là mối liên hệ mềm (K_{lhn} - hệ số khuếch đại của khâu trong mạch liên hệ ngược).

Chúng ta xét mối liên hệ ngược âm cứng và mềm có những ảnh hưởng gì. Thí dụ khâu quán tính chẳng hạn.

$$W_1(p) = \frac{K}{1 + p.T}$$

Khi đó trong trường hợp mối liên hệ ngược cứng:

$$W_3(p) = \frac{\frac{K}{1 + p.T}}{1 + \frac{K.K_{lhn}}{1 + p.T}} = \frac{K'}{1 + p.T'}$$

Trong đó :

$$K' = \frac{K}{1 + K.K_{lhn}} \text{ và } T' = \frac{T}{1 + K.K_{lhn}}$$

Như vậy mối liên hệ ngược cứng làm giảm hệ số truyền đạt và hằng số thời gian của khâu quán tính với $(1 + K.K_{lhn})$ lần.

Nếu áp dụng mối liên hệ ngược mềm, thì :

$$W_3(p) = \frac{\frac{K}{1 + p.T}}{1 + \frac{p.K.K_{lhn}}{1 + p.T}} = \frac{K''}{1 + p.T''}$$

Trong đó:

$$T'' = T + K.K_{lhn} \text{ và } K'' = K$$

Từ đây ta thấy rõ là mối liên hệ ngược mềm trong khi làm cho hệ số truyền đạt giữ nguyên không thay đổi, thì làm tăng hằng số thời gian lên lượng là $K.K_{lhn}$. Như vậy, mối quan hệ này tác động chỉ trong chế độ động và do đó nó mang tên là mối liên hệ ngược mềm.

3.8. ĐỘ ỔN ĐỊNH, CHẤT LƯỢNG VÀ ĐỘ TIN CẬY HỆ THỐNG ĐKTD

3.8.1. Độ ổn định

Độ ổn định của hệ thống ĐKTD được hiểu là tính chất của hệ thống có thể trở về được hay gần được chế độ xác lập ban đầu sau khi đã nhận những tác động bên ngoài bất kỳ nào. Trên hình 3-16a là đường cong biểu diễn quá trình quá độ của một hệ thống điều khiển ổn định. Vậy hệ thống điều khiển ổn định là hệ thống có quá trình quá độ là quá trình tắt dần.

Xét hệ điều khiển tự động trên hình 3-16b:

$x(t)$ - tín hiệu đầu vào hệ thống;

$y(t)$ - tín hiệu đầu ra hoặc đại lượng cần điều chỉnh của hệ thống;

$e(t)$ - sai lệch điều khiển $e(t) = x(t) - y(t)$;

$W_h(p)$ - hàm truyền đạt của hệ hở.

Nếu coi hệ thống là tuyến tính thì phương trình vi phân ở dạng toán tử là:

$$(a_0 \cdot p^n + a_1 \cdot p^{n-1} + \dots + a_n) \cdot Y(p) = (b_0 \cdot p^m + b_1 \cdot p^{m-1} + \dots + b_m) \cdot X(p)$$

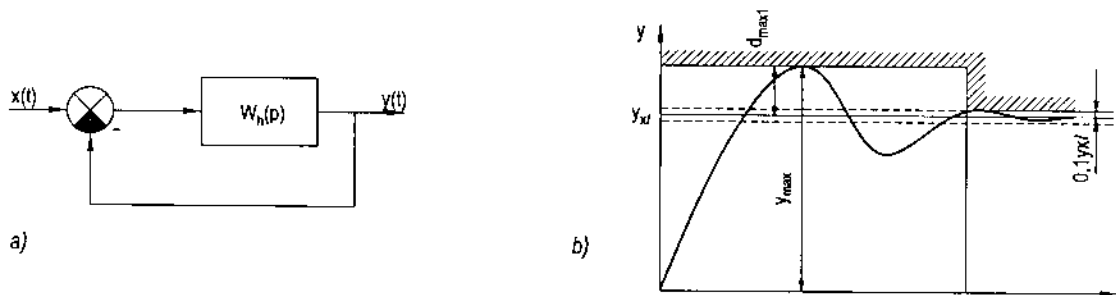
Trong đó: $a_0, a_1, \dots, a_n; b_0, b_1, \dots, b_m$ - hệ số không đổi;

n - là bậc của hệ thống và $m \leq n$.

Nghiệm của phương trình vi phân sẽ là: $y(t) = y_{xl}(t) + y_{qd}(t)$

Trong đó: $y_{xl}(t)$ - là nghiệm riêng của phương trình vi phân có vế phải, và được gọi là thành phần xác lập của hệ thống, $y(\infty)$;

$y_{qd}(t)$ - là nghiệm chung của phương trình vi phân có vế phải bằng không và được gọi là thành phần quá độ $y(t) = \sum c_i \cdot e^{p_i t}$



Hình 3-16

a) Sơ đồ khối hệ điều khiển kín; b) Quá trình quá độ đường cong $y(t)$.

p_i là nghiệm của phương trình đặc tính:

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

Hệ thống sẽ là ổn định, tức nó có quá trình quá độ là tắt dần hay $\lim y_{qd}(t) = 0$ khi giá trị của nghiệm thực $p_i = M_i$ của phương trình đặc tính là âm và đôi nghiệm phức $p_i = M_i + j \cdot N_i$ có phần thực M_i là âm.

Để phân tích độ ổn định của hệ thống điều khiển người ta sử dụng các tiêu chuẩn ổn định. Các tiêu chuẩn này xác định điều kiện cần và đủ để các nghiệm của phương trình đặc tính của hệ thống có phần thực là âm. Đó là các tiêu chuẩn đại số như Routh hay Hurwitz.

Ta lấy ví dụ tiêu chuẩn ổn định đại số Hurwitz. Muốn biết hệ thống có ổn định hay không ta phải thành lập định thức Hurwitz. Định thức này được viết như sau: tất cả các hệ số từ a_1 đến a_n được đặt ở hàng tăng dần theo đường chéo chính. Phía trên đường chéo chính trong các cột ghi các hệ số của phương trình đặc tính theo ký hiệu liên tiếp tăng dần; còn phía dưới - theo ký hiệu giảm dần. Ở những chỗ của các hệ số có ký hiệu chỉ số lớn hơn n và nhỏ hơn 0 thì đặt là 0. Vậy định thức Hurwitz mẹ là:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{vmatrix}$$

Các định thức Hurwitz con:

$$\Delta_0 = a_0 > 0;$$

$$\Delta_1 = a_1 > 0;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 \cdot a_2 - a_0 \cdot a_3$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} = a_1 \cdot \begin{vmatrix} a_2 & a_4 \\ a_1 & a_3 \end{vmatrix} - a_0 \cdot \begin{vmatrix} a_3 & a_5 \\ a_1 & a_3 \end{vmatrix} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 - a_1^2 \cdot a_4 - a_0 \cdot a_3^2 - a_0 \cdot a_1 \cdot a_5$$

$$\Delta_{n-1} = \frac{\Delta_n}{a_n}$$

Sau khi biết được định thức Hurwitz mẹ và con ta xét hệ thống có ổn định hay không theo tiêu chuẩn ổn định Hurwitz sau:

Điều kiện cần và đủ để hệ thống điều khiển tự động ổn định là tất cả các định thức Hurwitz mẹ và con đều lớn hơn không, tức là :

$$\Delta_0 > 0, \Delta_1 > 0, \Delta_2 > 0, \dots, \Delta_n > 0$$

Ta vận dụng tiêu chuẩn ổn định Hurwitz để xét tính ổn định của hệ điều khiển được mô tả bằng phương trình đặc tính bậc hai: $a_0.p^2 + a_1.p + a_2 = 0$

Ta có : $\Delta_0 = a_0 > 0$;

$\Delta_1 = a_1 > 0$;

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & 0 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1.a_2 > 0$$

có nghĩa là $a_2 > 0$

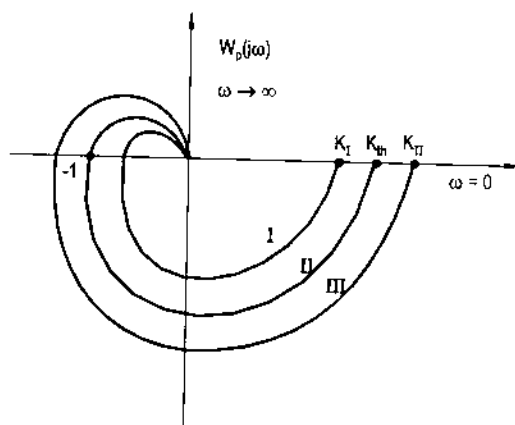
Vậy điều kiện ổn định của hệ điều khiển có phương trình đặc tính bậc hai ở trên là tất cả các hệ số phương trình vi phân phải lớn hơn không.

Phương pháp áp dụng tiêu chuẩn đại số chỉ thuận tiện để xét độ ổn định cho các phương trình đặc tính có bậc không lớn hơn 4.

Phương pháp này cần phải biết tất cả các phương trình của các khâu trong hệ thống và điều này không phải lúc nào cũng có thể làm được.

Ngoài ra, người ta còn dùng phương pháp đồ thị để xét độ ổn định của hệ thống đó chính là phương pháp xét bằng đặc tính biên độ - pha - tần số của hệ thống điều khiển (BPT).

Ta sử dụng tiêu chuẩn ổn định tần số Nyquist. Phương pháp này cho phép bàn về sự ổn định của hệ thống kín theo đặc tính BPT của hệ thống hở. Phương pháp này tiện hơn so với phương pháp dùng các tiêu chuẩn ổn định đại số. Ta cho là hệ thống hở ở trạng thái ổn định; khi đó hệ thống kín là ổn định nếu đồ thị đặc tính BPT của nó không bao điểm có tọa độ $(-1; j0)$ trên mặt phẳng phức. Trên hình 3-17 là đồ thị 3 đặc tính BPT của hệ thống hở có sự khác nhau bởi hệ số khuếch đại: $K_I \neq K_{II} \neq K_{III}$.



Hình 3-17

Vậy theo tiêu chuẩn ổn định Nyquist, ở trạng thái kín hệ thống sẽ ổn định cả hai hệ thống I và II, còn III là không ổn định.

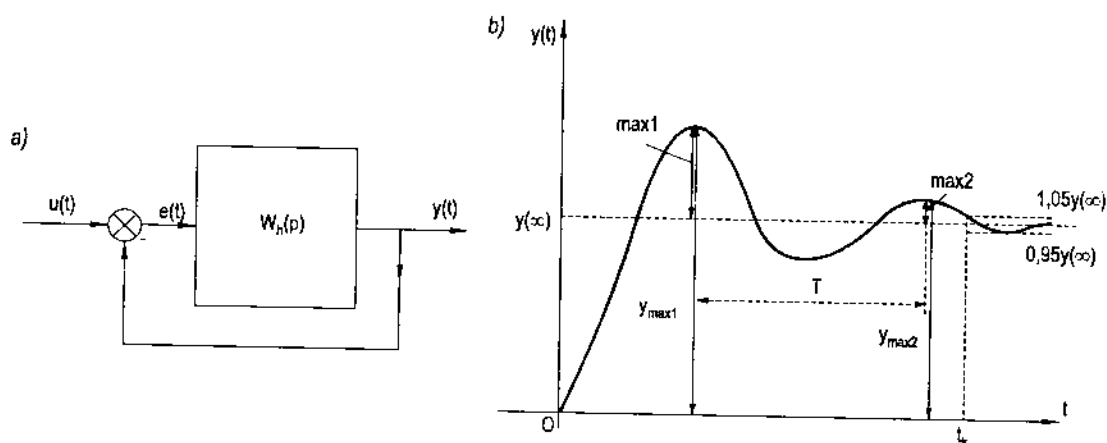
Hệ thống II đi qua điểm $(-1; j0)$ là nằm trên ranh giới ổn định và có hệ số khuếch đại tới hạn là $K_{II} = K_{th}$.

Khi dùng tiêu chuẩn ổn định Nyquist chú ý rằng chỉ xét khi hệ thống điều khiển hở là ổn định hoặc ở trên biên giới ổn định. Còn muốn xét hệ thống hở có ổn định hay không lại phải dùng tiêu chuẩn Hurwitz hay Routh.

3.8.2. Chất lượng hệ thống ĐKTD

Độ ổn định là chỉ tiêu chất lượng đầu tiên của hệ thống ĐKTD. Ngoài ra ta còn xét một số chỉ tiêu chất lượng sau đây:

1. Thời gian quá trình quá độ (thời gian điều chỉnh) t_{dc} : là khoảng thời gian kể từ lúc bắt đầu quá trình quá độ đến thời điểm, khi đường cong $y(t)$ bắt đầu đi vào băng được xác định bởi hai đường thẳng $0,95 y(\infty)$ và $1,05 y(\infty)$ (hình 3-18).



Hình 3-18

2. Độ quá điều chỉnh $\delta\%$:

$$\delta\% = \frac{y_{\max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\%$$

Trong đó $y_{\max}$ là giá trị lớn nhất của $y(t)$ trong quá trình quá độ.

3. Độ giao động: là số lần giao động trong thời gian có quá trình quá độ t_{dc} ký hiệu là N . Đôi khi độ giao động được coi là chỉ số của các cao điểm gần nhau, tức là :

$$D\% = \frac{y_{\max 2}}{y_{\max 1}} \cdot 100\% = \frac{\delta_{\max 2}}{\delta_{\max 1}} \cdot 100\%$$

Trong đó: $y_{\max 1}$, $y_{\max 2}$ là các cao điểm của $y(t)$ xảy ra cách nhau 1 chu kỳ giao động.

$\delta_{\max 1}$ và $\delta_{\max 2}$ là độ quá điều chỉnh xảy ra gần nhau tương ứng với các cao điểm $y_{\max 1}$ và $y_{\max 2}$.

4. Sai lệch điều chỉnh ở trạng thái xác lập $e(\infty)$:

$$e(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$$

Trong đó: $e(t) = x(t) - y(t)$.

Với chỉ tiêu 1, 2, 3 để đánh giá chất lượng của hệ thống trong quá trình quá độ. Khi t_{dc} càng nhỏ, $\delta_{\max 1}$ càng nhỏ, $D\%$ càng bé và số lần giao động N càng ít thì chất lượng

của hệ thống trong quá trình quá độ càng tốt. Chỉ tiêu chất lượng cuối cùng dùng để đánh giá chất lượng của hệ thống ở trạng thái xác lập, cụ thể là nếu $e(\infty)$ càng nhỏ thì chất lượng của hệ thống ở trạng thái này càng tốt.

Phương pháp chính xác đánh giá chất lượng của hệ thống trong quá trình quá độ là phương pháp giải hệ phương trình vi phân tuyến tính có dạng:

$$a_0 \cdot \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_1 \cdot \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y(t) = 0$$

Song việc giải phương trình vi phân gặp nhiều khó khăn. Do đó người ta dùng phương pháp gián tiếp để bàn luận về chất lượng của quá trình quá độ (không cần có nghiệm của phương trình vi phân). Đó chính là phương pháp tần số. Với phương pháp tần số ta cần phải vẽ biểu đồ Nyquist.

Biểu đồ Nyquist là đường cong biểu diễn hàm truyền của hệ hở trên mặt phẳng phức

$$W_h(p) = M(\omega) + j.N(\omega) = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

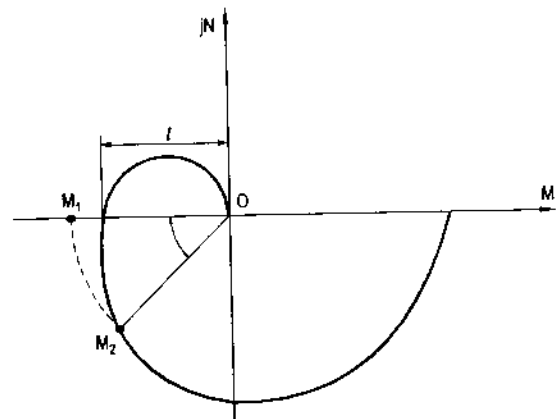
với các giá trị ω khác nhau.

Với biểu đồ Nyquist khi đánh giá chất lượng của hệ điều khiển ta lưu tâm hai phương diện của mức ổn định: mức ổn định theo biên độ và mức ổn định theo pha.

Trên hình 3-19 là biểu đồ Nyquist ví dụ.

Trong đó :

- Mức ổn định theo biên độ được xác định bởi giá trị: $m_{bd} = \frac{1}{l}$



Hình 3-19

l là khoảng cách từ gốc tọa độ đến điểm cắt của đường cong Nyquist với trục thực về phía âm.

- Mức ổn định theo pha được xác định bởi góc φ giữa các đoạn thẳng OM_1 (M_1 có tọa độ $-1; j0$) và OM_2 (M_2 là điểm cắt của đường tròn tâm O bán kính OM_1 với đường cong Nyquist). Ta thấy rằng góc φ càng lớn, l càng nhỏ và m_{bd} càng lớn thì điểm M_1 càng cách xa đường cong Nyquist. Và mức ổn định của hệ thống càng lớn.

3.8.3. Độ tin cậy làm việc của hệ thống điều khiển

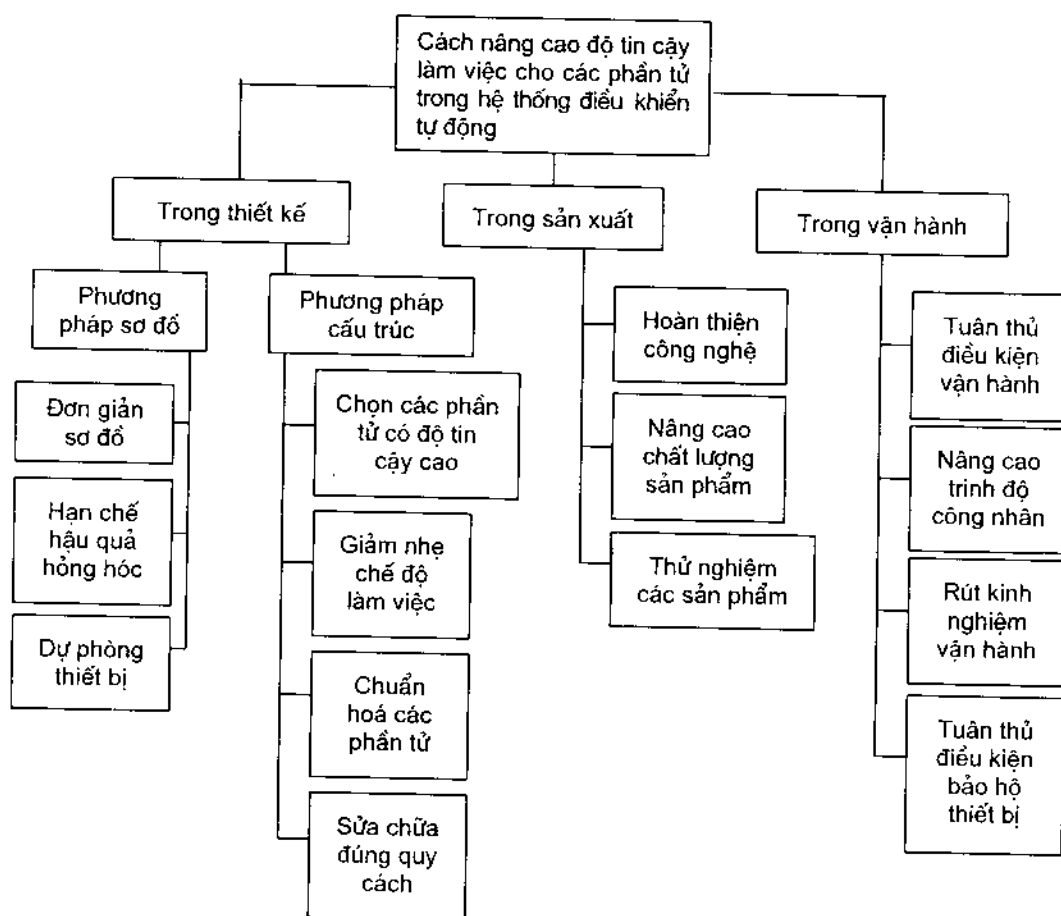
Hệ thống điều khiển cần có độ tin cậy cao trong vận hành và nó được coi là 1 chỉ số quan trọng cho sự hoạt động của hệ thống. Ta hãy làm quen với một số khái niệm quan trọng về độ tin cậy sau:

- Sự từ chối làm việc hay sự ngừng làm việc.
- Thời gian trung bình thiết bị hỏng.
- Cường độ hỏng của thiết bị.

Sự từ chối làm việc hay sự ngừng làm việc được hiểu là sự hỏng hóc của thiết bị, mà khi đó ta không thể sử dụng nó được cho dù chỉ một bộ phận của nó chưa được sửa chữa xong. Ví dụ: khi kính dụng cụ đo bị vỡ nhưng dụng cụ vẫn làm việc, thì đây không gọi là sự từ chối làm việc; còn nếu có sự đứt dây nối hoặc ống dẫn thì dụng cụ không làm việc được cho tới lúc xử lý xong sự cố - đây chính là sự từ chối làm việc hay ngừng làm việc.

Thời gian trung bình thiết bị hỏng ta hiểu là thời gian có thể tính bằng tỷ số của tổng số thời gian ngừng làm việc trên số lần thiết bị hỏng trong cả quá trình sử dụng thiết bị.

Cường độ hỏng thiết bị có thể xác định như sau: lấy số lượng các phân tử từ chối làm việc chia cho độ kéo dài các khoảng thời gian mà nó làm việc ta có chỉ số về tốc độ hỏng. Nếu lấy tốc độ hỏng chia cho số lượng ban đầu các chi tiết sử dụng ta có giá trị cường độ của sự ngừng làm việc. Cường độ này đặc trưng cho xác suất hỏng của một chi tiết



Hình 3-20: Các phương pháp nâng cao độ tin cậy của thiết bị tự động

trong một giờ làm việc của thiết bị. Thời gian sử dụng thiết bị càng lâu thì lượng chi tiết làm việc hoàn hảo càng giảm hay lượng chi tiết hỏng hóc càng tăng. Nếu thiết bị có càng ít chi tiết thì xác suất làm việc hoàn hảo của từng chi tiết phải càng cao. Xác suất này được đặc trưng bởi tỷ số số lượng các chi tiết làm việc hoàn hảo còn lại với số các chi tiết được sử dụng trong thực tế vận hành. Ở thời điểm ban đầu sử dụng thiết bị, xác suất này bằng 1, càng về sau khi tất cả các chi tiết đều từ chối làm việc thì xác suất đó bằng không.

Độ tin cậy của thiết bị tự động là xác suất làm việc hoàn hảo của nó trong một khoảng thời gian xác định với điều kiện vận hành thực tế.

Thường người ta tìm cách nâng cao độ tin cậy làm việc của thiết bị tự động. Trên hình 3-20 giới thiệu các cách đó. Trong số các phương pháp nâng cao độ tin cậy thì phương pháp dự phòng thiết bị cho hiệu quả hơn cả. Chúng ta có thể phân biệt hai loại dự phòng: dự phòng không đổi và dự phòng thay thế. Ta hiểu trong dự phòng không đổi phần tử được dự phòng nằm luôn trong công tác; trong dự phòng thay thế, phần tử được dự phòng chỉ được mắc vào làm việc sau khi ngừng làm việc các phần tử chính.

3.9. PHÂN LOẠI CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

Việc phân loại các bộ điều chỉnh tự động có thể thực hiện theo hàng loạt các dấu hiệu sau đây:

1. Theo năng lượng được sử dụng để dẫn động bộ điều chỉnh chia thành :

- Bộ điều chỉnh khí nén.
- Bộ điều chỉnh thủy lực.
- Bộ điều chỉnh điện.
- Bộ điều chỉnh tổng hợp (điện - khí nén, điện - thủy lực).

2. Theo chức năng chia thành:

- Bộ điều chỉnh lưu lượng.
- Bộ điều chỉnh áp suất.
- Bộ điều chỉnh tỷ số của hai chất.
- Bộ điều chỉnh nhiệt độ

...

3. Theo cách sử dụng nguồn năng lượng phụ có:

- Nhóm tác động trực tiếp, trong đó lực cần để chuyển động cơ quan điều chỉnh được tạo ra do thay đổi thông số điều chỉnh không cần sử dụng nguồn năng lượng phụ bên ngoài.
- Nhóm tác động gián tiếp, làm việc nhờ có sử dụng nguồn năng lượng phụ bên ngoài.

4. Theo tốc độ thay đổi tác động điều chỉnh có:

- Bộ điều chỉnh có tốc độ vận chuyển cơ quan điều chỉnh không đổi.
- Bộ điều chỉnh có tốc độ vận chuyển cơ quan điều chỉnh thay đổi.

- Bộ điều chỉnh 1 xung, 2 xung, 3 xung.

5. Theo phương pháp tác động có:

- Bộ điều chỉnh có tác động ngắt quãng.

- Bộ điều chỉnh có tác động liên tục.

Trong trường hợp có tác động ngắt quãng, bộ điều chỉnh tác động vào cơ quan điều chỉnh theo chu kỳ. Trong trường hợp có tác động liên tục, bộ điều chỉnh tác động liên tục lên cơ quan điều chỉnh trong tất cả thời gian, khi đại lượng được điều chỉnh chưa tới giá trị yêu cầu.

Bộ điều chỉnh tác động ngắt quãng thường là tác động role và tác động xung.

Trong các bộ điều chỉnh dạng xung lại được phân theo độ cao, độ kéo dài và theo dấu của xung. Các bộ điều chỉnh kiểu role có thể là 2 hay 3 vị trí tùy thuộc vào ta sử dụng loại role nào.

Theo đặc tính tác động liên tục, bộ điều chỉnh còn được chia thành bộ điều chỉnh tỷ lệ, bộ điều chỉnh không tĩnh và bộ điều chỉnh quân bằng.

3.10. CẤU TẠO BỘ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

Một bộ điều chỉnh tự động cấu tạo từ hai hệ thống chính là hệ thống đo lường và hệ thống điều chỉnh. Trong các hệ thống đó có các phần tử sau đây:

1. Phần tử nhạy cảm, còn gọi là cảm biến (màng, tấm chắn, nhiệt kế...), có nhiệm vụ nhận biết các giá trị của đại lượng cần điều chỉnh.

2. Phần tử đo lường (áp kế, điện thế kế, logômét và các dụng cụ đo khác), có nhiệm vụ đo giá trị thông số điều chỉnh và sự thay đổi của nó.

3. Thiết bị điều chỉnh hay thiết bị ra lệnh (ống tia, biến trở, vòi phun có tấm chắn...) có nhiệm vụ tác động lên bộ phận chấp hành sao cho phù hợp với sự thay đổi của thông số cần điều chỉnh.

4. Thiết bị khuếch đại (kiểu điện tử, kiểu từ, kiểu thủy lực, kiểu khí nén), có nhiệm vụ tạo nên sự tăng xung do đóng nguồn năng lượng phụ (điện, thủy lực...).

5. Thiết bị chấp hành (động cơ điện, màng, ống xi lanh có pít tông), có nhiệm vụ di chuyển cơ quan điều chỉnh.

6. Cơ quan điều chỉnh (khóa van, tấm chắn, các loại vòi,...), trực tiếp thực hiện sự thay đổi về lượng và về chất của dòng chất hay năng lượng cần điều khiển (khí, nước, hơi, năng lượng điện,...).

Tùy thuộc vào cấu tạo hay chức năng mà bộ điều chỉnh có thể bao gồm tất cả 6 phần tử đã nêu ở trên, hay chỉ gồm một phần các phần tử đó. Thí dụ: có thể không có phần tử khuếch đại và đo lường trong trường hợp hệ điều khiển hở. Cũng có thể trong sơ đồ có thêm thiết bị cho sẵn (thiết bị này cho trị số của đại lượng yêu cầu điều chỉnh theo một chương trình đặt trước hoặc phụ thuộc vào sự thay đổi các nhiễu bên ngoài). Đôi khi cần thiết cho việc biến đổi tín hiệu từ dạng này sang dạng khác (vật lý sang dạng điện, dạng

tương tự sang số và ngược lại) trong sơ đồ có thiết bị chuyển đổi tín hiệu. Chức năng chuyển đổi tín hiệu có thể do thiết bị đo lường hay thiết bị điều khiển đảm nhận.

Các phần tử của bộ điều chỉnh tự động được nối nối tiếp với nhau và có mối liên hệ thẳng. Thường để đạt được mối liên hệ thẳng này người ta sử dụng tay đòn, cách truyền bằng bánh răng cưa, bộ dẫn động điện hay các mối nối theo kiểu thủy lực khí nén và điện.

Bộ điều chỉnh có loại có tác động trực tiếp và tác động không trực tiếp.

Bộ điều chỉnh tác động trực tiếp có nhiều hạn chế bởi vì nó không có khả năng chuyển sang điều khiển có khoảng cách; cơ quan điều chỉnh không có khả năng phát triển lực mạnh và không dẫn được những tác động điều chỉnh phức tạp.

Do đó, trong thực tế các bộ điều chỉnh có tác động gián tiếp được sử dụng rộng rãi hơn. Sau đây chúng ta hãy làm quen một số bộ điều chỉnh: bộ điều chỉnh kiểu khí nén, kiểu thủy lực và kiểu điện.

3.11. CÁC BỘ ĐIỀU CHỈNH VÍ DỤ

3.11.1. Bộ điều chỉnh kiểu khí nén

Đặc điểm của bộ điều chỉnh khí nén là ở chỗ: không khí bị nén được sử dụng làm nhân tố thực hiện tác động giữa các phần tử.

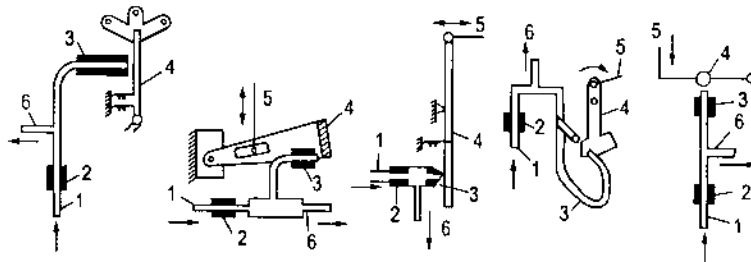
Trong bộ điều chỉnh khí nén, sự hình thành lực tác động là do có sự biến đổi áp suất không khí (khi thay đổi đại lượng điều chỉnh theo một quy luật lựa chọn trước) thành lực cơ học.

Bộ điều chỉnh khí nén là một hệ thống thiết bị liên quan mật thiết với nhau thông qua một môi trường là khí nén. Thường hệ thống thiết bị này bao gồm: các van tiết lưu, màng, các bộ phận đàn hồi, các ngăn buồng chứa khí, và các ống nối dẫn không khí sạch bị nén với áp suất và lưu lượng cần thiết.

Tác động điều khiển trong bộ điều chỉnh khí nén sinh ra khi sử dụng hai loại van tiết lưu:

- Có tiết diện không đổi.
- Có tiết diện thay đổi.

Van có tiết diện thay đổi thường được làm ở dạng vòi phun được đẩy bằng tấm chắn hay quả cầu. Trên hình 3-21 là các bộ phận chính của bộ điều chỉnh khí nén.



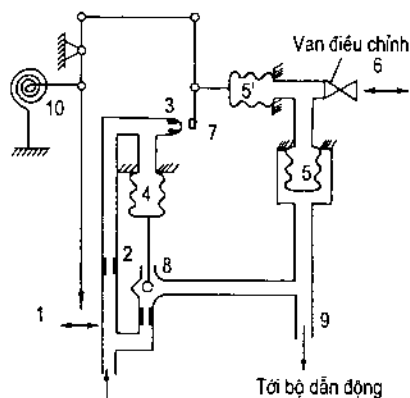
Hình 3-21: Các bộ phận điều khiển của bộ điều chỉnh khí nén

- 1- Cửa vào của không khí; 2- Van tiết lưu tiết diện không đổi; 3- Vòi phun; 4- Tấm chắn;
5- Thanh kéo; 6- Cửa đưa không khí vào bộ khuếch đại hay cơ cấu chấp hành.

Chúng ta hãy xem xét nguyên lý làm việc của một bộ điều chỉnh khí nén ví dụ trên hình 3-22.

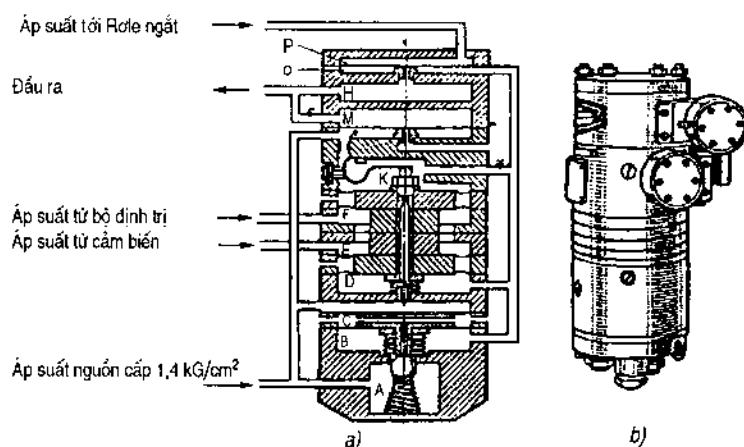
Hình 3-22: Sơ đồ nguyên lý của bộ điều chỉnh khí nén

1- Phần tử nhạy cảm; 2- Van có tiết diện không đổi; 3- Vòi phun; 4 - Xi phòng có quả cầu; 5,5'- Xi phòng có mối liên hệ ngược; 6- Van liên hệ với khí quyển; 7 - Tấm chắn dây vòi phun; 8- Van quả cầu; 9- Đường ống dẫn khí tới cơ cấu chấp hành; 10- Lò xo.



Sơ đồ làm việc như sau: bộ phận nhạy cảm 1, giả sử vì lý do nhiều nào đó làm chuyển dịch sang phải. Tấm chắn 7 lệch khỏi vòi phun 3. Khi đó áp suất trong xi phòng 4 có van quả cầu 8 giảm đi, quả cầu bị nhấc lên. Kết quả của điều này là áp suất không khí trong đường ống 9 nối tới động cơ chấp hành tăng lên. Áp suất vừa tăng tác động vào xi phòng 5 làm nó xẹp đi một ít, còn xi phòng 5' thì phồng hơn lên và tấm chắn 7 thừa cơ tiến tới vòi phun 3. Khi xi phòng 5' phồng lên, áp suất không khí ở đây tăng. Kết quả là không khí bị đẩy ngược từ xi phòng qua van 6 ra ngoài khí quyển; trong lúc đó tấm chắn 7 từ vị trí đã lệch khỏi vòi phun 3 nhẹ nhàng trở lại vị trí ban đầu. Hai xi phòng 5 và 5' là mạch liên hệ ngược của hệ thống; chúng giúp cho hệ thống trở về trạng thái cân bằng sau tác động nhiễu bên ngoài. Vì vậy bộ điều chỉnh khí nén này có tên gọi là bộ điều chỉnh quân bằng.

Trên hình 3-23 là ví dụ một bộ điều chỉnh quân bằng khí nén 4RB - 32A.



Hình 3-23: Bloc điều chỉnh 4RB - 32A của hệ thống điều chỉnh kiểu khí nén.

a) Sơ đồ cấu tạo; b) Hình dáng bên ngoài

Bloc điều chỉnh loại này có dạng hình trụ tròn, nó gồm một bộ các vòng đĩa. Đĩa này ngăn cách với đĩa kia bởi các màng đàn hồi (làm từ cao su) và chúng được ghép lại với

nhau bằng các vít có ren. Trong các vòng đĩa có lỗ hồng đường kính 4mm. Các đĩa cùng với các màng đàn hồi tạo thành các buồng chứa khí. Bloc điều chỉnh trên cấu tạo từ các bộ phận sau:

- Role khuếch đại (buồng A, B, C, D).
- Thành phần so sánh (buồng E, F, G, H).
- Thiết bị quân bằng (buồng I, K, L).
- Bộ định trị (buồng O, P).

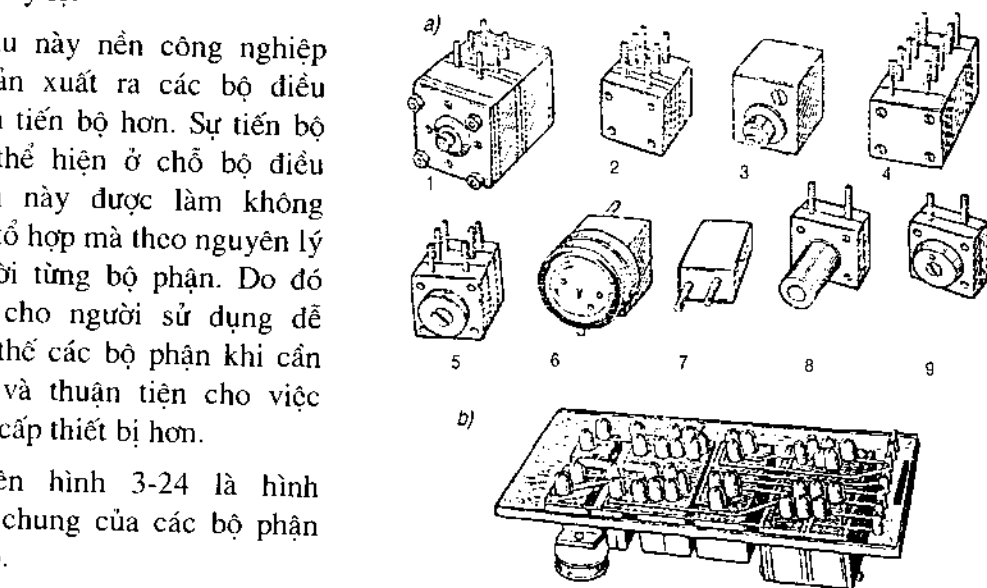
Tương tự bloc điều chỉnh trên còn có bloc điều chỉnh 4RB - 32B và 3RB - 1. Bloc 4RB - 32B có thêm bộ phận cho trước kiểu khí nén bằng tay, còn bloc 3RB - 1 là bộ điều chỉnh tỷ lệ.

Sau này nền công nghiệp đã sản xuất ra các bộ điều chỉnh tiến bộ hơn. Sự tiến bộ này thể hiện ở chỗ bộ điều chỉnh này được làm không theo tổ hợp mà theo nguyên lý lắp rời từng bộ phận. Do đó giúp cho người sử dụng dễ thay thế các bộ phận khi cần thiết và thuận tiện cho việc nâng cấp thiết bị hơn.

Trên hình 3-24 là hình dạng chung của các bộ phận rời đó.

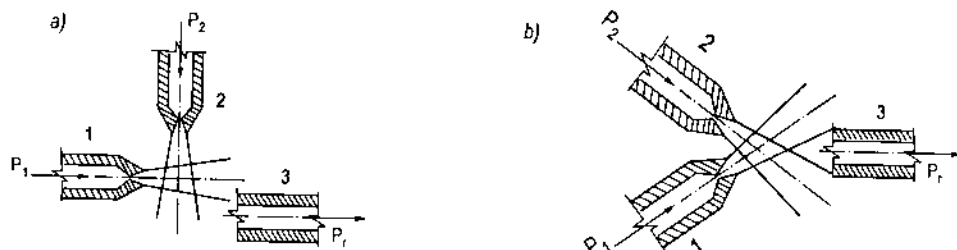
Cùng với các bloc điều chỉnh khí nén cũng có nhiều các dụng cụ đo thứ cấp phù hợp được sản xuất kèm theo.

Hướng phát triển của các thiết bị kiểu khí nén là: sử dụng kỹ thuật tia. Trên hình 3-25 là các phần tử khí nén kiểu tia dùng làm bộ khuếch đại có cấu tạo thật đơn giản.



Hình 3-24:

- a) Các bộ phận rời của hệ thống điều chỉnh đã được chuẩn hoá;
b) Bloc điều chỉnh đã được lắp ráp trên một bảng chung.



Hình 3-25: Các phần tử khí nén kiểu tia.

- a) Phần tử khuếch đại: P_1 - áp suất nguồn; P_2 - áp suất điều khiển; P_r - áp suất đầu ra.
b) Phần tử logic "Và" : P_1, P_2 - áp suất đầu vào; P_r - áp suất đầu ra.

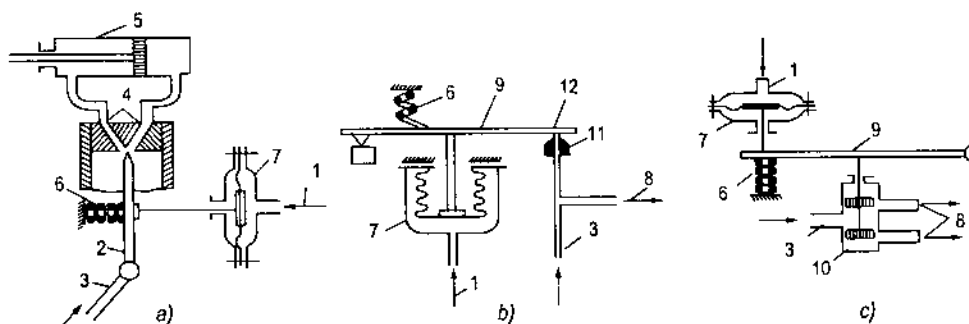
Từ vòi phun 1 (hình 3-25a) có dòng tia không khí đi ra với một áp suất không đổi lớn của nguồn P_1 . Vòi phun 2 đặt vuông góc với vòi phun 1 đưa dòng tia khác có áp suất không khí nhỏ hơn và được gọi là dòng tia điều khiển P_2 . Dưới tác dụng của dòng P_2 , dòng chính được hướng theo ống 3 với áp suất không khí là P_r đầu ra đã được khuếch đại lên. Nếu nối nối tiếp vài bộ phận cùng loại như trên ta có P_r đầu ra tăng dần.

Trên hình 3-25b, các bộ phận tia kiểu logic thực hiện chức năng "VÀ", áp suất đầu ra P_r chỉ xuất hiện khi có P_1 và P_2 cùng tác động.

Điểm tốt của các phần tử kiểu tia là không có phần di động cơ khí, kích thước lại nhỏ và có độ tin cậy cao. Do đó kỹ thuật tia còn được ứng dụng rộng rãi cho các bộ điều khiển trong tương lai.

3.11.2. Bộ điều chỉnh thuỷ lực

Phần tử chính của bộ điều chỉnh thuỷ lực thường là ống tia (Role tia). Ống tia có nhiệm vụ biến đổi xung nhỏ thành lực lớn cần thiết để chuyển dịch cơ cấu chấp hành. Đôi khi bộ phận chính ở dạng vòi phun và tấm chắn hay van trượt. Trên hình 3-26 là các thiết bị điều khiển của bộ điều chỉnh thuỷ lực.



Hình 3-26: Các phần tử điều khiển của bộ điều chỉnh kiểu thuỷ lực

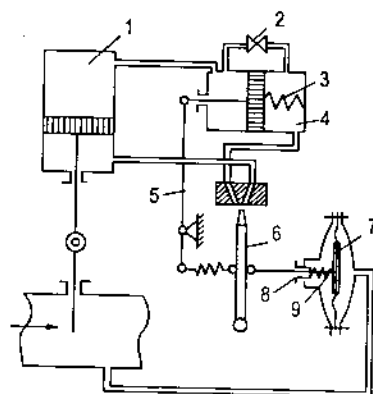
a) Role tia; b) Vòi phun và tấm chắn; c) Van trượt

1- Tác động của áp suất được điều chỉnh; 2- Ống tia; 3- Tác động của chất lỏng công tác;
4- Kênh nhận; 5- Cơ cấu chấp hành kiểu pít tông; 6- Lò xo; 7- Màng điều chỉnh; 8 - Ống dẫn chất lỏng công tác tới cơ cấu chấp hành; 9- Tay đòn; 10- Van trượt; 11- Vòi phun; 12- Tấm chắn.

Chúng ta hãy xem xét nguyên lý làm việc của bộ điều chỉnh kiểu thuỷ lực trên hình 3-27.

Sơ đồ làm việc như sau: áp suất dòng chất tác động lên màng 7 làm ống phun tia 6 xê dịch. Ví dụ khi áp suất tăng, ống 6 xê dịch sang trái; chất lỏng công tác được phun vào buồng bên phải của xi lanh 4 (bộ phận cân bằng). Tiếp đó pít tông chuyển động sang trái và làm cho lò xo 3 căng ra. Chất lỏng công tác vì thế mà được dòn vào xi lanh lực 1 (đóng vai trò là động cơ thuỷ lực). Pittông của động cơ chuyển động xuống dưới và đóng bót van trên đường ống, làm giảm áp suất vào hệ thống, tức là đã điều chỉnh áp suất trong đường ống. Thanh kéo liên hệ ngược 5 làm lệch ống phun 6 sang phải đến vị

trí trung gian. Chất lỏng công tác chảy từ buồng về trái pit tông sang buồng về phải của pit tông qua van điều tiết 2 dưới tác dụng của lò xo 3. Nhờ đó pit tông thực hiện chuyển rời phụ để trở về trạng thái cân bằng áp suất trong xi lanh 4. Ống phun 6 cùng màng nhạy cảm 7 chuyển dẫn về vị trí trung gian tương ứng với trạng thái cân bằng mới của hệ thống về áp suất. Áp suất của hệ thống đạt tới, được thiết lập do một vòng quay của vít định vị 8; vít này thay đổi sức căng ban đầu của lò xo 9.



Hình 3-27: Sơ đồ bộ điều chỉnh áp suất kiểu ống tia thủy lực.

Trong thực tế các bộ điều chỉnh thủy lực được cấu tạo từ các bộ phận rời nhau. Khi sử dụng, chúng được ghép nối lại theo đặc tính (tĩnh, không tĩnh, quân bằng), cũng như theo chức năng mà nó phải đảm nhận (điều chỉnh áp suất, lưu lượng hay tỉ số...).

3.11.3. Bộ điều chỉnh điện

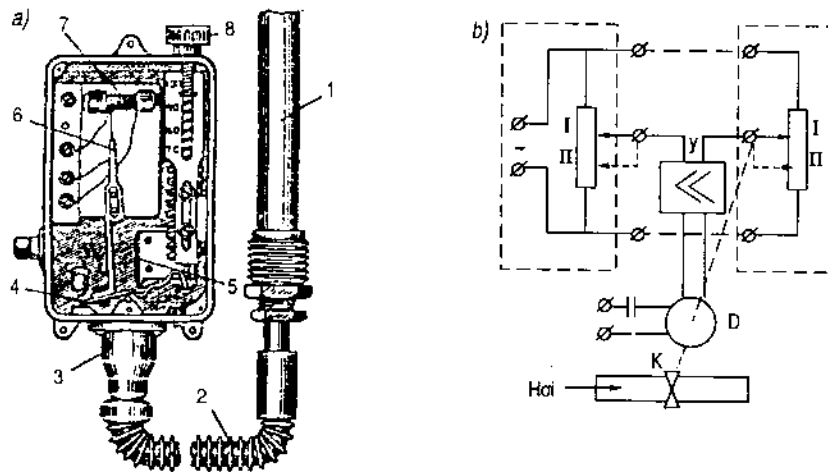
Bộ điều chỉnh bằng năng lượng điện có tính ưu việt hơn so với bộ điều chỉnh kiểu thủy lực và khí nén, vì chúng đơn giản về cấu tạo và vận hành, đồng thời có điều kiện phát triển lên điều khiển có khoảng cách.

Trong thực tế các thế hệ bộ điều chỉnh điện được phát triển kế tiếp nhau. Thế hệ sau phát huy ưu điểm của thế hệ trước, đồng thời được hoàn thiện hơn thế hệ trước ở các điểm: cấu tạo của các bộ phận; chức năng và cả đặc tính kỹ thuật của chúng. Ví dụ ở thế hệ đầu trong các bộ điều chỉnh có sử dụng các đèn điện tử để khuếch đại và biến đổi các tín hiệu, song các bộ biến đổi các tín hiệu chưa được chuẩn hoá. Ở thế hệ thứ hai có sử dụng các phân tử bán dẫn và tiến đến nguyên lý cấu tạo theo các khối, môđun. Đặc biệt là có sự chuẩn hóa các tín hiệu (dòng điện từ 0 ... 5mA). Thế hệ này còn có thiết bị cấu tạo theo tổ hợp các khối "tăng". Thế hệ thứ 3 được thể hiện ở chỗ có sử dụng các sơ đồ vi mạch. Thế hệ này bộ điều chỉnh là một hệ thống liên hợp các phương tiện điều chỉnh điện.

Trong số các bộ điều chỉnh điện có sử dụng các cầu tự động (KVM1, KXM,...) và các điện thế kế tự động (KXP, KPP, ...). Các dụng cụ này cho phép thực hiện 2 hay 3 vị trí điều chỉnh nhờ có thiết bị tiếp điểm. Trường hợp cần điều chỉnh xung, trong sơ đồ có mắc bộ biến đổi xung. Các bộ điều chỉnh liên tục trong thực tế thường là bộ điều chỉnh quân bằng (RU4 - 16A, RU4 - 26, RPIB - 111,...), bộ điều chỉnh tỷ lệ và nhiều bộ điều chỉnh khác.

Trong vận hành khi cần điều chỉnh nhanh các quá trình, nhiều khi phải tăng tần số đóng làm việc (số lần đóng làm việc) cơ cấu chấp hành (động cơ điện, các rôle trung gian và khởi động từ) có thể tới 500 lần/ h. Vì vậy các cơ cấu chấp hành có cấu tạo tiếp điểm thường nhanh bị hỏng. Do đó sau này người ta đã tìm cách sử dụng các bộ điều chỉnh điện không có tiếp điểm để tăng độ tin cậy trong vận hành (ví dụ BR - 11, RPIB, RU4).

Bây giờ ta hãy làm quen một bộ điều chỉnh điện kiểu biến trở trên hình 3 - 28:



Hình 3-28: Bộ điều chỉnh điện kiểu biến trở

a) Cấu tạo của bộ điều chỉnh; b) Sơ đồ điện của bộ điều chỉnh.

1- Bình nhiệt; 2- Ống dẫn nhỏ; 3- Xi phông; 4- Tay đòn; 5- Điểm cố định; 6- Con chạy của biến trở; 7- Biến trở; 8- Vít định vị.

Bình nhiệt 1 được đặt trong môi trường của đối tượng điều khiển; nó làm nhiệm vụ cảm nhận sự biến đổi của nhiệt độ môi trường và biến đổi nó thành áp suất. Áp suất này theo ống nhỏ 2 chuyển vào hộp xi phông 3. Khi tăng áp suất trong hộp xi phông, làm tay đòn 4 quay đi xung quanh điểm cố định 5 và chuyển con chạy 6 dọc biến trở 7. Vít điều chỉnh 8 đã đặt trước ở vị trí tương xứng với con chạy nằm ở điểm giữa biến trở khi giá trị nhiệt độ của môi trường là nhiệt độ mong muốn cho trước.

Khi nhiệt độ lệch khỏi giá trị cho trước, con chạy chuyển dời từ điểm giữa của biến trở tới đại lượng tương ứng. Con chạy của cảm biến biến trở được nối với kim chỉ hay bút ghi của dụng cụ đo độ thay đổi của nhiệt độ trong môi trường chất của đối tượng điều khiển.

Trên hình 3 - 28b là sơ đồ của bộ điều chỉnh nói trên. Bên trái là biến trở cảm biến; bên phải là biến trở của cơ cấu chấp hành. Con chạy ở vị trí I của cảm biến biến trở tương ứng với nhiệt độ môi trường chất trong đối tượng điều khiển ở giá trị cho trước. Lúc đó khoá van K được mở ở lượng tương ứng ở vị trí I của con chạy của cơ cấu chấp hành. Điện áp đầu vào bộ khuếch đại bằng không và động cơ Đ của cơ cấu chấp hành không làm việc. Khi nhiệt độ môi trường chất giảm, con chạy của cảm biến biến trở chuyển đến chiếm vị trí II, làm mất cân bằng sơ đồ. Trên đầu vào bộ khuếch đại xuất hiện điện áp khác không. Và động cơ Đ làm việc vừa để mở thêm khoá van K nhằm tăng lượng hơi nóng dẫn vào đối tượng (bể metan để nâng nhiệt độ bùn) và vừa chuyển con chạy của cơ cấu chấp hành xuống vị trí 2. Tới lúc này sơ đồ trở lại trạng thái cân bằng; điện áp đầu vào bộ khuếch đại bằng không. Động cơ ngừng làm việc; song khoá van ở vị

trí mới tương ứng với sự giảm nhiệt độ môi trường của đối tượng điều chỉnh. Như thế bộ điều chỉnh đã thực hiện điều chỉnh việc dẫn hơi nước nóng vào tỷ lệ với độ chênh nhiệt độ khỏi giá trị cho trước.

Cũng tương tự như vậy ta có thể điều chỉnh các thông số khác nhờ có sử dụng cầu điện tử tự động và điện kế có cảm biến biến trở. Phần chính của bộ điều chỉnh này gồm bộ phận đo lường và bộ phận điều chỉnh. Bộ phận điều chỉnh có thể sử dụng các khối tự động sau đây: RU4 - 16, RU5 - 01M, RU5 - 02M. Các bộ điều chỉnh này có thể thực hiện các quy luật tỷ lệ - tích phân (PI), tỷ lệ vi tích phân (PID). Sơ đồ của các dụng cụ này được thành lập trên sơ đồ các đèn điện tử.

Trong thực tế nền công nghiệp đã sản xuất nhiều bộ điều chỉnh điện tử như vậy và cho phép thực hiện các quy luật điều chỉnh P, PD, PI và PID.

Chương 4

CẤU TRÚC CỦA SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

4.1. NHỮNG SỐ LIỆU CẦN THIẾT TRƯỚC KHI THIẾT KẾ SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

Muốn thành lập một sơ đồ tự động hoá, một quá trình sản xuất người thiết kế cần tập hợp được các vấn đề sau:

1. Sơ đồ công nghệ quá trình sản xuất có kèm theo đặc tính của trang thiết bị và hiện trạng hệ thống đường ống dẫn của công trình.
2. Danh mục các đại lượng cần kiểm tra và điều chỉnh có bản vẽ các thiết bị công nghệ, nhà xưởng sản xuất kèm theo.
3. Yêu cầu về độ tin cậy của hệ thống tự động hoá, về mức độ tự động hoá quá trình.
4. Kết quả các công tác nghiên cứu khoa học cùng với các biểu diễn toán học về tính chất động học của đối tượng tự động hoá theo từng kênh điều khiển.
5. Khả năng vốn của các nhà đầu tư và các yêu cầu phát sinh có thể khác...

4.2. CÁC LOẠI SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HOÁ VÀ CÁCH THỂ HIỆN CHÚNG

Trong thực tế, các quá trình sản xuất có nhu cầu tự động hoá ngày càng tăng. Để giúp các công việc thiết kế, thi công và vận hành các sơ đồ tự động hoá các quá trình sản xuất được thuận lợi, người ta thường sử dụng các "Hệ thống tài liệu thiết kế" cho chuyên ngành. Ở Việt Nam " Hệ thống tài liệu thiết kế tự động hoá" chưa ra đời, song các nhà chuyên môn vẫn sử dụng các ký hiệu bằng hình vẽ trên sơ đồ điện, điện tử và các ngành khác có liên quan... đã được tiêu chuẩn hoá để thực hiện công việc của mình.

Các tiêu chuẩn Việt Nam có thể sử dụng như:

TCVN 1615-75: Về các thiết bị đóng cắt.

TCVN 1624-75: Về nam châm điện.

TCVN 1631-75: Về phần tử truyền động và điều khiển thông dụng.

TCVN 1633-75: Về các phần tử và thiết bị của kỹ thuật máy tính số.

TCVN 1636-87: Về thiết bị cơ học từ xa.

TCVN 185-86: Về thiết bị điện và dây dẫn trên mặt bằng.

TCVN 1614-87: Về cuộn cảm, biến áp, máy nối điện và khuếch đại từ.

TCVN 1616-87: Về điện trở tự điện.

TCVN 1617-87: Về dụng cụ đo lường điện.

TCVN 1619-87: Về máy điện quay.

TCVN 1622-87: Về nguồn sáng.

TCVN 1626-87: Về linh kiện bán dẫn.

TCVN 1625-87: Về dụng cụ chân không và có khí.

TCVN 1627-87: Về dụng cụ điện thanh và các TCVN liên quan khác.

Trong chương này chúng tôi trích dẫn "Hệ thống tài liệu thiết kế" của Liên Xô cũ nay là Liên bang Nga và một số TCVN để bạn đọc tham khảo.

Trong tài liệu nói trên có xác định 4 dạng sơ đồ:

- Sơ đồ điện.
- Sơ đồ thuỷ lực.
- Sơ đồ khí nén.
- Sơ đồ động học.

Và 7 loại sơ đồ chức năng sau:

- Sơ đồ cấu trúc.
- Sơ đồ chức năng.
- Sơ đồ nguyên lý (đầy đủ).
- Sơ đồ lắp ráp.
- Sơ đồ mắc nối thiết bị.
- Sơ đồ chung.
- Sơ đồ sắp đặt vị trí hay gọi là sơ đồ thiết trí.

Sơ đồ cấu trúc xác định những phần chức năng chủ yếu của thiết bị, cách đặt và mối liên quan giữa các phần thiết bị đó với nhau.

Sơ đồ chức năng giải thích các quá trình xác định xảy ra trong từng mạch chức năng của thiết bị hay trong toàn bộ thiết bị nói chung.

Sơ đồ nguyên lý (đầy đủ) xác định tổ hợp đầy đủ các thành phần và mối liên hệ giữa chúng với nhau trong sơ đồ đồng thời cho biết các chi tiết về nguyên lý làm việc của các thiết bị.

Sơ đồ chung xác định thành phần cấu tạo nên tổ hợp thiết bị và cách nối chúng với nhau trên vị trí vận hành.

Các sơ đồ khác cho biết bản vẽ cụ thể mà từ đó nói rõ chức năng chính của từng sơ đồ theo tên gọi của chúng.

Để thực hiện các bản vẽ của sơ đồ tự động hoá các quá trình sản xuất người ta thường dùng các kí hiệu đã được tiêu chuẩn hoá trong tài liệu thiết kế.

Sau đây là những kí hiệu của các đại lượng cơ bản và kí hiệu các dụng cụ trong sơ đồ tự động hoá các quá trình sản xuất theo GOST 3925-59.

Nhiệt độ:	t	Độ ẩm:	m
Áp suất:	P	Lượng bức xạ phóng xạ:	D
Lưu lượng:	G	Mức:	H
Độ đục, độ màu:	Φ	Độ nhớt:	μ
Nồng độ:	C		

Đối với các dụng cụ đo nồng độ có thể ở vị trí của chữ C, ta thay bằng công thức hoá học của chất cần đo hay cần điều chỉnh.

Các kí hiệu về chức năng của dụng cụ trong các sơ đồ được thể hiện như sau:

Tự chỉ	Π	Tĩnh	Cr
Tự ghi	C	Không tĩnh	Ac
Tích phân	u	Vị sai	$\Delta\Phi$
Đo lường	um	Mẫu cho trước	3g
Biến đổi	llp	Điều tiết	$\Delta 3$
Khuyếch đại	yc	Quản bằng	W3
Theo dõi (tự động)	C.t	Vị trí	$\Pi 3$
Tín hiệu	Cx	Chương trình	lh

Các dụng cụ được kí hiệu trên sơ đồ có thể là một hình tròn hay hình vuông, ở giữa có gạch ngang. Phía trên gạch ngang trong kí hiệu dụng cụ ghi kí hiệu bằng chữ đại lượng mà dụng cụ đó đo hay điều chỉnh; còn phía dưới đường gạch ngang ghi kí hiệu bằng chữ các chức năng chính mà dụng cụ thực hiện. Trường hợp không đủ chỗ để ghi các kí hiệu, cho phép thay đường tròn bằng hai nửa đường tròn và nối với nhau bằng các đường thẳng; còn hình vuông thay bằng hình chữ nhật.

Trong bảng 4.1 là những kí hiệu dụng cụ chủ yếu được dùng trong sơ đồ tự động hoá.

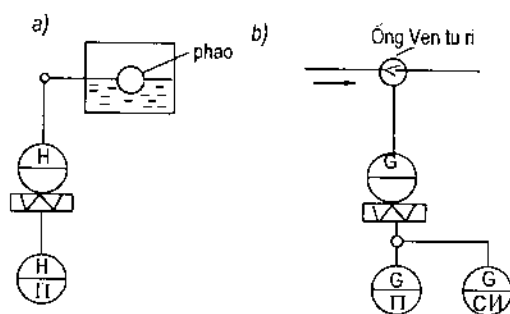
Trong bảng 4.2 là những kí hiệu thiết bị trong sơ đồ điện.

Bảng 4.3 và 4.4 trích dẫn tiêu chuẩn TCVN 1636-87 và TCVN 1617-87 của Việt Nam.

4.3. VÍ DỤ VỀ BIỂU DIỄN BẰNG KÍ HIỆU TRÊN SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HOÁ

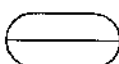
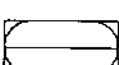
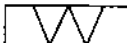
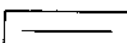
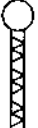
Trên hình 4-1 là sơ đồ kiểm tra mực nước. Trong sơ đồ có sử dụng cảm biến mực nước kiểu phao; các dụng cụ đo không thang chia, cách truyền xa trên 1 khoảng cách bằng năng lượng điện và có dụng cụ đo thứ cấp loại tự chỉ và tự ghi.

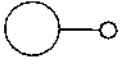
Trên hình 4-1b là sơ đồ đo lưu lượng trong đường ống có đặt ống Venturi, máy đo không thang chia với cách truyền chỉ số đi xa bằng năng lượng điện và 2 máy đo thứ cấp trong đó 1 cái là tự chỉ, cái khác là tự ghi với chức năng là tích phân.



Hình 4-1: a) Sơ đồ kiểm tra mực nước;
b) Sơ đồ đo lưu lượng nước trong đường ống.

Bảng 4.1. Ký hiệu các dụng cụ tự động hoá trên sơ đồ

Phần tử của sơ đồ tự động hoá	Cách biểu diễn	Phần tử của sơ đồ tự động hoá	Cách biểu diễn
<i>Dụng cụ đo lường & điều chỉnh</i>			
Dụng cụ đo lường ký hiệu chính.		Dụng cụ đo lường ký hiệu cho phép.	
Dụng cụ điều chỉnh (đánh tín hiệu) ký hiệu chính.		Dụng cụ điều chỉnh (đánh tín hiệu) ký hiệu cho phép.	
Dụng cụ đo lường & điều chỉnh (đánh tín hiệu) trong cùng 1 vỏ ký hiệu chính.		Dụng cụ đo lường & điều chỉnh (đánh tín hiệu) trong cùng 1 vỏ ký hiệu cho phép.	
<i>Các dạng truyền tác động có khoảng cách</i>			
Cách truyền điện.		Cách truyền kiểu khí nén.	
Cách truyền thủy lực.		Cách truyền cơ.	
<i>Thiết bị thu</i>			
Nhiệt kế dẫn nơ thủy tinh.		Nhiệt kế dẫn nơ thủy tinh có tiếp điểm điện.	
Nhiệt kế điện trở đơn.		Nhiệt kế điện trở kép.	
Nhiệt kế điện trở nhiều miền		Nhiệt kế điện trở bề mặt.	
Cặp nhiệt đơn.		Cặp nhiệt kép.	
Cặp nhiệt nhiều miền.		Cặp nhiệt bề mặt.	
Cặp nhiệt tốc độ.		Ống nhiệt kế của nhiệt áp kế.	

Nhiệt kế lưỡng kim.		Thiết bị lấy mẫu thử áp suất, mức, hỗn hợp khí và chất lỏng.	
Công tơ đo chất lỏng khí.		Lưu lượng kế với độ chênh không đổi.	
Thiết bị đo lưu lượng theo độ chênh áp (đầu nhọn hướng ngược chiều dòng chảy).		Ống khí ép (phần góc ký hiệu ngược chiều với dòng chất).	
Thiết bị thu của lưu lượng kế điện từ		Thiết bị thu của máy đo dòng chất.	
Thiết bị thu kiểu phao (máy đo mức, máy đo mật độ...)		Thiết bị thu siêu âm (máy đo mức, đo lưu lượng...)	
Thiết bị thu sóng vô tuyến (máy đo mức, lưu lượng...)		Thiết bị thu sóng cực ngắn (máy đo mức & các máy khác...)	
Thiết bị thu kiểu điện dung (máy đo mức, đo độ dày và các máy khác)		Thiết bị thu lực (áp kế hơi bão hoà...)	
Thiết bị thu của máy đo độ ẩm		Thiết bị thu để đo hỗn hợp lý hoá và chất lượng của các chất (độ pH, độ nhớt, độ bụi, độ đục, nồng độ và...)	
Thiết bị thu để đo cường độ phóng xạ		Thiết bị thu kiểu quang học (đo mức...)	
<i>Cơ cấu thừa hành và cơ quan điều chỉnh</i>			
CCTH kiểu pittông		CCTH kiểu điện từ (cuộn dây)	
CCTH kiểu màng		CCTH có động cơ (a. với dòng điện không đổi; b. với dòng điện xoay chiều)	a)  b) 
Nắp điều chỉnh		Van điều chỉnh	

Van điều chỉnh 3 chiều		Tấm chắn điều chỉnh	
<i>Các thiết bị phụ</i>			
Bình phân chia hay bình so sánh		Cầu dao chuyển mạch của đường khí (không khí)	
Bình ngưng tụ		Bảng điều khiển có khoảng cách cho điều chỉnh thủy lực và khí nén	
Cầu dao cho mạch điện đo lường			

Bảng 4.2. Ký hiệu các phần tử trong sơ đồ điện

Phần tử của sơ đồ điện	Cách biểu diễn
Cuộn dây của Rơle, công tắc tơ và khởi động từ - Cách biểu diễn chung - Cuộn dây rơle dòng điện - Cuộn dây rơle điện áp - Cuộn dây rơle dòng cực đại	
Tiếp điểm của cái ngắt điện: - Thường mở - Thường đóng - Chuyển mạch	
Nút bấm tự hồi: - Có tiếp điểm thường mở - Có tiếp điểm thường đóng - Có một tiếp điểm thường mở và một tiếp điểm thường đóng	

Tiếp điểm của rơle không điện (cảm biến, cầu dao...):

- Thường mở
- Thường đóng

Máy điện quay (kí hiệu chung là đường tròn và bên trong đường tròn ghi):

1. Loại máy

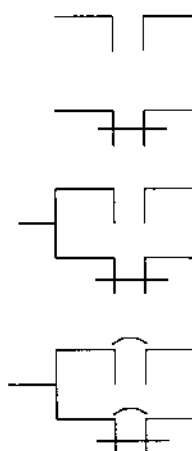
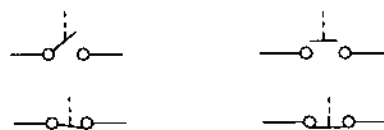
- a) Máy phát điện
- b) Động cơ điện
- c) Máy kích thích
- d) Xen xin
- e) -----

2. Loại dòng điện

3. Số pha hay cách đấu các cuộn dây

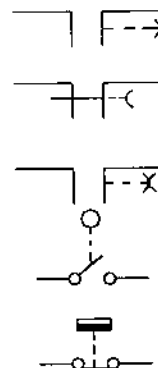
Tiếp điểm của rơle công tác tơ hay khởi động từ

- Thường mở
- Thường đóng
- Chuyển đổi
- Chuyển đổi liên tục



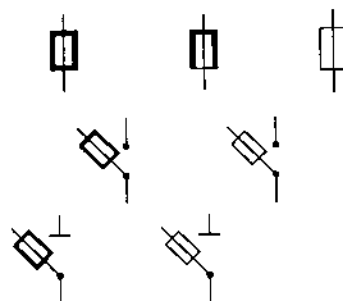
Tiếp điểm của rơle và công tắc tự có thời gian trễ
(tiếp điểm đóng có thời gian):

- Khi đóng
- Khi mở
- Khi đóng và mở
- Tiếp điểm của Rơle cơ học
- Tiếp điểm của Rơle nhiệt



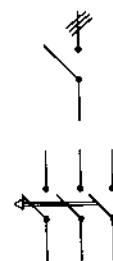
Cầu chì - Cách biểu diễn chung:

- Cầu dao - cầu chì
- Dao cách ly có cầu chì



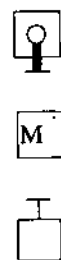
Cầu dao nhiều cực (VD: 3 cực):

- Cách biểu diễn một đường dây
- Cách biểu diễn nhiều đường dây



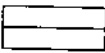
Khoá hay cầu dao cho mạch điều khiển:

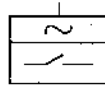
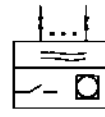
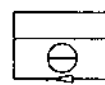
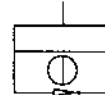
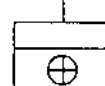
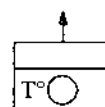
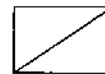
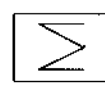
- Khởi động từ
- Biến trở



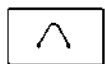
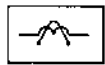
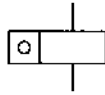
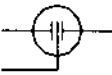
- Thiết bị cho lệch	
Nút bấm điều khiển (số điểm tương ứng với số nút bấm)	
- Cầu dao nhiều nấc bằng tay	
- Xen xin	
- Chuông điện	
- Còi điện	
- Đèn tín hiệu (tín hiệu ánh sáng màu)	

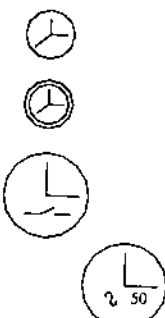
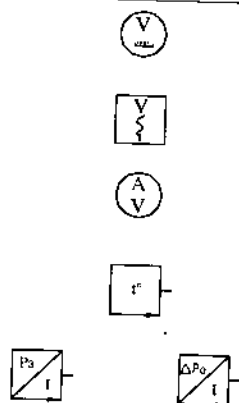
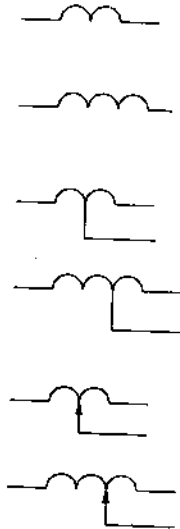
Bảng 4.3. Ký hiệu bằng hình vẽ trên sơ đồ điện thiết bị cơ học từ xa - TCVN 1636-87

Tên gọi	Kí hiệu
A. Kí hiệu của thiết bị và dụng cụ cơ học từ xa	
1. Thiết bị cơ học từ xa	1.  hoặc 
2. Khí cụ (dụng cụ) cơ học từ xa	2. 
B. Kí hiệu chức năng của thiết bị điều khiển từ xa	
1. Điều khiển từ xa	1. 
2. Đo lường từ xa	2.
a) Có chỉ thị	a. 
b) Có ghi lại	b. 
3. Gọi đối tượng	3. 

4. Cộng	4. 
5. Đo dòng điện (chỉ thị, ghi lại)	5.    
6. Đo điện áp (chỉ thị, ghi lại)	6.    
7. Đo công suất (chỉ thị, ghi lại)	7.    
C. Ví dụ về kí hiệu và dụng cụ cơ học từ xa	
1. Thiết bị phát điều khiển từ xa phát bằng dòng điện xoay chiều	1. 
2. Thiết bị đo từ xa (phát, thu đồng thời) theo lệnh gọi với các chỉ thị thông số tích phân phát và thu bằng tín hiệu xung	2. 
3. Thiết bị điều khiển từ xa và đo lường từ xa với các chỉ thị và ghi. Thiết bị phát, thu theo một số kênh	3. 
4. Thiết bị đo từ xa (thu) để đo dòng điện	4. 
5. Thiết bị đo từ xa để đo điện áp, phát với đầu ra của tín hiệu số	5.  #
6. Thiết bị đo từ xa (phát) để đo công suất tác dụng. Ví dụ bộ phát từ xa để đo công suất 3 pha	6. KW  3~
7. Thiết bị đo từ xa (phát) để đo các đại lượng không điện. Ví dụ nhiệt độ có chỉ thị	7. 
8. Bộ biến đổi	8. 
9. Bộ cộng	9. 

Bảng 4.4. Ký hiệu bằng hình vẽ trên sơ đồ điện dụng cụ đo lường điện TCVN 1617-87

Tên gọi	Ký hiệu
I. Ký hiệu dụng cụ đo lường điện	
1. Ký hiệu chung	
1.1. Cảm biến để đo các đại lượng không điện	
1.2. Dụng cụ đo lường điện	
a) Dụng cụ chỉ thị	
b) Dụng cụ tự ghi	
c) Dụng cụ tự ghi tích lũy	
d) Dụng cụ vừa tự chỉ vừa tự ghi	
2. Điện kế	
3. Đồng bộ kế	
4. Máy hiện sóng	
5. Máy ghi sóng	
6. Điện kế ghi sóng	
a) Dòng điện và điện áp	
b) Công suất tức thời	
7. Máy đếm xung	
8. Electromet	
9. Bôlômet	

Tên gọi	Kí hiệu
10. Đồng hồ thời gian điện a) Đồng hồ nhánh (đồng hồ thứ cấp) để chỉ giờ, phút, giây b) Đồng hồ góc (đồng hồ sơ cấp) c) Đồng hồ khống chế thời gian d) Đồng hồ đồng bộ ví dụ tần số 50Hz	
II. Các ví dụ thiết lập ký hiệu của các dụng cụ đo lường điện	
1. Vôn mét chỉ thị số 2. Vôn mét tự ghi liên tục 3. Amperemét có phản động về cả 2 phía 4. Cảm biến nhiệt 5. Cảm biến áp suất	
III. Kí hiệu các cuộn dây của các dụng cụ đo điện	
1. Cuộn dây của dụng cụ đo điện 1.1. Cuộn dây dòng điện 1.2. Cuộn dây điện áp 1.3. Cuộn dây có đầu phân đoạn a) Cuộn dây dòng điện b) Cuộn dây điện áp 1.4. Cuộn dây có đầu phân đoạn thao tác được a) Cuộn dây dòng điện b) Cuộn dây điện áp	

4.4. THÀNH LẬP SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG CÓ ROLE TIẾP ĐIỂM

4.4.1. Cấu trúc của sơ đồ role tiếp điểm

Trong thực tế rất nhiều những quá trình công nghệ được thực hiện bởi hàng loạt các thao tác liên tiếp nhau, thao tác này sau thao tác kia. Trong đó có các quá trình gồm những thao tác riêng biệt hẳn nhau cả tuần tự tác động và độ kéo dài của thời gian thực hiện tác động. Để điều khiển tự động các quá trình như vậy, người ta thường sử dụng các sơ đồ tự động có các role tiếp điểm và gọi tắt là sơ đồ role tiếp điểm.

- *Định nghĩa:* Sơ đồ role tiếp điểm là 1 sơ đồ điện, được cấu tạo từ các tiếp điểm điện (của nhiều loại role và khí cụ điện) nối với nhau theo 1 cách nhất định và các cơ quan phản ứng của các thiết bị khác nhau mà các tiếp điểm đó tác động lên.

- *Nguyên tắc hoạt động của sơ đồ role tiếp điểm:* là nguyên tắc liên tiếp tác động của các phần tử riêng rẽ.

- *Cấu trúc theo quan điểm về chức năng:*

Các phần tử này có thể phân chia thành 3 nhóm chính như sau:

- Nhóm phần tử thu nhận.
- Nhóm phần tử trung gian.
- Nhóm phần tử chấp hành.

Các phần tử thu nhận có nhiệm vụ tiếp nhận các tác động từ đối tượng cần điều khiển và thực hiện các thao tác đóng, ngắt các sơ đồ mạch điện cần thiết tương ứng với các tác động nhận được đó. Nhóm phần tử thu nhận này chính là các tiếp điểm của các cảm biến, công tắc và nút bấm cũng như các tiếp điểm của cầu dao chuyển mạch (cầu dao có nắp tận cùng, cầu dao có nhiều nắp) hoặc của role.

Các phần tử trung gian là các dạng role khác nhau được dùng để truyền tác động từ phần tử thu nhận đến phần tử chấp hành. Nhờ có việc sử dụng các role và mắc chúng theo nguyên tắc nhất định mà các dạng liên động khác nhau được thực hiện tạo ra các tín hiệu ngắn hạn, trình tự làm việc xác định của các phần tử chấp hành theo thời gian (nếu nó cần) hoặc bảo đảm được sự làm việc bình thường của sơ đồ trong 1 trình tự xác định theo yêu cầu của các tín hiệu nhận từ ngoài vào sơ đồ.

Các phần tử chấp hành thường là khởi động từ hay công tắc tơ có nhiệm vụ thực hiện những tác động trực tiếp lên đối tượng cần điều khiển.

- *Cách thể hiện sơ đồ:* các phần tử trong sơ đồ role tiếp điểm nối với nhau bằng đường dây điện theo 1 trình tự nhất định phù hợp với chức năng của sơ đồ.

Trên quan điểm về cấu trúc mạch điện, sơ đồ role tiếp điểm được chia thành 2 phần mạch:

1. Sơ đồ mạch dòng điện chính cho biết cách nối dây cuốn xtato của các động cơ vào mạng điện và thường được vẽ bằng đường dây với nét đậm. Trong sơ đồ mạch chính có các thiết bị sau: cầu dao, cầu chì hoặc aptomat; đặc biệt có các tiếp điểm chính của công tắc tơ hay khởi động từ và các cơ quan phản ứng của thiết bị bảo vệ quá tải. Ngoài ra còn

có các thiết bị phụ trợ dùng khi mở máy động cơ (cuộn cảm, điện trở, tụ điện hay máy tự biến áp...).

2. Sơ đồ mạch điều khiển (hay mạch điện phụ) được vẽ với đường dây nét nhỏ hơn ở mạch dòng chính. Điện vào mạch phụ có thể là điện áp dây (được lấy từ 2 pha của mạch chính) hay điện áp pha (được lấy từ 1 pha của mạch chính và dây trung tính hoặc 1 pha với đất). Mạch điện điều khiển được vẽ theo dạng cột dọc hay cột ngang, bên cạnh có để bảng giải thích chức năng cụ thể của các mạch điều khiển nhỏ.

Trong mạch điều khiển có: các thiết bị điều khiển tự động (khởi động từ, công tắc tơ, rơle trung gian, rơle thời gian, rơle bảo vệ sự cố...) thiết bị cho tín hiệu tự động và bảo vệ tự động hệ thống máy móc (đèn tín hiệu có màu, còi hay chuông điện); các tiếp điểm phụ (blocs tiếp điểm) của cầu dao chuyển mạch ...

Sơ đồ rơle tiếp điểm có 1 đặc biệt ở chỗ là mỗi 1 thiết bị có thể bị chia thành nhiều phần nhỏ (các cuộn dây, các tiếp điểm), và các phần chia nhỏ đó của cùng 1 thiết bị điện được thể hiện nhiều chỗ khác nhau của sơ đồ, nhưng với kí hiệu được thống nhất từ đầu đến cuối sơ đồ.

Cách kí hiệu thiết bị trên sơ đồ như sau: mỗi thiết bị kí hiệu cả bằng chữ và bằng số. Các chữ thường chỉ loại rơle và thiết bị, còn số là chỉ số của thiết bị dùng trong sơ đồ. Ví dụ: rơle điện áp kí hiệu là 1Ru và 2Ru; rơle dòng điện 1Ri, 2Ri; rơle thời gian 1Rtg, 2Rtg ; rơle trung gian 1R₀, 2R₀...; cầu dao chuyển mạch 1CM, 2CM...; công tắc tơ 1K, 2K, 3K...

Nếu thiết bị được mắc trong các pha khác nhau thì viết thêm kí hiệu pha vào bên phải kí hiệu thiết bị. Thí dụ : 1R₀-A, 2R₀-B, 1Rtg-A, 2Rtg-B...

Nguyên tắc chính để kí hiệu các thiết bị và tất cả các phần tử của cùng 1 thiết bị cần được viết bằng 1 kí hiệu như đã viết cho thiết bị đó ở mạch dòng điện chính. Ví dụ ở mạch chính mà công tắc tơ được kí hiệu là 1K, thì cuộn dây và tất cả blocs tiếp điểm của nó cũng cần được kí hiệu là 1K ở mạch phụ. Nếu thiết bị có vài blocs tiếp điểm trong cùng 1 mạch thì dùng thêm kí hiệu chỉ số bên phải. Thí dụ công tắc tơ ở mạch 2 có vài blocs tiếp điểm được kí hiệu là 2K₁, 2K₂, 2K₃...

Một điều chú ý rằng tất cả các tiếp điểm của các thiết bị tự động được vẽ trên sơ đồ rơle tiếp điểm phải thể hiện ở trạng thái không có sự tác động cơ học hay điện học hay nói cụ thể hơn là chúng được thể hiện ở trạng thái nghỉ việc.

4.4.2. Cách thành lập sơ đồ rơle tiếp điểm

Sơ đồ rơle tiếp điểm thực ra là 1 tập hợp của hàng loạt các sơ đồ đơn giản có mắc rơle, khởi động từ... Để tiến đến việc thành lập sơ đồ tập hợp đó đầu tiên phải được làm quen với các sơ đồ đơn giản cơ bản sau đây:

- *Sơ đồ nhắc lại* (hình 4-2a)

Khi ấn nút N_đ, rơle R được cấp điện, còn khi thả nút bấm N_đ ra thì R mất điện, nút N_đ trở lại trạng thái ban đầu gọi là "nhắc lại".

- Sơ đồ tự hồi (hình 4-2b)

Khi ấn nút N_d , mạch cuộn dây rơle R có điện, rơle tác động và đóng tiếp điểm thường mở của nó là R mắc song song với N_d .

Khi thả N_d ra, cuộn dây rơle R vẫn ở trạng thái được cấp điện qua tiếp điểm R của nó. Rơle vẫn làm việc, nó như nhớ lại xung ngắn nhận được khi ấn nút N_d nên gọi là tự hồi.

- Sơ đồ liên động tương hỗ (hình 4-2c)

Sơ đồ này có khả năng tự ngăn ngừa tác động cùng 1 lúc của 2 hay vài rơle. Trên sơ đồ khi tiếp điểm K_1 đóng, rơle R_1 có điện, rơle R_2 không làm việc đồng thời được vì nếu K_2 có đóng thì tiếp điểm thường đóng R_1 của rơle R_1 cũng ngắt mạch cung cấp của R_2 . Lúc rơle R_2 làm việc thì R_1 phải ngừng làm việc vì dù K_1 có đóng nhưng tiếp điểm R_2 của rơle R_2 cũng ngắt mạch cung cấp của R_1 .

- Sơ đồ liên động làm việc nối tiếp (hình 4-2d)

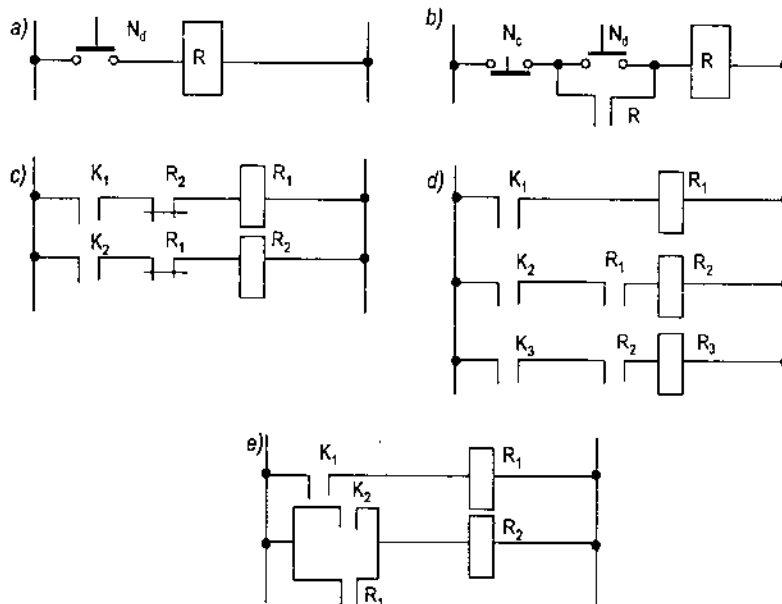
Sơ đồ này cho phép đóng làm việc lần lượt theo trình tự từ rơle R_1 đến R_2 rồi đến R_3 .

Khi K_1 đóng thì R_1 được cấp điện, nó đóng tiếp điểm thường mở của nó ở mạch rơle R_2 . Khi K_2 đóng R_2 được làm việc và lại đóng luôn tiếp điểm R_2 ở mạch của rơle R_3 . Khi K_3 đóng thì R_3 được phép làm việc. Nếu trình tự trên bị huỷ thì sẽ gây nên sự cố cho sơ đồ điều khiển.

- Sơ đồ liên động ngừng làm việc nối tiếp (hình 4-2e)

Sự ngừng làm việc các rơle trên hình 4-2e chỉ thực hiện theo trình tự việc ngừng R_1 rồi mới đến R_2 .

Nếu không tắt làm việc R_1 trước, thì dù có ngắt tiếp điểm K_2 cũng không ngắt làm việc nổi R_2 , vì rằng lúc đó tiếp điểm R_1 vẫn cho dòng cung cấp vào cuộn dây của rơle R_2 .



Hình 4-2: Các sơ đồ đơn giản có mắc rơle

Những sơ đồ đơn giản có mắc role nêu ở trên được coi là những mạch cơ sở để cấu thành sơ đồ role tiếp điểm. Sau đó người thiết kế cần quan tâm đến yêu cầu điều khiển của quá trình công nghệ cần tự động hoá để thống kê tất cả các tác động cần thiết lên các phần tử thu của sơ đồ cũng như thống kê tất cả các thao tác mà các phần tử chấp hành cần phải thực hiện để đáp ứng được các tác động nhận được ở phần tử thu nhận đó.

Trên cơ sở điều kiện làm việc của sơ đồ tự động hoá đã được thống kê ở trên, người thiết kế bắt đầu thành lập sơ đồ mạch dòng điện chính và xác định số phần tử cần mắc trong sơ đồ mạch dòng điều khiển (phần tử thu nhận, phần tử trung gian và phần tử chấp hành).

Để xác định số lượng phần tử cần tham gia trong sơ đồ nên thành lập bảng hoạt động hay trình tự tác động của sơ đồ theo yêu cầu kĩ thuật của quá trình công nghệ. Trên cơ sở đó xây dựng sơ đồ mạch điều khiển.

Khi lựa chọn thiết bị có sự chú ý đến công suất và số lượng tiếp điểm sao cho đủ với nhu cầu liên động trong sơ đồ. Nếu không đủ theo nhu cầu phải chọn thêm các thiết bị trung gian khác.

4.4.3. Các thiết bị trong sơ đồ role tiếp điểm

Trong sơ đồ role tiếp điểm có sử dụng các thiết bị như: khởi động từ, công tắc tơ, các nút bấm, cầu dao có nấc tậm cùng, cầu dao nhiều nấc (còn gọi là cái ngắt), đèn điện, còi tín hiệu, các tiếp điểm của các cảm biến, role thời gian, role trung gian, các loại cầu dao... Những thiết bị này có thể xem thêm trong giáo trình kĩ thuật điện và ở chương 2 của quyển sách này.

Để giúp các bạn có thể sử dụng tốt các sơ đồ role tiếp điểm chúng tôi giới thiệu thêm 2 thiết bị hay được dùng trong sơ đồ là cầu dao chuyển mạch vạn năng và role trung gian.

• Cầu dao chuyển mạch vạn năng (hình 4-3)

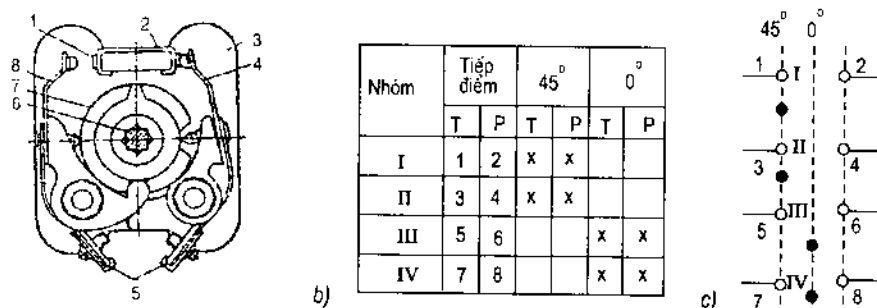
Cầu dao vạn năng được dùng để chuyển chế độ làm việc của vài mạch điện điều khiển không liên quan đến nhau đồng thời cùng 1 lúc.

Trên hình 4-3a là hình dạng chung của cầu dao chuyển mạch vạn năng kí hiệu CM-5312. Cầu dao được cấu tạo từ tập hợp các nhóm tiếp điểm I, II, III, IV (trong đó 1,2 là tiếp điểm đứng yên; 4,8 là tiếp điểm động). Các tiếp điểm động được kẹp giữ vào 2 má cầu dao bằng lò xo. Các nhóm tiếp điểm được cách điện nhau bởi vách ngăn bằng nhựa 3 và cùng được gắn trên 1 trục giữa 6. Ở 1 đầu cuối của trục giữa 6 có gắn tay quay bằng nhựa để điều khiển.

Mỗi nhóm tiếp điểm có 2 đầu nối ra ngoài 5, có 3 vòng nhựa cấu tạo lệch tâm 7 cùng gắn trên trục giữa (một vòng để ngắt tiếp điểm, còn 2 vòng kia để đóng tiếp điểm), tùy theo vị trí của tay quay mà các vòng nhựa có nhiệm vụ đóng hay ngắt tiếp điểm bên trong nhóm.

Tay quay cầu dao CM-5312 có 2 vị trí : vị trí 0° bên phải và vị trí 45° bên trái. Trên hình 4-3b là biểu đồ chuyển mạch của cầu dao, còn cách biểu diễn nó trên sơ đồ ở hình 4-3c.

Từ biểu đồ ta thấy cầu dao có 4 nhóm tiếp điểm: I, II, III, IV với 8 tiếp điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ; trong đó làm thành 4 cặp tiếp điểm : 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.



Hình 4-3: Cầu dao chuyển mạch vạn năng

a) Hình dáng chung của cầu dao chuyển mạch; b) Biểu đồ chuyển mạch của cầu dao; c) Cách thể hiện cầu dao trên sơ đồ điện
 1, 2- Tiếp điểm cố định; 3- Vách ngăn; 4- Tiếp điểm động;
 5- Vít bắt dây; 6- Trụ; 7- Vòng nhựa lệch tâm; 8- Tiếp điểm động.

Cách biểu diễn trên sơ đồ là điểm chấm đen cho biết về vị trí tay quay, khi đó các tiếp điểm nằm phía trên chấm đen này ở trạng thái đóng làm việc.

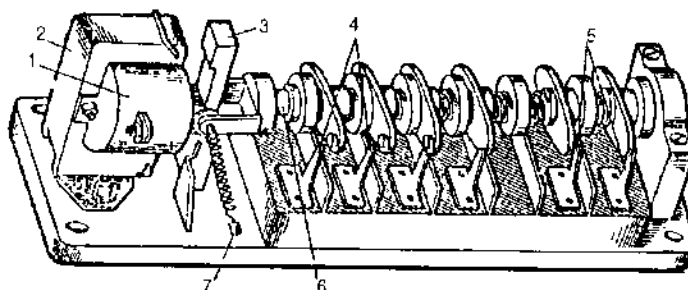
Hình 4-3c cho thấy tại vị trí tay quay là 45° thì các tiếp điểm 1-2 và 3-4 được đóng lại. Tại vị trí tay quay là 0° thì các tiếp điểm trái-phải là 5-6 và 7-8 được đóng lại.

• Role trung gian

Role trung gian được dùng khi công suất của các tiếp điểm thuộc role có chức năng chính không đủ để tác động trực tiếp lên mạch chấp hành hay khi role chính không có đủ số lượng tiếp điểm cần thiết cho hoạt động của sơ đồ cần điều khiển.

Nguồn cấp vào role trung gian là điện áp xoay chiều: 12, 36, 127, 220 hay 380, 500V.

Hình 4-4 trình bày role trung gian. Nó gồm có cuộn dây 1 có lõi thép 2, phần ứng 3, các tiếp điểm thường mở 4, các tiếp điểm thường đóng 5 và lò xo 7.



Hình 4-4: Role trung gian

1- Cuộn dây; 2- Lõi thép; 3- Phần ứng;
 4- Tiếp điểm thường mở; 5- Tiếp điểm thường đóng; 6- Trụ; 7- Lò xo.

Khi cuộn dây được cấp điện phản ứng 3 bị lỗi thép 2 hút và trục nối liền phản ứng 6 cùng với các tiếp điểm kim loại bị nhấc lên và làm đóng và mở các tiếp điểm 4, 5.

Khi mất điện trong cuộn dây, do tác dụng của trọng lượng bản thân phần động và lực của lò xo 7 kéo mà role trở lại vị trí ban đầu.

Tuỳ theo yêu cầu sử dụng các cặp tiếp điểm mà chúng được nối tới mạch điều khiển nhỏ khác nhau của sơ đồ tự động.

4.5. VÍ DỤ SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG CÓ ROLE TIẾP ĐIỂM (SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN TRONG HỆ THỐNG CẤP VÀ THOÁT NƯỚC)

Chúng ta có thể gặp động cơ điện làm việc ở nhiều vị trí khác nhau trong các công trình cấp và thoát nước: động cơ điện là bộ dẫn động cho các máy bơm trong các trạm bơm cấp 1, cấp 2, trạm bơm tăng áp, trạm bơm thoát nước, trạm bơm bùn trong trạm xử lí nước thải; các động cơ điện dẫn động cho các máy nghiền rác, song chắn rác, băng chuyền rác hoặc chất phản ứng, cho các van khoá trên đường ống nước... Muốn tự động hoá các công trình cấp và thoát nước việc cần thiết phải tiến hành điều khiển tự động các động cơ điện được dùng cho toàn bộ hệ thống.

Các động cơ điện dùng cho hệ thống cấp và thoát nước có thể là:

- Động cơ không đồng bộ có rôto ngắn mạch (rôto lồng sóc).
- Động cơ không đồng bộ có rôto dây quấn.
- Động cơ đồng bộ.

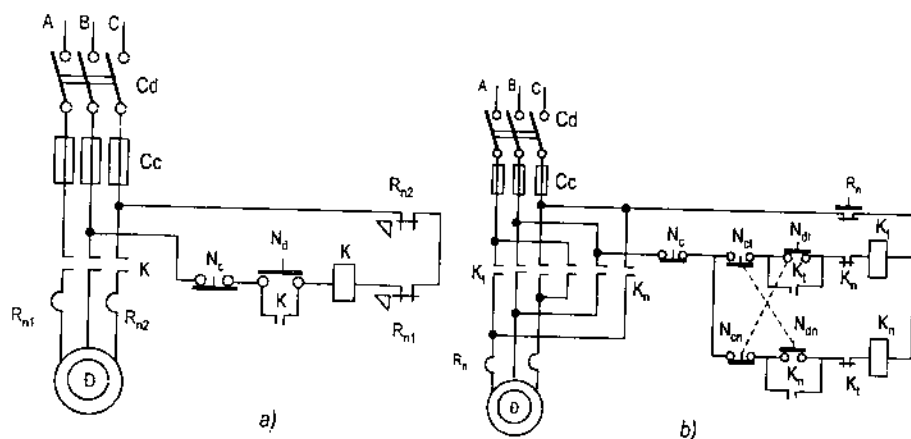
Việc điều khiển các động cơ trên được thực hiện bởi các sơ đồ role tiếp điểm khác nhau. Sau đây là các sơ đồ điều khiển cho từng loại động cơ nói trên:

1- Sơ đồ điều khiển động cơ lồng sóc quay một chiều và hai chiều trên toàn bộ điện áp mạng

Trên hình 4-5a là sơ đồ điều khiển động cơ lồng sóc quay 1 chiều. Mạch chính gồm có cầu dao C_d , cầu chì C_c các tiếp điểm thường mở của khởi động từ đơn K và bộ phận phản ứng của role nhiệt là dây chảy R_{n1} , R_{n2} . Mạch điều khiển là các bộ phận của khởi động từ đơn gồm có nút đóng N_d , nút cắt N_c , cuộn dây K, tiếp điểm tự hồi K, các tiếp điểm thường đóng của role nhiệt R_{n1} , R_{n2} .

Cách điều khiển lần lượt như sau: đóng cầu dao C_d , ấn nút N_d . Mạch điều khiển sẽ là kín bởi: pha B- tiếp điểm thường đóng N_c - tiếp điểm nút đóng N_d , cuộn dây của khởi động từ K, các tiếp điểm thường đóng của role nhiệt R_{n1} , R_{n2} - pha C. Khởi động từ hoạt động các tiếp điểm chính K trên mạch dòng chính được đóng lại và xtato động cơ được cấp điện từ mạng điện trên toàn bộ điện áp. Nhờ có tiếp điểm tự hồi K mà khởi động từ vẫn làm việc khi nút N_d trở về trạng thái ban đầu. Để dừng động cơ chỉ cần ấn nút cắt N_c , nguồn cấp cho khởi động từ không còn nữa, các tiếp điểm chính ngắt mạch chính, động cơ ngừng quay.

Trên hình 4-5b là sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ có rôto ngắn mạch quay 2 chiều. Khác với sơ đồ điều khiển động cơ quay 1 chiều, ở đây trong mạch chính có bộ tiếp điểm chính của cả 2 role thuận và nghịch K_1 và K_n . Mạch phụ là khởi động từ kép gồm 2 cuộn dây K_1 và K_n .



Hình 4-5:

- a) Sơ đồ điều khiển động cơ lồng sóc quay 1 chiều;
b) Sơ đồ điều khiển động cơ lồng sóc quay 2 chiều.

Hai cuộn dây thuận K_1 và nghịch K_n không được phép có điện đồng thời. Do đó trong mạch phụ của chúng có các tiếp điểm thường đóng K_n và K_1 của cuộn dây này mắc trong mạch của cuộn dây kia. Để chắc chắn hơn nữa trong sơ đồ còn dùng mối liên hệ cơ học giữa các nút bấm của role thuận N_d thuận và nút tắt của role nghịch N_c nghịch; nút N_d nghịch và nút cắt N_c thuận (biểu diễn bằng các đường đứt nét).

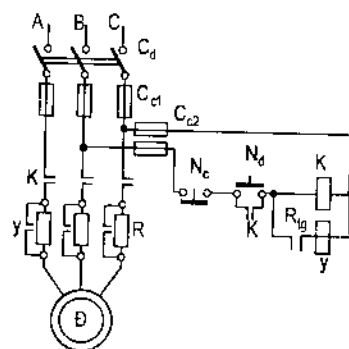
Sơ đồ được thao tác như sau: đóng cầu dao C_d . Muốn cho động cơ quay theo chiều thuận thì ấn nút N_d thuận, khi dừng ấn nút N_c thuận. Còn muốn động cơ quay theo chiều ngược lại ta ấn nút N_d nghịch, khi dừng động cơ ấn nút N_c nghịch.

Trường hợp có sự cố quá tải, role nhiệt tác động, các tiếp điểm R_{n1} , R_{n2} , R_n trong các sơ đồ trên bật ra ngắt mạch điều khiển và các động cơ được bảo vệ quá tải. Sau khi khắc phục xong sự cố phải dùng tay đóng các tiếp điểm R_{n1} , R_{n2} và R_n bởi vì các tiếp điểm lưỡng kim không tự hồi về trạng thái đóng kịp trong quãng thời gian ngắn.

2- Sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ có dùng điện trở phụ mắc trong mạch xtato (hình 4-6)

Điện trở được dùng với mục đích làm giảm dòng điện của động cơ lúc khởi động.

Sơ đồ thao tác như sau:



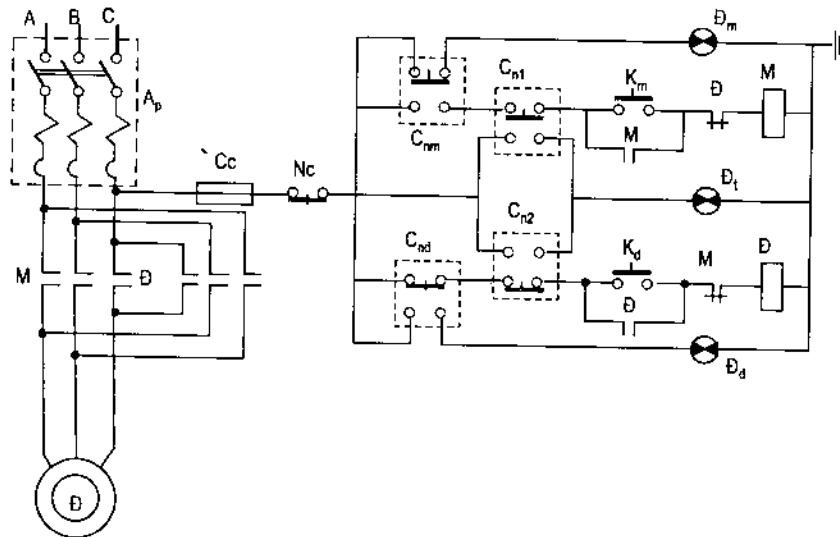
Hình 4-6: Sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ dùng điện trở phụ trong mạch xtato

Đóng cầu dao C_d . Ấn nút N_d , động cơ được nối với nguồn điện qua điện trở phụ R . Nhờ có điện áp rơi trên R , nên dòng điện vào động cơ được giảm đi khi khởi động. Qua thời gian khởi động, rô le thời gian làm đóng tiếp điểm R_{tg} và cấp điện cho cuộn dây khởi động từ y làm nó tác động và đóng các tiếp điểm y trên mạch chính, tách điện trở R ra khỏi mạch để động cơ nối trực tiếp với toàn bộ điện áp nguồn cấp và nó hoạt động bình thường.

3- Sơ đồ điều khiển động cơ khoá van (hình 4- 7)

Để tắt động cơ khoá van khi nó quay đến vị trí mở hết hay đóng hết thường sử dụng cái ngắt có nấc tận cùng C_{nm} và C_{nd} .

Muốn mở khoá van trong mạch khởi động từ mở khoá ta ấn nút K_m , còn đóng khoá van trong mạch điều khiển đóng khoá ta ấn nút K_d . Khi đó các cuộn dây tương ứng của khởi động từ mở M và đóng D có điện và đóng các tiếp điểm tương ứng ở mạch chính của động cơ là M và D và động cơ khoá van hoạt động đưa khoá van đến trạng thái mở hết hoặc đóng hết. Khi khoá van bị tắc, động cơ được dừng hoạt động bởi tiếp điểm của khớp nối thời điểm giới hạn khi mở là C_{nm} và khi đóng là C_{nd} . Vị trí của khoá van được báo bằng tín hiệu đèn D_m , D_t và D_d .



Hình 4-7: Sơ đồ điều khiển động cơ khoá van

4- Sơ đồ điều khiển động cơ đồng bộ

Việc khởi động động cơ đồng bộ gồm 2 giai đoạn : giai đoạn không đồng bộ và giai đoạn đưa vào đồng bộ. Ở giai đoạn đầu, động cơ như động cơ không đồng bộ. Do đó sơ đồ điều khiển cũng giống như sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ. Ở giai đoạn sau: khi tốc độ của rôto đạt gần đến tốc độ đồng bộ thì đưa nguồn dòng điện 1 chiều vào dây cuốn rôto và động cơ quay với tốc độ đồng bộ.

Nguồn 1 chiều chính là máy phát điện 1 chiều (còn gọi là máy kích thích) có trực liên với trục của động cơ đồng bộ. Sơ đồ mắc cuộn dây rôto với nguồn kích thích có thể trực tiếp qua điện trở phụ hay thông qua việc đóng ngắt mạch với điện trở phóng điện.

Chương 5

TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN CÁC TRẠM BƠM CẤP VÀ THOÁT NƯỚC

5.1. CHỨC NĂNG CHỦ YẾU CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN CÁC TRẠM BƠM CẤP NƯỚC

Trên hình 5-1 trình bày sơ đồ các chức năng chủ yếu có thể áp dụng tự động hoá việc điều khiển trạm bơm cấp nước. Các chức năng đó là:

1. Điều khiển tự động các động cơ điện kéo hệ thống máy bơm trong trạm. Công việc này có thể thực hiện theo mức nước trong bể chứa (trạm bơm thoát nước); theo áp lực tại điểm đặc trưng được quan tâm trong mạng (trạm bơm tăng áp); theo lưu lượng nước yêu cầu (trạm bơm cấp II); hoặc theo khoảng thời gian định trước nhờ có role thời gian (trạm bơm cấp I).

2. Việc điều khiển khoá van trên đường ống đẩy được thực hiện tự động theo yêu cầu kĩ thuật của quá trình khởi động và dừng máy bơm.

3. Điều khiển việc mở bơm. Cũng có trường hợp khởi động máy bơm không cần phải mở bơm, vì nó đã ở trạng thái tự mồi. Có trường hợp mở bơm từ đường ống đẩy, mỗi bơm bằng thiết bị chân không đặt kề liền với máy bơm. Trong lúc mỗi bơm để hoạt động khoá van trên đường ống đẩy có thể ở trạng thái đóng hoặc ở trạng thái mở. Do đó có nhiều sơ đồ cơ thủy lực thiết bị bơm.

Riêng trường hợp khởi động máy bơm với trạng thái của khoá van trên đường ống đẩy là mở được áp dụng cho các máy bơm có công suất nhỏ, có độ dự phòng công suất để ngăn ngừa sự quá tải có thể xuất hiện khi khởi động máy bơm với khoá van ở trạng thái mở.

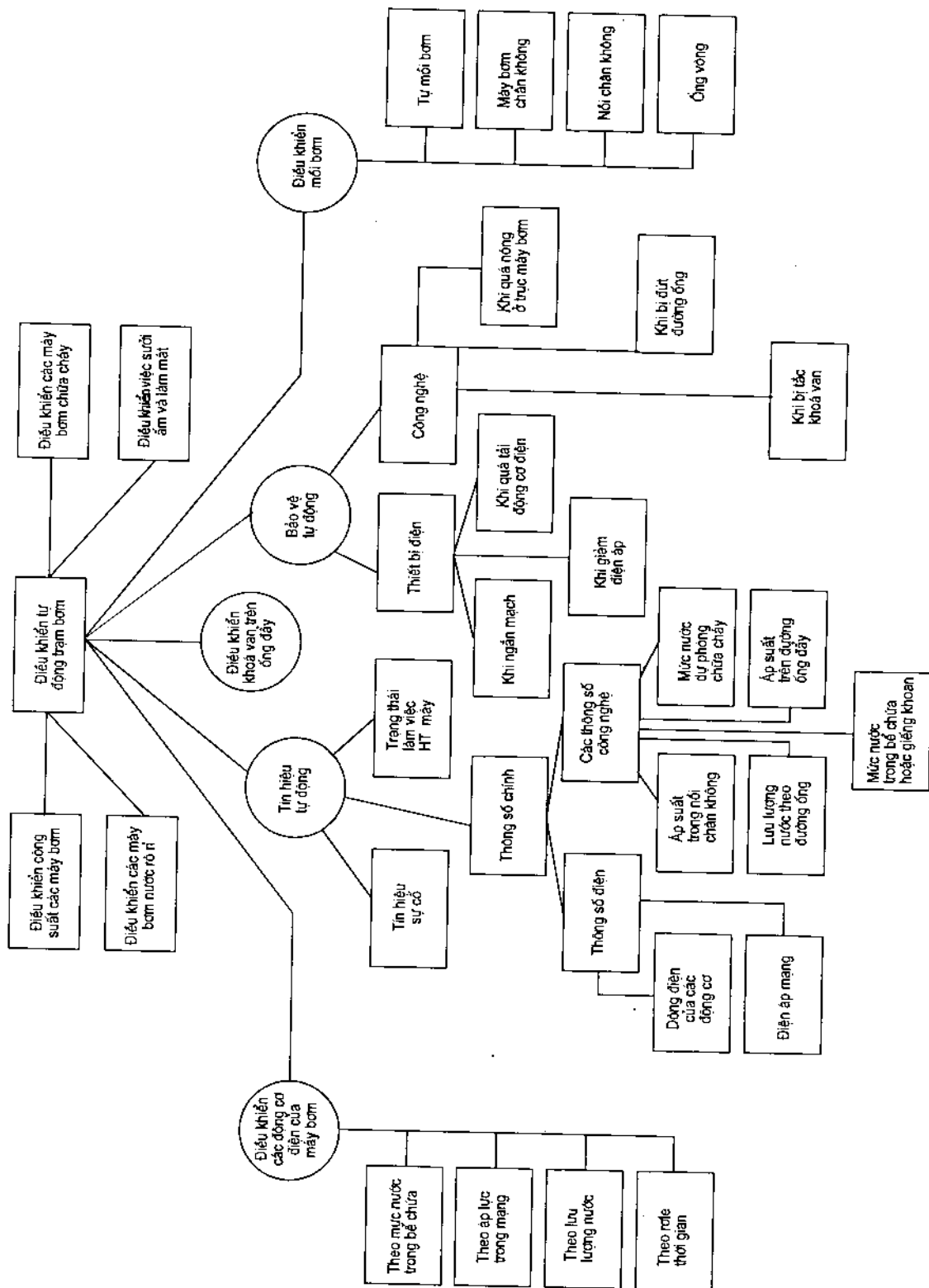
4. Các tín hiệu tự động gồm có:

- Tín hiệu về sự cố các loại.

- Tín hiệu về các thông số chính: trong đó có các thông số về mặt công nghệ và các thông số về điện. Các thông số về công nghệ gồm: áp lực trong nồi chân không, lưu lượng nước trong đường ống, mực nước trong bể chứa hay trong giếng khoan, áp lực trong đường ống đẩy, mực nước dự phòng chữa cháy. Các thông số về điện: là dòng điện làm việc của các động cơ điện, điện áp mang điện của nguồn cấp.

5. Bảo vệ tự động bao gồm:

Bảo vệ thiết bị điện khi có sự cố ngắn mạch, khi giảm áp, khi quá tải động cơ điện. Các bảo vệ về mặt công nghệ như: bảo vệ khi bị tắc khoá van, khi bị đứt đoạn đường ống, khi quá nóng ổ trục máy bơm.



6. Điều chỉnh tự động công suất của các máy bơm trong trạm khi cần thiết.
7. Điều khiển tự động máy bơm tiêu thụ tránh úng lụt trong trạm bơm.
8. Điều khiển tự động máy bơm chữa cháy khi có cháy.
9. Điều khiển việc sưởi ấm và làm mát nhà trạm bơm nếu cần thiết.

Với sơ đồ chức năng đó ta có thể liệt kê các quá trình chính được thực hiện tự động là:

1. Sự xuất hiện và truyền các xung để khởi động và dừng hệ thống máy bơm.
2. Duy trì thời gian trước lúc khởi động sau khi nhận xung và giữa các quá trình riêng biệt.
3. Đóng làm việc một hay vài máy bơm theo trình tự đã định trước. Trong đó sự đóng làm việc này có thể thực hiện trên toàn bộ điện áp mạng hay đã được giảm bớt điện áp theo bậc thang.
4. Mở và đóng kín khoá van trên đường ống đẩy ở thời điểm đã định khi khởi động hay khi dừng máy.
5. Thành lập và giữ độ chân không cần thiết trên đường ống hút và trong máy bơm nếu nó chưa được mở trước lúc khởi động.
6. Kiểm tra các thông số yêu cầu trong quá trình khởi động và dừng máy.
7. Tắt máy bơm công tác khi chế độ làm việc bình thường bị phá hoại và đóng máy bơm dự phòng vào làm việc thay thế.
8. Truyền tín hiệu về sự hoạt động của máy bơm và những biến đổi về sự cố đến trạm điều độ chung.
9. Bảo vệ hệ thống máy bơm trong tất cả các trường hợp khi chúng bị nguy hiểm bởi sự hỏng hóc quá nóng ổ trục do không bôi trơn, do sụt pha, do quá tải động cơ...
10. Sưởi ấm và làm mát trạm bơm, cũng như bảo vệ trạm khi có xuất hiện người không phận sự vào trạm.
11. Đóng làm việc và tắt máy bơm tiêu thụ.
12. Điều chỉnh tự động công suất máy bơm và áp lực của nó nếu cần thiết.

Trong quá trình vận hành các thiết bị tự động trạm bơm thực tế cho ta thấy rõ sự hợp lý khi áp dụng tự động hoá vào việc điều khiển trạm bơm và đồng thời còn cho khả năng loại trừ khoá van trên đường ống đẩy trong mọi trường hợp thực tiễn.

5.2. TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG MÁY BƠM

Tự động hoá điều khiển hệ thống máy bơm được hiểu là việc điều khiển hệ thống máy bơm được thực hiện một cách tự động bằng các thiết bị, phương tiện tự động mà không cần có sự tham gia trực tiếp của con người.

Trong tự động hoá điều khiển hệ thống máy bơm ngoài nhiệm vụ chính là bảo đảm thực hiện tất cả các điều kiện làm việc phù hợp về các phương diện công nghệ và kỹ

thuật của hệ thống máy móc ra, còn làm nhiệm vụ theo dõi hoạt động thường xuyên có thể là tức thời của toàn hệ thống máy và được thể hiện qua các loại tín hiệu tự động; còn lập quan hệ liên động giữa các thành phần cấu trúc nền sơ đồ và bảo vệ tự động hệ thống máy bơm khi cần thiết.

Cấu trúc của sơ đồ liên hợp tự động hoá điều khiển hệ thống máy bơm bao gồm các phần riêng biệt sau đây:

1. Sơ đồ TĐH việc mỗi bơm.
2. Sơ đồ TĐH điều khiển khoá van trên đường ống dẫn.
3. Sơ đồ TĐH điều khiển bộ dẫn động hệ thống máy bơm.
4. Sơ đồ quan hệ tương hỗ, bảo đảm trình tự tác động của hệ thống nói chung và thực hiện các liên động cần thiết cũng như bảo vệ tự động hệ thống máy và cho các tín hiệu tự động.

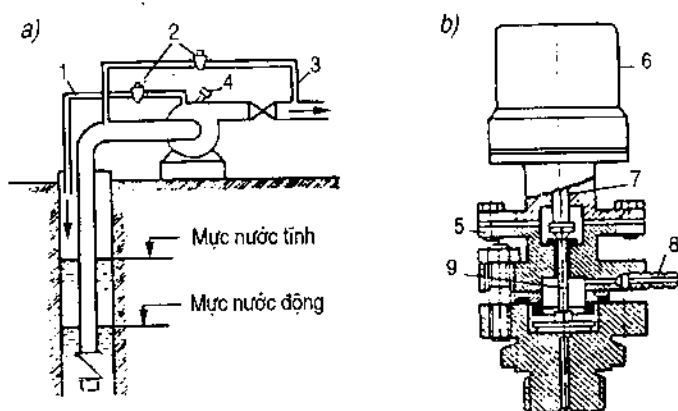
Sau đây chúng ta sẽ nêu cụ thể từng sơ đồ thành phần đó.

5.2.1. Sơ đồ tự động hoá việc mỗi bơm

Việc mỗi bơm có thể thực hiện đơn giản nhất là từ đường ống dẫn.

Ở đây có tồn tại một ống mỗi nước 3 được gọi là ống vòng vì nó nối đường ống hút với đường ống đẩy (sau van ngược chiều) với nhau làm cho máy có một vòng kín. Trên ống vòng có đặt van điện từ 2 (van nút), điều khiển van này thực hiện gián tiếp từ mạch sơ đồ rơle tiếp điểm tự động.

Để kiểm tra sự kết thúc mỗi bơm được thực hiện nhờ có rơle RZN-67 (hình 5-2b). Ngoài ra có thể bố trí ống tràn 1, cho phép quan sát được thời điểm kết thúc việc mỗi bơm.



Hình 5-2: Sự mỗi bơm từ đường ống dẫn

a) Sơ đồ mỗi bơm; b) Rơle RZN-67 kiểm tra việc mỗi bơm:

- 1- Ống tràn; 2- Van nút; 3- Ống mỗi; 4- Rơle kiểm tra việc mỗi bơm; 5- Vỏ rơle;
6- Đầu tiếp điểm; 7- Trục đầu tiếp điểm; 8- Khe hở lấy khí ra; 9- Đĩa gắn trục.

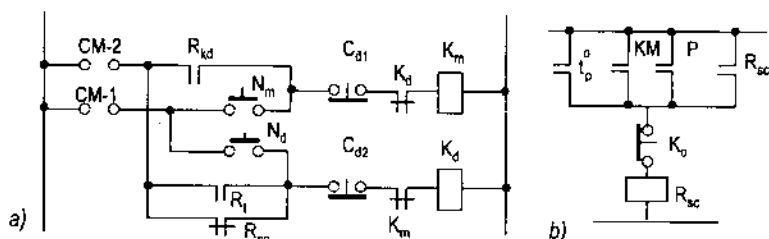
Role RZN-67 được lắp đặt trên đường ống đẩy hay trên vỏ máy bơm 4. Khi xuất hiện áp lực nước lên đĩa của role trục 9 được dịch chuyển lên trên và làm chập các tiếp điểm ở đầu tiếp điểm 6 để cho tín hiệu sự mỗi bơm đã kết thúc và việc khởi động động cơ máy bơm đã được phép bắt đầu thực hiện. Trong trường hợp không thể mỗi bơm từ đường ống đẩy như trên đã nêu thì dùng máy bơm chân không để tháo khí ra và việc điều khiển máy bơm này cũng bằng tự động. Đối với các trạm bơm có số lượng máy bơm ít thì trên mỗi hệ thống máy bơm có đặt một máy bơm chân không riêng biệt. Đối với các trạm bơm có số lượng máy bơm nhiều hơn $n > 3$ tốt nhất là dùng chung một thiết bị chân không có sử dụng bình chân không.

5.2.2. Sơ đồ điều khiển khoá van trên đường ống đẩy

Sơ đồ hình 5-3a có hai chế độ làm việc:

1. Làm việc điều khiển bằng tay.
2. Làm việc điều khiển tự động.

Khi ở chế độ làm việc điều khiển bằng tay thì tiếp điểm cầu dao chuyển mạch CM-1 đóng, muốn khoá van ở trạng thái mở ta ấn nút N_m , còn để đóng khoá van ta ấn nút N_d . Như vậy là làm cho các cuộn dây tương ứng của khởi động từ trong mạch mở khoá là K_m và mạch đóng khoá là K_d có điện và các khởi động từ này đóng tiếp điểm chính ở mạch chính của động cơ khoá van làm khoá van thực hiện việc mở hay đóng. Ở chế độ tự động, tiếp điểm cầu dao CM-2 sẽ là đóng. Tín hiệu đóng làm việc khởi động từ K_m mở khoá do role khởi động đưa tới làm đóng tiếp điểm R_{kd} . Khoá van được mở ra, khởi động từ K_m ngừng làm việc khi mở các tiếp điểm cầu dao C_{d1} . Khi đóng tiếp điểm của role tắt máy bơm R_t , khởi động từ đóng khoá van K_d bị tác động, khoá van đóng lại, K_d ngắt làm việc bằng cầu dao C_{d2} .



Hình 5-3:

a) Sơ đồ tự động điều khiển khoá van trên đường ống đẩy; b) Sơ đồ bảo vệ tự động máy bơm.

5.2.3. Sơ đồ điều khiển tự động bộ dẫn động máy bơm

Xung điều khiển có thể đưa tới sơ đồ tự động từ các cảm biến mực nước (trong bể chứa), áp lực hay lưu lượng nước tại các điểm thích hợp của mạng đường ống.

Đã có khá nhiều sơ đồ mẫu dùng để điều khiển bộ dẫn động hệ thống máy bơm như: các loại trạm điều khiển mẫu kiểu XUNO và PEKH. Các trạm điều khiển này sẽ được đề cập rõ ở chương mục phía sau.

5.2.4. Sơ đồ bảo vệ tự động hệ thống máy bơm

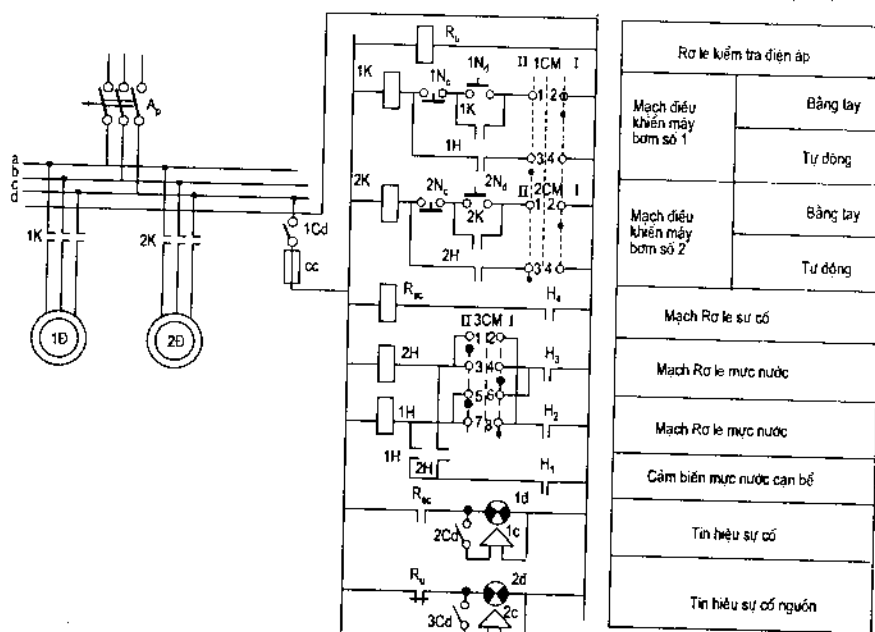
Để bảo vệ hệ thống máy bơm khi gặp phải các loại hình sự cố đã nêu ở mục 5.1 cần sử dụng một role chung gọi là role sự cố R_{sc} . Với nguyên lý là khi có sự cố nào đó xảy ra role này phải được tác động và nó sẽ ngắt các tiếp điểm thường đóng của nó ở những mạch điện cần bảo vệ.

Trên hình 5-3b trình bày cách mắc role sự cố R_{sc} . K_0 là tiếp điểm thường đóng của áp tô mát bảo vệ. Các tiếp điểm mang tín hiệu có sự cố xảy ra được mắc nối tiếp với cuộn dây của role sự cố. Khi có tiếp điểm nào đó trong số các tiếp điểm này mà đóng lại làm tác động role. Role sự cố này sẽ ngắt các tiếp điểm thường đóng của nó trên các mạch điện cần bảo vệ.

Việc bảo vệ động cơ khỏi ngắn mạch và quá tải có thể thực hiện bằng các áp tô mát có bộ nhả từ. Khi công suất của động cơ bé ($< 10kW$) chỉ cần dùng bảo vệ nhiệt và cầu chì là đủ. Trong trường hợp này mạch cung cấp cho các cuộn dây của khởi động từ có thể mắc trực tiếp sau thiết bị bảo vệ. Đối với các động cơ có công suất lớn $10 kW$ và hơn nữa, thì mạch cung cấp cho các cuộn dây của khởi động từ thường phải dùng thiết bị bảo vệ riêng, bởi vì các thiết bị bảo vệ của động cơ có công suất lớn không thể bảo vệ được mạch điều khiển.

5.2.5. Ví dụ một sơ đồ tự động hoá điều khiển trạm bơm theo mực nước

Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu cụ thể một sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm tiêu thủy gồm 2 máy bơm (1 máy bơm là công tác còn 1 máy là dự phòng). Sơ đồ được trình bày trên hình 5-4. Trạm bơm được điều khiển tự động theo mực nước bể. Tín hiệu điều khiển được đưa tới sơ đồ điều khiển từ cảm biến mực nước được lắp đặt trong bể nước. Có nhiều loại cảm biến mực nước, song ở đây sử dụng cảm biến mực nước kiểu cực điện (hình 5-11).



Hình 5-4: Sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm theo mực nước

Sơ đồ điều khiển lấy nguồn điện áp là một pha 220V, có cầu dao và cầu chì riêng (Cd, Cc). Các thiết bị tự động được dùng ở đây là: các cầu dao chuyển mạch 1CM, 2CM, 3CM, các công tắc tơ có cuộn dây 1K, 2K, rơle sự cố Rsc, các rơle mực nước 1H, 2H có các tiếp điểm cực điện đặt tại bể thu H_1 , H_2 , H_3 , H_4 các đèn và còi tín hiệu 1d, 2d.

Trên sơ đồ mạch điều khiển có rơle kiểm tra điện áp nguồn R_v .

Mỗi động cơ máy bơm 1Đ, 2Đ đều có mắc các tiếp điểm chính của công tắc tơ điều khiển riêng 1K, 2K.

Sơ đồ điều khiển này có thể thực hiện theo hai chế độ: chế độ điều khiển bằng tay (có người ấn nút điều khiển) và chế độ điều khiển tự động (không người điều khiển).

Muốn sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển bằng tay cầu dao chuyển mạch 1CM, 2CM phải ở vị trí bên phải (vị trí I); lúc đó các tiếp điểm 1-2 của chúng được đóng lại.

Muốn sơ đồ làm việc ở chế độ tự động, cầu dao chuyển mạch 1CM, 2CM phải ở vị trí bên trái (vị trí II), lúc đó các tiếp điểm 3-4 của chúng được khép kín và xung khởi động sẽ được truyền đến công tắc tơ từ rơle mực nước 1H hoặc 2H.

Cầu dao chuyển mạch 3CM có nhiệm vụ xác định động cơ nào cần làm việc và động cơ nào ở thể dự phòng. Ví dụ, nếu cầu dao 3CM ở vị trí I và khi đó mực nước trong bể chứa dâng lên đến ngập tiếp điểm H_2 của cảm biến, thì rơle điều khiển 1H có điện (làm đóng mạch: pha - cuộn dây rơle 1H - các tiếp điểm 7- 8 của cầu dao 3CM - tiếp điểm H_2 - dây trung tính). Kết quả là đóng tiếp điểm 1H trong mạch tự động của cuộn dây công tắc tơ 1K và động cơ 1Đ được dẫn vào làm việc.

Khi mực nước trong bể thu tiếp tục tăng lên làm ngập tiếp điểm H_3 , thì rơle điều khiển 2H được tác động (qua mạch: pha- cuộn dây 2H - tiếp điểm 3 -4 của cầu dao 3CM, tiếp điểm H_3 - dây trung tính). Kết quả là đóng tiếp điểm 2H trong mạch tự động của công tắc tơ 2K và động cơ 2Đ cũng phải vào làm việc. Nếu cả hai máy bơm cùng làm việc mà mực nước trong bể thu vẫn tăng, tới lúc ngập cả tiếp điểm cao nhất là H_4 , thì rơle sự cố Rsc được tác động và trên bàn điều khiển đèn báo sự cố sáng, hoặc nếu dùng còi báo (cầu dao 2Cd đóng) thì sẽ có còi báo động để người điều hành biết mà xử lý sự cố. Trong trường hợp ngược lại khi mực nước trong bể thu giảm xuống khỏi mực nước có tiếp điểm H_3 rồi H_2 và cuối cùng là làm hở H_1 thì cả hai máy bơm đều bị ngừng hoạt động lúc này bể thu nước coi là bị cạn nước. Và công việc sẽ lại được lập lại nếu mực nước trong bể thu lại dâng lên ngập tiếp điểm H_2 ... Và như vậy hệ thống hoạt động với chế độ điều chỉnh giữa hai mực nước H_1 và H_3 .

Nếu động cơ 1Đ bị hỏng, nước trong bể chứa tăng ngập đến tiếp điểm H_3 của cảm biến mực nước và làm rơle 2H được tác động (qua mạch: pha- cuộn dây 2H - tiếp điểm 3- 4 của cầu dao 3CM - tiếp điểm H_3 của cảm biến mực nước - dây trung tính). Kết quả là công tắc tơ 2K đóng động cơ 2Đ của máy bơm dự phòng vào hoạt động. Máy bơm dự phòng sẽ dừng làm việc khi mực nước giảm làm hở tiếp điểm H_1 .

Trong trường hợp cả hai máy bơm đều bị hỏng hay khi nước vào bể thu vượt quá với công suất làm việc của hai máy bơm, thì nước trong bể dâng cao đến mức sự cố H_4 và rơle sự cố Rsc sẽ báo tình trạng sự cố đến trạm điều khiển bằng tín hiệu đèn hoặc còi.

5.3. CÁC TRẠM MẪU ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG HỆ THỐNG MÁY BƠM

Do yêu cầu cấp thiết của thực tế sản xuất trong công nghiệp, trong đời sống đô thị và mức phát triển của việc ứng dụng tự động hoá theo thời gian nhiều sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm đã được chế tạo. Song một yếu điểm trong các sơ đồ đó là người sáng chế ra nó đã sử dụng các thiết bị, khí cụ không có mẫu chuẩn hay việc không sử dụng các thiết bị, khí cụ có mẫu chuẩn đang lưu hành trên thị trường. Chính điều đó đã gây nhiều phiền phức trong thi công cũng như trong vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa công trình. Để khắc phục yếu điểm đó, các nhà chuyên môn đã nghiên cứu và thấy rằng mặc dù có những điểm khác nhau giữa các loại máy bơm về cấu tạo cũng như về chức năng, nhưng việc điều khiển chúng vẫn có những điểm chung nhất. Và dựa vào các điểm chung nhất đó các nhà sáng chế đã cho ra đời các trạm mẫu điều khiển hệ thống máy bơm.

Trong mục này chúng ta hãy làm quen với hai loại trạm mẫu do Liên Xô cũ chế tạo vào khoảng nửa sau của thế kỷ 20. Đó là trạm mẫu kiểu PEKH và kiểu XUNO.

5.3.1. Trạm mẫu điều khiển hệ thống máy bơm kiểu PEKH

Trạm điều khiển hệ thống máy bơm kiểu PEKH có tới 20 loại khác nhau. Chúng dùng để điều khiển các hệ thống máy bơm có:

- Động cơ điện áp thấp và điện áp cao.
- Động cơ không đồng bộ với rôto lồng sóc khởi động trực tiếp.
- Động cơ đồng bộ có máy kích thích nổi cứng trong khởi động trực tiếp.

Ngoài ra còn dùng để điều khiển cho các máy bơm chân không và các máy bơm có chức năng chung.

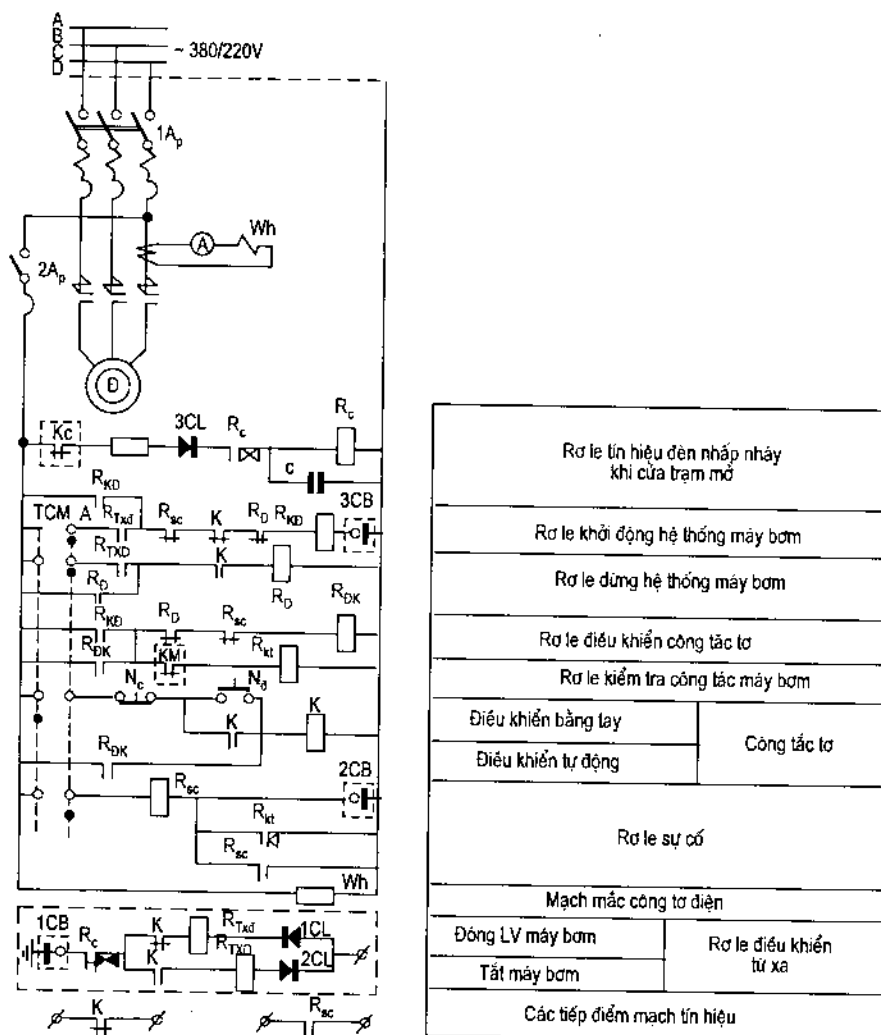
Trạm PEKH có thể dùng để khởi động máy bơm với khoá van trên đường ống dẫn ở trạng thái mở và đóng. Trạm điều khiển kiểu PEKH cũng mang đầy đủ những chức năng điều khiển, bảo vệ và đánh tín hiệu như đã nói ở mục 5.1 đối với hệ thống máy bơm.

Trên hình 5-5 trình bày sơ đồ PEKH-5003-38A₂; trạm này dùng để điều khiển các động cơ điện áp thấp công suất 25kW với khởi động trực tiếp (trên toàn bộ điện áp mạng).

Cũng như những sơ đồ đã nêu ở các mục trước, chúng ta có thể liệt kê các thiết bị tự động được dùng ở trạm PEKH như sau: cầu dao chuyển mạch CM (có hai vị trí: bên trái T điều khiển bằng tay, bên phải A điều khiển tự động); công tắc tơ có cuộn dây K, rôle khởi động máy R_{kđ}, rôle dừng máy R_d, rôle điều khiển công tắc tơ R_{đkc}, rôle kiểm tra công tác của hệ thống máy R_{kt}, rôle sự cố R_{sc}, các rôle điều khiển từ xa R_{txđ}, R_{txd}, các loại tiếp điểm của cảm biến 1CB, 2CB, 3CB.

Ở mạch chính của động cơ máy bơm có áp tô mát IAp, các tiếp điểm chính của công tắc tơ K, các dụng cụ đo (dòng điện năng lượng) với điện áp mạng ~380/220V.

Mạch điều khiển nguồn là điện áp 1 pha 220V các mạch điện thành phần có chức năng ghi rõ ở bảng giải thích bên phải sơ đồ.



Hình 5-5: Trạm điều khiển hệ thống máy bơm kiểu PEKH-5003 - 38A₂

Sơ đồ có thể làm việc ở hai chế độ điều khiển, các chế độ này được thiết lập nhờ có cầu dao chuyển mạch CM. Nếu tay quay CM ở vị trí trái T thì sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển bằng tay; còn ở vị trí phải A sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển tự động hay tự động có khoảng cách.

Trong chế độ điều khiển bằng tay (tay quay cầu dao CM ở vị trí trái T). Ta ấn nút Nd của công tắc tơ K, cuộn dây K được cấp điện và công tắc tơ sẽ đóng các tiếp điểm chính trên mạch chính để động cơ được nối với nguồn và nó bắt đầu làm việc. Muốn dừng máy bơm chỉ cần ấn nút tắt Nc.

Trong chế độ điều khiển tự động (CM ở vị trí A), xung đóng mạch được đưa đến từ cảm biến đặt cách xa trạm điều khiển (ví dụ cảm biến mực nước, áp kế tiếp điểm...). Các cảm biến cũng như các thiết bị điều khiển từ xa tác động lên ro-le Rtxd (ro-le đóng mạch từ xa) hoặc ro-le Rtd (ro-le ngắt mạch từ xa).

Khi role Rtxđ được tác động, mạch của role khởi động hệ thống máy Rkd được cấp điện, làm đóng làm việc role điều khiển công tắc tơ Rđkc. Sau đó đến công tắc tơ K cũng được làm việc và động cơ được đưa vào hoạt động. Muốn dừng máy cần tác động role R_D. Tiếp điểm thường đóng R_D ngắt mạch role Rđkc và sau đó là ngắt mạch công tắc tơ K và hệ thống máy bơm ngừng hoạt động.

Ngoài các mạch cơ động nói trên trong sơ đồ còn có hàng loạt các mạch điện phụ trợ và các tiếp điểm bảo đảm việc kiểm tra và đánh tín hiệu về sự hỏng hóc và trạng thái làm việc bình thường của hệ thống máy bơm.

Các mạch điện phụ trợ ở đây để bảo vệ trạm bơm khi có người không phận sự mở cửa trạm. Để thực hiện điều này trên cửa trạm có đặt tiếp điểm cửa Kc. Tiếp điểm này ở trạng thái mở khi cửa trạm đóng; khi cửa trạm mở tiếp điểm Kc đóng lại và đóng mạch role Rc trên mạch. Role Rc tác động và với một thời gian duy trì nào đó, nó sẽ ngắt tiếp điểm thường đóng của nó mắc nối tiếp trong mạch cuộn dây riêng Rc, cuộn dây bị mất điện, nhưng cũng nhờ đó mà tụ điện mắc song song với nó được làm việc. Role nhả ra có thời gian, khi Rc nhả, nó một lần nữa đóng tiếp điểm Rc của mình trong mạch cuộn dây Rc với thời gian duy trì nó lại tự nhả. Như vậy chế độ xung của role Rc đã được thiết lập. Tiếp điểm thứ hai của role Rc mắc trong mạch điều khiển từ xa. Trong lúc vừa đóng vừa ngắt như vậy tạo nên tín hiệu đèn nhấp nháy ở trạm điều khiển. Trong sơ đồ có dùng bộ chỉnh lưu 3CL để cấp dòng điện không đổi, bởi vì thời gian duy trì được xác định bởi sự tích lũy năng lượng trong tụ điện.

Các cực điện tín hiệu gồm có 1CB, 2CB và 3CB.

Tiếp điểm 1CB được đặt tại mực nước ngang động học trong giếng khoan và được mắc trong mạch role điều khiển từ xa Rtxđ và Rtxđ, Nếu tiếp điểm 1CB mở (giếng cạn), máy bơm không được đóng làm việc, bởi vì role Rtxđ không được tác động.

Tiếp điểm 2CB được lắp đặt trong hố thu nước rò rỉ của trạm bơm hay trên chiều cao từ 5-10 cm cách mặt sàn của trạm. Nó dùng để kiểm tra trạng thái làm việc của đường ống dẫn nước trong trạm bơm và được mắc trong mạch role sự cố Rsc. Khi tiếp điểm 2CB bị ngập làm đóng mạch role sự cố Rsc, role này tác động làm ngắt mạch role điều khiển công tắc tơ Rđkc để ngắt mạch công tắc tơ, tắt hệ thống máy bơm đang công tác. Mặt khác bằng tiếp điểm nữa gửi tín hiệu đến trạm điều khiển hoặc gửi xung đến đóng máy bơm rò rỉ thoát nước khỏi trạm.

Tiếp điểm cực điện 3CB được đặt trong đường ống nước cần để bôi trơn các ổ trục truyền động và được mắc nối tiếp trong mạch điện của role khởi động máy Rkd. Nếu ống thường xuyên có nước thì tiếp điểm 3CB đóng và role Rkd hoạt động bình thường, còn nếu không có nước 3CB hở, role Rkd không thể tác động. Trong trường hợp không cần bôi trơn ổ trục thì tại vị trí của tiếp điểm 3CB được thay bằng một dây nối.

Ngoài ra còn một tiếp điểm KM của áp kế đặt ở trong đường ống đẩy, để kiểm tra áp suất của bơm sau khi khởi động. Trường hợp đạt đến áp suất bình thường quy định của máy bơm thì tiếp điểm KM (mắc trong mạch role thời gian Rkt) bị ngắt ra trước khi Rkt

tác động. Còn khi có sự cố tức áp suất trên đường ống đẩy không đạt đến giá trị cần thiết thì tiếp điểm KM không bị ngắt ra, role Rkt kịp tác động và đóng role sự cố để role này tắt hệ thống máy bơm. Role sự cố có liên động trong trạng thái đóng để tránh khả năng khởi động lại trước khi khắc phục sự cố.

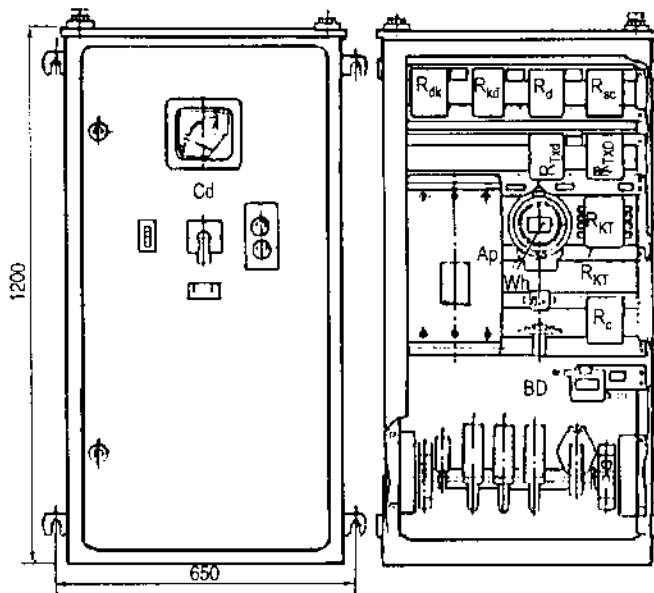
Trạm điều khiển PEKH-5003 được dùng để điều khiển động cơ máy bơm đặt sâu loại ATN và NA. Trạm PEKH-5003 cho khả năng:

1. Điều khiển tại chỗ và điều khiển từ xa hệ thống máy bơm.
2. Kiểm tra sự làm việc của máy bơm và tắt hệ thống máy bơm khi quá nóng ổ trục, khi xuất hiện quá tải, ngắn mạch và khi xuất hiện nước ngập trạm bơm.
3. Liên động, ngăn ngừa khởi động hệ thống máy bơm khi không có nước bôi trơn ổ trục truyền động các máy bơm loại ATN.
4. Liên động, ngăn ngừa việc khởi động lại máy bơm khi ngắt sự cố.
5. Đánh tín hiệu khi giảm mực nước động trong giếng khoan tới mức không được phép, khi tắt máy bơm có sự cố, khi mở cửa trạm không được phép.

Trong sơ đồ điều khiển tự động có thể sử dụng các loại cảm biến sau:

- Để kiểm tra nhiệt độ ổ trục máy bơm dùng áp kế nhiệt điện có tín hiệu loại TX-100.
- Để kiểm tra sự làm việc của máy bơm có dùng rô le tia hay áp kế tiếp điểm loại EKM (hình 5- 10 b,c)
- Kiểm tra có nước bôi trơn, nước ngập lụt trạm bơm và sự giảm mực nước động có sử dụng các tín hiệu cực điện.

Trên hình 5- 6 là hình dạng
tủ điều khiển kiểu PEKH-
5003- 33A2.



Hình 5-6: Hình dạng trạm điều khiển PEKH-5003- 33A2

Trong đó: Rđkc, Rđđ, K, Rsc, Rtxđ; Rtxđ, Rc - role loại MKU-48; R_{KT} -role loại EV 234; Wh- công tơ điện; Ap- áp tô mát; C - tụ điện kín; BD - máy biến dòng điện; Cd - cầu dao cho chế độ làm việc; A - Ampemet.

5.3.2. Tram mẫu điều khiển tự động hệ thống máy bơm kiểu XUNO

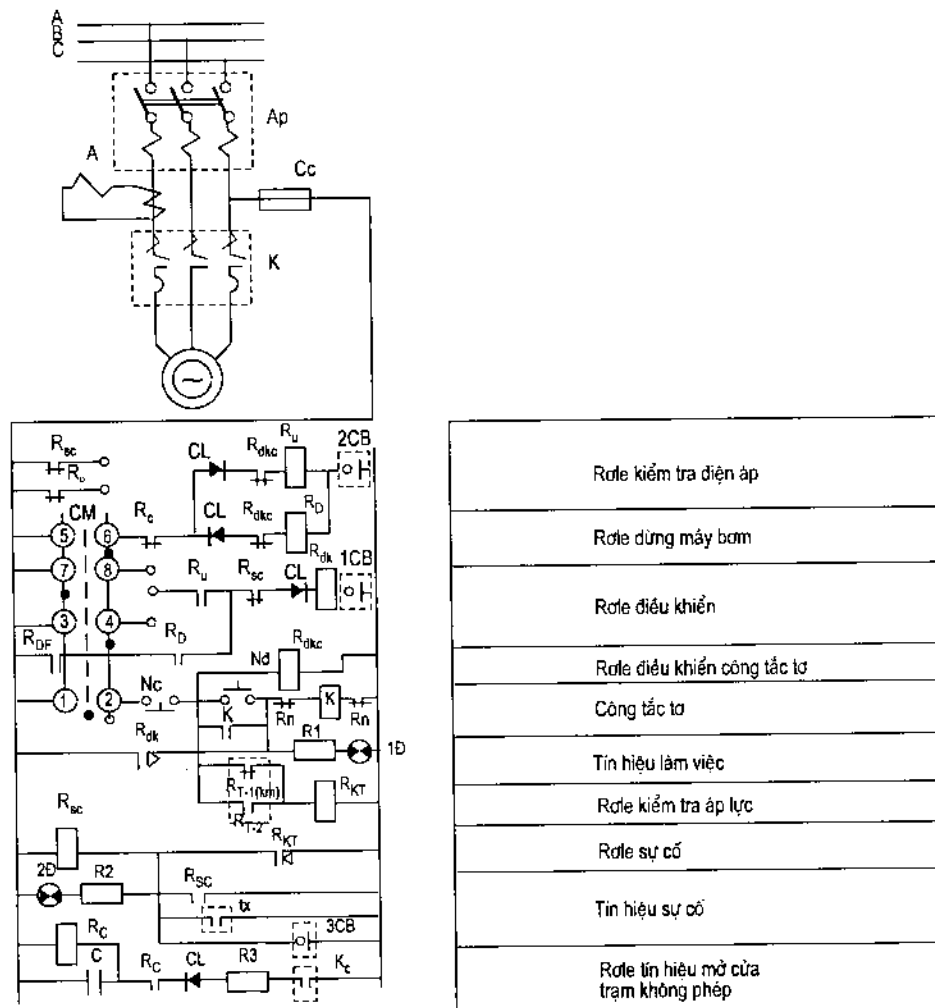
Trạm điều khiển tự động hệ thống máy bơm kiểu XUNO có các loại XUNO-1, XUNO-2 và XUNO-3.

Trạm XUNO-1 dùng để điều khiển hệ thống máy bơm có các động cơ lồng sóc điện áp thấp với công suất từ 20 - 55 kW, khởi động trên toàn bộ điện áp mạng.

Trạm XUNO-2 dành cho các động cơ có công suất từ 55 - 125 kW.

Trạm XUNO-3 dành cho các động cơ có công suất từ 125 -250 kW.

1- Trạm XUNO-1 và XUNO-2 (hình 5-7)



Hình 5-7: Sơ đồ nguyên lý trạm XUNO-1b.

Trạm XUNO-1 và XUNO-2 cho phép:

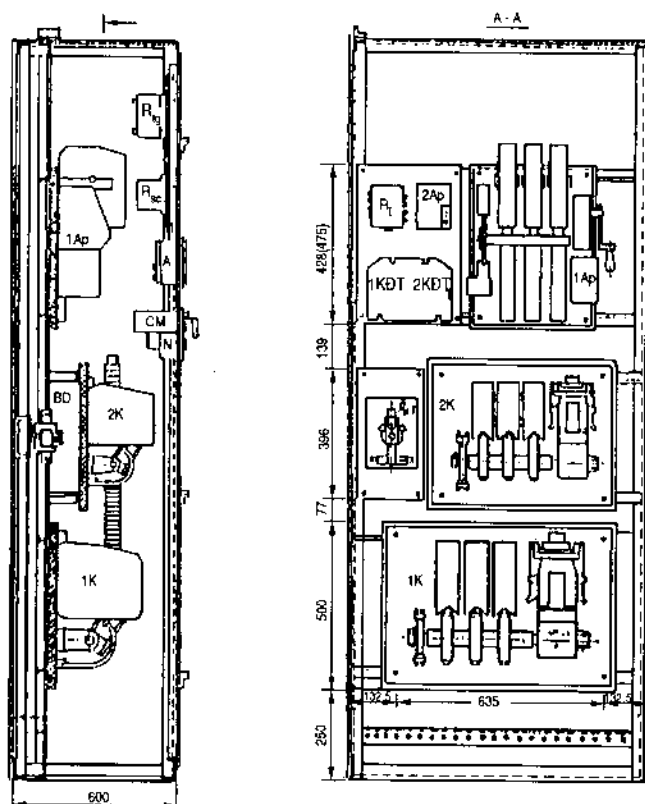
1. Điều khiển 3 chế độ: điều khiển tại chỗ, điều khiển tự động và từ xa.
2. Khởi động và dừng các máy bơm đã được mỗi khi khoá van trên đường ống đẩy ở trạng thái luôn mở.
3. Kiểm tra hoạt động của máy bơm nhờ có role áp lực, role tia hay áp kế tiếp điểm (hình 5-10 b,c).
4. Kiểm tra sự cố điện áp trong mạch điều khiển và mạch chính của động cơ.

5. Khôi phục sự làm việc của hệ thống máy bơm sau khi mất điện áp ngắn hạn (4-5 giây).
6. Truyền tín hiệu sự cố các máy bơm có liên động ngăn ngừa việc khởi động lại.

Trạm XUNO-2 có phức tạp hơn XUNO-1 ở chỗ có sử dụng rơle để kiểm tra việc mỗi bơm RZN-67 và có mạch mỗi bơm từ đường ống đẩy.

2- Trạm XUNO-3 (hình 5-8)

Trạm XUNO-3 dùng để điều khiển hệ thống máy bơm có động cơ không đồng bộ điện áp thấp có rôto dây cuốn hay rôto ngắn mạch (lồng sóc) với công suất là 125- 250 kW.



Hình 5-8: Hình dáng chung của trạm điều khiển XUNO-3

Trong đó: 1K và 2K - công tắc tơ 3 cực; 1Ap- aptômat có 3 rơle dòng điện cực đại với thời gian trễ và có bộ dẫn động đặt bên sườn; 2Ap- aptômat 3 cực; BD- máy biến dòng điện; 1KDT và 2KDT- khởi động từ; Rtg- Rơle thời gian; Ri- Rơle dòng cực đại; Rsc- Rơle sự cố; A- Ampemét; CM- cầu dao chuyển mạch; T - tay điều khiển.

Trạm XUNO-3 cho phép:

1. Điều khiển hệ thống máy bơm theo chế độ tại chỗ bằng tay và tự động hay điều khiển từ xa.
2. Khởi động trực tiếp các động cơ lồng sóc. Khởi động trực tiếp và giảm điện áp có sử dụng biến trở ở mạch xtato, ở mạch rôto dây quấn.

3. Khởi động và dừng máy khi khoá van trên đường ống đầy đóng.
4. Khởi động máy bơm có mỗi bơm sơ bộ từ nhóm thiết bị chân không.
5. Đóng làm việc máy bơm sau khi đã kết thúc việc mỗi bơm và dừng động cơ khi khoá van trên đường ống đầy đóng hoàn toàn.
6. Kiểm tra hoạt động của máy bơm nhờ có role tia, áp kế tiếp điểm hay role áp lực.
7. Kiểm tra sự quá nóng ổ trục, sự có mặt của điện áp trong mạch điều khiển và mạch chính của động cơ.
8. Khởi phục lại sự làm việc của hệ thống máy sau lần mất điện áp ngắn hạn (4-5 giây).
9. Truyền tín hiệu tắt sự cố máy bơm có liên động ngăn ngừa việc khởi động lại.

3- Ví dụ cụ thể sơ đồ nguyên lý trạm điều khiển XUNO-1b (hình 5-7)

Như trên đã nêu trạm XUNO-1b dùng để điều khiển hệ thống máy bơm có công suất từ 20-55 kW ngoại trừ trường hợp cho máy bơm có động cơ khi khởi động phải đổi cách đấu từ "sao" sang "tam giác".

Trạm XUNO-1b cho phép:

1. Điều khiển với chế độ tại chỗ bằng tay, điều khiển tự động và từ xa hệ thống máy bơm.
2. Kiểm tra sự làm việc của hệ thống máy bơm nhờ có áp kế tiếp điểm hay role tia.
3. Liên động tự động ngăn ngừa khởi động động cơ khi không có nước trong đường ống dẫn nước tẩm ướt ổ trục máy bơm trước lúc khởi động. Để làm việc đó dùng cực điện 1CB đặt ở ống dẫn nước tẩm ướt. Nếu các loại máy bơm khác không cần tẩm ướt ổ trục thì thay ở vị trí đó bằng 1 dây nối kín.
4. Tắt hệ thống máy bơm khi chế độ làm việc bình thường bị huỷ hoại, khi trạm bị ngập nước hay khi ổ trục bị quá nóng.
5. Đánh tín hiệu khi tắt sự cố hệ thống máy bơm và khi cửa trạm bơm bị mở không được phép.
6. Hồi phục lại sự làm việc của hệ thống máy bơm khi mất điện trong một thời gian ngắn hạn khoảng gần 5 giây.

Để sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển "tại chỗ", cầu dao chuyển mạch CM phải ở vị trí giữa, khi đó tiếp điểm 1-2 đóng lại. Hệ thống máy được điều khiển khi ấn nút Nđ và Nc. Việc kiểm tra sự làm việc của hệ thống máy bơm ở chế độ này không cần thiết, bởi vì người điều hành trực tiếp có mặt ở đó để quan sát.

Để sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển "tự động", cầu dao chuyển mạch CM ở vị trí bên trái. Khi đó tiếp điểm 7-8 của cầu dao được đóng lại, tiếp điểm 1-2 được mở ra để ngắt mạch điều khiển "tại chỗ".

Để sơ đồ làm việc ở chế độ điều khiển "từ xa", cầu dao CM ở vị trí bên phải khi đó tiếp điểm 5-6 và 3-4 của cầu dao được đóng lại và tiếp điểm 1-2 của mạch điều khiển "tại chỗ" được mở ra.

Trong chế độ tự động và từ xa trên bảng đầu dây của trạm có các tiếp điểm đóng làm việc các cảm biến.

Role điều khiển Rdk làm việc với thời gian duy trì khi nhả; có nghĩa là khi mất điện áp mạng, tiếp điểm thường đóng của role được mở ra không lập tức, mà với thời gian duy trì đến 5 giây. Chính điều đó cho phép khôi phục lại sự làm việc của hệ thống máy bơm khi mất điện áp nguồn trong thời gian ngắn.

Tiếp điểm Rdk đóng mạch khởi động từ K và cả mạch role kiểm tra Rkt. Nếu máy bơm cho nước ra tiếp điểm role tia RT-1(KM) mở ra, và role Rkt trở lại vị trí ban đầu. Nếu trong thời gian làm việc của máy bơm, nước bơm ra bị giảm hay tăng nhiều thì các tiếp điểm RT-1, hay RT-2 của role tia sẽ đóng lại, role Rkt tác động và bằng tiếp điểm thường mở của mình, nó đóng mạch role sự cố Rsc. Role sự cố Rsc có các tiếp điểm thường đóng gửi ở các mạch mà nó cần bảo vệ. Vậy khi có sự cố thì các tiếp điểm đó bật ra và mạch điện cùng các thiết bị tránh được nguy hiểm. Để tránh khả năng liên động, khởi động lại, cần ngắt áp tô mát Ap, sau đó làm rõ nguyên nhân tắt máy. Các trường hợp tắt máy do quá nóng ổ trục hay do ngập nước trạm bơm cũng phải cắt áp tô mát Ap.

Sơ đồ XUNO-1b, và XUNO-2b có một yếu điểm là nó không tắt hệ thống máy bơm khi chuyển cầu dao CM từ chế độ tự động hay từ xa sang vị trí "tại chỗ".

5.4. TỰ ĐỘNG HOÁ TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

5.4.1. Chức năng của tự động hoá điều khiển trạm bơm nước thải

Đối với trạm bơm nước thải có thể áp dụng hai phương thức TĐH sau đây là thích hợp:

1. TĐH liên hợp điều khiển hệ thống máy bơm thực hiện từ trạm điều độ.
2. TĐH liên hợp điều khiển hệ thống máy bơm điều khiển từ xa.

Trong TĐH liên hợp điều khiển hệ thống máy bơm thực hiện từ trạm điều độ: tất cả các công việc chính (điều khiển động cơ các máy bơm) và các công việc phụ (như chắn rác, cào rác, nghiền rác...) đều được thực hiện tự động bởi các thiết bị tự động mắc trong mạch điều khiển. Bảng điều khiển trên đó có lắp ráp các thiết bị khí cụ điều khiển cũng như hệ thống tín hiệu về trạng thái, chế độ làm việc bình thường của các thiết bị trong trạm bơm hay các tín hiệu sự cố về các mặt cơ nhiệt, thuỷ lực, điện khí... đều được đặt tại phòng điều khiển riêng trong trạm bơm hay đặt kề bên trạm bơm với một khoảng cách không xa.

Việc điều khiển hoạt động của trạm bơm từ trạm điều độ có thể có hai chế độ:

1. Chế độ bán tự động, có công nhân điều khiển ở trạm với nhiệm vụ theo dõi các thông số điều khiển, các thông số làm việc, tín hiệu sự cố các loại và chọn cách điều hành hệ thống máy bơm sao cho hợp lý.

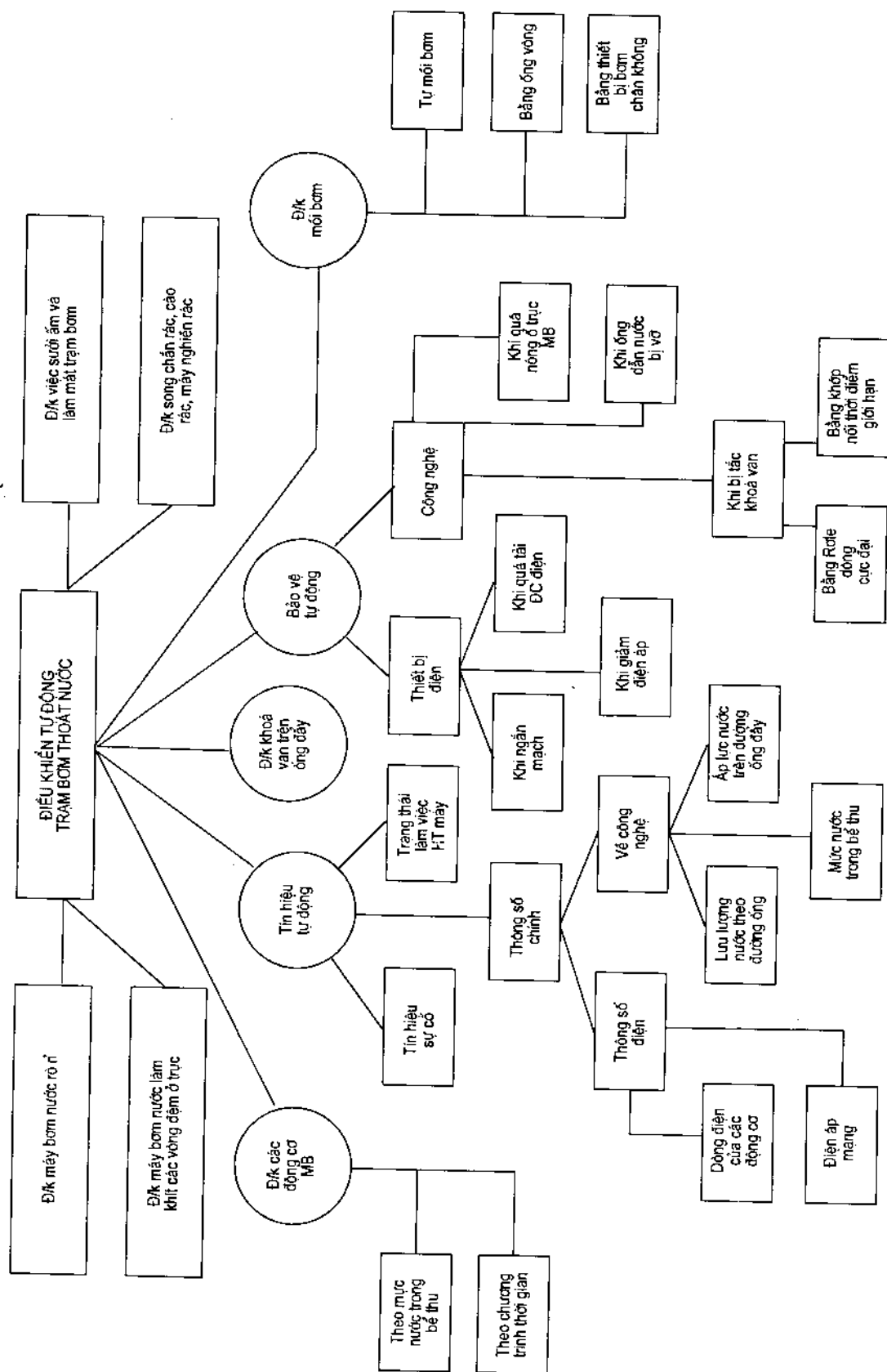
2. Chế độ tự động hoàn toàn, không có sự tham gia trực tiếp của con người. Vai trò của con người ở đây chỉ là tổ chức hệ thống điều khiển tự động, kiểm tra hoạt động của toàn hệ thống và tiến hành các bảo hành, sửa chữa định kỳ toàn bộ hệ thống máy móc thiết bị được dùng trong trạm bơm.

TĐH liên hợp điều khiển hệ thống các máy bơm từ xa cũng giống như TĐH liên hợp điều khiển từ trạm điều độ nói ở trên. Nhưng khác ở chỗ trạm điều độ của trạm bơm đặt cách xa trạm bơm với một khoảng cách tương đối lớn và còn có thể đặt tập trung cùng với trạm điều độ của các trạm bơm nước thải lân cận khác. Lúc đó ta gọi là trạm điều độ thoát nước trung tâm. Trong trường hợp này còn cần phải sử dụng các thiết bị đặc trưng chuyên dùng với khả năng truyền dẫn được các số chỉ báo và hiệu lệnh, tín hiệu từ xa. Nên điều khiển từ xa phải được phối hợp thật tốt với kỹ thuật đo lường từ xa.

Đối với các trạm bơm nước sạch có thể thực hiện phương thức TĐH từng phần hoạt động của từng trạm. Có nghĩa là các khâu chính được điều khiển tự động, còn các khâu phụ thì được thực hiện bằng thủ công (có con người trực tiếp làm việc). Ví dụ như nếu với phương thức này mà áp dụng cho trạm thoát nước thì việc chính như điều khiển các máy bơm có thể thực hiện tự động, còn các khâu phụ như vớt rác, chuyển rác vào máy nghiền là do con người thực hiện tại mặt bằng đặt thiết bị, rồi điều khiển máy nghiền bằng các nút bấm trên bàn máy... Song vì lý do môi trường trong trạm bơm nước thải không đạt tiêu chuẩn vệ sinh, lại độc hại với cả con người và máy móc, thiết bị ta không nên áp dụng phương thức tự động hoá này, mà chỉ nên điều khiển trạm bơm từ một trạm điều độ đặt gần hoặc đặt xa với một khoảng cách tiện ích nào đó.

Khi tiến hành TĐH việc điều khiển trạm bơm nước thải ta có thể thực hiện tự động các quá trình sau đây:

1. Nhận và truyền xung khởi động và dừng hệ thống máy bơm.
2. Duy trì thời gian từ lúc nhận xung lệnh đến lúc khởi động, cũng như duy trì thời gian giữa các quá trình riêng biệt.
3. Đóng làm việc hay dừng làm việc một hay vài máy bơm theo một trình tự được thiết lập từ trước.
4. Tạo và giữ độ chân không trong ống hút và trong máy bơm trước lúc khởi động.
5. Mở và đóng khoá van trên các đường ống ở các thời điểm cần thiết khi khởi động và dừng máy.
6. Kiểm tra chế độ làm việc khi khởi động, khi làm việc và khi dừng máy bơm.
7. Tắt máy bơm khi chế độ làm việc bình thường bị huỷ hoại và đóng làm việc máy bơm dự phòng.
8. Truyền các thông số về chế độ làm việc của các máy bơm tới trạm điều độ.
9. Bảo vệ hệ thống máy móc khỏi các hỏng hóc về điện, nhiệt hay về cơ học.
10. Kiểm tra và điều khiển việc sưởi ấm hay làm mát nhà trạm khi cần thiết.
11. Bảo vệ trạm bơm khi có người không có phận sự đột nhập.



Hình 5-9: Sơ đồ chức năng TĐH trạm bơm thoát nước

12. Mở và tắt các máy bơm tiêu nước rò rỉ và các máy bơm cho nước làm mát và làm khít các vòng đệm máy bơm.

13. Mở và tắt máy cào rác của song chắn rác, băng truyền rác (nếu có) và máy nghiền rác.

Để cụ thể hơn nữa về chức năng tự động hoá cho trạm bơm thoát nước ta có thể tổng kết trong một sơ đồ như hình (5-9).

Trên bảng điều khiển đặt tại trạm điều độ; ứng với mỗi chức năng kể ở trên, các thiết bị dùng để điều khiển, theo dõi việc thực hiện chức năng đó được lắp ráp tập trung ở vị trí trên một diện tích xác định. Ngoài các sơ đồ tự động hoá thực hiện riêng cho từng chức năng, còn có sơ đồ tương hỗ tác động bảo đảm trình tự tác động của hệ thống nói chung và thực hiện các liên động cần thiết nói riêng. Ví dụ khi có tín hiệu về sự cố về mực nước đầy tràn bể thu, thì mạch tín hiệu về sự cố phải có liên hệ với mạch điều khiển của động cơ máy bơm dự phòng, để có lệnh đóng làm việc máy bơm dự phòng và đồng thời có mối liên hệ tới mạch điều khiển các khoá van để mở khoá van trên đường ống xả sự cố... Các mối liên hệ đó phải làm việc với độ tin cậy cao mới có thể điều khiển công việc của toàn bộ hệ thống máy bơm hoạt động nhịp nhàng và hiệu quả cao.

Nhờ có thực hiện được đầy đủ những chức năng TĐH trạm bơm thoát nước mà nâng cao được độ tin cậy trong làm việc của toàn bộ trạm bơm và vì thế mà cho phép ta thiết kế bể thu nước có thể tích nhỏ lại.

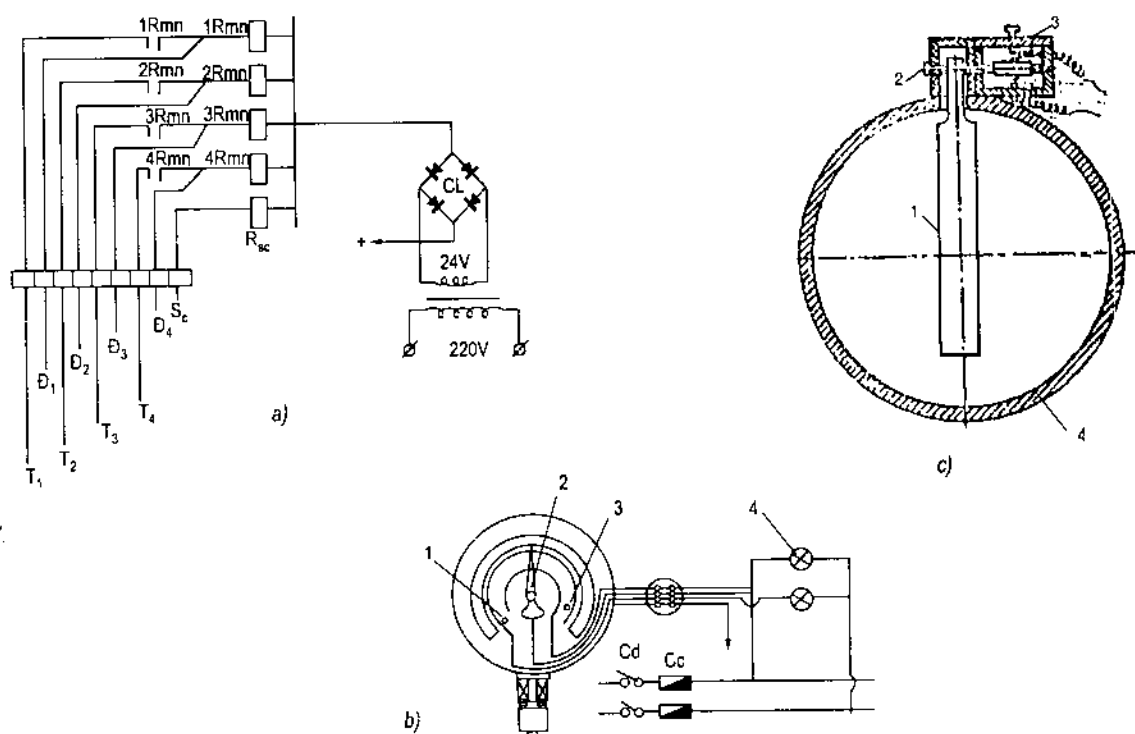
5.4.2. Điểm đặc biệt khi sử dụng các thiết bị tự động trong trạm bơm thoát nước

Cũng như ở trạm bơm cấp nước, việc điều khiển hoạt động của trạm bơm thoát nước được thực hiện qua các sơ đồ role tiếp điểm. Vì vậy thiết bị, khí cụ hay các dụng cụ điện nói chung được sử dụng ở đây cũng tương tự ở trạm bơm cấp nước đã nêu ở mục trước.

Điều khiển tự động trạm bơm thoát nước chính là việc phải giữ cho mực nước trong bể thu nước thải ở khoảng làm việc định sẵn. Tuỳ theo lưu lượng nước thải cần thoát từ mạng lưới, theo dung tích của bể thu và số lượng máy bơm, công suất bơm đã được chọn mà phân khoảng mức nước làm việc ra thành các mức nước khác nhau sao cho phù hợp với chương trình hoạt động của các máy bơm. Tại các mực nước đó ta đặt các tiếp điểm của cảm biến mực nước. Thường có thể dùng cảm biến mực nước kiểu phao hay kiểu cực điện, song đối với môi trường nước thải thì dùng cảm biến kiểu cực điện có độ tin cậy làm việc cao hơn, chính xác hơn.

Trên hình 5-10a là sơ đồ cảm biến mực nước kiểu cực điện có sử dụng role mực nước RPN.

Trước đây cảm biến mực nước được sử dụng hầu hết là các role phao RM-51. Quá trình vận hành trạm bơm có sử dụng role phao cho thấy những yếu điểm có thể nói là nghiêm trọng của role loại này (ống có phao chuyển động bị tắc trong bùn; các tiếp điểm thuỷ ngân có độ tin cậy làm việc chưa đảm bảo, hệ thống truyền cơ học bị hỏng...) Những khuyết điểm đó đã được khắc phục, khi trên trạm bơm sử dụng role mực nước kiểu cực điện.



Hình 5-10: a) Sơ đồ cảm biến kiểu cực điện và role mực nước; b) Áp kế tiếp điểm điện :
1, 3- Tiếp điểm trái và phải; 2- Kim chỉ; 4- Thiết bị điều chỉnh hay cho tín hiệu.
c) Role tia: 1- Con lắc; 2- Trục; 3- Các tiếp điểm; 4- Đường ống nước.

Với role mực nước kiểu cực điện có hai sơ đồ tự động :

1. Sơ đồ tự động sử dụng role nhạy cảm loại RPN, MKU - 48 với dòng tác động nhỏ.
2. Sơ đồ tự động sử dụng với dòng điện đã được khuếch đại qua các đèn điện tử 3 cực.

Sơ đồ cảm biến kiểu cực điện hình 5-10a dùng cho 4 máy bơm có sử dụng role RPN với dòng tác động $I = 20 \text{ mA}$, được mắc vào mạch thứ cấp của máy giảm áp có chỉnh lưu bằng các đèn 2 cực.

Hoạt động của sơ đồ như sau: khi mực nước đạt đến mức ngập cực điện D_1 , đóng làm việc máy bơm thứ nhất. Khi mực nước trong bể tiếp tục tăng ngập cực D_2 , đóng làm việc máy bơm thứ hai. Các cực D_3 và D_4 tương ứng đóng làm việc máy bơm thứ 3 và thứ 4. Cực S_c cho tín hiệu về mực nước sự cố đầy tràn bể thu.

Role RPN đóng làm việc công tắc tơ của máy bơm, ngoài ra nó còn tự liên động trong trạng thái đóng cực điện tắt tương ứng các máy bơm T_1, T_2, T_3, T_4 . Sự liên động này cho phép tắt tuần tự các máy bơm công tác khi mực nước trong bể thu bị giảm xuống dần.

Trong trường hợp các role loại RPN có các tiếp điểm với công suất không đủ lớn để tác động công tắc tơ của động cơ máy bơm thì đưa thêm vào sơ đồ role trung gian. Cũng có thể sử dụng role loại MKU - 48 (I tác động = 5 mA) thay cho role RPN với nguồn

xoay chiều. Khi sử dụng dòng xoay chiều nên có biện pháp loại trừ sự phân cực có xuất hiện hydro trên các cực điện, và như vậy sẽ giảm được điện trở của mạch điện.

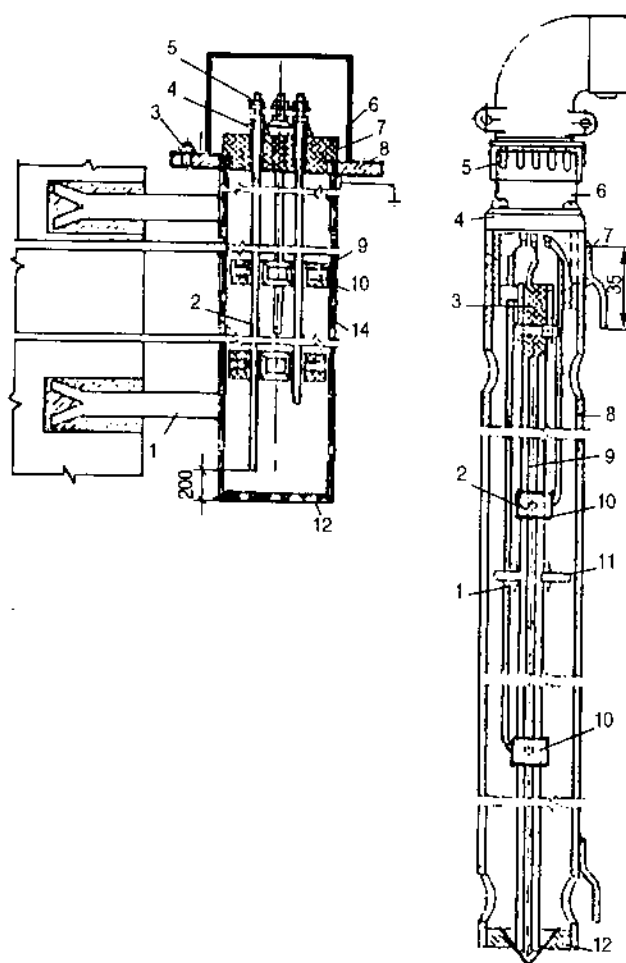
Chúng ta hãy làm quen với 2 loại cảm biến cực điện:

Ở hình 5-11a là cảm biến cực điện dạng thanh tròn: ống thép bọc ngoài để bảo vệ các cực điện 11 có đường kính là 80mm. Phía trong ống bảo vệ này là 4 cực điện 2 với đường kính 6 mm được làm từ thép không gỉ, đồng hay là đồng thau. Các cực điện được giữ chặt trên các chất cách điện 4 và được đặt trên vòng đệm ngoài 6 làm từ chất kính hữu cơ. Để giữ cho các cực theo chiều dài không bị va chạm vào nhau người ta dùng các vòng cách điện 9 cũng làm từ kính hữu cơ để định vị bởi các vít 10. Vòng cách điện 9 có thể dùng cho phía đầu trên của cực và phía đầu dưới của cực điện. Vòng cách điện 9 có các lỗ hổng để nước dễ dàng đi qua để hạ hệ thống cực điện xuống nước một cách dễ dàng.

Ống thép bảo vệ bên ngoài hệ thống cực điện đóng vai trò khá quan trọng. Ngoài nhiệm vụ bảo vệ về va đập mặt cơ học từ bên ngoài môi trường cho cực điện, nó còn tránh sự vô tình chạm phải của công nhân thao tác chúng. Ngoài ra nó còn đóng vai trò khá quan trọng là làm nhiệm vụ của " cực không " cho mạch điện và có độ tin cậy cao khi ta nối đất ống bảo vệ. Khi dùng cảm biến loại này trong bể nước thải, cần khoắc vào ống thép bảo vệ một lưới thép ngăn bẩn (trên hình 5 - 11 không vẽ lưới này).

Để nối các cực điện tới các khí cụ điều khiển tự động có vít 5 để xiết dây dẫn. Ở đầu phía trên của ống thép bảo vệ 11 có tấm 8 làm đáy cho nắp dây đầu cực 7. Ở đầu phía dưới ống thép bảo vệ có đáy 12 thiết kế có lỗ hổng để nước đi qua. Nắp 7 và đáy 8 liên hệ với nhau qua các vít 3 có chốt giữ hình thước thợ.

Chiều dài của các cực điện phụ thuộc vào chiều cao mực



Hình 5-11: Cảm biến mực nước kiểu cực điện

a) Với cực điện thanh tròn;

b) Với cực điện hình vòng tròn.

nước cần kiểm soát, vào vị trí đặt cảm biến. Song dù sao đi nữa thì đầu cực điện dài nhất phải cách đáy ống thép bảo vệ không quá 200mm, còn chiều dài của cực điện có thể thay đổi trong khoảng 200mm, để làm được điều này phía trên nắp đáy cực điện phải được đưa cao lên 300mm. Đối với các cực dài đến 1500mm thì chỉ cần một vòng cách điện bên trong để giữ cực điện cố định.

Số lượng mực nước được kiểm soát tương ứng với số cực điện có trong cảm biến.

Hình 5-11b là cảm biến mực nước có cực điện hình vòng tròn. Cảm biến này có khả năng kiểm soát số lượng mực nước nhiều hơn loại cảm biến thanh tròn ở trên. Ống thép bảo vệ bên ngoài 8 có đường kính 40mm, bên trong có trục cách điện 9 làm từ kính hữu cơ hoặc ebônít được giữ chặt bởi một ống tròn 3. Các vòng đồng dạng lát phẳng 10 có chiều cao 10mm được kẹp chặt vào trục cách điện 9 bằng vít 2. Các vòng đồng 10 này đóng vai trò là cực điện của cảm biến và nó được nối ra mạch ngoài bởi các cáp có tiết diện hình chữ nhật. Ống thép bảo vệ bên ngoài tận đầu cùng phía dưới được đáy kín bởi vòng chỉnh hướng 12 và đầu thanh trục được giữ ở đây. Phía trên ống thép bảo vệ là nắp đáy 4, ép vào nắp đáy là hộp 6, nơi giữ đầu trên của thanh trục. Để tránh cho trục khỏi bị gãy, tại phần giữa của trục có lắp chốt 11 giữ trục bằng hai chốt nhỏ 1 cho thanh trục ở vị trí giữa cân bằng, không bị xô dịch sang hai bên; ở nắp có hộp đầu nối 5, tại đây mạch ngoài sẽ được nối tới các cực điện của cảm biến. Để có thể lắp đặt cảm biến trên thành bể thu nước, có chân cài 7. Vậy trên thành bể phải lắp giá cài dạng hộp tại vị trí phù hợp với chiều dài của cảm biến.

Cảm biến mực nước kiểu cực điện vòng tròn này có những tính ưu việt hơn loại cảm biến cực là thanh tròn chủ yếu ở chỗ có thể tăng số lượng vòng tròn(cực điện) lên rất nhiều mà kích thước ống thép bảo vệ bên ngoài vốn đã nhỏ lại không hề phải thay đổi.

5.4.3. Một số các sơ đồ ví dụ điều khiển trạm bơm thoát nước

1- Sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm thoát nước gồm 3 máy bơm

Hình 5-12 là sơ đồ tự động hoá điều khiển hệ thống ba máy bơm công tác 6, máy nghiền rác 5, cào rác và song chắn 3, các khoá van 2, 4.

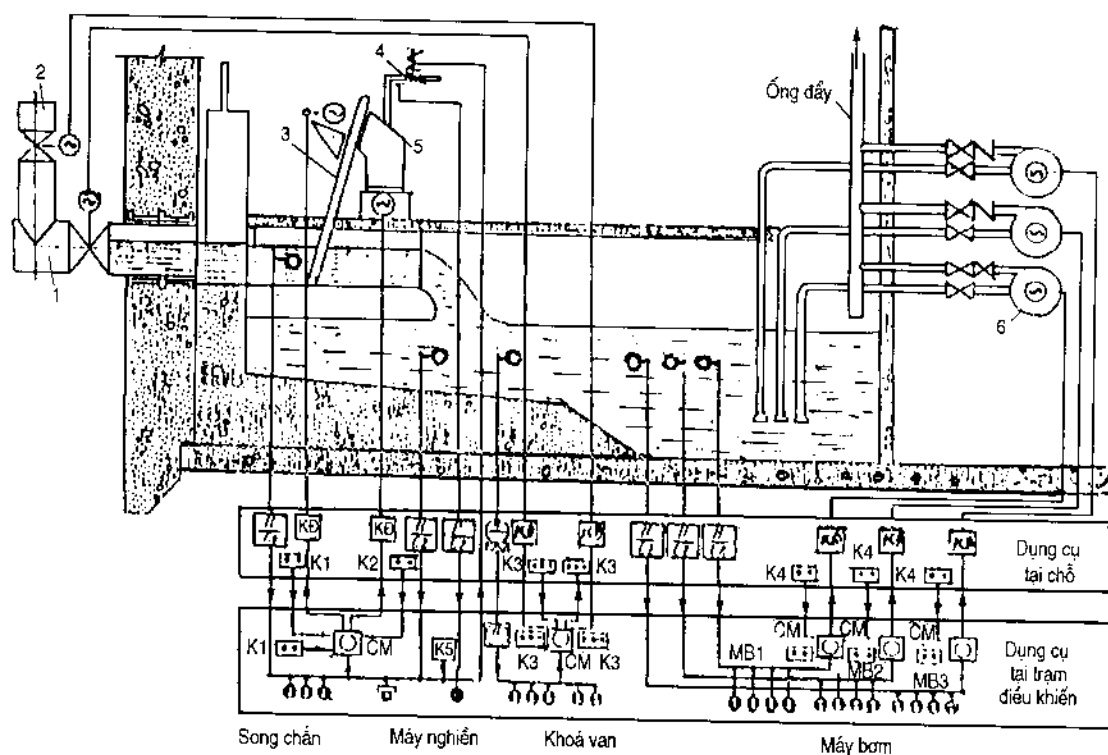
Các thiết bị điều khiển và cho tín hiệu được đặt tại hai nơi: tại chỗ nơi đặt thiết bị được điều khiển và tại tủ điều khiển trong phòng điều khiển riêng của trạm bơm. Cách đặt như vậy giúp ta có thể điều khiển từ phòng điều khiển riêng đặt gần phòng máy hay điều khiển tại chỗ ngay nơi đặt máy cũng tiện.

Các cảm biến mực nước được sử dụng ở đây là cảm biến mực nước kiểu phao có tiếp điểm điện.

Các máy bơm sẽ được đưa vào làm việc khi mực nước đạt tới mực nước ngập 80% chiều cao ống hút của máy bơm kể từ miệng hút tới mặt nước thải. Để có được thời điểm làm việc đó các cảm biến mực nước kiểu phao sẽ cho tín hiệu đóng và tắt máy.

Sự làm việc của song chắn, cào rác và máy nghiền rác cũng như băng truyền rác (nếu có) cũng được thống nhất và liên hoàn nhờ có tín hiệu từ độ chênh mực nước quy định

trước và sau song chắn đo cảm biến mực nước kiểu phao đưa tới mạch điều khiển. Độ chênh mức nước quy định trước và sau song chắn rác đã được tính sẵn tương đương với thời điểm mà song chắn có mức độ bẩn không cho phép làm cản trở dòng chảy của nước thải vào bể thu. Sự liên hoàn trong công việc được thực hiện bắt đầu từ song chắn rác được quay đi rồi đến cào rác làm việc đưa rác vào băng truyền, rồi băng truyền rác hoạt động đưa rác vào máy nghiền, máy nghiền hoạt động rồi điều khiển đường ống dẫn nước từ khoá van 4 đã mở để có nước vào máy nghiền. Các khoá van trên đường ống 1 và 2 được điều khiển như sau: bình thường khoá van trên đường ống vào bể thu ở trạng thái mở. Khi mực nước bể thu đầy tràn đến mức sự cố thì tín hiệu từ cảm biến mực nước đầy tràn đó đưa về trạm làm đóng khoá van không cho nước thải tiếp tục vào bể thu và đồng thời mở khoá van trên đường ống số 2 để đưa nước thải vào hệ thống vòng dự phòng khi bể thu đầy (còn gọi là ống xả sự cố). Sự trở lại trong trạng thái làm việc ban đầu của các khoá van cũng là do cảm biến mực nước cho tín hiệu không còn ở mức nước sự cố nữa.



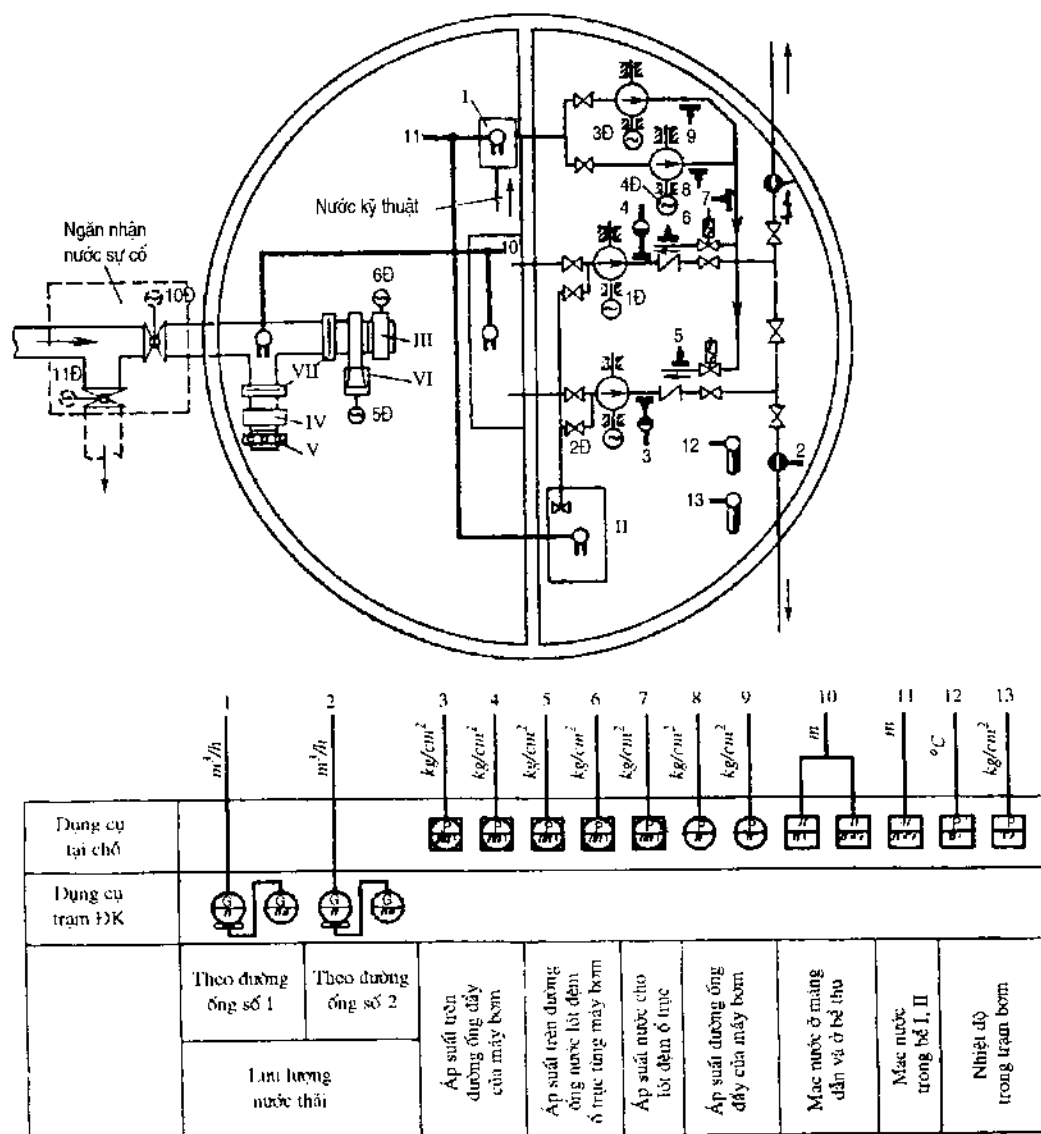
Hình 5-12: Sơ đồ trạm bơm thoát nước tự động gồm ba máy công tác có cảm biến mực nước kiểu phao

- 1- Đường ống dẫn nước vào bể thu; 2- Đường ống vòng sự cố;
3- Lưới chắn rác; 4- Van điện từ; 5- Máy nghiền rác; 6- Máy bơm;
K1- nút bấm điều khiển lưới chắn rác; K2- nút điều khiển máy nghiền rác;
K3- nút điều khiển khoá van; K4 - nút điều khiển máy bơm; CM - cầu dao chuyển mạch điều khiển; K5- nút sự cố; KĐ- khởi động từ; MB1, MB2, MB3 - máy bơm số 1, 2, 3.

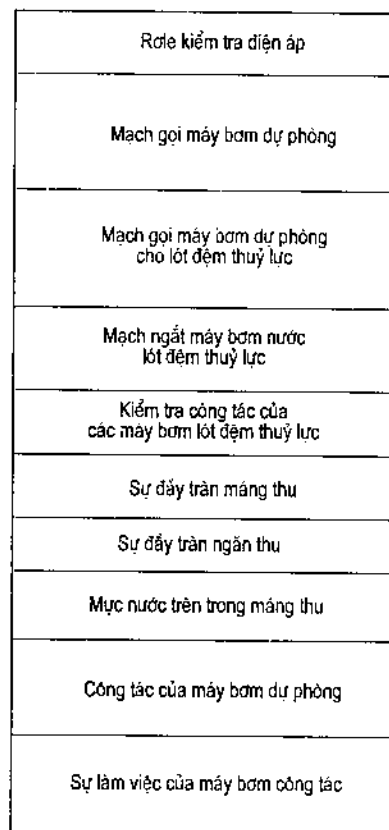
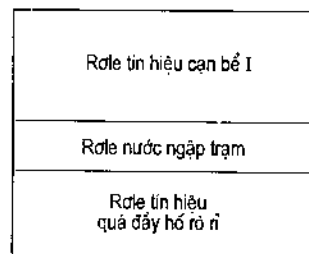
2- Sơ đồ tự động hoá điều khiển trạm bơm thoát nước gồm hai máy bơm (một công tác, một dự phòng) có hệ thống vòng lót đệm thuỷ lực trên ống đẩy

Trên hình 5 - 13 là sơ đồ các thiết bị chính và kiểm tra công nghệ của trạm bơm nước thải có hai máy bơm loại 3F - 12.

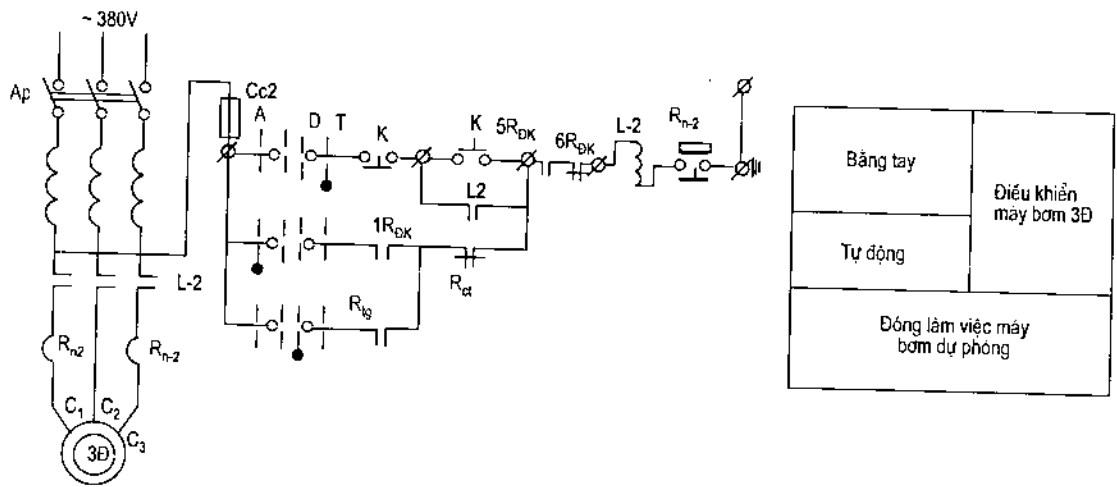
Bể ngăn cách dòng I được thiết kế để dễ phát hiện sự cố do có sự tiếp xúc của nước thải vào đường ống nước kĩ thuật. Việc bơm nước rò rỉ được tiến hành từ hố chứa II. Trên máng nước vào bể thu có đặt song chắn rác cơ giới III và lưới chắn rác thủ công IV có máng tiếp liệu nhiều lỗ V, máy nghiền rác VI có trang bị băng truyền rác; tấm chắn VII.



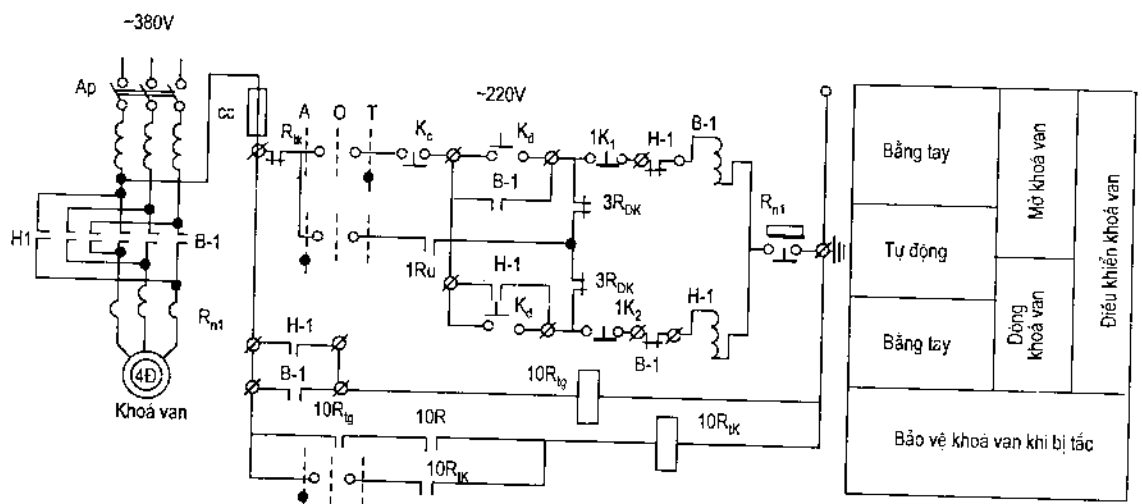
Hình 5-13



133



Hình 5-16: Sơ đồ điều khiển máy bơm nước cho vòng lót đệm thủy lực của máy bơm chính



Hình 5-17: Sơ đồ điều khiển khoá van sự cố trước bể thu nước thải

Nếu cả hai máy bơm làm việc mà mực nước vẫn tăng lên đến mực nước sự cố P'_2 thì có tín hiệu đóng khoá van trên đường ống đưa nước thải vào bể thu của trạm và mở khoá van của đường ống xả sự cố (nếu có khoá). Mặt khác còn cho các tín hiệu dây trần ngăn thu, máng thu về trạm điều khiển (bằng còi hoặc ánh sáng). Trong lúc đó hai máy bơm vẫn làm việc và mực nước thải trong ngăn thu giảm xuống dần dần. Tiếp theo đó là quy trình hoạt động của trạm bơm sẽ được thực hiện theo các bước ngược lại ở trên. Tức là đầu tiên là mở khoá van cho nước thải vào ngăn thu, rồi tắt máy bơm dự phòng...

Bên mỗi sơ đồ điều khiển có bảng giải thích đầy đủ các chức năng cụ thể của từng mạch nhỏ và qua đó chúng ta thấy mối liên hệ tương hỗ lẫn nhau giữa các sơ đồ của các máy bơm khác chức năng trong trạm.

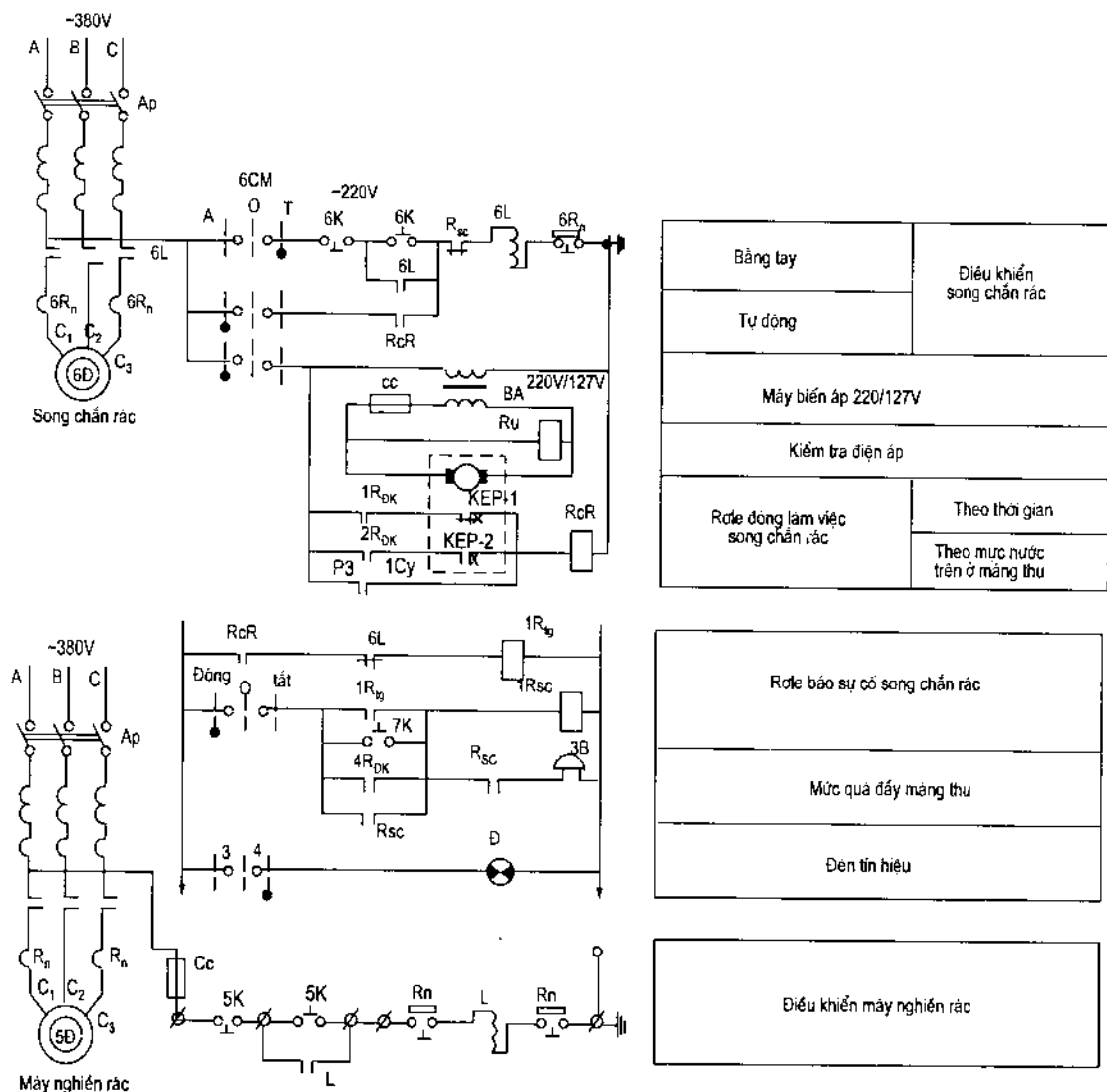
Ví dụ khi có tín hiệu khởi động máy bơm công tác thì cũng tín hiệu đó được đưa tới mạch điều khiển của động cơ 3Đ để khởi động máy bơm, bơm nước vào làm khít các vòng đệm trên đường ống đẩy của máy bơm công tác.

Hay ví dụ khác khi có tín hiệu tràn đầy ngăn thu, thì cũng tín hiệu đó được đưa đến mạch điều khiển khoá van vào bể làm đóng khoá này lại không cho nước thải tiếp tục vào bể thu và đồng thời làm mở khoá van đường ống vòng xả nước.

Trong sơ đồ còn dùng áp kế tiếp điểm điện đặt trước từng hệ thống vòng đệm của máy bơm và trong ống dẫn nước chung (hình 5-10b). Các tiếp điểm đó là 1KM, 2KM và 3KM. Ngoài ra các tiếp điểm được khoan trong vùng 1CY, 2CY, 3CY là các tiếp điểm được sử dụng để nối đến dụng cụ cho tín hiệu về mực nước.

3- Sơ đồ điều khiển tự động song chắn rác, máy nghiền rác

Trên hình 5-18 là sơ đồ điều khiển tự động song chắn rác và máy nghiền rác của trạm bơm.



Hình 5-18: Sơ đồ điều khiển song chắn rác và máy nghiền rác của trạm bơm

Song chắn rác có thể làm việc hai chế độ: chế độ một là có người điều khiển bằng cách ấn nút 6K; chế độ hai là chế độ tự động. Ở chế độ tự động có thể song làm việc theo chương trình thời gian đặt sẵn bởi dụng cụ KEP- 12 hoặc theo tín hiệu mức nước trên của máng thu nước thải (mức nước này nổi lên mức độ bắn của song không thể chấp nhận được P_3).

Ngoài ra còn có các mạch báo về sự hỏng hóc của song thông qua role thời gian 1Rtg và cho tín hiệu sự cố còi hoặc đèn về trạng thái làm việc của song.

Sơ đồ điều khiển máy nghiền rác ở đây thiết kế theo chế độ có người bấm nút khi đủ rác để nghiền. Cũng có thể cho máy nghiền hoạt động tự động, song cần phải thiết kế thêm role báo mức độ rác đã đủ lượng để nghiền. Nếu máy nghiền rác hoạt động cùng lúc với song chắn rác sẽ tiêu tốn điện năng nhiều hơn, vì có lúc máy chạy không tải hoặc non tải.

5.5. ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG CÔNG SUẤT CÁC MÁY BƠM

Vấn đề quan trọng trong tự động hóa điều khiển hệ thống cấp nước là điều chỉnh công suất các trạm bơm. Trong thực tế có làm được nhiệm vụ này mới bảo đảm cấp nước phù hợp với nhu cầu dùng nước của đô thị.

Để thay đổi công suất của các máy bơm có thể thực hiện theo các cách sau đây:

1. Đóng cho hoạt động số lượng nhiều hơn hay ít hơn các máy bơm loại công suất này hay công suất kia. Điều chỉnh như vậy sẽ giúp ta sử dụng có hiệu quả các dung tích có sẵn trong mạng. Song đây chỉ là phương pháp điều chỉnh gần đúng. Hiệu quả hơn nữa phải điều chỉnh sao cho nhịp nhàng trong một giới hạn rộng hệ thống máy bơm và điều này thực hiện còn gặp nhiều khó khăn.

2. Có thể điều tiết dòng nước bằng khóa van trên đường ống đẩy. Phương pháp này không phải dùng thiết bị phụ nào, song lại hao tổn áp lực vào sự cản trở của khóa van và dẫn đến chi phí điện năng tăng lên. Do đó phương pháp này là không kinh tế.

3. Phương pháp phù hợp hơn hết là điều chỉnh bằng cách thay đổi tần số quay của máy bơm hay tần số quay của động cơ kéo máy bơm.

- Giữ tần số quay của động cơ máy bơm là không đổi, chỉ thay đổi tần số quay của máy bơm bằng cách sử dụng thiết bị chuyên dụng nối giữa máy bơm và động cơ kéo nó là khớp nối trượt.

Khớp nối trượt làm việc trên nguyên tắc thủy lực hoặc điện. Khuyết điểm của khớp nối này là có hao tổn năng lượng ở khớp nối.

Trong khớp nối thủy lực, công suất truyền từ động cơ sang máy bơm thông qua chất lỏng có trong khoang của khớp nối. Trong khi thay đổi lượng chất lỏng vào khớp nối, ta có thể thay đổi một cách nhẹ nhàng tần số quay của máy bơm mà tần số quay của động cơ kéo nó vẫn được giữ không đổi.

Khớp nối điện từ hay còn gọi là khớp nối cảm ứng thực hiện mối liên hệ từ giữa các trục của máy bơm và động cơ. Bằng sự thay đổi dòng kích từ của mạch từ có thể có được

sự trượt lớn hơn hay nhỏ hơn giữa các trục. Và nhờ vậy đã thay đổi được số vòng quay của máy bơm.

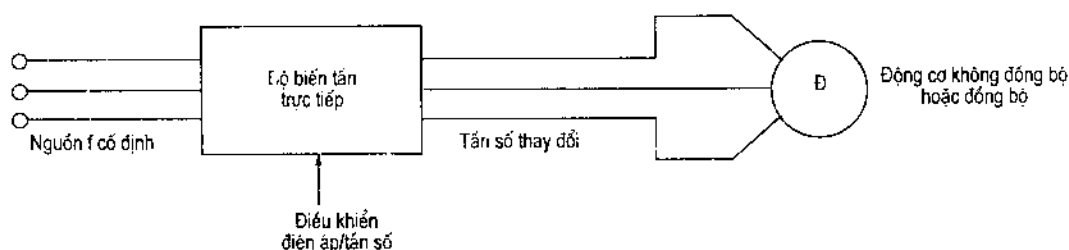
Ưu điểm của việc sử dụng khớp nối cảm ứng là có thể giảm được áp lực dư trong mạng. Điều đó cho phép giảm chi phí điện năng và nước đồng thời làm tăng tuổi thọ của các máy bơm và giảm số lần đóng làm việc và giảm số lượng máy bơm; bởi vì có thể sử dụng 1 máy bơm công suất lớn điều chỉnh được thay cho nhiều máy bơm công suất nhỏ.

• Thay đổi tần số quay của động cơ kéo máy bơm nhờ có sử dụng thiết bị điện phụ trợ. Trong phương pháp này có 4 cách sau đây:

- Điều chỉnh điện áp cấp cho động cơ bằng bộ biến đổi tiristo.
- Điều chỉnh điện trở rôto bằng bộ biến đổi xung tiristo.
- Điều chỉnh công suất trượt.
- Điều chỉnh tần số nguồn cung cấp cho động cơ bằng các bộ biến tần.

Với sự phát triển không ngừng của kỹ thuật biến đổi dòng bán dẫn công suất và kỹ thuật điều khiển việc điều chỉnh công suất máy bơm có thể thực hiện bằng nhiều cách kể trên. Trong đó có cách thứ 4 hiện nay được các hãng tự động hóa quan tâm phát triển hơn cả và đã chế tạo và đưa ra giới thiệu hàng loạt các bộ biến tần điều khiển động cơ rất tiện ích.

Sau đây chúng ta làm quen với vài sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ bằng các bộ biến tần.



Hình 5-19

Trên hình 5-19 là sơ đồ điều chỉnh tốc độ quay của động cơ không đồng bộ và đồng bộ dùng bộ biến tần trực tiếp mắc vào mạch xtato của động cơ.

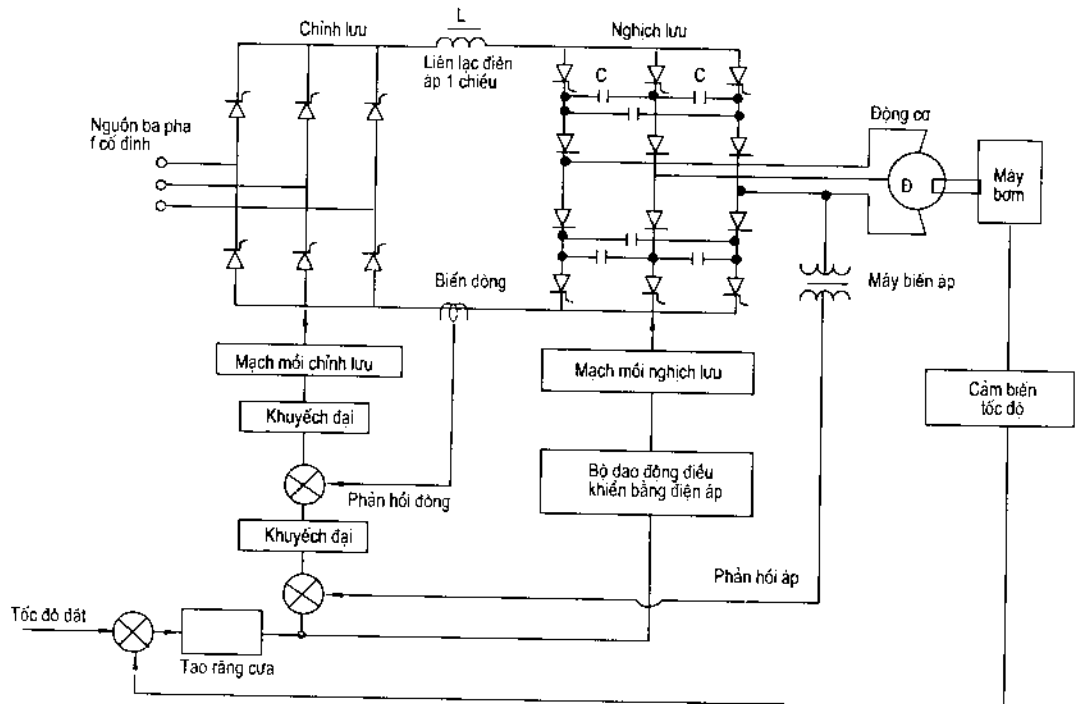
Trên hình 5-20 là sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ bằng bộ nghịch lưu dòng điện. Trong đó điện áp xoay chiều 3 pha có tần số cố định f được chỉnh lưu thành nguồn điện áp 1 chiều đưa vào bộ nghịch lưu. Bộ nghịch lưu biến đổi điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều có tần số điều chỉnh được cung cấp cho động cơ máy bơm.

Ở sơ đồ bộ chỉnh lưu được dùng là cầu 3 pha với các Tiristo. Bộ nghịch lưu dùng cầu tiristo và diốt. Trên sơ đồ có sử dụng các mối liên hệ ngược về áp, về dòng và về tốc độ. Tín hiệu về sự thay đổi áp lực đẩy của nước ở máy bơm tương ứng tốc độ phản hồi được dẫn đến đầu vào của hệ thống điều khiển và tới đây cũng có tín hiệu đặt là tốc độ yêu cầu của máy bơm được đưa đến. Hai tốc độ đó được so sánh với nhau và cho tín hiệu điều khiển là điện áp có dạng răng cưa bằng nhau. Điện áp răng cưa này sẽ điều khiển sự đóng mở của nghịch lưu, biến đổi tần số nguồn xoay chiều cấp cho động cơ máy bơm.

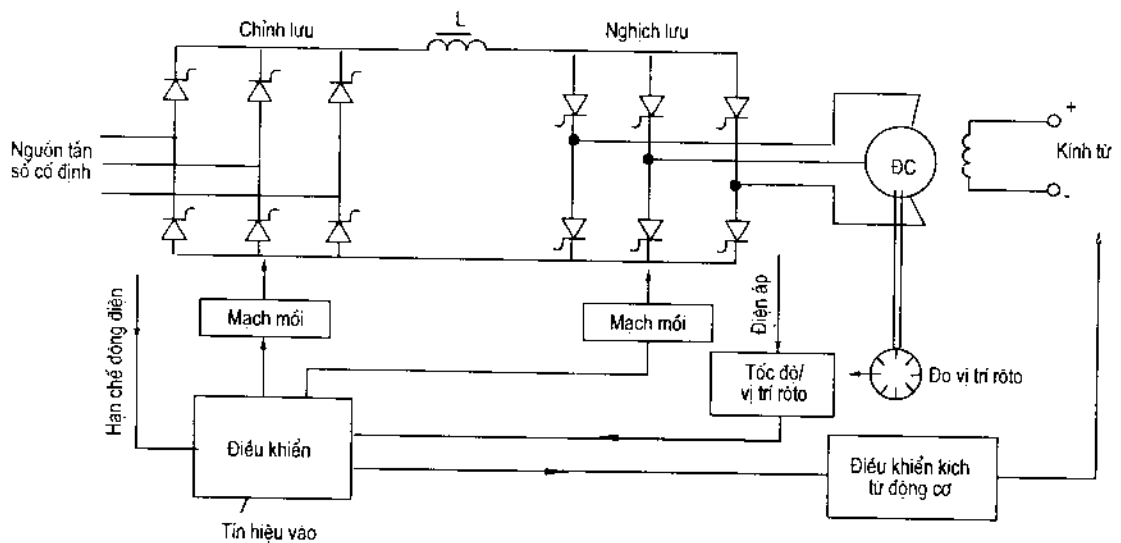
Trên hình 5-21 là sơ đồ điều chỉnh tốc độ động cơ đồng bộ dùng bộ biến tần bằng nghịch lưu.

Ở mạch chính cấp điện cho động cơ không có gì khác với sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ. Điểm khác biệt ở đây là có thêm thiết bị đo vị trí của rôto để điều khiển mạch mỗi bộ nghịch lưu, nhằm giữ cho động cơ có tốc độ là đồng bộ.

Thiết bị đo vị trí của rôto quyết định thứ tự mỗi của các tiristo của bộ nghịch lưu.



Hình 5-20



Hình 5-21

Chương 6

TỰ ĐỘNG HÓA CÁC CÔNG TRÌNH CẤP NƯỚC

6.1. TỰ ĐỘNG HÓA LIÊN HỢP HỆ THỐNG CẤP NƯỚC

Tự động hóa liên hợp đã được định nghĩa ở chương 1 của cuốn sách này. Song chúng ta vẫn nhắc lại một lần nữa ở đây. Tự động hóa liên hợp được hiểu là sự thực hiện tự động tất cả các khâu chính và các khâu phụ của một dây truyền công nghệ, trong đó việc kiểm tra và điều khiển được tập trung từ một trạm gọi là trạm điều độ trung tâm.

Hệ thống cấp nước thành phố, kể từ đầu nguồn đến cuối mạng bao gồm các công trình riêng rẽ, nhưng lại có liên quan mật thiết với nhau về mặt công nghệ nên nó là một đối tượng rất phù hợp để áp dụng tự động hóa liên hợp.

Trong tự động hóa liên hợp con người vẫn tham gia vào công việc lựa chọn chế độ hợp lý và kinh tế nhất của quá trình công nghệ; theo dõi các tác động của các thiết bị tự động. Song sự tham gia đó cần hạn chế sao cho có thể là nhỏ nhất.

Để tiến hành thuận lợi tự động hóa liên hợp, có sử dụng rộng rãi các thiết bị khác nhau của kỹ thuật từ xa, nhờ đó chúng ta có thể thực hiện dễ dàng việc đo lường các thông số và truyền các tín hiệu trực tiếp trên một khoảng cách khá lớn (hàng chục km và lớn hơn) khi điều khiển một quá trình công nghệ.

Công nghệ cấp nước có nguồn nước ngầm đơn giản hơn so với công nghệ cấp nước với nguồn nước mặt. Do đó việc tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước có nguồn nước ngầm là các giếng khoan cũng đỡ phức tạp hơn nhiều so với tự động hóa hệ thống cấp nước có nguồn nước mặt. Lý do là ở chỗ sự có mặt của trạm xử lý nước phức tạp khi hệ thống lấy nước từ nguồn nước mặt. Vậy có thể phân làm hai trường hợp:

1. Tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước có nguồn nước ngầm.
2. Tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước có nguồn nước mặt.

Sau đây chúng ta có thể nêu ra các phương án tự động hóa cho từng trường hợp:

6.1.1. Tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước có nguồn nước ngầm

Trong trường hợp này nhiệm vụ chủ yếu là tự động hóa điều khiển các trạm bơm cấp I và cấp II.

Các trạm bơm giếng khoan được đặt trong hoặc ngoài khu vực nhà máy cấp nước. Trạm bơm cấp II được đặt tại nhà máy nước gần bể chứa nước sạch. Các trạm bơm đó đều được tự động hóa điều khiển. Ngoài bàn điều khiển ngay tại trạm bơm, các trạm

bơm đó còn được điều khiển có khoảng cách từ trạm điều độ trung tâm đặt ngay tại trạm bơm cấp II hay bên cạnh trạm bơm cấp II. Cũng tại trạm điều độ trung tâm có các thiết bị tự động kiểm tra liên tục công tác của các trạm bơm, công tác của mạng đường ống cấp nước thành phố giúp cho việc điều khiển toàn bộ hệ thống dễ dàng. Như vậy nhân viên điều hành ở đây vừa là có nhiệm vụ điều khiển các trạm bơm lại vừa là người điều khiển cả mạng cấp nước.

Ở trạm bơm cấp I, tín hiệu điều khiển tự động được xuất phát từ cảm biến mực nước đặt ở giếng khoan; còn ở trạm bơm cấp II là tín hiệu mực nước của bể chứa nước sạch phối hợp với tín hiệu áp lực từ các điểm gọi là xa nhất và cao nhất hay áp lực của các điểm được quan tâm của mạng đường ống cấp nước và theo biểu đồ dùng nước trong ngày có phối hợp nhịp nhàng với các đài nước và bể có áp trong mạng.

Trong một thành phố lớn có thể có nhiều nhà máy nước khác nhau, được xây dựng để cấp nước cho các vùng đô thị khác nhau của thành phố. Nếu các nhà máy đó cùng được đưa nước vào một mạng lưới đường ống cấp nước kiểu mạng vòng thì việc hỗ trợ lẫn nhau khi có sự cố được giải quyết dễ dàng và đảm bảo độ tin cậy cấp nước cho thành phố trong bất kể thời điểm nào trong ngày.

Bằng cách khởi động hoặc dừng các trạm bơm tự động, có thể giữ được áp lực cần thiết cho việc cấp nước bình thường của toàn bộ các khu vực trong thành phố. Trong trường hợp máy bơm có sự cố, ta có thể ngắt làm việc của trạm bơm đó, lúc này các hộ dùng nước của trạm bơm này sẽ được nhận nước từ các trạm bơm khác theo mạng lưới đường ống cấp nước kiểu mạng vòng. Các trạm bơm đang công tác lúc đó sẽ phải thay đổi công suất và áp lực, tức là phải tiến hành làm nhiệm vụ tự điều hòa chế độ làm việc của toàn hệ thống.

Các trạm bơm cấp nước cho đô thị có thể chia thành hai nhóm: nhóm chính (nhóm cơ bản) và nhóm phụ (nhóm phục vụ bơm lúc cao điểm).

Nhóm chính bao gồm các trạm có công suất lớn với các giếng khoan có sản lượng trong ngày lớn. Với các trạm ở nhóm chính cũng có thể cung cấp đủ nước cho thành phố cả ngày lẫn đêm, chúng được làm việc 24/24h. Vì vậy các thiết bị tự động dùng để điều khiển chúng cũng đơn giản. Chủ yếu chúng dùng để thực hiện việc ngắt bảo vệ và truyền tín hiệu sự cố về trạm điều độ trung tâm.

Các trạm bơm phụ (trạm cao điểm) có thể là trạm làm việc vào các giờ dùng nước nhiều nhất hoặc trong thời gian có trạm bơm chính nào đó bị sự cố hay được đưa vào bảo dưỡng. Việc điều khiển các trạm bơm phụ này được thực hiện tự động nhờ có các cảm biến về áp lực (áp kế tiếp điểm) đặt trên tất cả các đoạn đường ống cao nhất và xa nhất của mạng. Ngoài ra trạm này được điều khiển có khoảng cách từ trạm điều độ trung tâm. Việc điều khiển từ trung tâm điều độ chung duy nhất có ý nghĩa rất lớn đối với các trạm bơm có công suất lớn, vì điều đó cho phép thực hiện điều phối cân đối chế độ làm việc của trạm bơm này với trạm bơm khác và với mạng. Và như thế có thể đạt được chế độ làm việc kinh tế nhất của hệ thống cấp nước.

Ở Liên Xô cũ đã có nhiều thành phố áp dụng tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước với nguồn nước ngầm và đã thu được những thành công đáng kể. Trong đó tất cả các trạm bơm cấp I làm việc có tín hiệu từ role cực điện báo tín hiệu mực nước, việc ngắt tự động bằng role bảo vệ tự động, việc điều khiển từ xa các trạm bơm từ trạm điều độ trung tâm nhờ có thiết bị điều khiển xa. Người điều phối gửi các lệnh "đóng" hay "ngắt" hệ thống máy bơm từ xa bằng các cuộc gọi điện thoại. Ngoài ra tới trạm điều độ trung tâm được truyền đến các chỉ số về áp suất, lưu lượng trên đường ống ra của trạm, về mức nước trong bể chứa, các tín hiệu về trạng thái đóng ngắt từng máy bơm, các tín hiệu về sự cố trên trạm và sự cố mở cửa trạm.

6.1.2. Tự động hóa liên hợp hệ thống cấp nước với nguồn nước mặt

Như trên đã nêu, đối với hệ thống cấp nước có nguồn nước mặt, việc tự động hóa liên hợp điều khiển cho toàn hệ thống phức tạp hơn, bởi vì ta phải tự động hóa cả trạm xử lý nước cấp phức tạp.

Thường đối với trường hợp này, trạm điều độ trung tâm được chọn đặt tại một ngôi nhà của công trình xử lý nước cấp và điều khiển từ xa các trạm bơm cấp I và cấp II.

Trên trạm điều khiển của trạm điều độ trung tâm có hai loại sơ đồ: sơ đồ điện và sơ đồ thủy lực.

Sơ đồ điện cho các tín hiệu về vị trí của các máy cắt dầu, các dao cách ly và nhờ vào đó mà ta thấy rõ được từ hệ thống thanh cái nào động cơ máy bơm được cấp nguồn điện.

Trên sơ đồ thủy lực cho biết tín hiệu về trạng thái của các máy bơm, vị trí của các khóa van trên đường ống dẫn.

Ngoài ra ở trạm điều độ trung tâm còn đo dòng điện của các động cơ, áp suất, lưu lượng nước trên đường ống ra của bơm và của các điểm được quan tâm trên mạng đường ống, điện áp trên thanh cái của trạm, mực nước trong bể thu nước, mực nước trong tất cả các bể chứa, các thông số về chất lượng nước sạch ...

Cùng với sự phát triển như vũ bão của công nghệ tự động, việc điều khiển hệ thống cấp nước cũng được cải thiện lên mức sử dụng các thiết bị công nghệ cao để đạt được chế độ làm việc tối ưu của hệ thống cấp nước. Mục đích của tối ưu hóa thực chất là để giảm được tiêu hao năng lượng điện, giảm các chi phí phụ khác và tăng độ tin cậy cấp nước cho thành phố. Các bài toán về tối ưu hóa của hệ thống cấp nước được nghiên cứu. Việc ứng dụng các thiết bị tự động lập trình công nghiệp ngày được rộng rãi hơn cùng với các phần mềm ứng dụng ra đời để phục vụ cho mục đích này.

Tất cả những điều đó đã tạo đà cho sự phát triển của ngành cấp thoát nước nói riêng và góp phần thực hiện nhiệm vụ công nghiệp hóa - hiện đại hóa nền kinh tế đất nước nói chung.

6.2. TỰ ĐỘNG HÓA CÁC CÔNG TRÌNH THU NƯỚC

6.2.1. Nhiệm vụ tự động hóa các công trình thu nước mặt



Hình 6-1: Sơ đồ chức năng tự động hóa công trình thu nước mặt

Tự động hóa công trình thu nước mặt bao gồm :

1. Tự động hóa tấm chắn hay cửa đập trên máng dẫn nước từ nguồn nước mặt vào ngăn thu của công trình thu.
2. Tự động hóa việc rửa lưới chắn rác.
3. Tự động hóa điều khiển trạm bơm cấp I ở công trình thu.

Trong đó mục 3 về tự động hóa điều khiển trạm bơm cấp I ta đã đề cập đến ở chương 5 vì vậy ở đây sẽ không nhắc lại nữa mà chỉ quan tâm đến mục 1 và mục 2.

6.2.2. Tự động hóa điều khiển tấm chắn, cửa đập trên máng dẫn nước từ nguồn vào công trình thu

Đối với các nguồn nước có sự dao động về mực nước khá lớn người ta thường đặt trên máng dẫn nước từ nguồn vào bể thu thiết bị ngăn dòng đó là tấm chắn hay cửa đập.

Mục đích tự động hóa điều khiển tấm chắn hay cửa đập ở đây là để điều chỉnh mực nước trong công trình thu nước khi có dao động rất lớn về mực nước ở nguồn. Bể thu mà quá đầy nước, phải đóng bớt cửa đập hay tấm chắn, đặc biệt vào mùa nước lũ. Bình thường cửa đập ở trạng thái mở vừa đủ để nước nguồn vào bể thu phù hợp với chế độ bơm của trạm bơm cấp I. Để điều khiển cửa đập hay tấm chắn, ta sử dụng các cơ cấu chấp hành kiểu điện, khí nén hay thủy lực với cảm biến mực nước kiểu phao hay cực điện đặt tại các mực nước yêu cầu của bể thu.

6.2.3. Tự động hóa điều khiển việc rửa lưới chắn rác ở công trình thu nước

Lưới chắn rác có thể là dạng hình trống cũng có thể có dạng quay phẳng. Đơn giản vẫn là dạng quay phẳng.

Tự động hóa điều khiển việc rửa lưới chắn có thể thực hiện theo hai phương án:

1. Điều khiển tự động theo tín hiệu về độ chênh mực nước giới hạn trước và sau song chắn.
2. Điều khiển tự động theo chương trình thời gian cho trước.

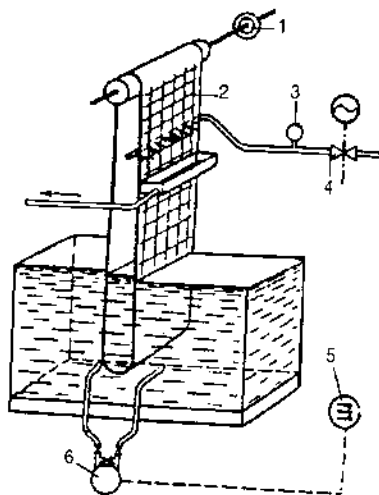
- **Phương án 1:** Điều khiển tự động theo tín hiệu về độ chênh mức nước giới hạn trước và sau lưới chắn rác (hình 6-2).

Độ chênh mức giới hạn cao nhất trước và sau lưới chắn cho biết độ bẩn giới hạn của lưới chắn hay cho biết lưới chắn cần phải được đưa vào rửa.

Sơ đồ hình 6-2 làm việc như sau: khi độ chênh mức nước trước và sau lưới chắn đã đến giới hạn vào rửa, áp kế vi sai 6 cho tín hiệu đóng tiếp điểm 5 trong mạch điều khiển khởi động từ của động cơ mở khóa van 4 cho nước rửa phun vào mặt lưới. Khi đường ống 8 có nước, áp kế tiếp điểm 3 đóng tiếp điểm của động cơ 1 quay lưới và lưới được quay trong lúc rửa, nước sau rửa theo máng và đường ống thoát ra ngoài. Thời điểm lưới sạch có thể đưa vào vận hành là lúc độ chênh mức nước trước và sau lưới ở giới hạn nhỏ nhất. Lúc đó áp kế vi sai 6 lại đóng tiếp điểm trong mạch điều khiển khởi động từ đóng khóa van 4. Sau đó khi không còn nước trên ống 8, áp kế 3 cũng ngắt tiếp điểm trong mạch khởi động từ động cơ quay lưới và lưới dừng lại. Quá trình rửa kết thúc, lưới được đưa vào vận hành.

Hình 6-2: Sơ đồ tự động hoá lưới chắn rác kiểu quay phẳng

1- Động cơ quay lưới; 2- Lưới chắn rác kiểu quay phẳng; 3- Áp kế tiếp điểm điện; 4- Khóa van nước rửa lưới; 5- Bộ tiếp điểm mạch điều khiển khóa van 4; 6- Áp kế vi sai do độ chênh mức trước và sau lưới chắn rác; 7- Bể thu nước; 8- Ống dẫn nước rửa lưới.



- **Phương án 2:** Điều khiển tự động lưới chắn rác theo chương trình thời gian cho trước.

Trong phương án này có sử dụng thiết bị cho lệnh theo thời gian KEP -12.

Chu kỳ rửa của lưới đã được tính toán qua thực tế vận hành lưới để chọn thời gian cho thiết bị KEP -12 ra lệnh điều khiển.

6.3. TỰ ĐỘNG HÓA ĐIỀU KHIỂN MẠNG ĐƯỜNG ỐNG CẤP NƯỚC

6.3.1. Nhiệm vụ của tự động hóa đối với mạng cấp nước

Khi thiết kế mạng cấp nước với những dữ kiện cho phép ban đầu để tính toán, ta tưởng chừng như đã thỏa mãn nhu cầu cấp nước thành phố. Song khi vận hành chế độ thủy lực của mạng có thể lại rất khác với tính toán. Phân tích lý do thì có rất nhiều, có thể do sự thay đổi rất lớn về lưu lượng thực tế hàng năm tại các điểm lấy nước ở nguồn, có thể do tổn thất áp lực không tính đến do thi công còn có thiếu sót ở mạng đường ống,

do dao động quá lớn bởi các hộ tiêu dùng... Dù là lý do nào đi nữa cũng đem lại những hậu quả không mong muốn là lưu lượng, áp lực của mạng cấp nước không ăn nhập với sự dao động của nhu cầu dùng nước ở các hộ tiêu thụ.

Muốn giải quyết được khó khăn đó chỉ có cách duy nhất là tự động hóa điều khiển toàn mạng cấp nước.

Khi tự động hóa toàn mạng cấp nước, ta thực hiện được nhiệm vụ chính của mạng là điều chỉnh tự động lưu lượng, áp lực nước trong mạng cho phù hợp với biểu đồ dùng nước của các hộ tiêu thụ nước trong thành phố. Ngoài ra còn thực hiện thêm các nhiệm vụ sau đây: bảo vệ sự cố và ngắt các đường ống dẫn nước khi bị hư hỏng, tìm chỗ hỏng của đường ống bằng thiết bị tự động; điều khiển tự động các đài nước (nếu có), bể chứa có áp (nếu có), kiểm tra và báo tín hiệu tự động về mực nước các bể chứa trong mạng; điều khiển tại chỗ các hệ thống máy bơm dành cho việc tăng áp lực ở các khu vực nhỏ trong thành phố hay cho các ngôi nhà cao tầng nằm riêng rẽ.

6.3.2. Điều chỉnh tự động lưu lượng, áp lực nước trong mạng phù hợp với nhu cầu dùng nước của các hộ tiêu thụ

Làm được những nhiệm vụ đã nêu ở trên là tự động hóa đã giúp cho mạng cấp nước làm việc liên tục, cấp nước đầy đủ, sát với nhu cầu dùng nước theo biểu đồ thực tế tiêu thụ nước của thành phố với độ tin cậy cao, chi phí về năng lượng điện là nhỏ nhất. Hay nói một cách khác là mạng cấp nước có thể tiến đến làm việc ở chế độ tối ưu về cấp nước.

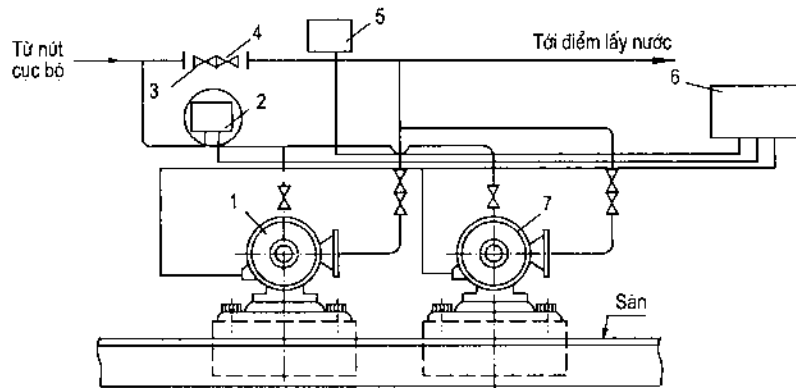
Để làm được nhiệm vụ chính này, vấn đề chủ yếu là phải tự động hóa điều khiển các trạm bơm cấp nước cho mạng (chương 5 mục 5.2; 5.3).

Khi điều khiển các trạm bơm cấp II theo sát được biểu đồ dùng nước thành phố, ta sử dụng các tín hiệu về lưu lượng, về áp lực từ các điểm đặc trưng của mạng đường ống. Thường sử dụng các áp kế có tiếp điểm điện đặt tại các điểm xa nhất, cao nhất của mạng đường ống để kiểm tra chế độ cấp nước của mạng. Các tín hiệu từ các cảm biến đó cần được truyền về trạm điều độ trung tâm. Một khó khăn lớn ở đây là làm sao có được các kênh với số lượng lớn để truyền chỉ số của các áp kế từ khắp các điểm đo trong mạng thành phố về trạm điều độ trung tâm của hệ thống cấp nước. Khoảng cách cần truyền thì dài (10 đến 20 km), chi phí cho đường cáp lớn, việc thi công và bảo quản đường dây quá phức tạp. Tóm lại là không kinh tế, vì vậy trong trường hợp này tốt nhất là sử dụng mạng điện thoại thành phố để truyền thông các chỉ số đo.

Mặt khác cũng có thể phân vùng cấp nước và theo dõi sát về lưu lượng và áp lực cần thiết thực tế của mạng cho vùng đó. Từ đó ta có thể điều chỉnh chế độ làm việc của các trạm bơm cấp nước cho vùng được quan tâm dễ dàng hơn. Nếu sử dụng cho các vùng thiết bị tự động lập trình công nghiệp và nối mạng công nghiệp nội bộ của các vùng trong toàn hệ thống cấp nước thì việc điều khiển tối ưu hệ thống cấp nước dễ dàng thực hiện hơn nhiều. Đây cũng còn là vấn đề ứng dụng rất mới trong điều khiển tự động hệ thống cấp nước ở Việt Nam.

6.3.3. Điều khiển các máy bơm tăng áp trong mạng cấp nước

Sơ đồ hình 6-3 có hai động cơ máy bơm: 1M là động cơ của máy bơm công tác, 2M là động cơ của máy bơm dự phòng. Có hai công tắc tơ: 1K cho động cơ công tác, 2K cho động cơ dự phòng; có các đèn tín hiệu Φ_1 , Φ_2 cho biết trạng thái làm việc của các động cơ máy bơm.

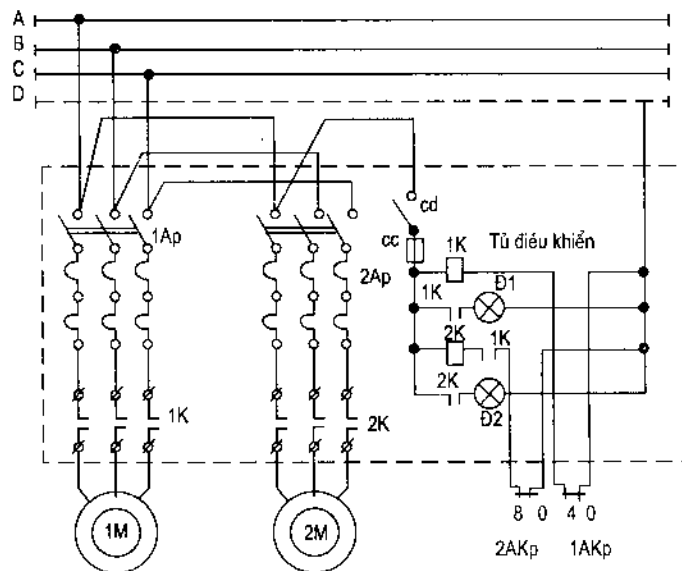


Hình 6-3a: Trạm bơm tăng áp gồm 2 máy bơm

1- Máy bơm công tác; 2- Áp kế tiếp điểm của máy bơm công tác; 3- Khóa van; 4- Van ngược chiều; 5- Áp kế tiếp điểm của máy bơm dự phòng; 6- Tủ điều khiển; 7- Máy bơm dự phòng.

Hình 6-3b: Sơ đồ nguyên lý điều khiển trạm bơm tăng áp có hai máy bơm

1M, 2M- động cơ của máy bơm công tác, dự phòng;
1Ap, 2Ap - áp tô mét ở mạch chính;
1K, 2K- công tắc tơ;
 Φ_1 , Φ_2 - đèn tín hiệu;
Cd- cầu dao;
CC- cầu chì;
1Akp, 2Akp - áp kế có tiếp điểm điện (của rơle áp lực).



Sơ đồ làm việc tự động do tín hiệu đưa tới từ Akp. Tới áp suất nhất định áp kế 1Akp đặt trong đường ống nước dẫn vào trước máy bơm công tác cho tín hiệu đóng tiếp điểm 1Akp; công tắc tơ 1K có điện làm đóng các tiếp điểm chính 1K ở mạch chính của động cơ 1M và máy bơm thứ nhất được đưa vào hoạt động. Áp kế 2Akp được đặt ở đường ống đẩy của máy bơm công tác và cũng là đường ống hút của máy bơm dự phòng. Tới áp suất định trước áp kế 2Akp cho phép tiếp điểm 2Akp đóng lại và máy bơm dự phòng được đưa vào làm việc. Việc tắt các máy bơm dự phòng và máy bơm công tác thực hiện

theo tuần tự ngược lại khi áp kế tiếp điểm 2Akp và 1Akp cho giới hạn trên của áp lực nước, tức là lúc đường ống có đủ áp lực và không cần phải nâng áp nữa. Sơ đồ trên dùng cho động cơ có công suất dưới 28 kW.

6.3.4. Bảo vệ sự cố, tìm chỗ hư hỏng của đường ống, ngắt làm việc các đường ống bị sự cố cũng có thể thực hiện bởi các thiết bị tự động

Việc bảo vệ sự cố được thực hiện nhờ có sử dụng role sự cố mắc nối tiếp với các tiếp điểm thường mở của các cảm biến phát hiện sự cố các loại (hình 5-3b).

Để tìm chỗ hư hỏng của đường ống thường phải dùng thiết bị dò vết nứt, lỗ thủng của đường ống. Thực chất thiết bị này cũng là các cảm biến dùng để phát hiện sự biến dạng của đường ống hay phát hiện độ thay đổi đột xuất về lưu lượng, áp lực của môi trường chất lỏng ở hai đầu đoạn ống có chỗ dò so với lúc làm việc bình thường. Các cảm biến này có thể là cảm biến phát hiện sự biến dạng, cảm biến đo áp lực nước hay lưu lượng nước...

Ngoài ra có sự kiểm tra và báo tín hiệu về mức nước các bể chứa, áp lực của các đài nước hay bể có áp trong mạng về trạm điều độ trung tâm.

6.4. TỰ ĐỘNG HÓA CÁC QUÁ TRÌNH KEO TỤ NƯỚC

6.4.1. Nhiệm vụ của tự động hóa quá trình keo tụ nước

Quá trình keo tụ nước là giai đoạn đầu tiên của dây truyền công nghệ làm sạch nước cấp trong trạm xử lý. Mục đích của quá trình xử lý nước là làm giảm lượng muối dư thừa của các chất không cần thiết theo tiêu chuẩn nước sạch (như sắt, magan, silic), đôi khi cùng với quá trình xử lý nước còn làm mất mùi vị trong nước hay còn làm bớt độ cứng dư thừa của nước. Muốn đạt được mục đích đó ta phải:

1. Nghiên cứu chất lượng nước ban đầu cần đưa vào làm sạch mà đưa ra được tỷ lệ thích hợp giữa lưu lượng các chất làm keo tụ cần thiết và lưu lượng nước được xử lý nhằm điều tiết chất làm keo tụ nước có hiệu quả cao.
2. Xác định và chuẩn bị các chất làm keo tụ cần cho quá trình keo tụ nước.
3. Thực hiện việc điều tiết tỷ lệ các chất làm keo tụ với lưu lượng nước cần xử lý sao cho phù hợp với các chỉ số chất lượng của nước sạch.

Công việc đầu tiên nêu ở trên thường được thực hiện trong phòng thí nghiệm hóa-sinh, khi lấy mẫu của quá trình keo tụ đối với nước ban đầu cần xử lý. Quá trình keo tụ nước phụ thuộc vào hàng loạt các tính chất lý-hóa của nước cần xử lý. Cho nên việc xác định hay tìm kiếm một liều lượng tin cậy các chất phản ứng để đạt về chất lượng nước đối với từng loại nước thiên nhiên đưa vào xử lý, và các phương pháp đo tự động các chỉ số chất lượng là một vấn đề khó khăn.

Vậy tự động hóa dành cho quá trình keo tụ nước là thực hiện hai nhiệm vụ sau:

1. Tự động hóa việc chuẩn bị các chất làm keo tụ cần thiết cho quá trình keo tụ nước.
2. Tự động hóa việc điều tiết các chất làm keo tụ vào nước theo tỷ lệ đã được xác định qua nghiên cứu về sinh - hóa của quá trình keo tụ và qua thực tế vận hành công trình.

6.4.2. Tự động hóa việc chuẩn bị các chất phản ứng cho quá trình keo tụ nước

1- Cách chuẩn bị chất phản ứng

Các chất làm keo tụ được dùng để điều tiết vào nước xử lý có thể ở dạng khô, dạng nước hay dạng dung dịch.

Đối với các chất phản ứng khô có thể ở dạng cục to nhỏ khác nhau. Đầu tiên ta phải nghiền nhỏ cục, rồi thổi chất phản ứng ở dạng bột vào trực tiếp hòa trộn với nước.

Đối với chất phản ứng ở dạng nước được chứa trong các bình kín với nồng độ cao. Ban đầu phải hòa trộn với nước để tạo dung dịch với nồng độ như ý (thường vào khoảng 5%), rồi điều tiết dung dịch đó vào nước xử lý.

Chất phản ứng ở dạng dung dịch : thí dụ như vôi được hòa trộn từ dạng cục trở thành dạng dung dịch nhão và được đưa qua thiết bị điều tiết chuyên dùng để vào nước xử lý.

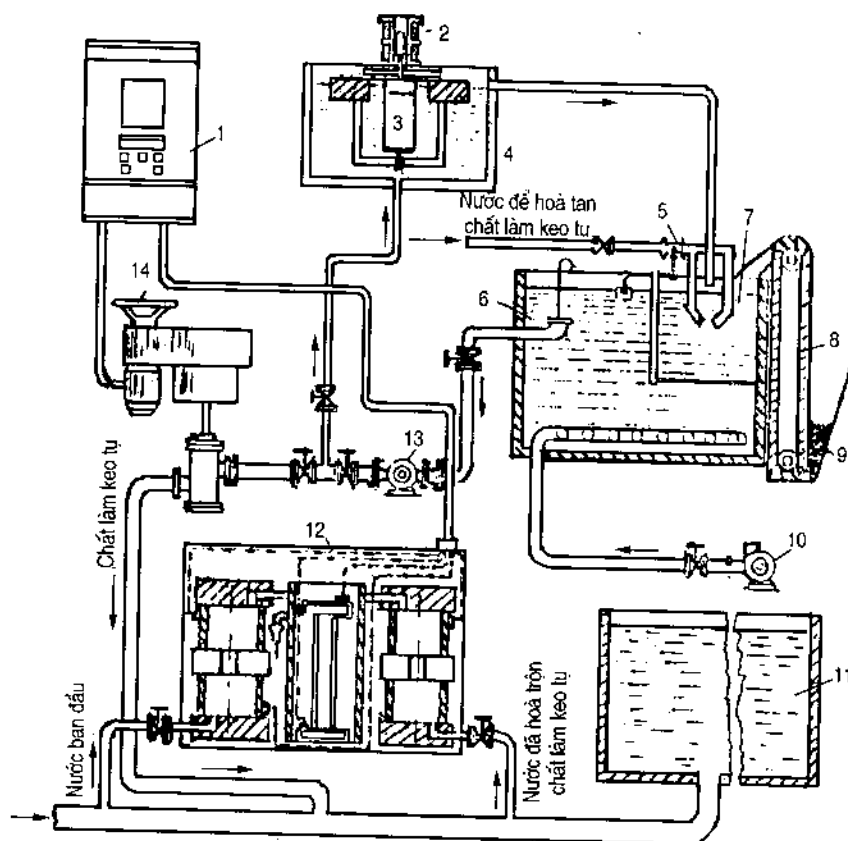
Nói chung mỗi dạng chất phản ứng đều có những ưu và khuyết điểm khi sử dụng để điều tiết. Chất phản ứng ở dạng khô, mặc dù chỉ cần làm nhỏ ra nhưng điều tiết ở dạng bột sẽ mất mát nhiều trong quá trình vận chuyển và điều tiết vì nó bị khuếch tán một phần vào môi trường không khí xung quanh và làm ô nhiễm môi trường nhiều hơn các chất phản ứng ở dạng khác. Vì vậy thường người ta chuyển chất phản ứng dạng khô thành dạng dung dịch sẽ tiết kiệm hơn. Cách chuẩn bị như sau: đầu tiên là hòa tan sơ bộ chất phản ứng khô vào nước tới nồng độ khoảng 20% rồi cho sang bể chứa khác hòa tan tiếp tới nồng độ 5%. Sau đó với dung dịch chất phản ứng đó đưa vào máy điều tiết để hòa trộn với nước cần xử lý.

2- Ví dụ về các sơ đồ chuẩn bị chất phản ứng cho quá trình keo tụ nước

• *Ví dụ 1:* trên hình 6-4 là sơ đồ chung của tự động hóa việc chuẩn bị và điều tiết chất phản ứng của hệ thống Treisvily - Krumskôvô. Trong sơ đồ có một phần thiết bị dành cho công tác chuẩn bị chất phản ứng trước khi được đưa đi điều tiết vào bể hòa trộn với nước cần xử lý.

Phần thiết bị chuẩn bị chất làm keo tụ đó gồm: phễu đựng chất làm keo tụ khô 9, băng nâng 8, bể hòa tan chất làm keo tụ với nước 7, bể lưu chứa dung dịch chất làm keo tụ 6. Tối bể có đường ống nước vào để hòa tan chất phản ứng thành dung dịch, trên đó có tấm chắn điều chỉnh 5, liên hệ với phao đo mức dung dịch đặt trong bể 6. Có đường ống dẫn dung dịch đi ra bơm 13 để đưa dung dịch lên bể 4, nơi đặt tỷ trọng kế 3 có cuộn cảm ứng và hệ tiếp điểm 2 để đo nồng độ dung dịch chất làm keo tụ.

Sơ đồ hình 6-4, việc chuẩn bị dung dịch chất làm keo tụ được thực hiện như sau: chất phản ứng khô được đưa bằng ô tô vận chuyển tự động rồi đổ vào phễu 9. Băng băng tải 8, chất phản ứng được đưa vào buồng hòa tan 7, cùng lúc đó van 5 được mở và nước được đưa vào để hòa tan chất phản ứng thành dung dịch. Buồng 7 là một phần dung tích của bể 6 được tách riêng. Đáy bể 7 có đục lỗ để không khí sục từ đáy bể 6 do máy bơm khí nén 10 bơm lên qua ống đục lỗ ở đáy bể 6. Mục đích của không khí sục từ đáy bể là nhằm giúp cho việc khuấy đảo tốt để chất phản ứng được hòa tan với nước nhanh hơn.



Hình 6-4: Sơ đồ chuẩn bị và điều tiết chất làm keo tụ

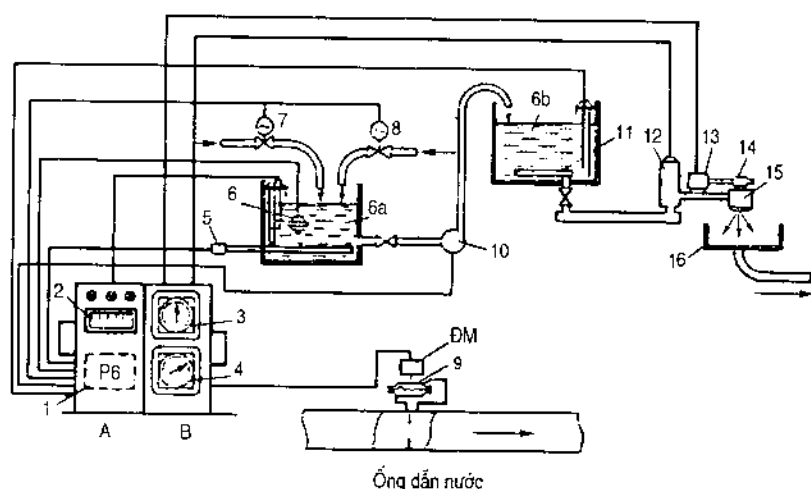
1- Tủ điều khiển; 2- Cuộn dây cảm ứng; 3- Tỷ trọng kế; 4- Bể đo lường; 5- Khoá van nước;
6- Bể dung dịch chất làm keo tụ; 7- Ngăn hoà trộn chất làm keo tụ; 8- Bảng tải chất làm keo tụ;
9- Phễu định chất làm keo tụ; 10- Bơm khí; 11- Bể hoà trộn; 12- Cảm biến tỷ số chất làm keo tụ
và nước xử lý; 13- Máy bơm; 14- Khoá van điều chỉnh.

Dung dịch đã chuẩn bị ở bể 6 được bơm 13 bơm đi, một phần được đưa lên bể 4 có tỷ trọng kế 3 để đo nồng độ dung dịch; dung dịch thừa tràn qua ống ở miệng bể 4 lại trở về bể 7.

Chất làm keo tụ được đưa vào buồng 7 một cách tuần hoàn, dung dịch trong bể 6 sẽ có nồng độ tăng dần hoặc giảm dần trong giới hạn đã xác định từ trước. Cảm biến cảm ứng 2 có mắc máy đo thứ cấp để đo và ghi lại nồng độ dung dịch chất phản ứng và hệ thống tiếp điểm điều chỉnh công tác của băng nâng 8.

• Ví dụ 2: trên hình 6-5a là sơ đồ chuẩn bị và điều tiết chất làm keo tụ hệ thống XĐK.

Trong một phần thiết bị của sơ đồ hình 6-5a được dùng cho công tác chuẩn bị chất làm keo tụ. Phần thiết bị gồm có: bể hòa tan dung dịch 6a, đường ống dẫn chất làm keo tụ ở dạng nước 8, đường ống dẫn nước để hòa tan chất làm keo tụ 7, bể lưu lượng dung dịch chất làm keo tụ 6b; tủ A đặt thiết bị điều khiển và theo dõi việc chuẩn bị chất làm keo tụ. Trong các bể 6a, 6b có đặt các cảm biến mực nước kiểu cực điện và cảm biến đo nồng độ dung dịch chất làm keo tụ.



Hình 6-5a: Sơ đồ chung của hệ thống chuẩn bị và điều tiết chất làm keo tụ loại XDK

1- Bloc role; 2- Dụng cụ thử cấp đo nồng độ chất làm keo tụ loại EMV2-210A; 3- Dụng cụ đo liều lượng chất làm keo tụ; 4- Dụng cụ thử cấp đo lưu lượng nước loại EPID; 5- Máy thổi khí; 6- Cảm biến nồng độ; 7,8- Khóa van có động cơ điện; 9- Cảm biến đo lưu lượng nước loại DM; 10- Máy bơm; 11- Bộ lọc; 12- Cảm biến lưu lượng chất làm keo tụ loại RED; 13- Cơ cấu chấp hành tỷ lệ; 14- Bộ truyền cơ; 15- Van điều chỉnh chất làm keo tụ; 16- Bể đo lường.

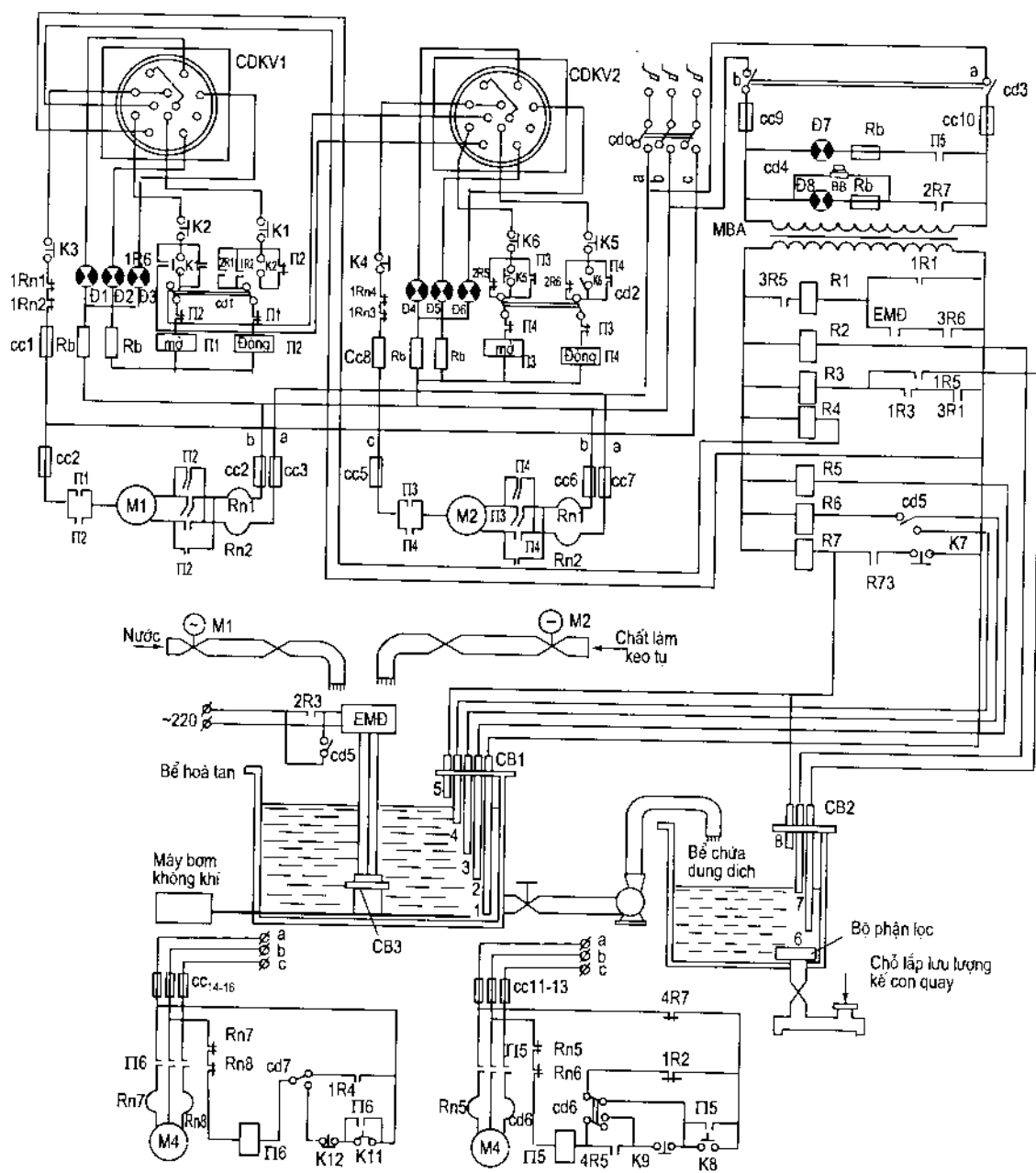
Trên hình 6-5b là sơ đồ điện cụ thể của việc tự động hóa quá trình chuẩn bị dung dịch chất làm keo tụ trên.

Sơ đồ điện này liên quan giữa 2 bể: bể hòa tan chất làm keo tụ và bể chứa dung dịch chất làm keo tụ. Các thiết bị tự động để điều khiển và cho tín hiệu về công tác chuẩn bị chất làm keo tụ tập trung ở tủ A được khai triển thành sơ đồ điện hình 6-5b.

Phần sơ đồ phía trên của hình 6-5b là sơ đồ mạch chính và mạch điều khiển 2 động cơ khóa van đường ống dẫn nước và đường ống dẫn chất làm keo tụ M1, M2 và cả mạch chung của các role điều khiển quá trình keo tụ nước, từ role R1 đến role R7 có liên hệ với cảm biến mực nước CB1, CB2 đặt ở bể hòa tan và bể chứa dung dịch chất làm keo tụ.

Phần sơ đồ phía dưới của hình 6-5b vẽ bể hòa tan và bể chứa dung dịch chất làm keo tụ. Các thiết bị liên quan đến 2 bể gồm có: đường ống nước, đường ống chất làm keo tụ, các cảm biến mực nước CB1, CB2, cảm biến nồng độ CB3, máy bơm không khí nén, máy bơm dung dịch chất làm keo tụ từ bể hòa tan sang bể chứa dung dịch chất làm keo tụ. Có sơ đồ mạch chính và sơ đồ điều khiển của hai động cơ M3, M4 của máy bơm khí và dung dịch chất làm keo tụ kèm theo ở bên dưới.

Các thiết bị tự động được dùng trong sơ đồ là: cảm biến CB1, CB2 được mắc với các role. Cảm biến nồng độ CB3 có dụng cụ thử cấp - cầu điện tử EMĐ2-210A, các cầu dao Cd1...Cd8 để chuyển mạch từ điều khiển tự động sang chế độ điều khiển bằng tay. Sơ đồ có các khởi động từ П1...П6, các role R1...R7 loại MKU, các cầu dao chuyển mạch cho bộ dẫn động khóa van nước và chất làm keo tụ CDKV1, CDKV2.



Hình 6-5b: Sơ đồ điện tự động hóa của quá trình chuẩn bị dung dịch chất làm keo tụ hệ thống XDK

Cc1- Cc16- Cầu chì; M1- M4- Các động cơ điện; Cd0,..., Cd7 - Các cầu dao;
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 - Các đèn tín hiệu; R_b- Điện trở cân bằng;
K1...K11- Nút bấm điều khiển; I1... I6 - Khởi động từ; MBA - máy giảm áp;
Rn1, Rn2- Role nhiệt; CDKV1- Cầu dao chuyển mạch của khóa van nước;
CDKV2 - Cầu dao chuyển mạch của khóa van chất phản ứng.

Sơ đồ điện được hoạt động như sau:

Khi mực nước trong bể hòa tan chất làm keo tụ ở dưới cực điện 2, cuộn dây role R5 bị ngắt điện và khởi động từ II3 làm động cơ M2 có điện và nhờ đó mở khóa van cho chất làm keo tụ vào bể đồng thời máy đo nồng độ CB3 được đóng vào làm việc. Khi mức dung dịch tăng lên đến cực điện 3, role R6 tác động và làm đóng khóa van chất làm keo tụ M2 và mở khóa van nước M1. Bloc tiếp điểm của khóa van nước đóng role R4 và thế là máy bơm khí M4 được tự động làm việc. Khi đã đạt được nồng độ dung dịch cho trước bằng tiếp điểm của bộ điều chỉnh EMĐ đóng role R1 và nhờ đó mà đóng khóa van nước M1 (khởi động từ II2), ngắt làm việc máy đo nồng độ CB3 và máy bơm khí M4.

Khi mức nước tăng đến cực 5, role R7 tác động và kết quả cũng đóng khóa van nước M1.

Tại bể chứa dung dịch chất làm keo tụ, khi mức dung dịch ở dưới cực 7, làm ngắt role R2 và đóng làm việc máy bơm đưa dung dịch chất làm keo tụ M3 từ bể hòa tan sang bể chứa dung dịch. Khi mức dung dịch trong bể hòa tan giảm xuống dưới cực 2 thì vòng làm việc chuẩn bị dung dịch chất làm keo tụ lại được lập lại.

6.4.3. Tự động hóa việc điều tiết chất làm keo tụ vào nước

1- Phương pháp điều tiết chất làm keo tụ nước

Đối với các chất phản ứng khô có thể điều tiết theo khối tích hoặc điều tiết theo tốc độ. Điều tiết theo khối tích tức là xác định sẵn các chất làm keo tụ theo suất có khối lượng bằng nhau và điều chỉnh theo số lượng các chất đó vào nước trong một đơn vị thời gian. Điều tiết theo tốc độ tức là các chất làm keo tụ được tán nhỏ ra, rồi đưa theo dòng liên tục với tốc độ đã được định trước vào nước.

Tuy vậy, cách điều tiết chất phản ứng dạng khô có nhiều khuyết điểm nên trong thực tế ít được áp dụng, mà chuyển nó sang dạng dung dịch 5% để điều tiết.

Đối với chất phản ứng ở dạng nước cũng phải tạo thành dung dịch với nồng độ nhất định rồi điều tiết dung dịch đó trong sự tương quan tỷ lệ với lưu lượng nước cần xử lý. Cách điều tiết ở đây là thay đổi diện tích lỗ hồng mà qua đó dung dịch chất phản ứng được điều tiết; hay thay đổi áp lực đẩy dung dịch chất phản ứng qua lỗ hồng không đổi hoặc điều tiết theo khối nước đã được đo trước hay dựa vào khối nước đã được lấy ra sau khi xử lý. Cách điều tiết theo khối nước thường chỉ áp dụng đối với các trạm công suất nhỏ; bởi vì đối với các trạm công suất lớn, việc điều tiết sẽ phức tạp và kích thước công trình lại rất lớn.

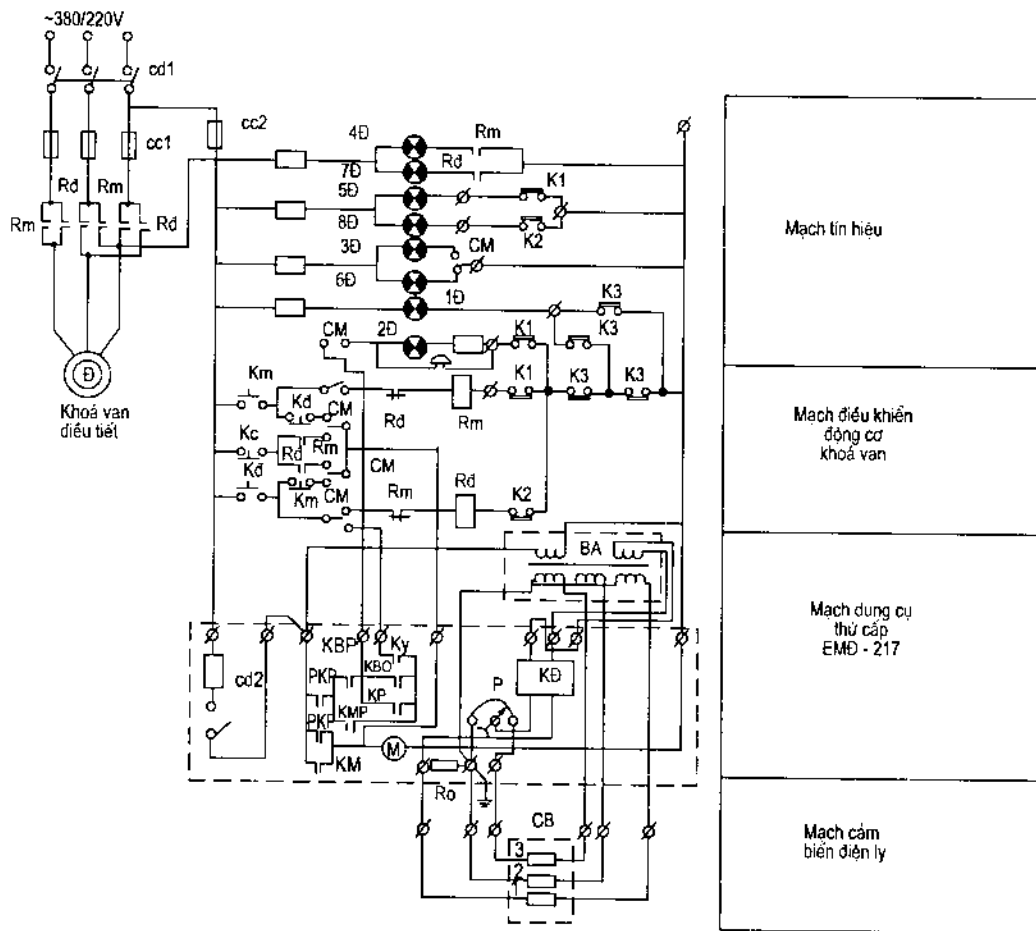
Đối với các chất phản ứng ở dạng dung dịch nhão, việc điều tiết rất khó khăn; vì hay có hiện tượng tạo cặn bẩn làm giảm lỗ hồng của thiết bị điều tiết. Do đó trong trường hợp này phải sử dụng thiết bị chuyên dụng để điều tiết mới đảm bảo.

2- Một số ví dụ về sơ đồ điều tiết chất phản ứng cho quá trình keo tụ nước

- *Ví dụ 1:* Chúng ta trở lại sơ đồ hình 6-4 của hệ thống Treisvily-Krumskôvô.

Máy bơm 13 bơm dung dịch chất phản ứng vào đường ống nước cần xử lý để vào bể hòa trộn 11. Trên đường ống dẫn dung dịch chất phản ứng có van điều chỉnh 14; van này cho phép điều tiết tỉ lệ giữa dung dịch chất phản ứng và lưu lượng nước cần xử lý. Điều khiển khóa van 14 là cầu điện tử EMD-217 có mắc bộ cảm biến 12 về độ dẫn điện của nước trước và sau khi có chất phản ứng được đưa vào hòa trộn.

Sơ đồ điện của thiết bị điều tiết này trên hình 6-6. Đây chính là sơ đồ điều khiển độ đóng mở của khóa van 14 nhờ có cầu điện tử nói trên và cảm biến kiểu điện li 12.



Hình 6-6: Sơ đồ điện thiết bị điều tiết chất phản ứng Treisvily - Krumskôvô

Rm- rơle mở khóa van; Rd- rơle đóng khóa van; 1M- động cơ điện của khóa van.

1Đ - 8Đ - đèn tín hiệu; CM - cầu dao chuyển mạch; K1, K2, K3 - cái ngắt có giới hạn của các khóa van; Km, Kd, Kc - nút bấm mở đóng khóa van và dừng động cơ khi điều khiển bằng tay; BA - biến áp; P - biến trở; R₀ - điện trở không đối; KĐ - khuếch đại; CB - cảm biến điện li; M - động cơ của biến trở; KBO, KBP, KY, KP, KM, PKR, KMP - Bloc tiếp điểm của chiết áp.

Bộ cảm biến điện li 12 có hai phần tử đo lường và một phần tử bù nhiệt. Tối một trong hai phần tử đo lường nước được dẫn vào từ ống nước trước lúc dẫn dung dịch chất phản ứng vào hòa trộn. Còn tối phần tử đo lường khác thì dẫn nước sau lúc trộn dung

dịch chất phản ứng. Phần tử bù nhiệt chính là điện trở không đổi R_0 , nó dùng để trừ bỏ ảnh hưởng thay đổi của nhiệt độ nước được đo lường. Nước đo lường được dẫn chảy vòng quanh điện trở R_0 . Sự thay đổi nhiệt độ của nước gây nên sự thay đổi điện trở R_0 và được tính đến trong cầu điện tử.

Hệ thống tiếp điểm của cầu điện tử cân bằng điều khiển công việc của van điện 14. Các thiết bị để kiểm tra, đo lường và điều khiển được đặt trong tủ 1.

Trên hình 6-6 ở mạch dụng cụ thứ cấp EMD-217, máy biến áp BA là nguồn điện với 3 cuộn dây thứ cấp. Điểm giữa của các cuộn giống nhau được nối đến điểm giữa của phần tử đo lường 1 và 2 qua điện trở không đổi R_0 . Một cuộn dây riêng biệt của biến áp BA được nối tiếp với phần tử bù nhiệt 3 và biến trở R của cầu điện tử dòng điện xoay chiều EMD-217. Tối khuếch đại của cầu hiệu điện thế giữa điện trở của biến trở R và điện trở không đổi R_0 tại thời điểm đã cho được dẫn đến.

Khi hiệu điện thế trên đầu vào khuếch đại bằng không ($U_{kd} = 0$) cầu cân bằng, tiếp điểm của cầu điện tử (đóng vai trò là bộ điều chỉnh) đóng động cơ dẫn động của van 14, cho phép van mở ở vị trí tương xứng với tỉ lệ không đổi giữa lưu lượng dung dịch chất phản ứng và lưu lượng nước cần xử lý. Còn khi hiệu điện thế ở đầu vào bộ khuếch đại khác không ($U_{kd} \neq 0$), tùy thuộc vào độ tăng hay giảm nồng độ chất phản ứng hoặc tăng hay giảm lưu lượng nước ban đầu cần xử lý mà khóa van 14 được điều chỉnh đóng bớt vào hay là mở to ra để phù hợp với tỉ lệ thích hợp cần thiết giữa lưu lượng chất phản ứng và lưu lượng nước cần xử lý.

Ưu điểm của điều tiết theo sơ đồ này là không cần giữ nồng độ dung dịch chất phản ứng là không đổi, nó có thể xê dịch ở khoảng rộng. Vì vậy không cần có nhiều bể để đựng dung dịch chất phản ứng mà sự cân và đủ ở đây là một bể hòa tan dung dịch với kích thước không lớn lắm đồng thời bảo đảm tốc độ hòa tan chất phản ứng phải vượt quá liều lượng tiêu dùng lớn nhất.

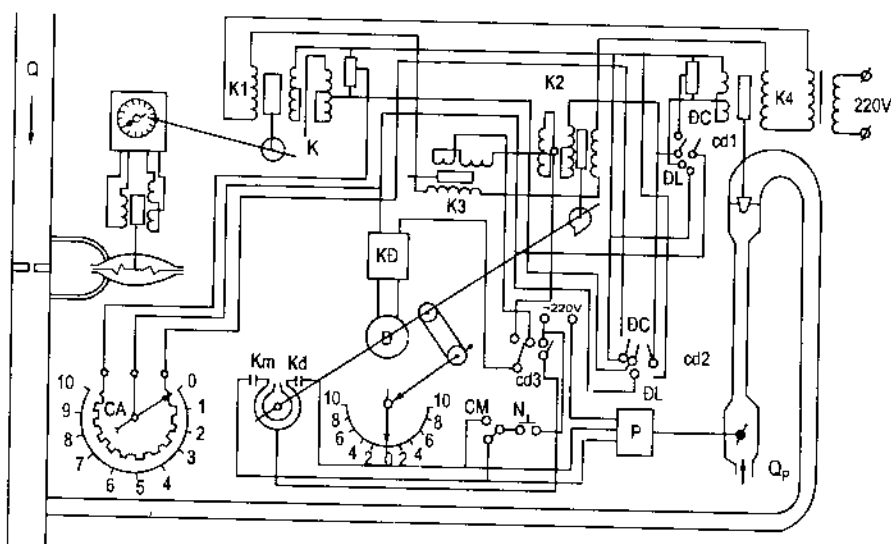
Khuyết điểm của sơ đồ này là khi cho nước chất dung dịch chất phản ứng đi qua thiết bị đo lường dễ gây cạn bản làm việc điều chỉnh của sơ đồ trở nên bớt chính xác.

- *Ví dụ 2:* Là việc điều tiết chất phản ứng cho quá trình keo tụ theo sơ đồ hệ thống XDK trên hình 6-5(a,b).

Trên hình 6-5a thiết bị điều tiết gồm tủ điều khiển B; trong đó có dụng cụ kiểm tra điểm không liều lượng chất phản ứng 3 và dụng cụ thứ cấp của máy đo lưu lượng nước 4, cảm biến lưu lượng 12, bộ thừa hành tỷ lệ 13, động cơ của bộ thừa hành 14, van điều chỉnh 15 và bể định lượng 16.

Máy điều tiết tỷ lệ chất phản ứng làm việc theo nguyên lý của hệ thống biến thế gồm các cuộn dây và lõi thép cảm ứng. Sơ đồ của máy điều tiết cấu tạo từ 2 dụng cụ loại EPID (hình 6-7). Một cái trong số đó là dụng cụ thứ cấp của lưu lượng kế nước ban đầu loại ĐM, còn cái kia là dụng cụ thứ cấp của lưu lượng kế đo dung dịch của chất phản ứng kiểu con quay (loại RE); cơ quan điều chỉnh là van điện 15 có cấu tạo đặc biệt với đặc tính tỉ lệ (hình 6-5a).

Hình 6-7 ta thấy dụng cụ thứ cấp để đo lưu lượng nước có cuộn cảm ứng K1, lõi thép cuộn dây chuyển dịch bằng thước mẫu vuông K tỷ lệ với lưu lượng nước. Dụng cụ thứ cấp để đo lưu lượng chất phản ứng (lưu lượng kế kiểu con quay) có cuộn dây K4, lõi thép của nó chuyển động là do chuyển lên hoặc xuống của con quay truyền đến. Sơ đồ còn có bộ khuếch đại KĐ, cuộn dây công tác K2, cuộn dây chỉnh K3 của dụng cụ thứ cấp EPIĐ có liên hệ với mạch liên hệ ngược và lưu lượng kế con quay. Liều lượng cần thiết của dung dịch chất phản ứng được cho trước nhờ có cái chiết áp CA.



Hình 6-7: Sơ đồ nguyên lý thiết bị điều tiết chất làm keo tụ của hệ thống XĐK

Dùng núm vặn chiết áp với tỉ lệ đã định trước. Nếu tỉ lệ dung dịch chất phản ứng và nước thực tế tương ứng với tỉ lệ cho trước đó thì trên đầu vào bộ khuếch đại có tín hiệu tổng là không ($U_{kd} = 0$). Khi lưu lượng nước bị thay đổi, lõi thép của cuộn dây K1 chuyển dịch làm mất cân bằng sơ đồ điện. Tín hiệu xuất hiện ở đầu vào bộ khuếch đại ($U_{kd} \neq 0$) và được khuếch đại lên đủ để dẫn động động cơ hai chiều Đ. Động cơ chuyển dịch con lắc, làm đóng tiếp điểm Km hoặc Kđ của mạch điều chỉnh mở thêm hoặc đóng bớt van điều chỉnh đưa dung dịch chất phản ứng vào nước.

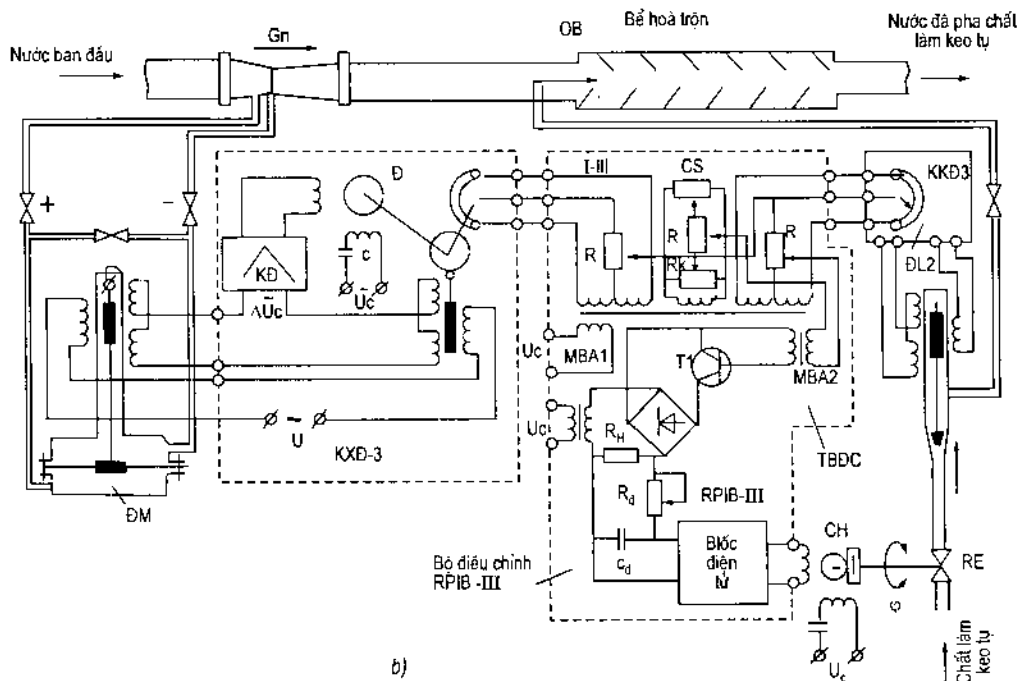
Động cơ 2 chiều Đ ngừng quay khi lõi thép của cuộn dây K2 chiếm vị trí tương ứng với sự cân bằng của sơ đồ. Khi đó bộ dẫn động điện của van tiếp tục điều chỉnh việc đưa dung dịch chất phản ứng và dưới tác dụng của lưu lượng kế con quay thay đổi vị trí lõi thép cuộn dây K4. Điều đó thiết lập sự mất cân bằng sơ đồ theo dấu ngược lại. Động cơ hai chiều Đ quay theo chiều ngược lại và đóng một trong các tiếp điểm Km hay Kđ của bộ dẫn động van. Sau vài dao động tắt dần hệ thống tiến đến trạng thái cân bằng tương ứng với tỷ lệ mới giữa nước và dung dịch chất phản ứng. Cầu dao Cd1 và Cd2 dùng để chuyển mạch 2 chế độ của lưu lượng kế con quay: ở vị trí phía trên là chế độ điều chỉnh Đc, còn ở vị trí phía dưới là chế độ đo lường chất phản ứng ĐL.

- Ví dụ 3: Nếu thay vào chỗ dụng cụ thứ cấp loại EPIĐ ở ví dụ 2, ta sử dụng dụng cụ thứ cấp KXĐ và bộ điều chỉnh điện tử RPIB-III ta cũng sẽ có được sơ đồ điều tiết chất

The diagram illustrates a water treatment process. Water from a source ('Nước ban đầu') is pumped by pump 1a into a mixing tank ('Bể hoà trộn'). A valve 2a controls the flow into the tank. A bypass line with pump 1d and valve 1e allows water to bypass the tank. The output is 'Nước đã pha chất làm keo tụ' (Water mixed with coagulant). A table below lists the equipment at the site and in the station.

Dụng cụ đặt chỗ	1b		
Dụng cụ đặt trạm	1e	1d	2b

a)



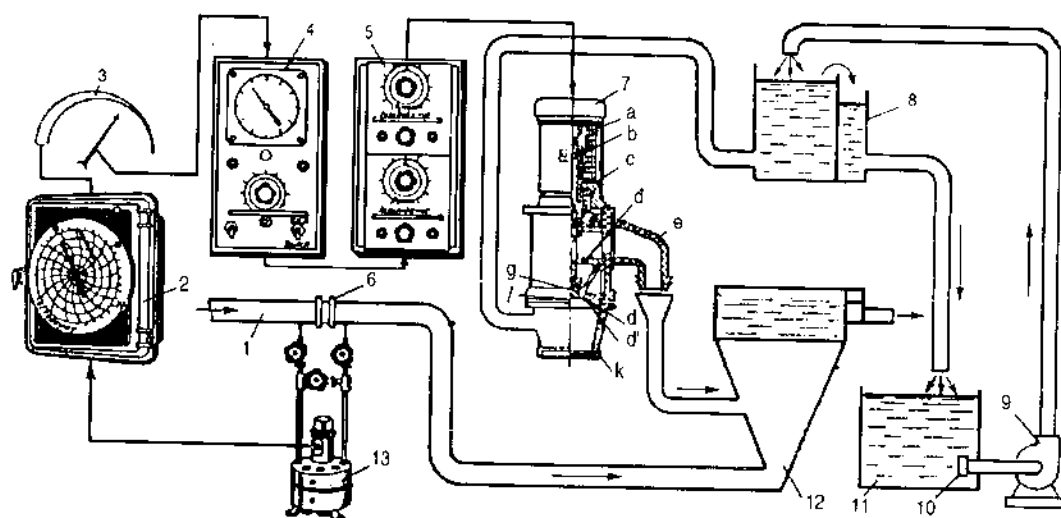
b)

a) Vị trí 1a - cảm biến của lưu lượng kế; vị trí 1b- áp kế vì sai không thang đo kiểu màng ĐM có cảm biến vì sai biến áp; vị trí 1c- dụng cụ thứ cấp của cảm biến vì sai biến áp loại KXD-3; vị trí 1d- bộ điều chỉnh điện tử dạng PI loại RPIB-III; vị trí 1đ- bộ thừa hành loại MEM; vị trí 1e- van điều chỉnh; vị trí 2a- lưu lượng kế có độ chênh áp không đổi loại RE; vị trí 2b- dụng cụ thứ cấp loại KXD-3; b) OB (bể hòa trộn); DL1(vị trí 1a,1b,1c)- bộ phận đo lường; TBĐC (vị trí 1d)-PI - quy luật điều chỉnh; IM (vị trí 1đ)- cơ cấu chấp hành; RE (vị trí 1e); DL2 (vị trí 2a,2b)- bộ phận đo lường.

Kết quả đo lường lưu lượng nước được đưa vào đầu vào của block đo lường bên trái I-III. Kết quả của đo lường lưu lượng dung dịch chất phản ứng được đưa vào đầu bên phải I-III từ lưu lượng kế con quay. Hai kết quả đó được so sánh ở bộ phận cho sẵn CS. Tín hiệu về kết quả so sánh được đưa vào đầu vào của bộ điều chỉnh điện tử RPIB-III. Tín hiệu điều chỉnh là U_s làm bộ dẫn động IM quay và thay đổi vị trí của khóa van điều chỉnh liều lượng dung dịch chất phản ứng vào ống hòa trộn phù hợp với lưu lượng nước xử lý.

Ưu điểm của sơ đồ điều tiết này là không có tiếp điểm nên độ tin cậy làm việc cao hơn các sơ đồ có tiếp điểm.

- Ví dụ 4: Sơ đồ điều tiết chất phản ứng do VNHIVODGEO chế tạo (hình 6-9).



Hình 6-9: Sơ đồ điều tiết tỷ lệ chất làm keo tụ của viện nghiên cứu nước VNHIVODGEO

1- Ống dẫn nước cần xử lý; 2- Dụng cụ thứ cấp; 3- Cảm biến biến trở; 4- Bộ biến đổi xung; 5- Role thời gian; 6- Thiết bị tiết lưu; 7- Bộ nạp liệu; (a- nam châm điện; b- phản ứng; c- lò xo; d- màng đàn hồi; d'- vòng; e- vỏ ngoài; g- vòng; h- tấm trượt của van; i- cái giữ; i'- ống nhỏ; k- nắp; l- khớp vận chân van); 8- Bể mức không đổi; 9- Máy bơm; 10- Lưới; 11- Bể chứa chất làm keo tụ; 12- Bể hoà trộn; 13- Áp kế vi sai ĐM-6.

Sơ đồ điều tiết này có các thiết bị chính sau: bộ biến đổi xung (4), role thời gian (5), bộ nạp liệu (có van điều tiết điện từ) (7), bể dung dịch chất phản ứng có mức không đổi (8), dụng cụ đo lưu lượng nước (áp kế vi sai ĐM) (13), dụng cụ đo thứ cấp (2, 3); bể hoà trộn (12).

Bộ nạp liệu (7) thực chất là một van điện từ được làm ở dạng một hình trụ bằng nhựa có đầu vào và đầu ra là các ống. Phía trong vỏ hình trụ có van trượt, lò hồng của nó được che bởi tấm trượt. Tấm trượt được gắn chặt vào cuối lõi thép của nam châm điện. Van được điều chỉnh bằng cách đưa xung của dòng điện không đổi tới nam châm điện của nó. Khi áp lực là không đổi, thể tích dung dịch chất phản ứng qua van phụ thuộc vào tần số và độ dài của các xung. Tần số (từ 3 đến 20 trong 1 phút) cho trước bởi bộ điều chỉnh

xung điều khiển (4) và phụ thuộc vào giá trị điện áp tín hiệu đầu vào được đưa đến từ lưu lượng kế đo lưu lượng nước ban đầu. Thời gian mở van điện từ được điều chỉnh bởi rôlê thời gian (5) khi có xung từ bộ biến xung 4 tới.

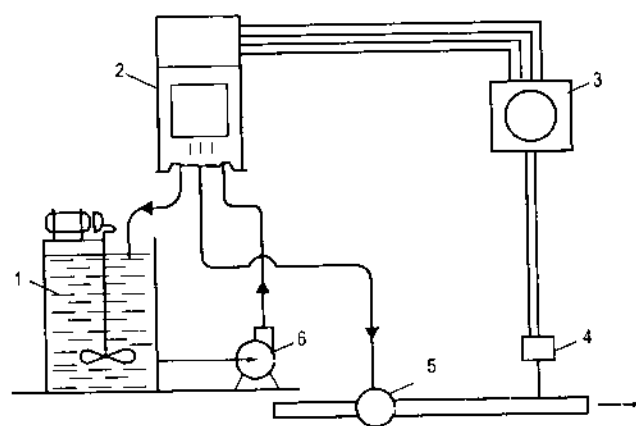
Sơ đồ cũng có thể điều tiết ở chế độ bằng tay. Lúc đó xung được cho ra bởi nút "điều tiết bằng tay" của bộ điều chỉnh xung (4). Thời gian kéo dài mở van được thành lập bởi cái chiết áp "giá trị liều lượng". Lưu lượng qua bộ nạp liệu có thể giảm bằng cách thay thế vòi vận. Bộ vòi vận có các lỗ hồng với tiết diện khác nhau nằm trong tổ hợp của bộ nạp liệu.

Sự phụ thuộc giữa điện áp trên đầu vào bộ điều chỉnh và số xung thời gian, cũng như lưu lượng dung dịch chất phản ứng qua bộ tiếp liệu có đặc tính đường thẳng.

Công suất của bộ nạp liệu từ 0,3 đến 1,5 m³/h. Một bộ biến đổi xung (4) có thể đóng vai trò là bộ điều chỉnh cho hàng chục bộ tiếp liệu (7).

- Ví dụ 5: Trên hình 6-10 là sơ đồ nguyên lý điều tiết vôi sữa vào nước xử lý.

Máy điều tiết 2 thường được đặt cao hơn bể sữa vôi 1 và vị trí hòa trộn giữa vôi sữa và nước xử lý. Trong bể vôi sữa luôn có máy khuấy hoạt động và động cơ của nó được điều khiển từ bảng điều khiển riêng - Máy bơm 6 bơm sữa vôi lên máy điều tiết, từ máy điều tiết sữa vôi dư lại chảy về bể 1. Từ máy điều tiết sữa vôi được đưa xuống nơi hòa trộn với nước xử lý với liều lượng phù hợp tỷ lệ với độ pH của nước.



Hình 6-10

1- Bể vôi sữa; 2- Máy điều tiết sữa vôi;
3- Máy đo thử cấp độ pH; 4- Cảm biến độ pH;
5- Nơi hòa trộn; 6- Máy bơm.

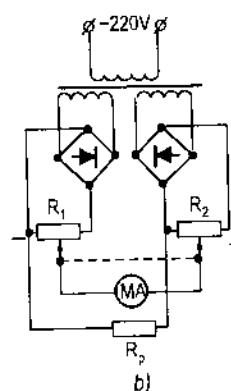
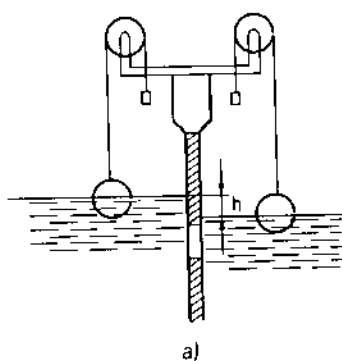
Việc điều tiết vôi gặp nhiều khó khăn tuy nhìn vào nguyên lý điều tiết thì thực là đơn giản. Khó khăn đó ở chỗ: thứ nhất vôi hòa tan kém nên không ở dạng dung dịch bình thường mà ở dạng nhão. Ở dạng này sữa vôi được đưa vào bộ phận điều tiết thường gây cặn bám làm miệng lỗ điều tiết theo thời gian làm việc cứ nhỏ lại và việc điều tiết sẽ mất chính xác. Cũng chính vì điều đó mà các loại khóa van, vòi hay van chặn dùng vào việc điều tiết vôi sữa đều không phù hợp, mà phải thiết kế một thiết bị điều tiết vôi chuyên dụng.

Trên hình 6-11a,b là thiết bị chuyên dụng để điều tiết sữa vôi do VNHI VODGEO chế tạo. Sữa vôi được đưa vào thiết bị điều tiết ở bể có mức không đổi. Sữa vôi qua lỗ cắt hình chữ nhật bên thành bể theo máng chảy thành dòng và được chia làm hai phần do dao phân chia: 1 phần sữa vôi được hướng để chảy vào một phễu với lưu lượng tỷ lệ với độ pH đến vị trí hòa trộn với nước xử lý; 1 phần khác thừa được đưa vào phễu khác chờ lại bể hòa tan vôi.

Trên hình 6-12 là dụng cụ di động để kiểm tra mức cạn trong bể lắng. Nó gồm cảm biến mức cạn và dụng cụ đo thứ cấp. Cảm biến gồm một phần tử quang học 1 và một đèn chiếu sáng 2. Cả hai được đặt trong hộp kính hữu cơ kín và được thả vào bể lắng tới tận mức cạn đã định. Dây điện nối cảm biến với dụng cụ thứ cấp vừa là dây thả cảm biến xuống bể. Dụng cụ thứ cấp là một microampemét. Mức cạn được đo với độ chính xác tới 10cm. Khi cảm biến tới mức cạn, dòng điện qua phần tử quang học giảm đi rõ rệt.

Nhược điểm của dụng cụ này là ảnh hưởng của nhiệt độ tới sự làm việc của bộ phận quang học và luôn phải làm sạch mặt hộp kính cảm biến. Việc đo lưu lượng qua từng ngăn của các bể lắng bằng phương pháp đo độ chênh áp phía trước và sau vách ngăn đục lỗ của bể. Độ chênh này có thể từ 0 đến 200 mm cột nước.

Trên hình 6-13 thiết bị đo lưu lượng gồm 2 phao đo mực nước có cảm biến biến trở R_1 và R_2 : một phao đặt trước vách ngăn và một phao đặt sau vách ngăn. Cảm biến có nguồn cấp xoay chiều từ biến thế nhưng đã được chỉnh lưu. Hiệu điện thế từ các cảm biến được đo qua điện trở phụ R_p của điện kế nhạy. Thang đo của điện kế chia theo đơn vị lưu lượng. Điều khiển các tấm chắn để điều chỉnh lưu lượng có thể thực hiện theo sơ đồ xenxin hoặc theo các sơ đồ khác cùng chức năng.



Hình 6-13

a) Dụng cụ đo lưu lượng qua vách ngăn giữa các bể lắng; b) Sơ đồ của dụng cụ đo lưu lượng.

6.5. TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH LỌC NƯỚC

Tự động hóa quá trình lọc nước trong các trạm làm sạch nước cấp gồm 2 công việc:

1. Tự động hóa điều chỉnh tốc độ lọc.
2. Tự động hóa việc rửa bể lọc.

Trong đó tự động hóa điều chỉnh tốc độ lọc là quá trình chính được quan tâm đối với các bể lọc và các bể lắng tiếp xúc để đạt được chế độ làm việc tối ưu về mặt công nghệ. Ở chế độ làm việc tối ưu của bể lọc ta có thể hiểu là khi có mức nước ở bể lọc là mức nước cao trong giới hạn cho phép, còn tốc độ lọc là tốc độ lọc của bể được tính toán qua cát sạch, và ở chế độ rửa với chi phí về nước rửa, điện năng tiêu thụ để bơm nước rửa bể là ít nhất và thời gian rửa bể là ngắn nhất. Vậy tốc độ lọc vào thời điểm ban đầu công tác của bể có thể coi là tốc độ tốt nhất của bể vì lúc đó mức nước bể là mức cao cho phép và cát lúc này là sạch nhất. Cho nên tốc độ đó sẽ được giữ không đổi trong toàn bộ thời gian công tác của bể. Với mục đích này chỉ có thể thực hiện bằng phương pháp áp dụng điều chỉnh tự động tốc độ lọc.

Chúng ta nhận ra rằng thực chất của việc giữ không đổi tốc độ lọc là tăng mức độ mở của khóa van trên đường ống lấy nước đã lọc ra khỏi bể theo mức tăng kháng tải của bể lọc do tích tụ trong đó các cặn bẩn. Khi khóa van ở trạng thái mở hết cũng là lúc bể lọc phải được ngừng công tác và đưa vào chế độ rửa. Tín hiệu xung để mở khóa van trên đường ống lấy nước đã lọc ra khỏi bể có thể chọn là sự thay đổi của một trong hai thông số sau đây: mức nước trong bể lọc, mức nước này được đo bằng thiết bị phao hay là lưu lượng nước trong ống dẫn nước đã lọc ra khỏi bể; lưu lượng này được đo bởi ống Venturi và áp kế vi sai. Bình thường trong một hệ điều chỉnh có sử dụng bộ điều chỉnh. Các tín hiệu về hai thông số nêu trên được truyền về bộ điều chỉnh và tại đây chúng được xử lý sau đó bộ điều chỉnh sẽ đưa ra các tín hiệu điều chỉnh để mở thêm khóa van trên đường ống lấy nước đã lọc ra khỏi bể.

Thực tế cũng đã có nhiều sơ đồ điều chỉnh tốc độ lọc nước được áp dụng. Sơ đồ đơn giản đầu tiên được sử dụng là sơ đồ dùng cho điều chỉnh tốc độ lọc từng bể riêng rẽ có thiết bị điều chỉnh phao tác động trực tiếp, với xung tác động để mở khóa van là mức nước trong bể lọc. Thời gian sau đó xuất hiện các bộ điều chỉnh tốc độ lọc kiểu thủy lực và điện- thủy lực được áp dụng. Trong các sơ đồ điện thủy lực có bộ phận thu kiểu điện và bộ phận chấp hành kiểu thủy lực. Ở bộ phận thu kiểu điện độ chênh lệch tốc độ lọc về phía này hay về phía khác so với giá trị tốc độ đã cho được thu nhận bởi cơ quan số không, cơ quan này đóng các tiếp điểm để mở thêm hay đóng bớt khóa van trên đường ống dẫn nước đã lọc ra khỏi bể. Trong các cơ quan số 0 của các bộ điều chỉnh tốc độ có sử dụng role phân cực 3 vị trí, các đèn điện tử, bộ điều chỉnh điện tử ER-III-59.

Trong tự động hóa việc rửa bể lọc, xung tác động có thể là mức độ mở giới hạn của khóa van trên ống lấy nước đã lọc hay độ tăng sự kháng lại của lớp vật liệu lọc đến giá trị đã cho hoặc sự đạt đến độ đục giới hạn của phần nước phải lọc trong bể hoặc tốc độ lọc bé nhất (tương ứng tỉ lệ với lưu lượng bé nhất trên đường ống ra của bể lọc).

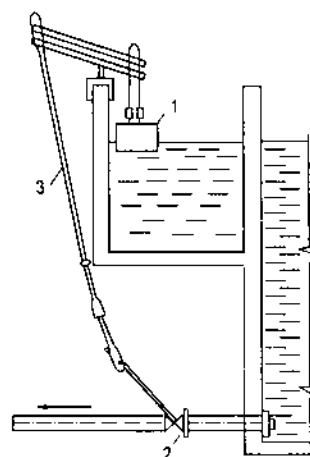
Thời gian rửa bể lọc có thể cho trước nhờ có role thời gian (thời gian này được chọn qua sự theo dõi vận hành của bể) hay được xác định tự động theo sự giảm độ đục của nước sau rửa bể nhờ thiết bị quang điện tử. Cường độ rửa, lưu lượng nước rửa được kiểm tra bởi các lưu lượng kế tự chỉ và lưu lượng kế tích phân đặt trên đường ống dẫn nước vào rửa bể.

Trong thực tế người ta sử dụng nhiều nhất là sơ đồ rửa bể theo tín hiệu về độ mở hoàn toàn của khóa van trên đường ống dẫn nước đã lọc ra khỏi bể và theo tín hiệu về độ mất mát áp lực giới hạn qua lớp lọc và ngừng rửa bằng role thời gian.

Khi điều khiển một bể lọc vào chế độ rửa lần lượt phải mở hoặc đóng bốn khóa van trên các đường ống sau: khóa van trên đường ống dẫn nước ban đầu vào bể và khóa van trên đường ống lấy nước đã lọc ra khỏi bể; khóa van đưa nước vào rửa bể và khóa van dẫn nước đã rửa bể vào đường thoát. Tùy thuộc loại bộ dẫn động của khóa van mà các sơ đồ có thể là điện hay thủy lực. Chú ý rằng trong tất cả các trường hợp phải thiết kế sơ đồ có mối liên động tránh không cho các bể vào rửa cùng một lúc và thực hiện truyền các tín hiệu cần thiết về công tác của các bể lọc về trạm điều khiển.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét một vài sơ đồ tự động hóa của các bể lọc.

- *Sơ đồ 1:* Sơ đồ điều chỉnh tốc độ lọc nước bằng bộ điều chỉnh phao có tác động cơ trực tiếp lên van tiết lưu đặt trên đường ống lấy nước đã lọc (hình 6-14).



Hình 6-14

Phao 1 nổi trên mặt nước bể lọc có liên hệ cơ học với van tiết lưu 2 qua hệ thống thanh truyền 3. Tại thời điểm ban đầu công tác của bể, van tiết lưu được mở ở vị trí một phần nào đó tương ứng với mức nước bình thường trong giới hạn cho phép của bể và tốc độ lọc đã tính toán như khi lọc nước qua cát sạch. Theo mức độ bẩn của bể lọc, tốc độ lọc giảm dần và mức nước trong bể tăng lên.

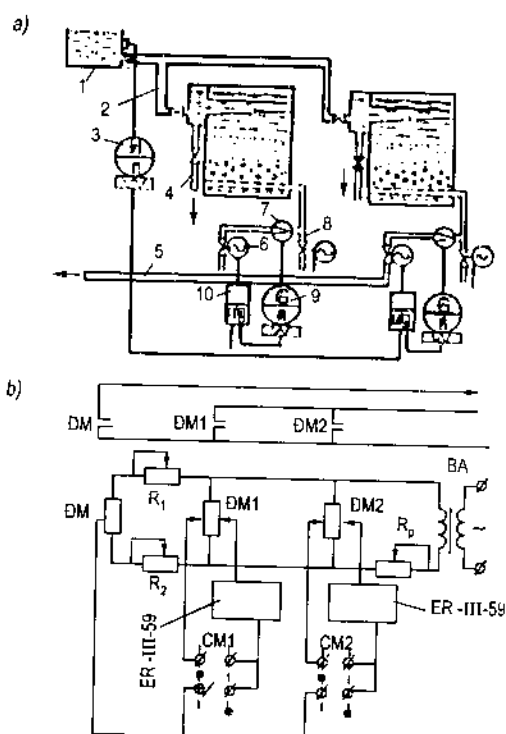
Sự nổi lên của phao 1 khi mực nước bể tăng kéo theo sự tăng độ mở của van tiết lưu và do đó tốc độ lọc nước yêu cầu ban đầu được phục hồi trở lại và nguồn nước tới bể vẫn không bị thay đổi.

Nếu có sự thay đổi nguồn nước tới bể lọc do kết quả tăng công suất bơm của trạm bơm cấp 1 hay do ngừng làm việc một hay vài bể lọc để rửa thì bộ điều chỉnh phao tự động thiết lập tốc độ lọc mới hơn. Những bộ điều chỉnh tốc độ lọc này đã được sử dụng nhiều trong các trạm cấp nước trên sông Đênhép thủ đô Kiép thuộc nước cộng hòa Ukraina vào những năm giữa thế kỷ 20.

- *Sơ đồ 2:* Sơ đồ dùng để điều chỉnh tốc độ lọc cho một nhóm bể (hình 6-15).

Sơ đồ này cứ mỗi bể lọc có sử dụng bộ điều chỉnh tốc độ lọc riêng. Tín hiệu vào của bộ điều chỉnh gồm hai thông số: mức nước trong kênh chung của nhóm bể được đo bằng máy đo mức nước với cảm biến điện (ĐM-6); tốc độ lọc nước được đo thông qua hai thiết bị là ống Venturi đặt trên đường ống nước ra khỏi bể và máy đo lưu lượng nước (áp kế vi sai ĐM-6 với dụng cụ thứ cấp EPV-2) vì tốc độ lọc tỷ lệ với lưu lượng. Trong đó thông số mực nước trong kênh được đưa tới từng bộ điều chỉnh của tất cả các bể lọc trong nhóm bể (bộ điều chỉnh điện tử ER-III-59).

Trong sơ đồ này nếu lượng nước cấp đến kênh vào nhóm bể lọc là không thay đổi thì mục đích điều chỉnh là giữ cho tốc độ lọc của các bể là không đổi. Còn khi lượng nước cấp đến kênh vào nhóm bể lọc dao động (do tăng giảm công suất bơm của trạm bơm cấp 1, do có bể lọc vào chế độ rửa) thì phải thay đổi tốc độ lọc để phù hợp với sự dao động của lượng nước đến. Thí dụ khi ngừng làm việc một bể lọc để rửa, mức nước trong kênh bắt đầu tăng lên, lúc đó cảm biến mức nước gửi tín hiệu tăng mức nước về bộ điều chỉnh và bộ điều chỉnh xử lý rồi đưa ra tốc độ lọc lớn hơn cho tất cả bể còn lại trong nhóm. Các khóa van cho nước ra khỏi bể được mở to hơn. Qua khoảng thời gian trôi đi mức nước trong kênh dần giảm xuống tới một mức nước nào đó trong khoảng cho phép. Như vậy ta có thể thành lập một cách tự động tốc độ lọc phù hợp với sự dao động của dòng nước từ các máy bơm của trạm bơm cấp 1.



Hình 6-15

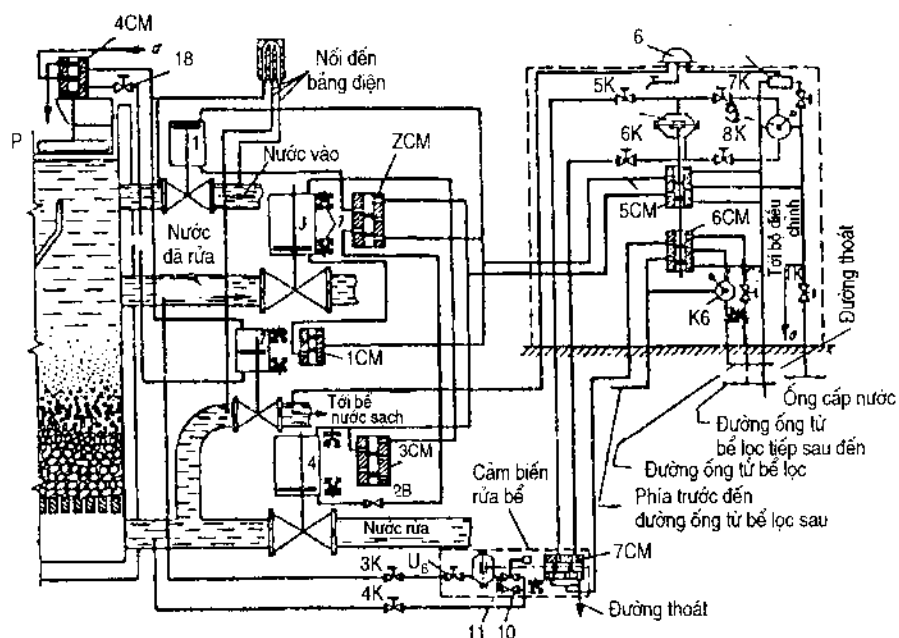
a) Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ lọc;
b) Sơ đồ điện điều chỉnh tốc độ lọc.

Hình 6-15 là sơ đồ điện điều chỉnh tốc độ lọc của nhóm bể. Mạch cung cấp cho các bộ điều chỉnh điện tử và điều khiển các khóa van trên sơ đồ không được vẽ. Các bộ định trị biến trở của các dụng cụ thứ cấp được cấp điện từ mạch dòng điện xoay chiều qua biến áp BA và điện trở R_p . Giới hạn cho phép thay đổi mức trong kênh được thiết lập bởi bộ định trị của dụng cụ đo mức DM. Tốc độ lọc lớn nhất cho phép được thiết lập bằng biến trở R_1 ở mức nước cao trong kênh; tốc độ nhỏ nhất - bằng biến trở R_2 ở mức nước thấp trong kênh.

Muốn thiết lập tốc độ tăng hay giảm cho từng bể dùng cầu dao chuyển mạch CM1 và CM2. Khi sử dụng CM1 và CM2 có thể đưa bể nào đó tới trạng thái điều khiển tại chỗ và bộ điều chỉnh của bể đó được chuyển từ làm việc với bộ định trị tự động DM sang bộ định trị từng bể DM1 và DM2. Lúc đó tốc độ lọc của bể lọc đó sẽ thấy được qua sự dịch chuyển của kim chỉ trên thang đo của DM1 và DM2.

Trong sơ đồ có thiết kế tín hiệu sự cố khi tốc độ lọc hay mức nước trong kênh tiến đến giới hạn sự cố đã định. Sơ đồ vẽ với hai bể lọc, nếu có nhiều bể thì các bể khác cũng được đấu với thiết bị tự động tương tự như trên sơ đồ này.

- *Sơ đồ 3:* Là sơ đồ điều khiển tự động các bể lọc nhanh bằng thủy lực - điện (hình 6-16).



Hình 6-16

1, 2, 3, 4 - Các khóa van có bộ dẫn động thủy lực; 5 - Bộ dẫn động thủy lực kiểu màng; 6 - Nơi lấy mẫu nước thử; 7 - Cầu dao ngắt có nắp cuối của bộ dẫn động thủy lực khóa van; CM - Chuyển mạch thủy lực; 1K ... 9K - khóa van; 1B, 2B - Van bướm; 8 - Van 3 hướng; 9 - Van 4 hướng; 10 - Van một chiều; 11 - Van có đối trọng.

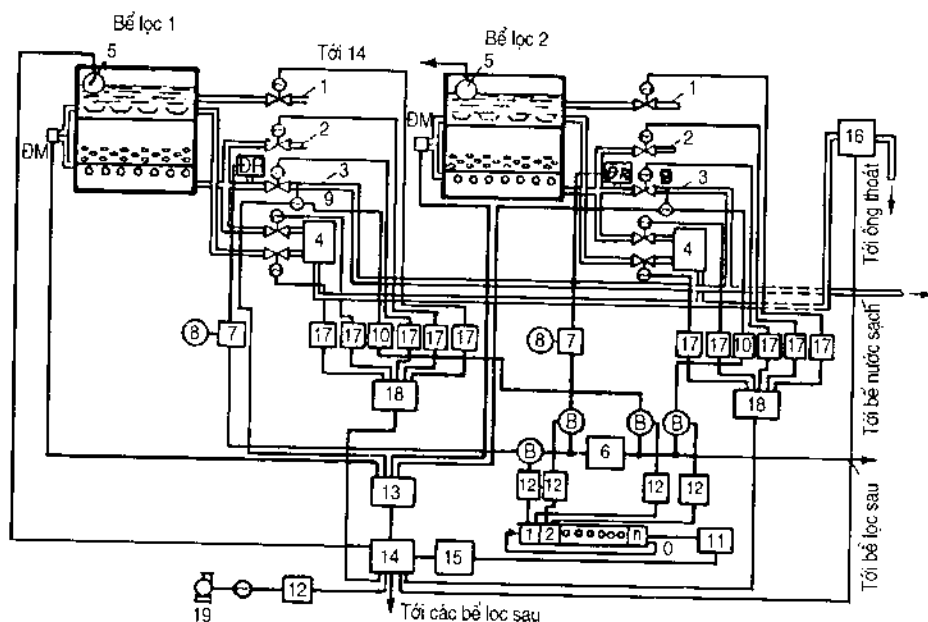
Trong sơ đồ có sử dụng bộ điều chỉnh phao P. Khi nước trong bể lọc đầy đến mức quy định, bộ điều chỉnh phao cho xung đến mở khóa van trên đường ống lấy nước đã lọc ra khỏi bể, lúc này mức độ mở của khóa van ở trạng thái trung bình, theo mức độ bắn của bể lọc tăng, mức nước trong bể cũng tăng lên. Để tốc độ lọc không đổi, bộ điều chỉnh phao đưa xung đến tăng dần mức độ mở của khóa van. Khi khóa van đã mở hết công tác có nắp cuối sẽ cho xung đến phần mạch điện cho bể lọc ngừng làm việc để đưa vào chế độ rửa. Quá trình rửa được tiến hành tự động bằng sự mở hoặc đóng lần lượt khóa van nhờ có các cầu dao thủy lực. Thời gian rửa bể được tính trước qua thí nghiệm và được giữ tự động không đổi. Ngoài ra trong sơ đồ còn có các liên động tránh để bể lọc vào rửa khi mực nước trong bể nước rửa không đủ dùng hoặc khi có máy bơm nước rửa bị hỏng chưa kịp sửa chữa.

Việc phân phối đều nước vào các bể lọc có thể thực hiện nhờ tấm chắn phân chia đặt trên đường ống đưa nước vào bể.

Sơ đồ cũng có chế độ điều khiển bằng tay từ trạm điều khiển nhờ có các khóa van 4 nắp 1K và 2K.

Bảng điện đo lường được đặt ở bên từng bể lọc để có thể kiểm tra tại chỗ theo chu kỳ thời gian.

- Sơ đồ 4: Sơ đồ điều khiển các bể lọc có sử dụng các phân tử không tiếp điểm (hình 6-17).



Hình 6-17: Sơ đồ điều khiển các bể lọc.

1 - Ống dẫn nước chưa lọc; 2 - Ống dẫn nước để rửa bể lọc; 3 - Ống dẫn nước đã lọc; 4 - Ống xả nước sau rửa bể vào đường thoát; 5 - Cảm biến mực nước; 6 - Bộ điều chỉnh xung điện tử; 7 - Bloc đo lường; 8 - Bộ định trị; 9 - Cơ cấu chấp hành; 10 - Khuếch đại từ; 11 - Bloc kiểm tra; 12 - Bộ phân chia; 13 - Bộ nhớ; 14 - Bloc điều khiển chung; 15 - Bloc tín hiệu; 16 - Dục kế; 17 - Khởi động từ của các động cơ; 18 - Bloc điều khiển từng bể lọc; 19 - Máy bơm.

Đây là sơ đồ điều khiển tự động các bể lọc nhanh có sử dụng hệ thống tổ hợp các thiết bị điện tử đã được tiêu chuẩn hóa. Trong số các cảm biến lưu lượng ĐR có thể sử dụng bất kỳ áp kế vi sai nào (điện cảm, biến thể vi sai, sắt điện động) có điện áp xoay chiều ở đầu ra. Bloc đo lường 7 so sánh các tín hiệu của cảm biến ĐR với tín hiệu của bộ định trị 8 đặt trước tốc độ lọc. Khi xuất hiện độ lệch về tốc độ lọc khỏi tốc độ đặt trước, trên đầu ra của bloc đo lường 7 có tín hiệu và được đưa tới bộ điều chỉnh điện tử 6. Bộ điều chỉnh này tạo tín hiệu và tín hiệu được khuếch đại 10 khuếch đại lên rồi tác động vào cơ cấu chấp hành 9 của tấm chắn điều chỉnh. Loại sơ đồ này có thể sử dụng các bloc tổ hợp thiết bị đã được tiêu chuẩn hóa sau: bloc đo lường I-PĐ, bộ định trị ED - 50/21, bộ điều chỉnh xung điện tử RP1- PĐ. Thiết bị nhảy số 0 và các công tắc không tiếp điểm B thực hiện mối quan hệ tuần hoàn liên tục giữa bộ điều chỉnh 6 với bloc đo lường 7 với khuếch đại từ 10, với cơ cấu chấp hành 9 của bể lọc tương ứng.

Công việc của thiết bị nhảy số 0 là chỉnh định bloc kiểm tra 11. Các công tắc không tiếp điểm chính là các điốt- triristo điều khiển bộ phận phân chia 12. Thiết bị nhớ 13 dẫn các bể lọc vào rửa trong tuần tự đã được định trước, sau đó bloc điều khiển chung 14 tự động điều khiển việc rửa bể. Bloc tín hiệu 15 cho công nhân biết thông tin về tiến trình

rửa và các sự cố có thể xảy ra. Bloc điều khiển tại chỗ của từng bể lọc không cho phép chuyển sang điều khiển bằng tay tại chỗ.

Bộ phân tích 16 (đục kế NZX-60) kiểm tra thời gian rửa bể theo sự thay đổi độ đục của nước sau rửa. Nếu không có bộ phân tích nói trên thì thời gian rửa được điều khiển bởi rơ le thời gian có đặt sẵn trong bloc điều khiển chung 14. Áp kế vi sai ĐM dùng để kiểm tra độ chênh áp trong bể lọc. Vị trí của tấm chắn điều chỉnh được điều khiển bởi cơ cấu chấp hành 9, đặc trưng cho giá trị của tốc độ lọc nước. Thiết bị khởi động 17 điều khiển bộ truyền động của các khóa van và máy bơm nước rửa bể. Trong số các công tắc có nấc cuối của khóa van và các cơ cấu chấp hành có sử dụng thiết bị không tiếp điểm BKV-24. Tín hiệu đưa bể vào chế độ rửa là mở hoàn toàn của tấm chắn kiểu xoay, hay là độ chênh áp trong lớp lọc đạt đến giá trị đã cho.

Chú ý rằng trong sơ đồ này bộ điều chỉnh xung 6 được dùng cho tất cả các bể lọc, nhờ có thiết bị nhảy bước số 0 và công tắc B mà nó có thể làm việc với bể này hay bể kia. Như vậy với một nhóm bể lọc có thể dùng chung một bộ điều chỉnh xung dẫn đến tiết kiệm được số bộ điều chỉnh.

6.6. TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH CLO HÓA NƯỚC

6.6.1. Các phương pháp điều tiết tự động clo hóa và nước

Thường có 3 cách điều tiết tự động clo và nước đó là:

1. Giữ tự động liều lượng clo đã cho trước.
2. Điều tiết tự động liều lượng clo tỷ lệ với lưu lượng nước.
3. Điều tiết tỷ lệ clo với lưu lượng nước có tính đến lượng clo dư trong nước.

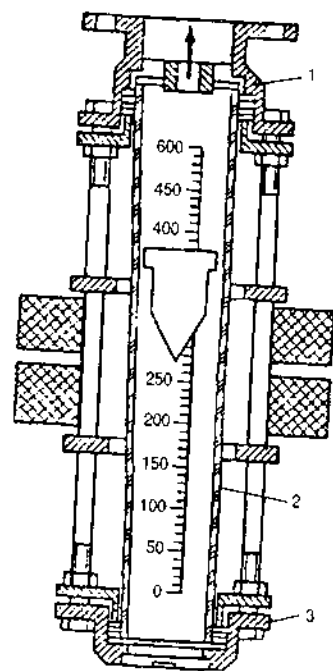
Việc giữ tự động liều lượng clo cho trước chỉ nên tiến hành khi nguồn nước tới công trình làm sạch là không đổi. Phương pháp này có yếu điểm là không tính đến sự thay đổi về độ hấp thụ clo của nước và ảnh hưởng của nhiệt độ tới nó.

Đối với các trường hợp có dao động mạnh về nguồn nước tới công trình làm sạch, cần điều tiết clo với liều lượng tỷ lệ với lưu lượng nước. Trong cách này ta chưa quan tâm đến lượng clo có còn dư lại sau các phản ứng giữa nước với clo hay không. Vậy tốt nhất vẫn là điều tiết tự động tỷ lệ về lưu lượng giữa clo và nước vừa kết hợp dịch chỉnh tỷ lệ đó theo lượng clo dư còn lại trong nước sau các phản ứng tẩy trùng. Lưu ý một điều rằng do sự thẩm thấu clo chậm của nước nên thời điểm xác định lượng clo dư chỉ được tiến hành sau một khoảng thời gian từ 10 đến 15 phút kể từ lúc dẫn clo vào hoà trộn với nước cần khử trùng.

6.6.2. Các thiết bị tự động dùng trong clo hóa nước

Để có thể giữ tự động lưu lượng clo đã cho người ta dùng một dụng cụ là lưu lượng kế kiểu con quay có cảm biến điện cảm. Cảm biến về lưu lượng clo này làm việc với bộ điều chỉnh lưu lượng có thể đạt liều lượng không đổi của clo trong giới hạn đã cho trước. Trên hình 6-18 là lưu lượng kế kiểu con quay có cảm biến điện cảm là hai cuộn dây ôm xung quanh lưu lượng kế.

Lưu lượng kế gồm một ống thủy tinh 2 có thành hình côn và được kẹp chặt giữa hai đầu bít bằng kim loại 1 và 3 để nối với các ống dẫn khí qua mặt bích. Bên trong ống có đặt con quay 4 (còn gọi là phao hay rôto), phần trên con quay có vành gờ với các rãnh vòng. Các rãnh này được đặt dưới một góc so với cạnh bên của hình trụ côn. Dòng khí đi từ dưới lên theo ống tác dụng vào các rãnh và làm cho rôto quay đi. Kết quả của điều đó là rôto được nâng cao lên phía trên đến độ chia của thang đo và nhìn vào đó ta đọc được độ chênh áp của dòng khí so với lúc trước.



Hình 6-18: Lưu lượng kế kiểu con quay

Theo độ nâng cao lên của con quay ta có thể xác định được lưu lượng của khí clo. Lưu lượng kế con quay này khác với lượng kế con quay thường ở chỗ bao quanh nó có hai cuộn cảm và cùng với nó tạo thành cảm biến lưu lượng clo.

Dọc theo ống thủy tinh 2 có đặt thang đo lưu lượng clo. Trên thành có kim chuyển động. Sự chuyển dịch của kim tương ứng là sự chuyển dịch của rôto có quan hệ với các cuộn cảm. Để con quay chỉ chuyển dịch trong một khoảng xác định cần có trang bị bộ phận hạn chế chuyển động.

Ngoài ra còn có các máy điều tiết clo các loại như LK-10 và LK-11 do Trường Đại học Hóa keo và hoá nước thuộc Cộng hòa Uzbekistan chế tạo.

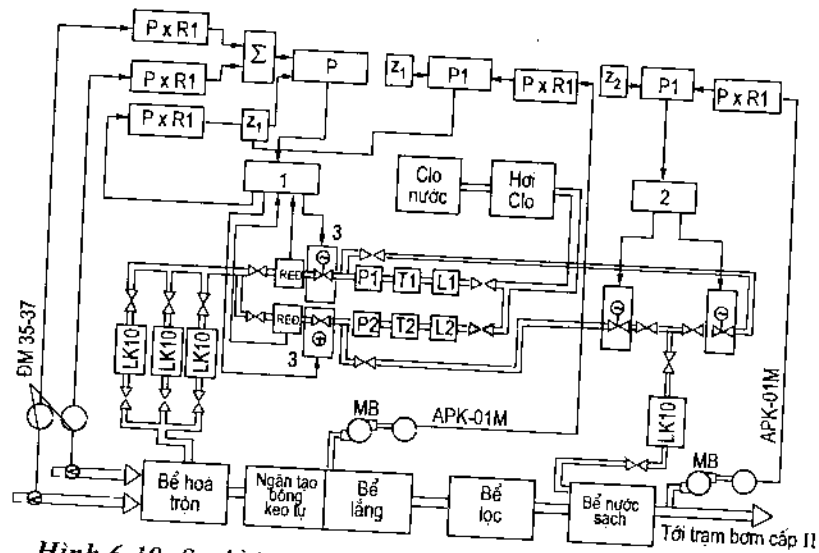
6.6.3. Sơ đồ tự động hóa quá trình clo hóa nước

Sơ đồ tự động hóa điều tiết clo cho cả hai lần clo hóa hay nói cách khác là sơ đồ điều chỉnh hai vòng clo hóa nước. Sơ đồ này thực hiện việc điều tiết clo tỉ lệ với lưu lượng nước có sự dịch chỉnh theo nồng độ clo dư trong nước (hình 6-19).

Thiết bị của hệ thống tự động hóa gồm: các máy điều tiết clo LK-10; các bộ điều chỉnh tự động tỉ số P và bộ điều chỉnh clo dư sau clo hóa lần một và clo hóa lần hai P_1 và P_2 với các bộ định trị Z_1 , Z_2 và Z; các lưu lượng kế đo mức loại ĐM -3537; lưu lượng kế đo clo kiểu con quay loại RED-3101; máy đo lượng clo dư APK-01M; các dụng cụ đo thứ cấp PXR1-09. Các trạm điều khiển có khoảng cách các van tỉ lệ clo 1 và 2.

Clo nước được chuyển thành dạng hơi rồi qua bộ lọc L1, L2; làm nóng ở lò sấy T1, T2 và qua van giảm áp P_1 , P_2 và van tỉ lệ lượng 3 để vào các máy điều tiết clo LK-10.

Trên sơ đồ có bộ cộng tổng Σ để cộng tổng lưu lượng nước nếu nó được đưa đến từ nhiều đường ống khác nhau. Để tăng độ tin cậy có thể dùng 2 nhánh thiết bị điều tiết clo.



Hình 6-19: Sơ đồ hệ thống tự động hoá quá trình clo hoá nước.

Quá trình clo hoá có quán tính lớn nên các bộ điều chỉnh P , P_1 , P_2 làm việc một cách dứt quãng. Vấn đề quan trọng là phải chọn đúng chỗ lấy mẫu thử để sự chênh lệch về truyền tải là nhỏ nhất (không lớn hơn 10...15 phút) và để sự tác dụng giữa clo với nước và các hợp chất khác đã là kết thúc. Liều lượng clo có thể làm thay đổi bằng cách điều khiển có khoảng cách từ trạm điều khiển 1 và 2 các van nhỏ 3.

Nếu quá trình clo hoá lần 2 không cần thiết có thể dỡ bỏ thiết bị clo hoá lần 2. Các bộ điều chỉnh tỉ lệ P và P_1 , P_2 được làm từ các bloc có các dụng cụ bán dẫn, các thành phần logic và role thời gian. Hệ thống này được áp dụng vận hành trên trạm cấp nước Đồnhép (thành phố Kiev, Ukraina).

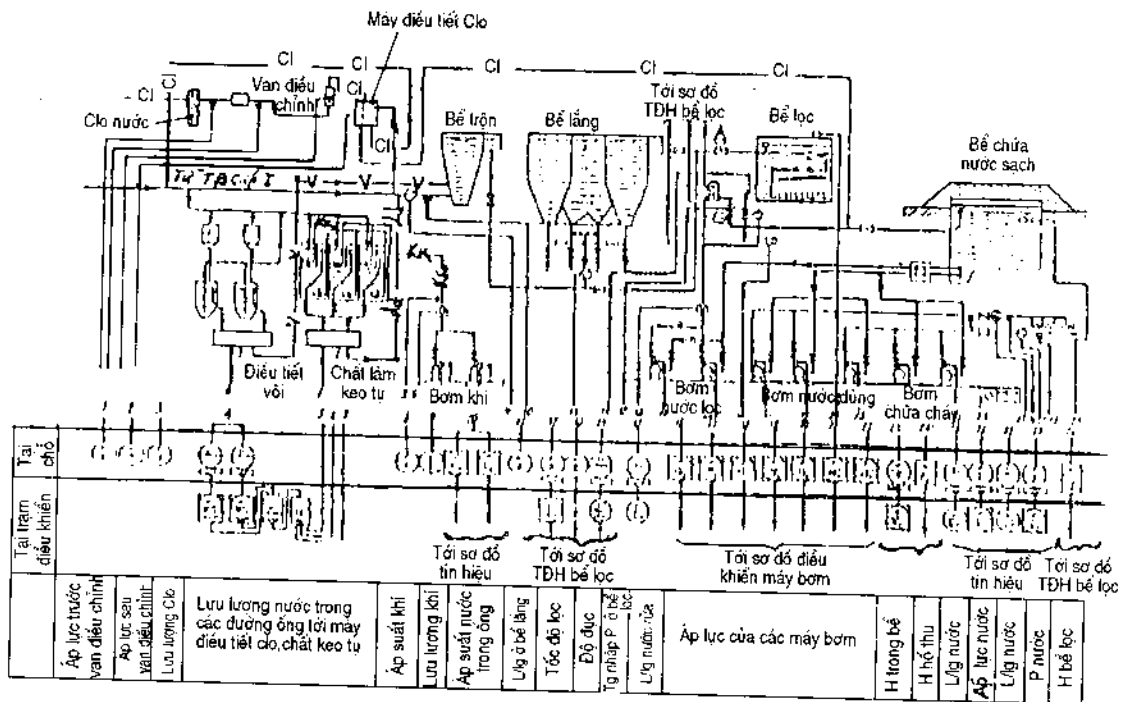
6.7. TỰ ĐỘNG HOÁ KIỂM TRA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TRONG CÁC TRẠM XỬ LÝ NƯỚC CẤP

Hệ tự động có được độ chính xác cao, khi có được mối liên hệ ngược giữa đối tượng điều khiển (ĐTĐK) và thiết bị điều khiển (TBĐK).

Để có được mối liên hệ ngược chúng ta phải thực hiện đo lường các thông số cần điều khiển. Có những quá trình điều khiển chỉ cần điều chỉnh một thông số; nhưng cũng có quá trình phụ thuộc vào rất nhiều thông số khác nhau và cần phải điều chỉnh một lúc nhiều thông số. Do đó đối với các quá trình cần điều chỉnh nhiều thông số phải sử dụng rất nhiều dụng cụ đo (cảm biến, dụng cụ đo thứ cấp), nhiều kênh truyền thông tín hiệu về kết quả đo và việc quản lý số liệu đo cũng rất phức tạp. Lại cần phải có các cảm biến nhạy, có độ tin cậy cao phù hợp với từng thông số cần đo.

Tóm lại là việc đo lường các thông số công nghệ trong trạm xử lý nước rất phức tạp nhưng lại không được phép bỏ qua.

Trên hình 6-20 là một sơ đồ ví dụ về tự động hoá các công trình xử lý của hệ thống cấp nước.

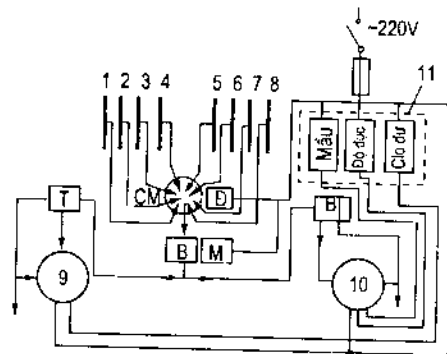


Hình 6-20: Sơ đồ tự động hoá các công trình xử lý hệ thống cấp nước
Cl - clo; V- vôi; dd - dung dịch chất làm keo tụ; Kk- không khí; n- nước rửa bể

Những khó khăn phức tạp đã nêu ở trên có thể được giảm bớt nếu sử dụng dụng cụ đo tập trung có thể đo được nhiều mẫu nước khác nhau. Trên hình 6-21 là sơ đồ kiểm tra độ đục, màu sắc và lượng clo dư trong 8 mẫu nước; mỗi mẫu nước thử được lấy từ các điểm khác nhau bằng các đường ống dẫn nhỏ 1,2,3...8.

Hình 6-21: Dụng cụ đo tập trung

CM - cầu dao chuyển mạch thuỷ lực; Đ - động cơ nhiều chiều; B - máy bơm; M- động cơ điện; 10 - Máy phân tích độ đục và màu sắc của nước; 9 - Máy phân tích lượng clo dư; T- bộ điều chỉnh nhiệt; b - bể tràn; 11- Nơi đặt dụng cụ thử cấp; 1, 2... 8- Đường ống dẫn nước đã lọc để kiểm tra.



Bộ phận chính của cầu dao chuyển mạch thuỷ lực CM là một thùng quay. Khi nó quay 1 vòng đủ là 2 giờ và đồng thời đưa nước thử từ các điểm kiểm tra đến. Mỗi mẫu nước vào thùng kiểm tra trong khoảng 15 phút. Từ thùng nước kiểm tra liên tục chảy ra bể tràn và từ đó đi qua máy tách khí sơ bộ rồi vào dụng cụ đo.

Trong quá trình đo các cảm biến, biến trở truyền số chỉ báo đến dụng cụ đo thứ cấp (cầu điện từ loại KHMD). Các dụng cụ thứ cấp này đặt trên trạm điều khiển của trạm

điều phối trung tâm. Trên bảng điều khiển có tín hiệu đo lường từng đối tượng cứ đo qua 15 phút cho một lần kết quả.

Chú ý sự quay của cầu dao thủy lực phải đồng bộ với tốc độ quay của biểu đồ sử dụng dụng cụ thứ cấp. Nếu sự đồng bộ này bị huỷ hoại (vì lí do tần số dòng điện trong mạng dao động) thì dẫn đến sai sót trong đo lường. Để tránh sự không đồng bộ trên, trong khi đo cho một ống dẫn nước thử nào đó, thùng cầu dao chuyển mạch thủy lực cần đứng im và cho qua nó nước mẫu thử cần kiểm tra. Việc điều khiển chuyển dịch của thùng thực hiện theo xung: cứ khoảng 15 phút trôi qua, đĩa lệch tâm lại làm chệch tiếp điểm của cầu dao chuyển mạch trong mạch bộ dẫn động thùng và làm quay thùng đến vị trí mới để kiểm tra nước mẫu tiếp theo. Các kết quả đo được ghi lại bằng đồ thị trên dụng cụ đo thứ cấp.

Nền công nghiệp đã sản xuất hàng loạt các thiết bị kiểm tra trung tâm, có chức năng kĩ thuật chung cho các ngành công nghiệp và chức năng riêng cho hệ thống cấp thoát nước.

Hiện nay với sự phát triển không ngừng của khoa học công nghệ tự động, việc kiểm tra các thông số công nghệ đã được thực hiện bằng máy tính. Các cảm biến số đã được sử dụng thay cho các cảm biến tương tự và chúng có thể được ghép nối trực tiếp với thiết bị điều khiển khả trình thông qua các môđun nối mạng và với máy tính. Việc thu thập giữ liệu và lưu trữ cũng như trao đổi thông tin được thực hiện qua mạng truyền thông công nghiệp bằng hệ thống SCADA với phần mềm WinCC của hãng Siemens.

Chương 7

TỰ ĐỘNG HÓA CÁC CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC

7.1. NHỮNG ĐIỂM ĐẶC BIỆT CỦA TỰ ĐỘNG HÓA CÁC CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC

Hiện nay ở Việt Nam trong hầu hết các thành phố, nước thải sinh hoạt trực tiếp đổ ra ao hồ, sông ngòi thoát nước tự nhiên, mà chưa có các công trình xử lý nước nhân tạo. Đặc biệt đối với nước thải công nghiệp được coi như một nạn dịch gây ô nhiễm môi trường. Do đó việc xây dựng các công trình xử lý nước thải là một nhiệm vụ khẩn thiết. Và để cho các công trình này làm việc có hiệu quả cao và không gây độc hại cho công nhân làm việc trong công trình, các công trình làm sạch nước thải cần phải được tự động hóa với các mức độ phù hợp với kinh tế của nhà chủ quản công trình.

Chúng ta cũng biết rằng trong công nghệ làm sạch nước thải rất phức tạp, vì trong đó có nhiều quá trình khác biệt nhau xảy ra... Mặt khác các quá trình đó về phương diện công nghệ cũng còn nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu thấu đáo. Nước thải là môi trường luôn thay đổi về thành phần cấu tạo bởi các hợp chất và lưu lượng; lại có độ ẩm, độ kết dính, độ ôxít hóa, nhiệt độ biến đổi nên gây rất nhiều khó khăn phức tạp cho việc áp dụng tự động hóa. Cụ thể như ta không thể sử dụng các thiết bị tự động đã sản xuất hàng loạt lưu hành trên thị trường như cho tự động hóa các môi trường bình thường khác, mà phải sáng chế ra các thiết bị tự động hóa chuyên sử dụng cho tự động hóa ở môi trường đặc biệt như nước thải. Ví dụ các loại cảm biến để đo các thông số trong các quá trình xử lý nước thải như: độ ẩm, mực nước, mức cặn, nhiệt độ bùn, nồng độ ôxy hoà tan, nồng độ các chất trong nước thải... Các loại cảm biến này phải chống chịu được những ảnh hưởng khắc nghiệt của môi trường ôxy hóa cao, có độ đậm đặc các loại rác bẩn vô cơ và hữu cơ, có thể có nhiệt độ cao...

Dù có nhiều trở ngại nói trên, nhưng nếu áp dụng tự động hóa ta có thể đạt được các mục đích chính sau:

1. Tạo điều kiện tối ưu cho hoạt động của từng công trình riêng rẽ; tăng cường độ của toàn bộ quá trình làm sạch.
2. Kiểm tra được các thông số công nghệ của từng công trình làm sạch; theo dõi được tiến triển của các quá trình làm sạch nói chung và bảo vệ sự cố cho các thiết bị trong các công trình đó.
3. Cải thiện được điều kiện lao động của công nhân vận hành công trình và đồng thời làm giảm đáng kể đội ngũ công nhân phục vụ các công trình đó.
4. Giảm giá thành làm sạch nước thải.

Với một đối tượng luôn thay đổi là nước thải (lưu lượng, mức độ bẩn, nồng độ các chất bẩn, lượng bùn hoạt tính...); lại có những hạn chế về phía công nghệ nên việc dẫn công trình vào làm việc ở chế độ tối ưu về cả kỹ thuật lẫn kinh tế là một nhiệm vụ nan giải. Vì vậy, khi tự động hoá các quá trình xử lý nước thải, chế độ công nghệ luôn cần được dịch chỉnh sao cho theo sát gần với các điều kiện thay đổi của môi trường.

Như vậy nhiệm vụ của tự động hóa các công trình thoát nước đã được hiện ra rõ nét là: tổ chức việc điều khiển, kiểm tra, bảo vệ, cho tín hiệu tự động về sự làm việc của các công trình công nghệ từ một trạm điều khiển sao cho công trình xử lý nước thải có hiệu quả cao.

Tuỳ thuộc vào quy mô của trạm xử lý (công suất thiết kế, kết cấu của công trình) và đặc tính của nước thải cần xử lý mà chọn khối lượng và mức độ tự động hóa cho phù hợp về mặt kinh tế (tự động hóa từng phần hay toàn phần).

Đối với các trạm xử lý công suất lớn được đặt ở khu đất rộng lớn, nếu điều khiển tập trung từ một trạm rất lớn và phức tạp do khối lượng công việc điều khiển nhiều phải có nhiều thiết bị tự động, phải có nhiều dây dẫn để thực hiện việc truyền tín hiệu liên lạc... Vì vậy đối với các công trình xử lý có công suất trên $500.000\text{m}^3/(\text{ngày đêm})$ thích hợp là xây dựng 3 trạm điều khiển sau đây:

1. Trạm điều khiển tự động công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp cơ học.
2. Trạm điều khiển tự động công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học.
3. Trạm điều khiển tự động công trình xử lý cặn bã.

Trong các trạm điều khiển được trang bị nhiều sơ đồ của quá trình công nghệ xử lý nước thải. Các sơ đồ này phải chỉ rõ được trạng thái làm việc của tất cả các công trình, máy móc mà nó điều khiển (trạng thái "làm việc", "dừng máy" hay "sự cố"). Ngoài ra các sơ đồ đó phải cho khả năng theo dõi dễ dàng các tín hiệu; đơn giản hóa và giảm các sai sót trong việc điều khiển.

Để tiện cho việc theo dõi, kiểm tra công tác của các thiết bị, máy móc, ở các trạm điều khiển đặt cách xa công trình nên sử dụng thiết bị truyền hình công nghiệp.

Ngày nay khoa học công nghệ mỗi ngày một phát triển. Trong việc áp dụng tự động hoá vào điều khiển, kiểm tra, bảo vệ các công trình công nghệ đã gặt hái được những thành quả đáng ca ngợi. Trong các hệ thống điều khiển người ta đã sử dụng các bloc logic hay các máy tính điện tử có thiết bị đo lường từ xa các thông tin ở dạng tín hiệu tương tự hoặc dạng số rất tiện ích, đã có các thiết bị gọi là thiết bị tự động lập trình công nghiệp ra đời (API) hơn hẳn các bộ điều chỉnh trước đây, nó có khả năng tính toán và điều khiển; có thể kết nối với đối tượng điều khiển qua các cảm biến điện tử có độ tin cậy cao với cơ cấu chấp hành và các thiết bị ngoại vi khác (màn hình, phím lập trình, thẻ điện tử, mạng thông tin...). Cũng đã có các API có khả năng điều khiển nhiều quá trình đồng thời với nhiều thông số đầu vào biến đổi với các quy luật khác nhau. Các API có khả năng làm việc trong điều kiện khắc nghiệt về môi trường. Sự xuất hiện của thiết bị tự động lập trình công nghiệp (TBTDLTCN) đã mở ra những triển vọng tốt đẹp trong việc áp dụng tự động hoá vào điều khiển các công trình xử lý nước thải.

7.2. TỰ ĐỘNG HOÁ CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

Các công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp cơ học có thể kể ra là: song chắn rác ở bể thu nước thải, bể lắng cát và bể lắng lặn 1. Tự động hoá các công trình này tức là thực hiện tự động hoá điều khiển việc khởi động, dừng máy có trang bị trong mỗi công trình và thực hiện việc kiểm tra, bảo vệ tự động cho công tác của các máy móc đó.

Các sơ đồ điều khiển trong trường hợp này đều có hai khả năng là điều khiển tự động và điều khiển bằng tay từ trạm điều khiển đặt ngay cạnh công trình. Đối với các công trình mà môi trường là nước thải, vấn đề vệ sinh môi trường càng được đưa lên hàng đầu khi thiết kế, xây dựng các sơ đồ tự động hoá, vì lý do bảo vệ an toàn và có độ tin cậy cao trong vận hành hệ thống tự động. Song một khi đã bảo vệ được thiết bị bớt ảnh hưởng xấu của môi trường, chúng ta còn đạt được một mục đích cao hơn nữa của tự động hoá là cải thiện được điều kiện làm việc cho công nhân điều hành công trình, giúp họ không phải tiếp xúc trực tiếp với môi trường không hợp vệ sinh và độc hại.

Sau đây chúng ta hãy nghiên cứu tự động hoá cho từng công trình cụ thể.

7.2.1. Song chắn rác

Nhiệm vụ của tự động hoá song chắn rác là điều khiển tự động cào rác, băng tải rác, máy nghiền rác và tấm chắn trên kênh đưa nước thải vào bể thu.

Mức độ bản giới hạn của song chắn rác (mà tại thời điểm là lúc mà mực nước ở máng thu trước song chắn là mức cao không cho phép, tốc độ dòng nước thải chảy vào bể thu bị giảm quá tốc độ bình thường, là lúc mà độ chênh mức nước ở trước và sau song chắn đạt tới giá trị đã cho trước) là tín hiệu để hệ thống cào rác, băng tải rác, máy nghiền rác và tấm chắn trên kênh nước thải vào bể thu làm việc. Tín hiệu đầu tiên này có thể nhận biết được nhờ sử dụng các cảm biến mực nước (kiểu phao hay kiểu cực điện) đặt ở trước và sau song chắn rác để đo độ chênh mức giữa chúng. Tín hiệu đầu tiên này cũng có thể là khoảng thời gian mà thực tế vận hành song cho thấy: từ lúc song chắn còn sạch đến lúc nó bị bẩn bởi rác đọng lại làm tắc dòng nước vào bể.

Vậy việc điều khiển song chắn có hai cách:

1. Theo độ chênh mức nước giới hạn ở trước và sau song chắn rác.
2. Theo chương trình đã cho trước qua một khoảng thời gian nhất định (khoảng thời gian này rút ra từ thực tế vận hành song chắn rác).

• Cách thứ nhất:

Như trên đã nêu, sơ đồ tự động hoá có hai khả năng: điều khiển bằng tay và điều khiển tự động.

Ở chế độ điều khiển bằng tay: người điều hành chỉ cần nhấn nút bấm ở trạm điều khiển "khởi động" hay "dừng máy" cho từng hệ thống máy riêng biệt, hay đồng thời với điều khiển các hệ thống máy là thay đổi vị trí của các khoá van, tấm chắn (mở hay đóng).

Ở chế độ điều khiển tự động: tín hiệu về độ chênh mực nước giới hạn trước và sau song chắn được máy đo mực nước truyền về trạm điều khiển. Tín hiệu này sẽ là tín hiệu tác động vào các thiết bị tự động tương ứng để đưa ra các tác động điều khiển hệ thống bằng truyền rác, máy cào rác, máy nghiền rác và tấm chắn trên kênh nước vào bể. Tín hiệu mực nước tức thời luôn luôn được truyền về trạm điều khiển. Khi độ chênh mực nước đã trở nên bình thường, tức trong giới hạn cho phép thì hệ thống máy cũng được dừng làm việc. Cho tới khi độ chênh mực nước đó lại tiến đến giới hạn, hệ thống máy móc lại được đưa vào làm việc ở vòng tiếp theo và cứ thế tiếp diễn.

Cùng đồng thời với việc điều khiển hệ thống máy móc của song chắn rác, tự động hoá còn có nhiệm vụ kiểm tra tự động các thông số làm việc của quá trình công tác của hệ thống máy móc và bảo vệ tự động cho các hệ thống máy móc đó. Nói vậy có nghĩa là tất cả các thông số như: mức nước trước, sau song chắn (do bằng máy đo mức kiểu phao hay cực điện), độ pH của nước thải (do bằng pH-mét đặt trước song chắn), các mức độ mở của các tấm chắn điều chỉnh, các vị trí rìa của chúng, về các thông số làm việc của từng động cơ, về trạng thái làm việc hoặc dừng của từng máy, về mực nước tăng không cho phép của máng thu hay các tín hiệu về sự cố... đều phải được truyền về trạm điều khiển đặt cách xa công trình.

Trong trường hợp có sự cố song chắn, tấm chắn của máng nước tương ứng phải đóng lại tự động và đưa hệ thống song chắn dự phòng vào làm việc. Hay có thể điều chỉnh lưu lượng nước thải vào bể thu bằng cách điều chỉnh mức độ mở của tấm chắn trên máng thu nước vào.

- *Cách thứ 2:* Điều khiển song chắn rác theo chương trình lập trước qua một khoảng thời gian nhất định, rút ra từ kinh nghiệm vận hành song chắn thực tế. Cách này thường được dùng đối với các trạm công suất nhỏ, có độ rác bản không lớn. Trường hợp này thuận tiện hơn cả là sử dụng thiết bị cho lệnh điều khiển theo chương trình KEP-12.

Sơ đồ hoạt động như sau:

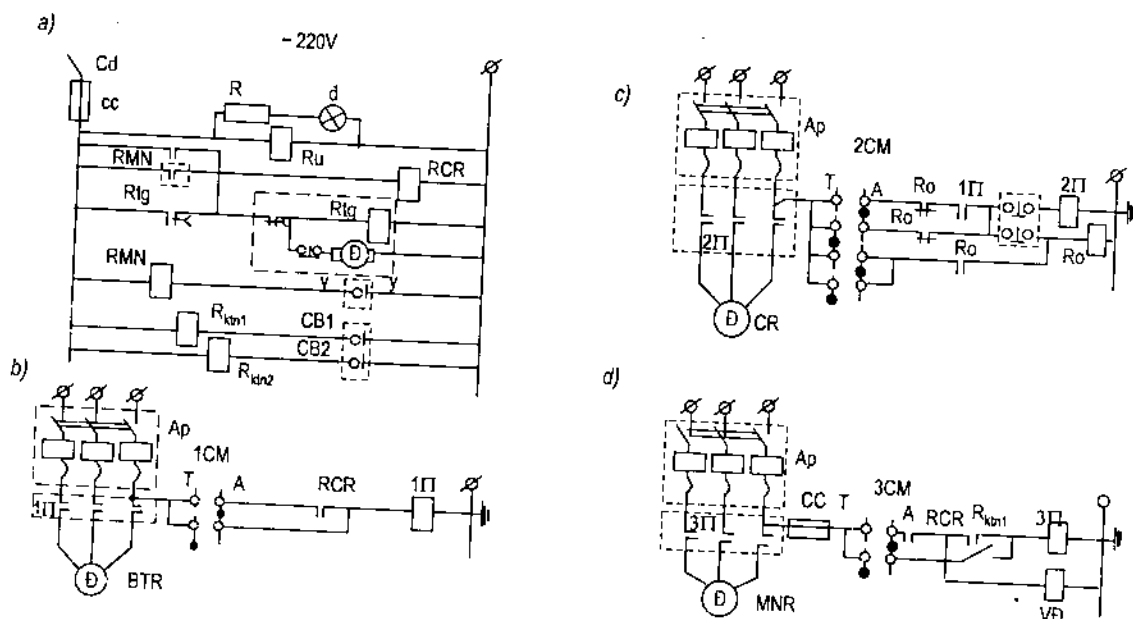
Khi tiếp điểm Y được đóng lại; role RMN có điện và nó đóng tiếp điểm RMN trong mạch tự động của role điều khiển cào rác RCR và role thời gian Rtg. Thời gian cào rác làm việc cho bởi role thời gian Rtg. Qua một khoảng thời gian nhất định Rtg bật tiếp điểm ngắt mạch RCR của cào rác.

Trong mạch điều khiển băng tải rác, tiếp điểm RCR chấp lại. Khởi động từ 1Π có điện và đóng động cơ băng tải BTR làm việc. Cùng lúc đó khởi động từ 2Π có điện và làm đóng mạch động cơ cào rác CR.

Máy nghiền rác được hoạt động khi tiếp điểm Rktn1 đóng (đã có nước vào máy nghiền lúc đó van điện đưa nước vào máy nghiền VD đã mở).

Trong mạch điều khiển chung có cả động cơ của tấm chắn điều chỉnh trên kênh nước thải vào bể thu Đ.

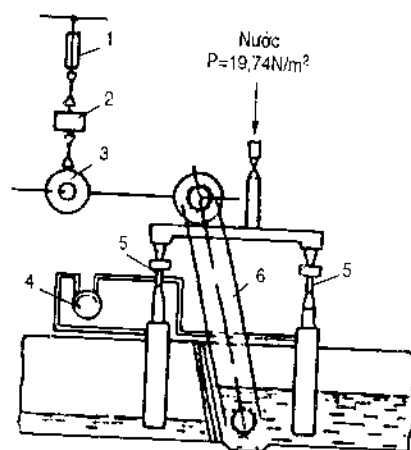
Tiếp điểm Y chính là tiếp điểm của áp kế vi sai để đo độ chênh mức nước trước và sau song chắn rác. Khi độ chênh mức nước tăng đến giới hạn đã định thì tiếp điểm Y được đóng lại.



Hình 7-1: Sơ đồ điều khiển tự động các thiết bị của song chắn rác

a) Mạch điều khiển chung cho toàn hệ thống máy; b) Mạch điều khiển động cơ băng tải rác (BTR); c) Mạch điều khiển cào rác (CR); d) Mạch điều khiển máy nghiêng rác (MNR)
 Ru - rơle kiểm tra điện áp, rơle mực nước RMN; RCR - rơle điều khiển cào rác; Rtg - rơle thời gian, xác định thời gian làm việc của cào rác; R - điện trở không đối; Y - cảm biến cực điện, kiểm tra mực nước trong bể thu; Rkt1, Rkt2 - rơle kiểm tra việc đưa nước vào các máy nghiêng rác; CB1 - CB2 - cảm biến cực điện kiểm tra việc đưa nước vào máy nghiêng rác; 1II...3II - khởi động từ; R₀ - rơle trung gian; VD - van điện đưa nước vào máy nghiêng rác.

Trên hình 7-2 là sơ đồ điều khiển cào rác phụ thuộc vào độ chênh mực nước trước và sau song chắn. Dụng cụ dùng để đo mức chênh nước ở đây là áp kế vi sai có tiếp điểm điện. Áp kế vi sai kiểm tra mực nước bằng cách đo hiệu áp suất không khí được thổi vào hai ống đặt trong nước ở trước và sau song chắn. Không khí liên tục được thổi vào nhờ có bơm phun. Khi đạt đến giá trị đã định của độ chênh mức, bộ phận tiếp điểm của áp kế vi sai (Y) đóng làm việc cào rác. Việc dừng làm việc của cào rác có thể thực hiện như trên đã nói bằng bộ phận có tiếp điểm hoặc là qua một khoảng thời gian đã được tính trước nhờ có rơle thời gian Rtg. Khoảng thời gian làm việc đó của cào rác được chọn thông qua kinh nghiệm rút ra từ vận hành thực tế của cào rác. Để cho thuận tiện nên dùng dụng cụ cho lệnh làm việc theo chương trình thời gian KEP-12.



Hình 7-2: Sơ đồ điều khiển cào rác có phụ thuộc vào mực nước trước và sau song chắn rác
 1- Cầu chì; 2- Khởi động từ; 3- Động cơ điện; 4- Áp kế vi sai; 5- Bơm phun; 6- Cào rác.

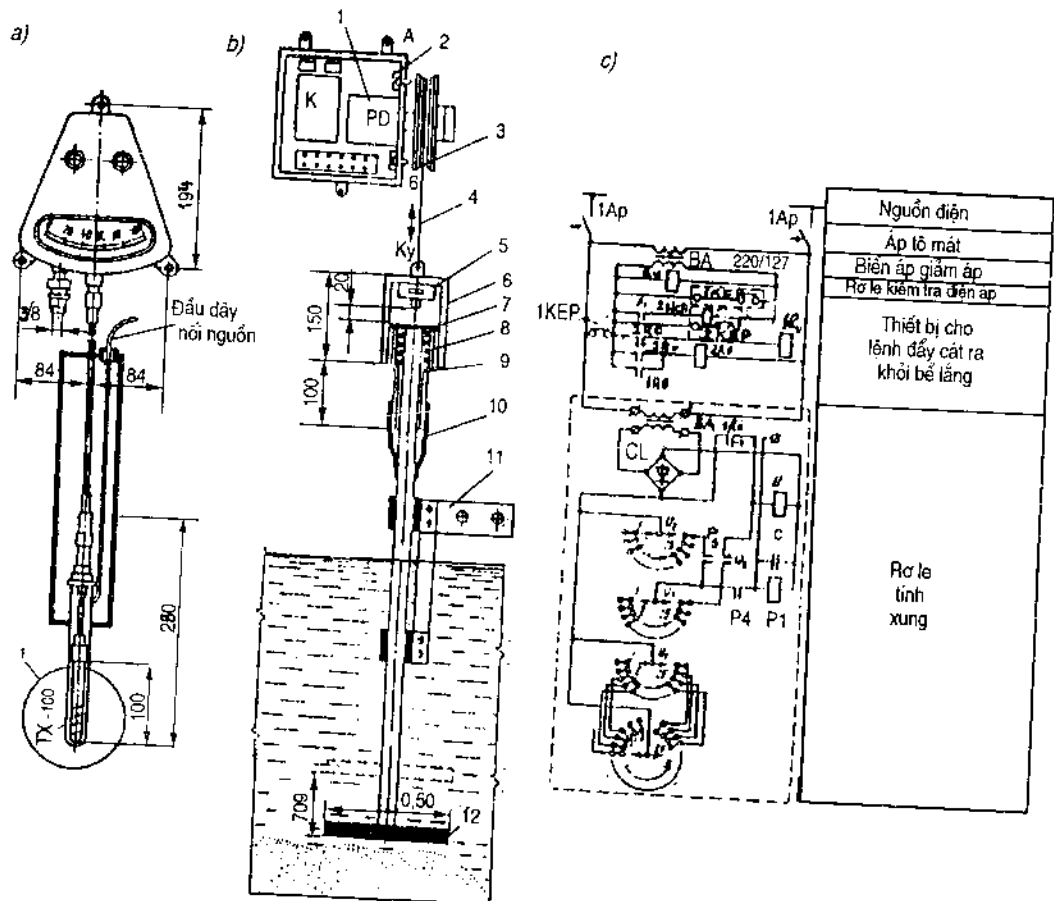
7.2.2. Bể lắng cát

Nhiệm vụ của tự động hóa đối với bể lắng cát là điều chỉnh việc phân phối điều hoà lưu lượng nước thải vào các bể lắng cát và điều khiển việc đẩy cát ra khỏi các bể lắng cát khi mức cát đã đến giới hạn không cho phép.

Việc điều chỉnh tải cho các bể lắng cát có thể sử dụng các sơ đồ khác nhau. Sơ đồ được cấu tạo từ các bộ điều chỉnh mực nước hay lưu lượng và các cơ cấu chấp hành tiện dùng cho chuyển động của các khóa van đưa nước thải vào bể.

Để điều khiển việc đẩy cát khỏi các bể lắng cát có thể thực hiện bằng hai cách:

1. Điều khiển đẩy cát khỏi bể lắng cát theo mức cát giới hạn.
2. Điều khiển đẩy cát khỏi bể lắng cát theo một chương trình đã định trước qua một khoảng thời gian được tính toán từ kinh nghiệm vận hành bể lắng thực tế. Độ kéo dài của thời gian bơm cát ra khỏi bể lắng cũng được chọn trên cơ sở kinh nghiệm vận hành bể lắng thực tế.



Hình 7-3: Cảm biến đo mức cát và sơ đồ điện đẩy cát ra khỏi bể lắng
a, b) Cảm biến mức cát kiểu điện trở và kiểu cánh quạt;
c) Sơ đồ điện đẩy cát theo chương trình.

Để điều khiển việc đẩy cát ra khỏi bể lắng theo cách thứ nhất, một vấn đề quan trọng là phải có được cảm biến về mức cát giới hạn có độ tin cậy cao.

Bộ phận chính của cảm biến mức cát là dây điện trở TX-100 được làm từ nicrôm. Dây điện trở được cuốn trên phần đầu của dụng cụ và có đầu ra nối với nguồn điện. Dây nicrôm được đặt ở mức cát giới hạn cao nhất trong bể lắng cát. Khi cát còn ở mức thấp, do kết quả của chuyển động chất lỏng mà có sự trao đổi nhiệt tăng dần và do đó dây điện trở được nung nóng lên. Khi cát tăng đến mức dây điện trở, nó càng nóng lên nhiều hơn nữa và gây nên chập các tiếp điểm của cảm biến tín hiệu về nhiệt độ (tức về mức cát tương ứng). Các tiếp điểm đó được mắc trong sơ đồ tín hiệu mức cát giới hạn hoặc trong sơ đồ điều khiển của máy bơm cát.

Ngoài loại cảm biến về mức cát có dây điện trở ra, còn có cảm biến về mức cát có cánh quạt quay chậm trong dòng chất lỏng. Khi cát dâng đến cánh quạt và làm nó không quay được nữa và gây ra sự đóng các tiếp điểm của cảm biến. Hiện nay người ta còn sử dụng các loại cảm biến khác tiến bộ hơn như cảm biến quang điện, cảm biến siêu âm, cảm biến phóng xạ, cảm biến có tiếp điểm thuỷ ngân quay.

Ở cách thứ 2, để điều khiển việc đẩy cát ra khỏi bể lắng theo chương trình đặt sẵn qua một khoảng thời gian, ta sử dụng thiết bị cho lệch điều khiển kiểu điện khí nén KEP-12 và role tính xung RTX. Trên hình 7-3c là sơ đồ điều khiển việc đẩy cát theo chương trình.

Sơ đồ hình 7-3c hoạt động như sau: cứ mỗi vòng quay của trục thiết bị 1KEP tiếp điểm số 1 của nó được đóng lại trong mạch của role trung gian $1R_0$ và $2R_0$. Role $1R_0$ được cung cấp điện, nó tác động và làm đóng các tiếp điểm $1R_0$ trong mạch của role $2R_0$. Role $2R_0$ cung cấp điện, thì role $1R_0$ bị mất điện. Tiếp điểm đóng chậm của role $1R_0$ kịp tạo xung có đủ độ kéo dài để đóng mạch role tính xung RTX. Cứ mỗi xung như vậy trục của bộ tìm từng bước của role RTX dẫn chổi U_1, U_2, U_3 từ lá đồng góp điện này chuyển sang lá đồng góp điện khác để tính toán xung. Khi có được số lượng xung đã định trước, role chấp hành P_1 của role RTX tác động, thực hiện việc chuyển dịch chổi của cái chuyển mạch CM đi thành góp tương ứng với số lượng xung được tạo lập.

Ví dụ khi chổi U_1 của bộ tìm từng bước chuyển dịch được thành góp, thành lập được mạch cung cấp cho role chấp hành P_1 như sau: chỉnh lưu CL - chổi bộ tìm từng bước của hàng U_1 - thanh góp mà trên đó có chổi của hàng U_1 - thanh góp tương ứng của bước chuyển mạch CM - chổi chuyển mạch của hàng đó - cuộn dây role P_1 - chỉnh lưu CL.

Sau khi role P_1 được tác động, trục của bộ tìm từng bước của role RTX quay trở về vị trí ban đầu. Role P_1 chỉ ở trạng thái đóng làm việc trong khoảng không nhỏ hơn 0,1 giây, thì nó bị mất điện. Lúc tiếp điểm P_1 trong mạch nam châm điện 2NCD đóng, nam châm 2NCD tác động lên tiếp điểm liên động ở mạch cung cấp của động cơ điện. Động cơ điện dẫn trục của thiết bị cho lệch 2KEP vào chuyển động. Phù hợp với biểu đồ làm việc đã lập sẵn, các tiếp điểm của 2KEP được đóng lại và mở ra. Việc đóng tuần tự các tiếp điểm gây nên sự tác động role thời gian điều khiển các khóa van điện trên đường ống đưa nước tới băng nâng thuỷ lực và cát được đẩy ra khỏi bể lắng cát. Cũng có thể

xung được đưa đến đóng làm việc hệ thống máy bơm, đưa nước vào băng nâng thuỷ lực để hút cát ra hoặc đóng máy bơm trực tiếp bơm cát ra khỏi bể lắng.

Thời gian của vòng đẩy cát được tính bằng thời gian làm việc liên tiếp của cả 2 dụng cụ 1KEP và 2KEP, không kể đến role tính xung RTX.

Ngoài các thiết bị chính trong sơ đồ điều khiển theo chương trình đẩy cát như trên, sơ đồ điều khiển nào cũng phải có phần các role kiểm tra các thông số công nghệ, bảo vệ và cho tín hiệu về trạng thái làm việc của tất cả các khâu và tín hiệu sự cố. Đối với bể lắng cát cần có các tín hiệu sau đây được truyền về trạm điều khiển:

1. Tín hiệu về trạng thái của hệ thống máy móc thực hiện việc đẩy cát ra khỏi bể lắng ("làm việc", "dừng máy", "sự cố").
2. Tín hiệu về vị trí của các khóa van ("mở", "đóng").
3. Về mức cát giới hạn phía trên mức cho phép.

7.2.3. Bể lắng đợt 1

Bể lắng đợt 1 thường gặp là bể lắng đứng, bể lắng ngang và bể lắng hướng tâm.

Nhiệm vụ của tự động hóa bể lắng đợt 1 cũng tương tự như ở bể lắng cát là:

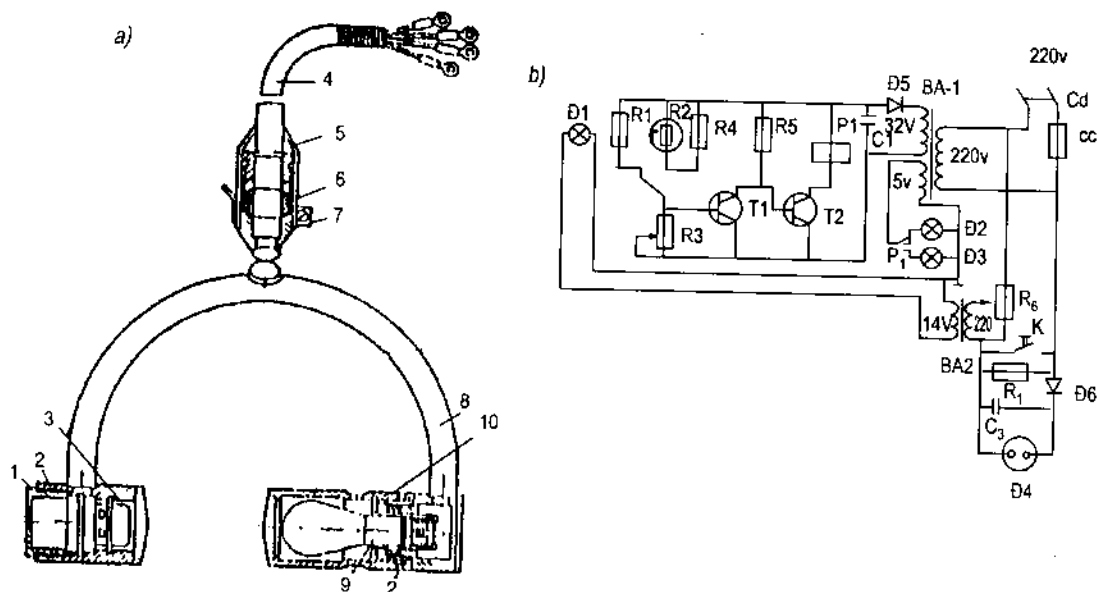
1. Phân phối đều tải giữa các bể lắng đợt 1.
2. Điều khiển việc đẩy cặn từ các bể lắng đợt 1 sang công trình tiếp theo.

Đối với bể lắng đứng và bể lắng ngang có thể thực hiện tự động hóa theo 3 cách sau đây:

1. Để cặn tự chảy ra bằng cách thúc ép nó dưới áp suất thuỷ tĩnh của nước ở trong bể lắng. Nhiệm vụ của tự động hóa trong trường hợp này là điều khiển tự động các khóa van đưa cặn ra khi nó đã đạt được các chỉ số cả về chất lượng (độ ẩm) lẫn số lượng (mức cặn giới hạn).
2. Điều khiển máy bơm cặn theo các thông số chất lượng và số lượng của cặn (độ ẩm, mức).
3. Điều khiển việc bơm cặn theo chương trình thời gian tính trước nhờ vào kinh nghiệm vận hành bể lắng lần 1 trong thực tế.

Trong các cách trên, tất nhiên có các cảm biến có độ tin cậy cao để xác định các chỉ số về chất lượng (độ ẩm) và số lượng của cặn (mức cặn trong bể lắng), thì việc điều khiển đẩy cặn ra sẽ đúng lúc và bể lắng sẽ làm việc hiệu quả hơn nhiều. Vì vậy vấn đề quan trọng ở đây là các cảm biến đo độ ẩm và mức cặn trong bể lắng. Chúng ta làm quen với 1 loại cảm biến đo mức cặn trên hình 7-4 gọi là cảm biến quang học.

Cảm biến quang điện được cấu tạo từ 2 vỏ thép. Trong vỏ thứ nhất có đặt điện trở quang học; còn trong vỏ thép thứ hai đặt đèn chiếu sáng. Dòng điện qua dây điện trở quang học sẽ bị thay đổi khi mật độ quang học của môi trường chất lỏng giữa điện trở quang học và đèn chiếu sáng thay đổi. Và tín hiệu dòng điện này sẽ được đưa về sơ đồ điều khiển máy bơm cặn và sơ đồ tín hiệu về mức cặn.



Hình 7-4: Cảm biến quang học để đo mức cạn trong bể lắng: XUF-42

a) Cấu tạo của cảm biến quang học đo mức cạn;

b) Sơ đồ điện của bộ phận truyền tín hiệu mức cạn XUF-42.

1- Nắp ; 2 - Tấm dây ; 3 - Điện trở quang điện ; 4- Cáp ; 5 - Vỏ bọc ;
6 - Đầu vào vòng chặn ; 7- Vòng đai ; 8 - Khung vỏ ; 9 - Đèn chiếu sáng.

Trên hình 7-4b là sơ đồ điện của dụng cụ cho tín hiệu mức cạn kí hiệu XUF. Dụng cụ bao gồm cảm biến quang điện, bloc đèn tín hiệu và bộ khuếch đại điện tử có 2 tầng.

Cảm biến được mắc trên đầu vào của bloc tín hiệu có khuếch đại 2 tầng. Tầng khuếch đại đầu tiên để thích ứng với quang điện trở cao ôm R_2 với đầu vào nhỏ ôm của bộ khuếch đại công suất. Role P_1 là tải của bộ khuếch đại 2 tầng. Sơ đồ 2 có biến thế BA_1 và BA_2 . Trong đó BA_1 cấp điện cho mạch khuếch đại qua chỉnh lưu nửa chu kỳ (chỉnh lưu gồm đèn 2 cực D_5 và tụ điện C_1) và các đèn tín hiệu D_2 và D_3 ; BA_2 cấp điện cho nguồn sáng đèn là D_1 . Trong sơ đồ còn sử dụng các quang điện trở R_3 và R_6 . Điện trở R_3 dùng để điều chỉnh ngưỡng tác động của dụng cụ, còn R_6 dùng để điều chỉnh điện áp cấp cho đèn D_1 (điều chỉnh giới hạn tác động), nút bấm K để kiểm tra sự hiệu chỉnh của đèn D_1 . Khi ấn nút K đèn nêong D_4 sẽ bật sáng. Nhờ có role chấp hành P_1 chuyển mạch đèn xanh D_2 sang đèn đỏ D_3 và khi đó mức cạn bùn cũng đã ngập cảm biến quang điện. Cũng nhờ có các tiếp điểm khác của role chấp hành P_1 mà mạch mở các khóa van tương ứng cần thiết cho việc đẩy bùn. Những tiếp điểm này không được vẽ trong sơ đồ tín hiệu.

Để điều khiển việc bơm cạn theo chương trình đã tính sẵn hay theo đồ thị đã cho trước thuận tiện nhất là sử dụng bộ điều chỉnh có chương trình KEP-12 với role tính xung RTX-1. Song cách này cũng có những yếu điểm một khi không có các dụng cụ đủ độ tin cậy để kiểm tra độ ẩm của cạn, mức cạn hay trong điều kiện dao động lớn của dòng nước thải, dao động về liều lượng chất cạn lơ lửng...

Đối với bể lắng hướng tâm, thực hiện tự động hóa điều khiển cần thêm một yêu cầu phụ là điều khiển công việc của máy nạo vét bùn. Trong trường hợp này chức năng của tự động hóa là:

1. Đóng làm việc các máy nạo vét bùn tự động qua một khoảng thời gian xác định (từ 3h đến 5h).
2. Công việc của máy nạo vét bùn cần kéo dài trong khoảng gần 2h .
3. Đóng làm việc các máy bơm đẩy bùn tiến hành tự động qua một khoảng thời gian định trước.
4. Tùy theo công suất của các máy và yêu cầu của từng bể mà thời gian kéo dài công việc của máy nạo vét bùn và máy bơm nên được điều chỉnh trong các giới hạn rộng.
5. Cạn từ các bể lắng của 1 nhóm bể cần được đẩy ra theo trình tự lần lượt định sẵn.
6. Sơ đồ điều khiển cần có 2 khả năng: điều khiển tự động và điều khiển bằng tay tại chỗ cho tất cả các máy trong toàn trạm.
7. Tới trạm điều khiển cần truyền đến các tín hiệu về sự làm việc, về sự dừng sự cố các máy nạo vét bùn và các máy bơm, về ngắt làm việc của các aptomat các mạch sự cố; về mức cạn trong từng bể lắng về độ ẩm của cạn...

Ngoài nhiệm vụ đẩy cạn ra khỏi bể lắng. Nhiệm vụ phân phối nước thải điều hoà giữa các bể cũng góp phần nâng cao hiệu quả công tác của các bể lắng, ngăn ngừa việc đẩy ra các vật chất lơ lửng theo cạn. Để làm được nhiệm vụ này cần tự động hóa việc điều khiển mức độ mở của các tấm chắn trên máng dẫn nước thải đến từng bể lắng. Thông số dùng để điều khiển tấm chắn là mực nước hay lưu lượng nước thải ở máng nước dẫn tới bể. Để đo mức nước đó dùng loại máy đo mực nước hoặc lưu lượng kế đặt tại máng nước trước từng bể lắng.

7.3. TỰ ĐỘNG HOÁ CÔNG TRÌNH LÀM SẠCH NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

Các quá trình xảy ra trong công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học liên quan đến sự làm việc của 2 bể:

1. Bể lọc sinh học và bể aerôten;
2. Bể lắng lần 2 (nơi cung cấp bùn hoạt tính ngược trở lại cho bể sinh học).

Vì vậy muốn tự động hoá công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp làm sạch sinh học phải thành lập một hệ thống điều khiển tự động cho cả 1 tổ hợp gồm "bể aerôten và bể lắng lần 2". Hay gọi tắt là hệ thống điều khiển tự động tổ hợp "aerôten - bể lắng lần 2" hoặc bể lọc sinh học (bể biôphin) với bể lắng lần 2.

Nhiệm vụ chính của tự động hoá các bể aerôten là thành lập các sơ đồ giữ tự động trong giới hạn tối ưu tỉ số giữa lưu lượng nước thải được đưa vào và nồng độ các chất rác bẩn trong bể aerôten với lượng không khí và lượng bùn hoạt tính được dẫn đến.

Giới hạn tối ưu tỉ lệ nói trên ta hiểu là khi đó các bể aerôten có được những điều kiện cơ bản để làm việc với hiệu quả cao tính về 2 phương diện : về mặt đảm bảo vệ sinh và về mặt kinh tế.

Trên sơ đồ hình 7-5, về bên phải sơ đồ là các quá trình chỉ liên quan đến các vấn đề thông gió bằng cơ học, còn về bên trái sơ đồ là các quá trình chỉ liên quan đến việc thông gió bằng khí nén. Phần giữa sơ đồ là các quá trình chung liên quan đến cả hai kiểu thông gió cơ học và khí nén. Sơ đồ trên cũng chỉ là sơ đồ khởi mản cho các vấn đề chung nhất có thể tự động hoá ở bể aerôten vì chúng ta còn chưa tính hết được độ phức tạp của các quá trình xảy ra ở trong đó. Cũng còn nhiều điều chưa được nghiên cứu hết về bể aerôten.

Khi xây dựng hệ thống điều khiển tự động cho đối tượng là bể aerôten chúng ta có thể theo hai hướng sau:

1. Sử dụng các thiết bị tự động lập trình công nghiệp tiên tiến để điều khiển đồng thời nhiều quá trình với nhiều tham số biến đổi ở đầu vào khác nhau sao cho bể aerôten có chế độ làm việc là tối ưu nhất.

2. Sử dụng các bộ điều chỉnh có những chức năng công nghiệp chung đã lưu hành trên thị trường công nghiệp từ trước.

Dù chọn xu hướng nào đi nữa, ta cũng gặp phải những khó khăn khó tháo gỡ hết, đó là việc tìm kiếm những bộ cảm biến phù hợp cho từng phương án điều khiển. Hiện nay trên thế giới đã có nhiều hãng sản xuất thiết bị điện tử công nghiệp cho ra đời nhiều loại máy tính công nghiệp cùng với các bộ cảm biến chuyên dùng cho chuyên ngành cấp và thoát nước có độ tin cậy cao.

Để điều khiển các quá trình sinh học trong bể aerôten, người ta thường chọn các thông số điều khiển sau đây :

- Thông số quan trọng thứ nhất là lưu lượng nước thải được đưa đến bể aerôten. Để đo thông số này có thể chọn các máy đo lưu lượng các loại.

- Thông số quan trọng thứ hai đó là chỉ số (một hay vài chỉ số) đặc trưng cho chất lượng nước thải (thành phần hay nồng độ rác bẩn). Để đo thông số này có các dụng cụ kiểm tra BOD, COD và hàm lượng cacbon hữu cơ. Hiện đã có những công bố về nghiên cứu các dụng cụ đo nồng độ tổng của khối lượng sinh học và nồng độ của các vật thể sống.

- Thông số thứ ba được chọn đặc trưng cho tốc độ ôxy hoá sinh học các chất cặn hữu cơ trong các phản ứng ở bể aerôten. Thực tế thì thông số này có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng, do đó chưa có dụng cụ nào có thể đo trực tiếp được sự thay đổi của nó. Thường người ta phải dùng phương pháp đo gián tiếp qua các tham số khác như : độ thay đổi của nồng độ ôxy hoà tan trong nước thải hay là đo tốc độ nhu cầu ôxy của quá trình xảy ra ở bể aerôten. Những cảm biến dùng cho phép đo này cũng đã có trong thị trường.

- Thông số thứ tư là lưu lượng bùn hoạt tính quay lại bể aerôten từ bể lắng lần hai. Có thể dùng các máy đo lưu lượng để đo bùn hoạt tính quay lại dễ dàng. Nếu cần kiểm tra chất lượng bùn hoạt tính thì phải đo độ ẩm của bùn.

Ngoài 4 thông số kể trên trong sơ đồ điều khiển cần phải có trang bị máy đo để kiểm tra các thông số khác nữa là độ pH, điện thế ôxy hoá khử, nhiệt độ, lưu lượng bùn dư, mức bùn hoạt tính trong bể lắng lần hai.

Cách kiểm tra chất lượng của bùn hoạt tính thích hợp nhất là đo nồng độ dyôxyt cacbon và ôxyt nitơ trong khí thoát ra trên bề mặt của bể. Cũng có thể đo nồng độ ôxy trong khí thoát ra từ bề mặt bể aerôten để nhận định về tình hình thông gió cho bể. Có thể sử dụng các cực có tính lựa chọn ion để kiểm tra sự thay đổi của thành phần các chất bẩn trong bể aerôten.

Như trên đã từng nêu với các thông số điều khiển đã lựa chọn và các thông số được đo lường, kiểm tra ta có thể dùng các bộ điều chỉnh có chức năng công nghiệp chung phù hợp để điều khiển hay sử dụng các thiết bị tự động lập trình công nghiệp để điều khiển tập trung các quá trình làm sạch nước thải.

Khi sử dụng kiểu thông gió bằng khí nén, tác động điều khiển có thể làm thay đổi việc dẫn khí vào aerôten theo 3 cách sau đây:

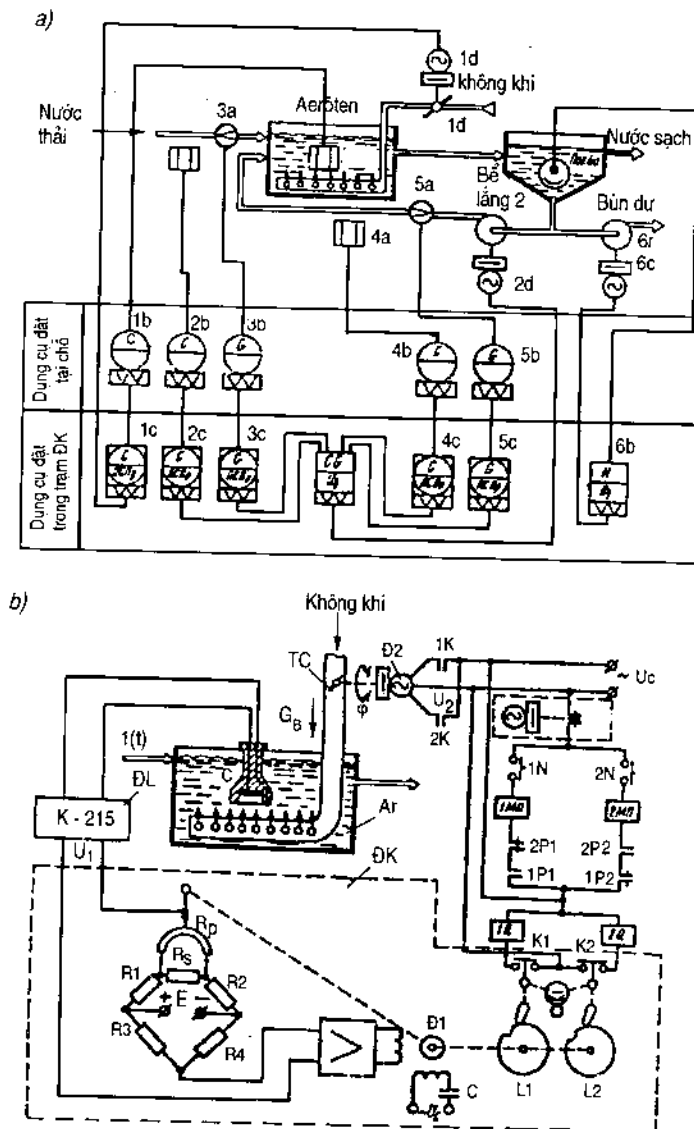
1. Đóng làm việc số lượng lớn hoặc nhỏ các máy nén khí có cùng hoặc khác nhau về công suất bơm.
2. Điều chỉnh công suất của từng máy nén khí bằng cách thay đổi tần số quay của bộ dẫn động điện nhờ có khớp nối điện từ hoặc các bộ biến tần.
3. Điều tiết trong đường ống hút của các máy nén khí.

Khi sử dụng kiểu thông gió bằng cơ học có thể thay đổi việc dẫn không khí bằng cách thay đổi tần số quay của động cơ và độ sâu đặt chìm ống xả khí đục lỗ trong bể aerôten.

Trong sơ đồ hình 7-6a có các dụng cụ để kiểm tra các thông số sau: lưu lượng nước thải, nồng độ ôxy hoà tan, mức bùn hoạt tính trong bể lắng lần hai, lưu lượng bùn hoạt tính quay lại và độ ẩm của bùn hoạt tính. Sơ đồ có bộ điều chỉnh làm nhiệm vụ dịch chỉnh lưu lượng bùn quay lại với việc tính đến sự thay đổi nồng độ rác bẩn của nước thải và sự thay đổi độ ẩm của bùn hoạt tính.

Nhìn vào sơ đồ chức năng ta cũng rõ được các tác động đầu vào và đầu ra của các bộ điều chỉnh riêng rẽ. Có một bộ điều chỉnh ở vị trí 1c chuyên điều khiển việc dẫn khí vào bể aerôten. Tín hiệu đầu vào là nồng độ ôxy hoà tan. Có một bộ điều chỉnh chuyên điều chỉnh việc bơm bùn hoạt tính quay trở lại bể aerôten mà các tín hiệu đầu vào là nồng độ rác bẩn của nước thải, lưu lượng nước thải vào bể, độ ẩm bùn hoạt tính, lưu lượng bùn hoạt tính và một bộ điều chỉnh chuyên dùng để điều khiển việc bơm bùn hoạt tính dư thừa mà đầu vào là mức bùn trong bể lắng lần hai.

Trong sơ đồ 7-6a không thể hiện khâu tự động hoá điều khiển và điều chỉnh công suất của các máy bơm khí vào bể aerôten. Đây là một tổ hợp phức tạp các thiết bị nên sơ đồ điều khiển nó cũng phức tạp.



Hình 7-6: Sơ đồ điều khiển tự động công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học

a) Sơ đồ chức năng điều khiển tổ hợp "aerôten- bể lắng lần hai"

Vị trí 1a : cảm biến nồng độ ôxy hoà tan;

Vị trí 1b, 1c : dụng cụ thử cấp kiểm tra nồng độ ôxy hoà tan và điều khiển việc dẫn không khí vào bể aerôten;

Vị trí 1d, 1d : bộ dẫn động điện và táms chẵn điều chỉnh đường dẫn khí;

Vị trí 2a : cảm biến kiểm tra nồng độ rác bẩn của nước thải;

Vị trí 2b, 2c : dụng cụ thử cấp kiểm tra độ rác bẩn và đưa ra tác động dịch chỉnh về sự đưa bùn hoạt tính quay trở lại;

Vị trí 2r : bộ điều chỉnh bơn bùn hoạt tính;

Vị trí 2d, 2e : bộ truyền động và máy bơm đưa bùn hoạt tính vào bể aerôten;

Vị trí 3a : cảm biến lưu lượng nước thải;

Vị trí 3b, 3c : dụng cụ thứ cấp đo lưu lượng nước thải và dịch chỉnh đưa bùn hoạt tính vào bể aerôten;

Vị trí 4a : cảm biến độ ẩm bùn hoạt tính;

Vị trí 4b, 4c : dụng cụ thứ cấp kiểm tra độ ẩm và dịch chỉnh việc đưa bùn hoạt tính quay trở lại bể aerôten;

Vị trí 5a : cảm biến lưu lượng bùn hoạt tính quay trở lại;

Vị trí 5b, 5c : dụng cụ thứ cấp kiểm tra lưu lượng bùn hoạt tính quay trở lại;

Vị trí 6a : cảm biến kiểm tra mức bùn hoạt tính trong bể lắng lần hai;

Vị trí 6b : bộ điều chỉnh việc lấy bùn hoạt tính dư thừa;

Vị trí 6c, 6r : động cơ điện và máy bơm đẩy bùn hoạt tính dư thừa;

b) Sơ đồ điều chỉnh chế độ oxy trong bể aerôten.

Bể aerôten - đối tượng điều khiển;

ĐL - (vị trí 1a, 1b) - thiết bị đo lường;

ĐK - (vị trí 1c) - thiết bị điều khiển và khuếch đại;

Đ2 - (vị trí 1r) - cơ cấu chấp hành tám chắn;

TC - (vị trí 1d) - tám chắn được điều chỉnh (đóng, mở).

Trên hình 7-6b là sơ đồ điều chỉnh chế độ cung cấp oxy cho bể aerôten. Việc cấp oxy nhiều hay ít là do độ mở của cơ quan được điều chỉnh là tám chắn trên đường khí vào bể aerôten (TC). Điều chỉnh độ mở của tám chắn phụ thuộc vào nồng độ oxy hoà tan trong bể. Độ oxy hoà tan này được đo bằng sơ đồ đo lường gồm cảm biến nồng độ oxy hoà tan C, bộ phận đo lường K-215 có điện áp U_1 đầu ra, qua sơ đồ cầu và được khuếch đại lên, rồi cấp điện cho xtato động cơ hai chiều Đ1. Tuỳ thuộc vào dấu điện áp mà động cơ quay theo chiều này hay chiều kia. Lúc đó các con lắc trên trục động cơ cho phép đóng hoặc mở tiếp điểm K_1 hoặc K_2 trong mạch điều khiển động cơ Đ2 của tám chắn trên đường ống dẫn khí vào bể aerôten. Các khởi động từ 1K và 2K không được phép làm việc đồng thời cho nên nếu tiếp điểm K_1 được đóng thì tiếp điểm K_2 sẽ mở và ngược lại. Điều này thực hiện được nhờ có mối liên hệ cơ học giữa các tiếp điểm K_1 , K_2 và các con lắc L_1 , L_2 của động cơ 2 chiều Đ1.

Trong sơ đồ có tính đến chiều (+) chính là sự thay đổi lưu lượng nước vào bể aerôten.

Khi tám chắn ở vị trí mới sau điều chỉnh phù hợp với độ thay đổi của nồng độ oxy hoà tan trong bể aerôten thì động cơ Đ1 lại được quay trở về vị trí ban đầu, tức là khi đó sơ đồ cầu cân bằng, tiếp điểm K_1 , K_2 đều ở trạng thái mở.

Đối với trạm làm sạch nước thải có nhiều bể aerôten phải có sơ đồ tự động hoá việc phân phối đều nước thải đến các bể.

Việc tự động hoá tổ hợp bể biôphin và bể lắng lần 2 cũng tương tự như tổ hợp bể aerôten và bể lắng lần 2.

7.4. TỰ ĐỘNG HOÁ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ CẠN BÃ

Trong các công trình xử lý cặn bã có hai quá trình thường được áp dụng tự động hoá đó là: quá trình lên men cặn trong bể metan và quá trình khử nước khỏi cặn trong các bể lọc chân không. Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu hai công trình đó.

7.4.1. Tự động hoá bể metan

Để bùn có thể lên men tốt, nó phải được làm nóng đến nhiệt độ quy định nào đó và nhiệt độ đó phải đều khắp toàn khối tích của bùn trong bể. Vậy nhiệm vụ tự động hoá ở đây là giữ nhiệt độ của bùn lên men ở giới hạn cho trước và điều khiển việc khuấy đảo bùn cho nóng đều toàn bộ khối tích bể. Ngoài ra còn phải kiểm tra các thông số đặc trưng cho công tác hiệu quả của bể metan. Các thông số đó là: lưu lượng bùn tươi và bùn đang lên men, mức bùn trong bể metan, áp suất khí, lưu lượng khí thoát ra từ bể, nhiệt độ của bùn, độ pH và nhiều thông số liên quan khác.

Để hâm nóng bùn và khuấy đảo bùn thường có hai cách :

1. Dùng máy bơm bơm hơi nước nóng vào đáy bể qua đường ống đục lỗ cho đều. Với một áp suất nhất định hơi nước sẽ có tác dụng vừa cấp nhiệt cho bùn lại vừa khuấy đảo bùn đều khắp bể.

2. Dùng bơm phụt tia hơi nước nóng vào bể metan. Cách này việc lan toả nhiệt trong bùn chậm, nên đồng thời phải dùng thêm các băng nâng thuỷ lực làm tăng khả năng khuấy đảo bùn. Thường có thể dùng một bơm làm việc với vài băng nâng thuỷ lực.

Dù ta dùng cách nào đi nữa thì trong hệ thống điều khiển tự động vẫn phải tạo ra được mối liên hệ ngược giữa nhiệt độ bùn trong bể metan với bộ điều khiển các máy bơm và các khoá van tương ứng cần thiết. Mối liên hệ ngược đó có được là nhờ sử dụng cảm biến là nhiệt kế điện trở.

Trong cách thứ nhất cảm biến - nhiệt kế điện trở được đặt ở giữa bể metan. Sự thay đổi nhiệt độ bùn từ cảm biến được truyền đến dụng cụ đo lường thứ cấp có tiếp điểm điện. Khi nhiệt độ ở dưới giới hạn đã cho trước thì máy bơm đảo bùn và khoá van trên đường ống dẫn của nó được dẫn vào làm việc. Cùng lúc đó van điện từ trên đường ống dẫn hơi nước nóng được mở ra và hơi nước để làm nóng bùn được dẫn vào ống hút của máy bơm. Kết quả bùn trong bể metan vừa được trộn đảo vừa được nóng lên. Khi nhiệt độ bùn tăng đến giới hạn cho trước (lúc đó sự lên men bùn có kết quả tốt); nhiệt kế điện trở có tiếp điểm điện đưa xung đến đóng khoá van trên đường ống dẫn hơi nước nóng, tắt máy bơm và đóng khoá van trên đường ống dẫn lại.

Trong cách thứ 2, khi dùng máy bơm tia phụt hơi nước nóng thì nhiệt kế điện trở được dùng với số lượng nhiều hơn. Chúng được đặt ở cả giữa bể, ở thành bể để kiểm tra nhiệt độ bùn ở nhiều vị trí khác nhau. Các nhiệt kế đó có tiếp điểm điện: khi nhiệt độ chưa đến giới hạn cần cho bùn lên men thì các tiếp điểm điện cho phép máy bơm phụt hoặc băng nâng thuỷ lực vào làm việc. Thường các băng nâng thuỷ lực được làm việc theo chương trình thời gian đã lập sẵn bởi thiết bị cho lệnh KEP-12. Khi bùn có nhiệt độ cần thiết để lên men, các tiếp điểm điện của nhiệt kế điện trở lại cho tín hiệu ngừng hoạt động máy bơm và băng nâng thuỷ lực. Thường các băng nâng thuỷ lực không được khởi động hoặc tắt đồng thời mà phải theo tuần tự cho sẵn.

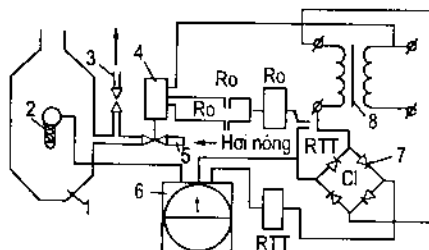
Nếu trong trạm xử lý cần có vài bể metan thì các thiết bị tự động còn làm một nhiệm vụ nữa là phân phối bùn tươi đều cho các bể. Để làm được điều này trong trạm phải có phòng phân phối tải riêng và các thiết bị phụ cần cho phòng đó như thông gió, đo lường...

Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu một vài sơ đồ tự động hoá điều chỉnh nhiệt độ bùn của bể metan.

- Sơ đồ thứ 1

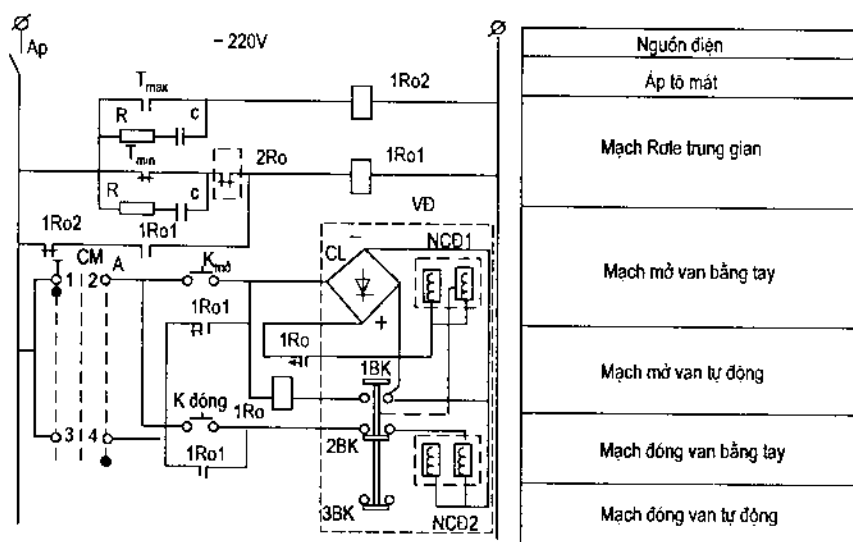
Hình 7-7: Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh nhiệt độ bùn trong bể metan

- 1- Bể metan; 2- Nhiệt kế điện trở; 3- Đường dẫn nước ngưng tụ; 4- Cơ cấu chấp hành loại tỷ lệ P; 5- Ống dẫn hơi nước; 6- Nhiệt kế tiếp điểm có điều chỉnh bằng từ tính; 7- Chỉnh lưu; 8- Biến thế.



Khi nhiệt độ bùn dưới giá trị đã cho các tiếp điểm điện của nhiệt kế tiếp điểm thủy ngân bật ra làm ngắt mạch cuộn dây role thông tin RTT và bằng tiếp điểm thường đóng RTT của nó đóng mạch cuộn dây role trung gian R_0 . Tiếp điểm thường mở của role R_0 đóng mạch nguồn cấp cho cơ cấu chấp hành tỷ lệ P. CCCH tỷ lệ 4 mở khoá van đưa hơi nước nóng vào bể metan đồng thời đóng khoá van đường nước ngưng tụ. Nhờ hơi nước dẫn vào bùn trong bể có nhiệt độ tăng dần đến nhiệt độ đã cho. Thời điểm nhiệt độ bùn đến nhiệt đã định cũng là lúc role thông tin RTT tác động và làm ngắt nguồn cuộn dây role trung gian R_0 . Các tiếp điểm của role R_0 làm đóng mạch nguồn cấp cho CCCH tỷ lệ 4 trong trường hợp ngược lại. CCCH đóng khoá van không cho hơi nóng vào bể metan và cùng lúc đó là khoá van trên đường nước ngưng tụ được mở ra. Cảm biến nhiệt độ chính là nhiệt kế điện trở TX-100.

- *Sơ đồ thứ 2* : hình 7-8 là sơ đồ điện ổn định tự động nhiệt độ bùn trong bể metan.



Hình 7-8: Sơ đồ ổn định tự động nhiệt độ căn trong bể metan

CM - cầu dao chuyển mạch; R - điện trở không đổi; Ap - aptômát mạch điều khiển;

CL - chỉnh lưu; C - tụ điện; VD - van điện; 1BK...3BK - block tiếp điểm của van hơi nước nóng; NCD - nam châm điện.

Việc ổn định nhiệt độ bùn trong bể metan được thực hiện tự động bằng cách mở van trên đường ống dẫn hơi nước nóng vào bể khi nhiệt độ ở dưới giá trị đã cho, và đóng khoá van đó khi nhiệt độ cao hơn giá trị đã cho. Khoá van được dùng ở đây là van điện từ. Nhiệt kế tiếp điểm điện sẽ là cảm biến trong sơ đồ. Một cặp tiếp điểm của cảm biến được ở vị trí đóng khi nhiệt độ ở dưới định mức $T_{\min}$; cặp tiếp điểm thứ 2 - ở vị trí đóng khi nhiệt độ ở trên định mức $T_{\max}$.

Sơ đồ làm việc như sau: khi nhiệt độ giảm dưới mức đã định role trung gian $1R_{01}$ được cấp điện qua tiếp điểm $T_{\min}$ và tiếp điểm thường đóng $2R_0$. Các tiếp điểm thường mở $1R_{01}$ ở các mạch khác được đóng lại liên động. Nhiệt độ bùn tăng lên đến giá trị đã cho tiếp điểm $T_{\max}$ đóng mạch cung cấp cho role $1R_{02}$ ngắt mạch cung cấp role $1R_{01}$.

Khi role $1R_{01}$ tác động, nam châm điện của van NCD1 nhận được nguồn cung cấp qua mạch kín sau: tiếp điểm 3-4 cầu dao chuyển mạch tự động - tiếp điểm thường mở $1R_{01}$ - về cầu của chỉnh lưu CL - tiếp điểm đóng role $1R_0$ - nam châm điện NCD1 - về thứ hai của cầu chỉnh lưu CL. Kết quả của điều này là dòng điện chạy qua nam châm điện và khoá van được mở ra. Trong sơ đồ có mắc thêm role trung gian $1R_0$ để tránh xung động cho phần ứng của khoá van. Nhờ có sự ngắt tiếp điểm $1R_0$ với mức độ chậm lại 1,1 giây sau khi cuộn dây của role đó mất điện. Blok tiếp điểm của khoá van 1BK đảm bảo cho xung đủ độ kéo dài để mở khoá van.

Sau khi role $1R_{01}$ bị mất điện, nam châm điện đóng khoá van NCD2 được cấp điện qua mạch: tiếp điểm 3-4 của cầu dao chuyển mạch CM, tiếp điểm thường đóng $1R_{01}$, tiếp điểm cầu dao có nấc cuối của khoá van 2BK, nam châm điện NCD2 và một về cầu chỉnh lưu CL. Kết quả là khoá van được đóng lại tự động.

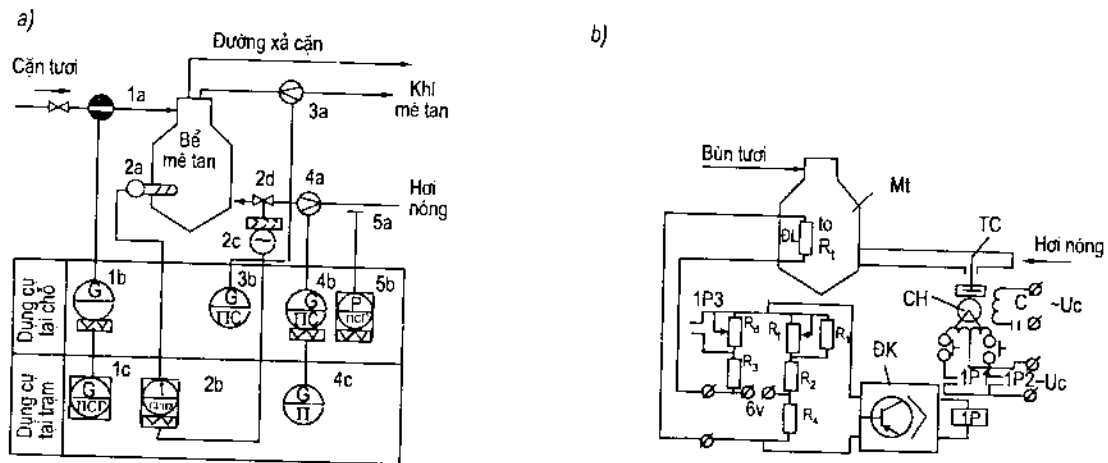
Nếu trạm xử lý cần có nhiều bể metan, không nên đồng thời cho hơi nóng vào các bể metan mà nên đưa vào lần lượt từng bể một. Khi nhiệt độ bùn ở bể trước đó đạt đến mức đã cho thì ngắt đường hơi nóng dẫn vào bể đó, mà cho hơi nóng vào bể tiếp theo. Cũng có thể điều khiển bằng tay việc mở van, đóng van cho hơi vào bể metan bằng cách ấn nút bấm $K_{\text{đóng}}$, $K_{\text{mở}}$. Trong sơ đồ có mạch tự điện và điện trở - chính là mạch phóng tia lửa điện để giảm nhẹ công việc cho tiếp điểm của nhiệt kế $T_{\max}$, $T_{\min}$.

Nhiệt độ của bùn bể metan được đo bằng nhiệt kế điện trở đặt ở điểm trên, điểm dưới và điểm giữa bể. Tín hiệu về nhiệt độ ở điểm giữa được đưa đến nơi điều khiển đặt tại chỗ nhờ có role tín hiệu, còn nhiệt độ ở điểm trên và dưới được đo bằng nhiệt kế điện trở ETMKH và dụng cụ thứ cấp - lôgômét LPR - 53 đặt ở bảng điều khiển trong trạm điều phối. Áp suất hơi được kiểm tra bằng áp kế EKM - 1.

• Sơ đồ thứ 3:

Sơ đồ có chú trọng đến việc kiểm tra các thông số làm việc chính của các bể metan bằng các dụng cụ đo tự động đã có trên thị trường. Các dụng cụ đó được đặt trong tủ điều khiển ở gần điều khiển các bể metan và ở trạm điều độ. Để đơn giản sơ đồ các thông số kiểm tra chỉ được truyền về trạm điều khiển bằng các đèn tín hiệu cho biết giới hạn chuẩn của đại lượng và sự xuất hiện các độ lệch của chúng với thông số thực tế.

Ngoài ra trong sơ đồ còn có các dụng cụ đo lường nhiệt độ bùn trước bể mê tan, đo nhiệt độ và áp suất khí mê tan, đo nồng độ khí mê tan trên đường thoát ra của khí (dụng cụ OA- 2209 trong tổ hợp với bloc đo lường và dụng cụ MCP-1), kiểm tra độ bẩn của đường ống dẫn bùn, kiểm tra công tác của các máy nâng thuỷ lực trộn đảo bùn và các máy bơm cặn, các quạt gió ở các buồng điều khiển.



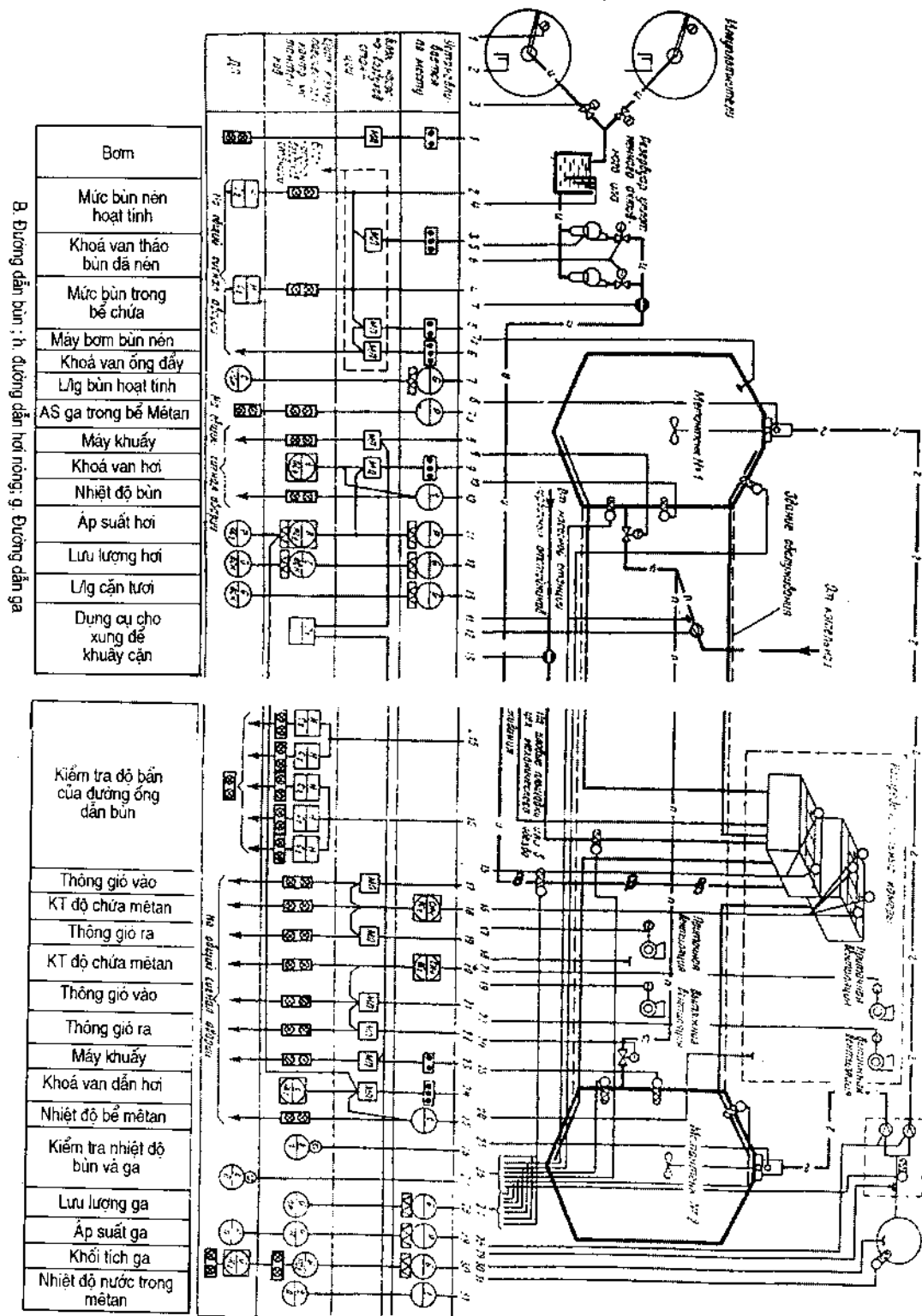
Hình 7-9: Sơ đồ kiểm tra tự động và điều chỉnh nhiệt độ trong bể mê tan có bộ điều chỉnh PTR- 2 (bộ điều chỉnh bán dẫn PTR- 2)

a) Sơ đồ nguyên lý: Vị trí 1a- cảm biến điện tử về lưu lượng; Vị trí 1b- máy đo thứ cấp về lưu lượng cặn; Vị trí 2a- cảm biến nhiệt độ, máy đo nhiệt độ bằng chất bán dẫn loại MMT-4; Vị trí 2b- bộ điều chỉnh nhiệt độ bán dẫn loại PTR-2; Vị trí 2c- CCCH tỷ lệ; Vị trí 2d- van điều chỉnh; Vị trí 3a- cảm biến lưu lượng kiểu màng hộp ĐKN-10; Vị trí 3b- áp kế vi sai tự ghi đồ thị kiểu vòng ĐK-TX; Vị trí 4a- cảm biến lưu lượng có màn ngăn kiểu hộp ĐKN-10; Vị trí 4b - máy tự ghi đồ thị kiểu xi phong ĐXX-734; Vị trí 4c- áp kế tự chỉ; Vị trí 5a- Nơi trích đo áp suất hơi; Vị trí 5b- áp kế tự chỉ cho tín hiệu về giá trị tới hạn của áp suất hơi nước nóng.
b) Sơ đồ điện: Mt- bể mê tan. DL -(vị trí 2a)- phân tử đo lường; ĐK -(vị trí 2b)- bộ điều chỉnh và khuếch đại; CH -(vị trí 2c)- chấp hành; TC -(Vị trí 2d)- tấm chắn hay van điều chỉnh.

• **Sơ đồ thứ 4:** TĐH các bể mê tan trên hình 7-10. Ở đây có một nhóm bể gồm 2 bể. Việc ổn định nhiệt độ bùn trong bể mê tan cũng như các sơ đồ trước là nhờ có đưa hơi nước nóng vào bể qua khoá van có bộ truyền động được điều khiển từ bộ điều chỉnh theo nhiệt độ bùn. Việc điều hoà nhiệt độ trong bể được thực hiện nhờ có máy khuấy.

Bùn hoạt tính được bơm tới buồng phân phối tải và bùn tươi từ các bể lắng lần 1 được bơm tới đó. Từ buồng phân phối bùn được đưa về các bể mê tan. Khí mê tan được lấy ra từ các bể mê tan được tập trung ở các bình nén khí.

Trong sơ đồ có đo lường tất cả các thông số như: nhiệt độ bùn, nhiệt độ khí mê tan, lưu lượng, áp suất khí mê tan, mức bùn, lưu lượng hơi nước nóng, áp suất hơi nước nóng... Ngoài ra còn kiểm tra mức độ bẩn, tắc của đường ống dẫn bùn để tiến hành vệ sinh đường ống.



Hình 7-10: Sơ đồ tự động hoá nhóm bể métan

7.4.2. Tự động hoá bể lọc chân không

Nhiệm vụ của các thiết bị tự động là điều tiết chất phản ứng vào bể lọc chân không, là điều khiển máy hút khí tạo chân không, điều khiển máy bơm bùn, điều chỉnh tải vào các bể lọc và kiểm tra công nghệ tất cả các quá trình và sự làm việc của các thiết bị trong quá trình tách nước của cặn.

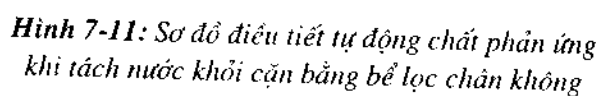
Sau đây chúng ta hãy nghiên cứu một sơ đồ tự động hoá bể lọc chân không làm ví dụ. Nhiệm vụ chính của sơ đồ là điều tiết chất phản ứng vào bùn trước khi nó được đưa qua bể lọc chân không. Thông số để điều khiển được chọn là lưu lượng bùn đưa tới bể và sự thay đổi điện trở suất của bùn trong bể. Điện trở suất được coi là thông số đặc trưng cho sự tách nước của bùn.

Trên hình 7-11a là thiết bị điều tiết liều lượng chất phản ứng vào bể lọc chân không. Hình 7-11b là sơ đồ điện của thiết bị. Trong sơ đồ có sử dụng bộ điều chỉnh điện tử ER-1 và dụng cụ cho lệnh KEP-12. Hệ thống làm việc theo vòng tuần tự nối tiếp với thời gian kéo dài cần thiết do thiết bị ra lệnh theo chương trình cho sẵn. Bùn cần xử lý được đưa đến máng hoà trộn 1, ở đó nó được hoà trộn với chất phản ứng hoá học được dẫn đến từ bể 3. Khóa van 4 có bộ dẫn động điện 2 có nhiệm vụ điều chỉnh lưu lượng chất phản ứng vào máng. Trên hình 7-11b có bộ truyền động điện của thiết bị ra lệnh KEP-12 là động cơ Đ sẽ cho ra các lệnh đóng mở khoá van để điều tiết chất phản ứng hoá học. Đầu tiên Đ là thiết bị ra lệnh cho tiếp điểm K_1 đóng lại làm động cơ 5 được cấp điện tuần hoàn và mở tấm chắn 6 cho bùn đã hoà trộn với chất phản ứng hoá học tràn vào dây máng 7. Thiết bị ra lệnh tiếp, làm tiếp điểm K_2 đóng lại, cho xung tới đóng tấm chắn và đồng thời mở van đường ống hút chân không 9 nhờ có bộ truyền động cảm ứng 8. Ở phễu 10 có đặt mức bùn xác định, còn cặn thừa được đưa tiếp theo đường ống thoát.

Lúc này sự lọc được bắt đầu. Dưới tác dụng của chân không cặn bùn được lọc qua vải lọc 11, nước được lọc vào bể 12. Bể lọc chính là phần hình trụ 12.

Dưới tác dụng của trọng lực phần nước lọc, màng nhạy cảm 13 bị uốn cong, lõi thép 14 gắn liền với màng lọc thay đổi vị trí trong cuộn cảm 15. Qua một khoảng thời gian cho trước, có lệnh đóng tiếp điểm K_3 . Vị trí của lõi thép 14 thay đổi làm thay đổi dòng cảm ứng và tác động lên bộ phận đo lường của bộ điều chỉnh quang điện tử FER-1. Rồi tiếp điểm K_4 đóng lại, xung từ FER-1 truyền đến động cơ 2 đóng van điều chỉnh lưu lượng chất phản ứng 4. Rồi tiếp điểm K_5 đóng lại cho phép van 18 mở ra nhờ có động cơ cảm ứng 19 và đẩy phần nước đã được lọc vào đường ống thoát. Sau đó tiếp điểm K_7 được đóng lại và mở van đưa nước rửa 16 vào bể nhờ có bộ dẫn động 17.

Khi đóng tiếp điểm K_7 , một lần nữa van 18 mở ra để đẩy nước đã rửa bể ra ngoài đường thoát. Tới đây là kết thúc vòng làm việc của bể lọc chân không. Nếu độ lệch của đại lượng điện trở suất bùn lọc không loại trừ được sự tăng (hoặc sự giảm) liều lượng chất phản ứng thì van điều chỉnh một lần nữa nhận được xung để mở ra hay đóng vào. Cứ thế tiếp tục cho đến khi nào vị trí của van điều chỉnh tương ứng với đại lượng đã cho sẵn của điện trở suất của bùn lọc. Trong sơ đồ có sử dụng biến thế ổn áp 20 và chỉnh lưu 21.



7.5.1. Những đặc điểm của tự động hoá các công trình làm sạch nước thải công nghiệp

191

một khi đã áp dụng tự động hoá vào các công trình làm sạch đều đem lại lợi ích chung là: tăng độ tin cậy làm việc, đơn giản hoá việc điều khiển công trình, tăng hiệu quả kinh tế cho công trình đó. Đặc biệt đối với các công trình nước thải công nghiệp có tính chất độc hại với sức khỏe con người.

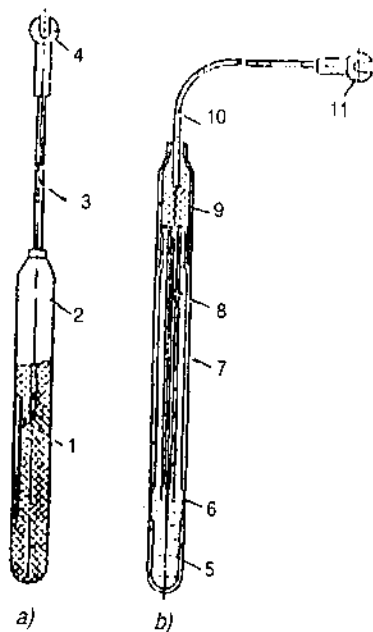
Trong quá trình làm sạch nước thải có sử dụng một số chất phản ứng để thực hiện trung hoà nước thải (trong đó có vôi là rẻ nhất). Vậy tự động hoá cần phải làm nhiệm vụ điều khiển việc điều tiết các chất phản ứng sao cho phù hợp với dao động về lưu lượng và về thành phần của nước thải. Có nhiều trường hợp mức dao động đó nằm trong khoảng khá rộng. Vì vậy việc điều tiết chất phản ứng phải được thực hiện song song và tức thời với việc kiểm tra các thông số của nước thải. Có làm như vậy việc xử lý nước thải mới tiến hành thuận lợi.

Thông số cần kiểm tra cho quá trình trung hoà nước thải là độ pH -chỉ số nồng độ hoạt tính của các ion hydro. Ngoài ra vấn đề lựa chọn các máy điều tiết và cơ quan điều chỉnh chất phản ứng cũng cần được lưu tâm.

Chúng ta biết vôi trong thiên nhiên là dạng cục. Để điều tiết ta phải nghiền nhỏ, tôi vôi, làm sạch cặn bã của vôi sữa trong máy xay thủy lực, máy phân phối hoặc trong các bể lắng. Và cuối cùng có dung dịch vôi ở dạng nhão để đưa vào máy điều tiết. Do tính chất dung dịch vôi ở dạng nhão nên phải có thiết bị điều tiết chuyên dụng, không nên dùng các máy điều tiết có chức năng chung cho các loại dung dịch chất phản ứng khác. Khi điều tiết tự động luôn quan tâm đến quan hệ giữa độ pH của nước thải và lượng chất phản ứng được đưa vào quy trình trung hoà.

Trong nước thải công nghiệp ngoài các axit ra nếu có chứa các muối kim loại thì việc xử lý phải quan tâm thêm một thông số nữa là độ dẫn điện của nước thải ban đầu - chỉ số về các độ chứa muối kim loại trong nước thải.

Ví dụ: mối liên kết độc hại với xian và crôm hoá trị 6 chẳng hạn. Trong trường hợp này phải liên tục kiểm tra các nồng độ dư của các chất xian và crôm, điều tiết các chất phản ứng sao cho phù hợp để loại trừ được các chất đó. Để kiểm tra nồng độ xianit và crôm trong nước thải công nghiệp có các cảm biến đo nhà máy sản xuất dụng cụ đo lường Gômel (Belarus) sản xuất là XA-1 và XCr-1.



Hình 7-12: Cấu trúc của cảm biến XA-1

a) Cực đo lường: 1- Tiếp điểm làm từ vàng lá; 2- Thanh bằng nhựa; 3- Dây dẫn; 4- Đầu nối. b) Cực phụ: 5- Dung dịch điện phân; 6- Màng hình trụ; 7- Vỏ cực điện; 8- Cực clorua bạc; 9- Ống chụp bằng nhựa; 10- Dây nối; 11- Đầu nối.

Dụng cụ XA-1 cho phép kiểm tra quá trình ôxy hoá của các xian đơn giản và các xian tổ hợp bằng các phản ứng ôxy hoá khử.

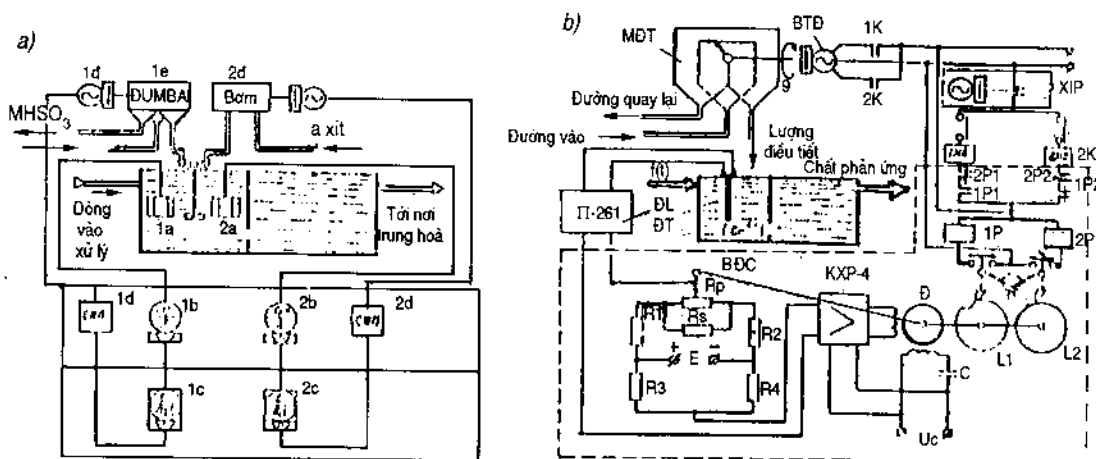
Dụng cụ XCr-1 để kiểm tra sự khử crôm hoá trị 6 sang crôm hoá trị 3 trong xử lý nước thải bằng chất phản ứng phù hợp (hình 7-12a,b).

Trong tổ hợp của dụng cụ XCr-1 có cảm biến đặt chìm loại ETEP -2; bộ biến đổi П-1; dụng cụ thứ cấp tự chỉ loại M 303K.

7.5.2. Sơ đồ tự động hoá quá trình tách các chất có chứa crôm ra khỏi nước thải

Trên hình 7-13a là sơ đồ nguyên lý khi tự động hoá tách các hợp chất crôm hoá trị 6 khỏi nước thải. Phía trên bể hoà trộn có hai máy điều tiết: bên trái điều tiết bisulfít MHSO_3 bằng máy điều tiết ĐUMBA, bên phải là bơm điều tiết axit. Thông số để giúp cho việc điều tiết MHSO_3 là nồng độ các hợp chất chứa crôm hoá trị 6 trong nước thải, được đo bởi cảm biến XCr-1 cùng với các máy đo thứ cấp có bộ điều chỉnh kèm theo (vị trí 1c), có cơ cấu chấp hành loại MEK làm việc theo xung ngắt quãng điều chỉnh việc dẫn MHSO_3 vào nước thải. Máy bơm điều tiết axit vào bể hoà trộn có cơ cấu chấp hành điện cũng được điều khiển bởi dụng cụ thứ cấp đo độ pH kèm theo bộ điều chỉnh (vị trí 2c) theo các xung dứt quãng.

Hình 7-13b là sơ đồ điện cụ thể việc điều tiết chất phản ứng để khử crôm hoá trị 6 với thiết bị điều tiết là ĐUMBA (về trái của sơ đồ nguyên lý).



Hình 7-13: Sơ đồ tự động hoá quá trình tách các chất có chứa crôm ra khỏi nước thải

a) Sơ đồ nguyên lý: Vị trí 1a- cảm biến của dụng cụ XCr-1 dạng chìm ETRP -2; 1b- bộ biến đổi của dụng cụ XCr-1 loại П-261; 1c- dụng cụ thứ cấp - điện kế điện tử loại KXP có thiết bị điều chỉnh; 1d- bộ ngắt xung theo bậc thang loại XIP -01; 1e- cơ cấu chấp hành loại MEK; 1e- bộ điều chỉnh của dụng cụ điều tiết ĐUMBA; Vị trí 2a- cảm biến đo độ pH dạng chìm ĐRG-4; 2b- bộ biến đổi của pH mét loại pH-261; 2c- dụng cụ thứ cấp - điện kế điện tử loại KXP có thiết bị điều chỉnh 2 vị trí; 2d- bộ ngắt xung bậc thang loại XIP - 01; 2d- cơ cấu chấp hành.

b) Sơ đồ điện: DT- đối tượng điều khiển; DL - phân tử đo lường; BDC- bộ điều chỉnh và khuếch đại; BTĐ- bộ truyền động kiểu xung; MDT - máy điều tiết.

7.6. TỰ ĐỘNG HOÁ KIỂM TRA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ CỦA CÁC QUÁ TRÌNH LÀM SẠCH NƯỚC THẢI

Như chúng ta đã biết một hệ thống điều khiển kín bao giờ cũng đem lại độ chính xác cao hơn hệ thống hở. Bởi vì có sự quản lý sát sao các thông số cần điều khiển thường xuyên từ đối tượng. Bởi vậy trong tự động hoá các công trình làm sạch nước thải vấn đề kiểm tra tự động các thông số công nghệ của các quá trình xảy ra trong đó là rất quan trọng.

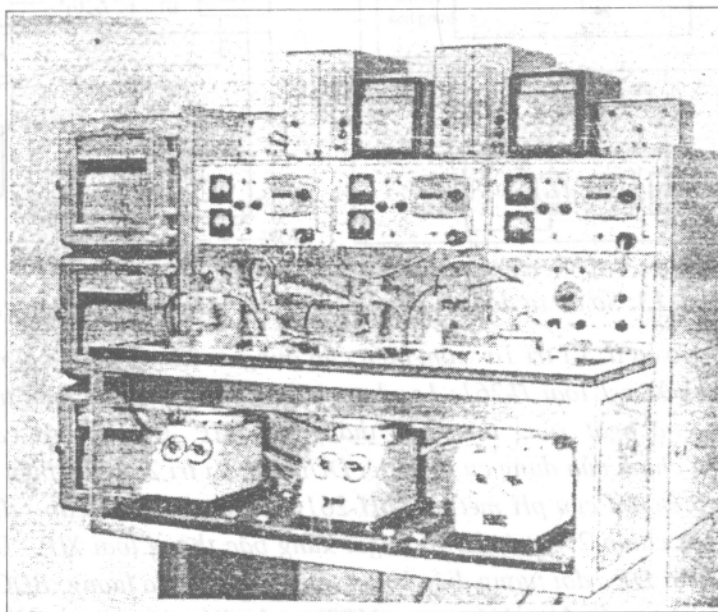
Để có thể tiến hành việc đo lường tự động các thông số công nghệ của các quá trình làm sạch nước thải phải tìm kiếm các nguyên lí và chế tạo các cảm biến, các dụng cụ đo lường, tìm các cách truyền các chỉ số đo lường đi xa. Đặc biệt phải áp dụng được những tiến bộ mới về mặt khoa học công nghệ khi chế tạo sản xuất các thiết bị đó.

Việc đo tự động một số các thông số công nghệ là rất phức tạp. Ví dụ: xác định nhu cầu oxy cho các phản ứng sinh học khi xử lí nước thải (BOĐ), xác định lượng oxy hoà tan trong nước thải, xác định độ ẩm của cặn và xác định hàm lượng crôm, nitơ, sulfat, photpho, kali...

Nhân đây chúng ta hãy nêu ra một vài dụng cụ đo lường tự động các thông số nước thải.

Dụng cụ OBPK-1 để xác định nhu cầu về oxy cho các phản ứng sinh học trong nước thải. Dụng cụ đó chính là một tổ hợp nhiều thiết bị được ghép nối nhau gồm 3 bloc công nghệ; mỗi bloc công nghệ có các dụng cụ đo sơ cấp và thứ cấp tương xứng như nhau. Ngoài ra có bloc nguồn chung và bloc điều chỉnh nhiệt độ.

Trên hình 7-14 là dạng chung của thiết bị OBPK-1 và hình 7-15 là sơ đồ cấu trúc của hô hấp kế xác định BOĐ của nước thải hay gián tiếp xác định tốc độ oxy hoá các chất hữu cơ.

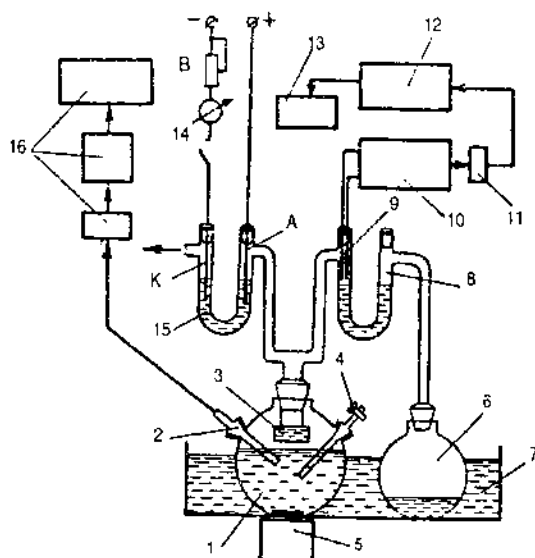


Hình 7-14: Dạng chung của thiết bị OBPK-1

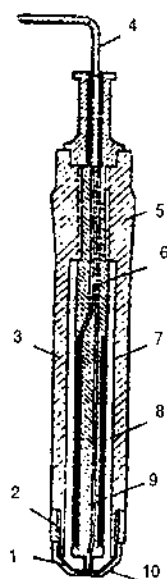
Các dụng cụ để đo nồng độ oxy hoà tan có thể sử dụng loại EG-152-003 và KL-115.

Dụng cụ KL-115 dùng để đo liên tục nồng độ oxy một cách trực tiếp trong bể aerôten và có thể sử dụng trong hệ thống điều chỉnh việc đưa khí vào làm thông thoáng cho nước thải. Dụng cụ cấu tạo từ cảm biến và bộ biến đổi có đầu ra đã được chuẩn hoá để nối với các dụng cụ điều chỉnh loại KXP và các thiết bị điều chỉnh khác. Cơ sở của dụng cụ là phương pháp đo cực phổ. Điện áp phân cực cho bởi nguồn dòng điện bên ngoài.

Cảm biến máy phân tích cực phổ oxy hoà tan (hình 7-16) được làm ở dạng đôi cực, gồm catốt 1 làm từ một tấm kim loại (Li) mỏng và anốt 8 ở dạng hình trụ bằng chì được đặt trong dung dịch chất điện phân 7 và màng nhựa 10 ở trạng thái đóng kín. Katốt 1 được gắn vào vỏ 3 (làm từ kính hữu cơ), trên đó có gắn chặt ốc 2 của màng ngăn 10. Anốt 8 được giữ chặt trên hình trụ 9 (được làm từ chất thuỷ tinh hữu cơ). Cảm biến được đặt trong vỏ nhờ có tấm mỏng 5 hoặc được nhấn chìm trong nước thải bằng một kết cấu riêng. Cảm biến được nối đến bộ khuếch đại điện tử bằng 1 cáp 4. Dây dẫn điện từ catốt 1 và anốt 8 được nối đến khuếch đại bằng kênh riêng 6.



Hình 7-15: Sơ đồ khối công nghệ của thiết bị OBPK-1



Hình 7-16: Cấu tạo của cảm biến dùng để đo oxy hoà tan trong nước thải

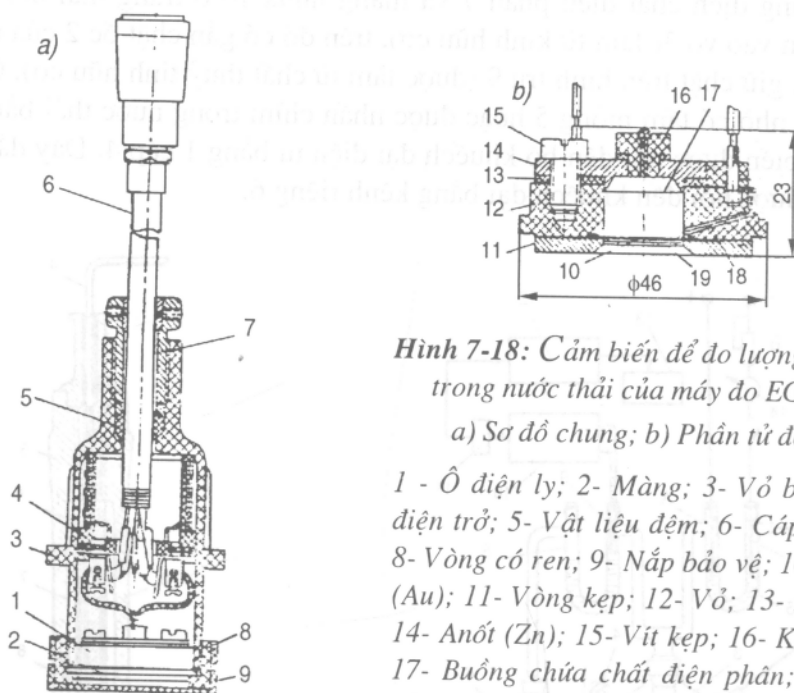
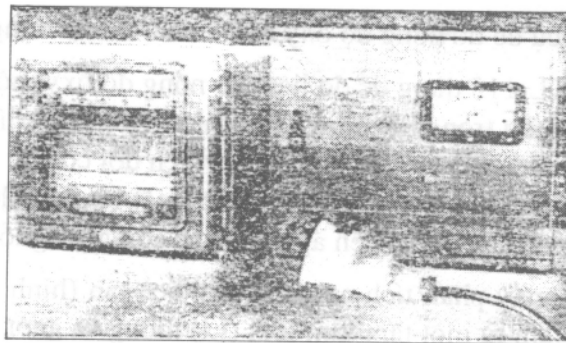
Oxy ở dạng phân tử khuếch tán từ nước thải qua màng 10 tới catốt 1 trên nền là các thành phần còn lại của nước và chất bị khử. Trong kết quả các phản ứng điện-hoá có tạo thành các hydroxyt chì ($PbOH$). Trên đầu ra của cảm biến phát ra tín hiệu dòng điện tỷ lệ với độ chứa oxy hoà tan trong nước.

Anốt 8 dùng để đảm bảo điện thế tương xứng với katốt 1, đủ để khử oxy; còn chất điện phân 7 đảm bảo quan hệ điện phân giữa anốt và katốt.

Vật liệu màng nhựa 10 có độ dày từ $5 \cdot 10^{-6}$ m đến $80 \cdot 10^{-6}$ m.

Trên hình 7-17, 7-18, 7-19, 7-20 là một vài loại máy đo các thông số công nghệ.

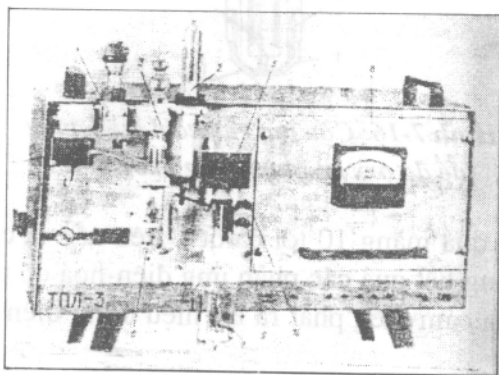
Hình 7-17: Máy đo oxy hoà tan loại EG-152-003



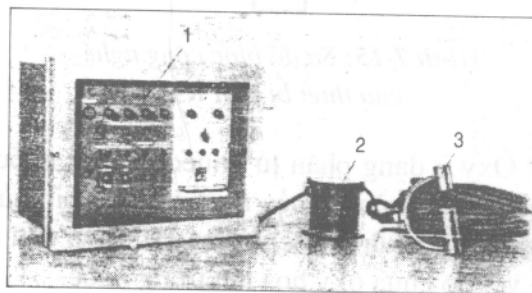
Hình 7-18: Cảm biến để đo lượng oxy hoà tan trong nước thải của máy đo EG-152-003

a) Sơ đồ chung; b) Phần tử đo lường;

1 - Ô điện ly; 2- Màng; 3- Vỏ bọc; 4- Nhiệt điện trở; 5- Vật liệu đệm; 6- Cáp; 7- Đai ốc; 8- Vòng có ren; 9- Nắp bảo vệ; 10- Catốt lưới (Au); 11- Vòng kẹp; 12- Vỏ; 13- Đệm cao su; 14- Anốt (Zn); 15- Vít kẹp; 16- Kalíp nút ren; 17- Buồng chứa chất điện phân; 18- Đầu ra của katốt; 19- Màng.



Hình 7-19: Máy TPL-3 để xác định nhu cầu oxy cho các phản ứng hoá học (COD)



Hình 7-20: Máy đo mực cạn với cảm biến quang điện trở XUF-42

1- Thiết bị cho tín hiệu và chương trình đo; 2- Biến áp; 3- Cảm biến quang điện trở.

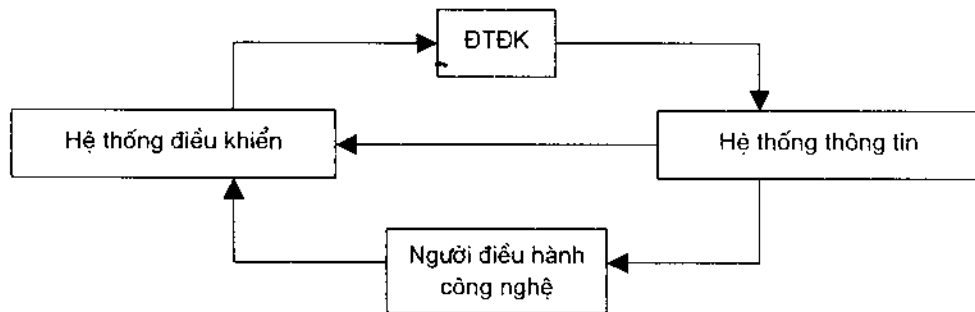
Chương 8

CÁCH TỔ CHỨC CÔNG VỤ ĐIỀU ĐỘ VÀ HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ HỆ THỐNG CẤP VÀ THOÁT NƯỚC

8.1. HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN CẤP VÀ THOÁT NƯỚC THÀNH PHỐ

Từ những năm giữa thế kỉ XX, vấn đề điều khiển tự động 1 quá trình sản xuất đã được chú ý. Ở các nước phát triển đã xuất hiện các hệ thống tự động hoá điều khiển các quá trình công nghệ (HTTĐHĐKQTCN).

Hệ thống tự động hoá điều khiển các quá trình công nghệ cho biết mối quan hệ giữa đối tượng điều khiển (quá trình công nghệ) và người điều hành quá trình đó thông qua hai hệ thống kĩ thuật là hệ thống điều khiển và hệ thống thông tin. Điều đó được thể hiện qua sơ đồ chức năng chung của hệ thống liên hợp tự động điều khiển quá trình công nghệ vẽ trên hình 8-1.



Hình 8-1: Sơ đồ chức năng của hệ thống liên hợp tự động điều khiển quá trình công nghệ

Hệ thống thông tin có nhiệm vụ thực hiện các chức năng thông tin. Các chức năng này cho phép giám sát quá trình công nghệ; cụ thể là thu thập, bảo quản, thống kê và ghi lại các thông tin đã diễn biến của quá trình cần điều khiển cho dự báo trước các tình huống sự cố hay thông tin về sự thay đổi yêu cầu đặt trước của quá trình.

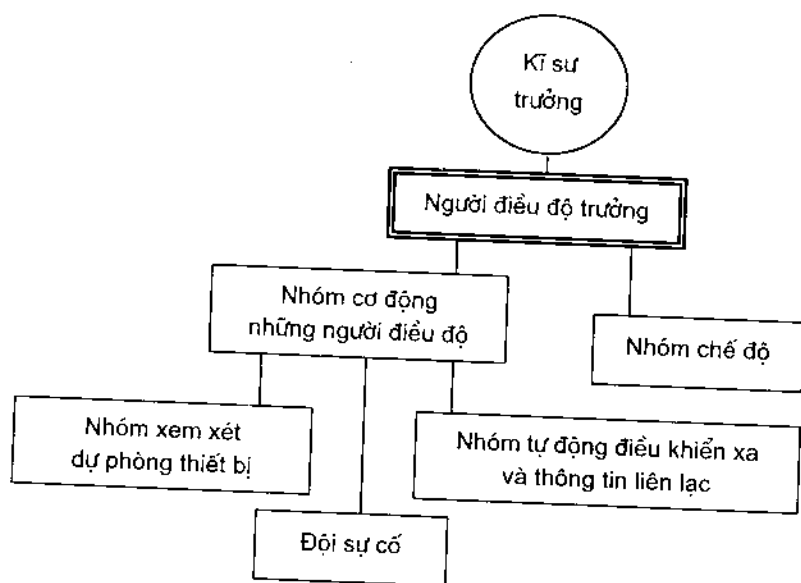
Hệ thống điều khiển dùng để tạo ra và thực hiện các tác động điều khiển dựa trên các nguyên lý điều chỉnh 1 vòng hay nhiều vòng các đại lượng phụ thuộc của quá trình công nghệ; thực hiện điều khiển tối ưu ĐTĐK nói chung; bằng các phương tiện tự động thực hiện các thao tác logic và theo chương trình đối với các phân tử phân tán (điều khiển phân tán các cơ cấu thừa hành, các liên động sự cố, khởi động và dừng hệ thống máy...).

Đối với mỗi hệ thống tự động điều khiển quá trình công nghệ không nhất thiết phải thực hiện tất cả các chức năng kể trên. Một số các chức năng không thích hợp với đối tượng công nghệ này lại có thể thích hợp với đối tượng công nghệ trong hệ thống điều khiển ở mức cao hơn.

Hệ thống tự động điều khiển quá trình công nghệ thực chất là điều khiển tập trung quá trình đó nhờ có các phương tiện kĩ thuật điều khiển tự động.

Hệ thống cấp nước hoặc thoát nước thành phố bao gồm nhiều công trình riêng rẽ tạo nên 1 dây truyền công nghệ sản xuất. Tùy theo sơ đồ cụ thể của hệ thống cấp hay thoát nước và theo quy mô lớn hay nhỏ mà chọn sơ đồ phân cấp điều khiển khác nhau.

Đối với các hệ thống cấp nước lớn, có công trình thu nước ngầm hay là nước mặt trong các thành phố có độ kéo dài của mạng nhỏ hơn 50km thì chỉ nên xây dựng 1 trạm điều khiển tập trung cho toàn bộ hệ thống. Nếu hệ thống có công trình thu nước ngầm thì trạm điều khiển đó đặt tại trạm bơm cấp II. Nếu hệ thống có công trình thu nước mặt thì trạm điều khiển đặt tại trạm xử lí nước. Tương ứng với trạm điều khiển này có tổ chức điều độ 1 bậc (hình 8-2).

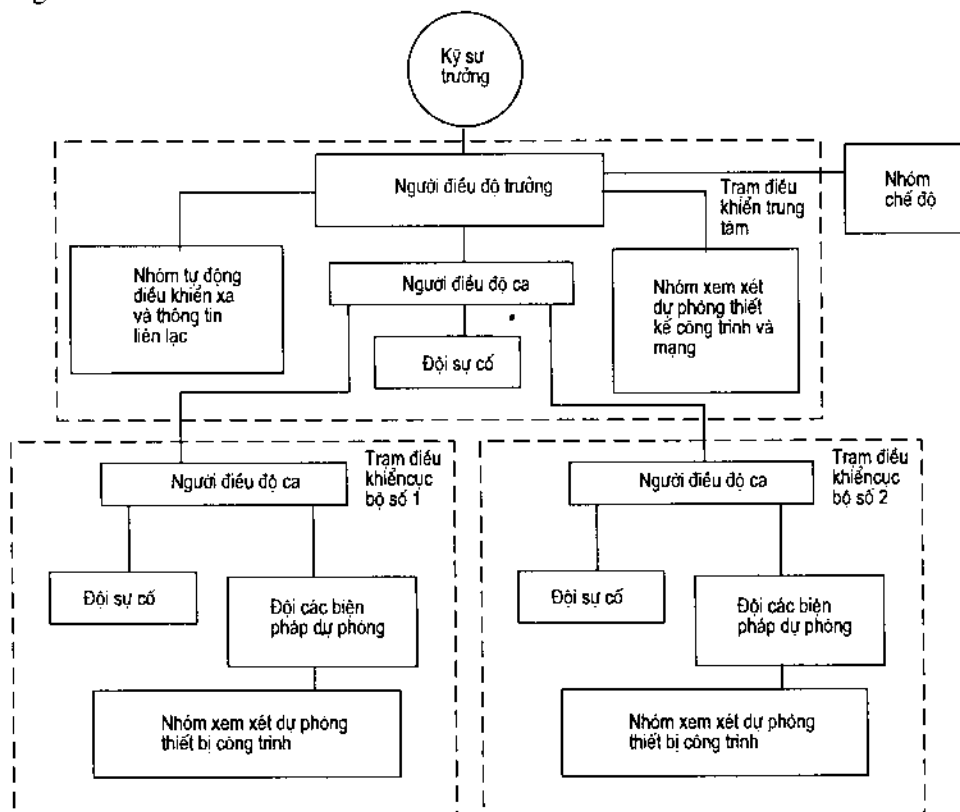


Hình 8-2: Tổ chức điều độ 1 bậc

Trong trường hợp này từ trạm điều khiển thực hiện điều khiển và giám sát công tác của các công trình chính, áp lực trong mạng, mức nước trong các bể chứa ...

Đối với các hệ thống cấp nước lớn, có độ kéo dài của mạng từ 50-200km thì nên điều khiển 2 bậc. Tức là có trạm điều khiển trung tâm và các trạm điều khiển cục bộ tại các công trình riêng rẽ. Số trạm điều khiển cục bộ bằng số các công trình của hệ thống. Trạm điều khiển trung tâm được chọn đặt tại công trình được xem là quan trọng đặt ở trung tâm của hệ thống cấp nước. Trạm điều khiển trung tâm có nhiệm vụ nhận thông tin và điều khiển các trạm cục bộ nằm trong hệ thống (trạm bơm, trạm làm sạch...), kiểm tra áp suất trong mạng thành phố và mực nước trong các bể chứa.

Đối với hệ thống cấp nước lớn, có độ kéo dài của mạng lớn hơn 400km sẽ tổ chức thêm trạm điều độ cục bộ của mạng (TĐĐCB), thường được đặt ở trung tâm các vùng riêng của mạng thành phố. Nhiệm vụ của trạm này chủ yếu là điều khiển sự phân phối dòng nước phụ thuộc vào áp lực và thực hiện việc đo lường kiểm tra áp suất trong mạng của vùng đó.



Hình 8-3: Sơ đồ tổ chức điều độ 2 bậc

Tương ứng phân cấp 2 bậc điều khiển có tổ chức công vụ điều độ 2 bậc như trên hình 8-3.

Trong các thành phố dạng trung bình trên trạm điều độ trung tâm có đặt thiết bị kiểm tra công tác của trạm tự động bơm nước thải.

Nhìn chung lại sự phân cấp giữa các trạm điều độ trong hệ thống cấp thoát nước phụ thuộc vào công suất các công trình, vào sự sắp xếp các vị trí của chúng, vào độ kéo dài của mạng đường ống, vào diện tích chiếm của mạng, cấu trúc của hệ thống cấp nước, vào mức độ tự động hoá hệ thống và hàng loạt các yếu tố có ý nghĩa thực tiễn khác nữa.

8.2. TRANG THIẾT BỊ CỦA TRẠM ĐIỀU ĐỘ

Trạm điều độ thường bao gồm các phòng sau đây :

- Phòng điều độ : ở đó có đặt các tủ điều khiển bàn ghế của người điều độ ;
- Phòng khí cụ: ở đó có giá đặt các rôle, các bộ chỉnh lưu tủ chống sét, thiết bị cấp nguồn dòng không đổi, bảng phối dây ;

- Phòng cung cấp vật tư cho việc sửa chữa, ở đó có công nhân phục vụ;
- Và các phòng phụ trợ cho sản xuất (phòng vệ sinh, phòng nghỉ).

Phòng điều độ về kích thước phải đảm bảo khả năng đặt các khí cụ và đồ gỗ cần thiết song phải chú ý nghiên cứu cả đường đi lại để cho các công việc cơ động và phục vụ các khí cụ thuận tiện.

Trong phòng điều độ, để giúp công vụ điều độ phục vụ tốt cần được trang bị các phương tiện công nghệ điều khiển tự động các bộ phận chính của công trình (máy tính điều khiển), trang bị các phương tiện điều khiển xa, tín hiệu từ xa, đo lường từ xa và thông tin liên lạc điện thoại.

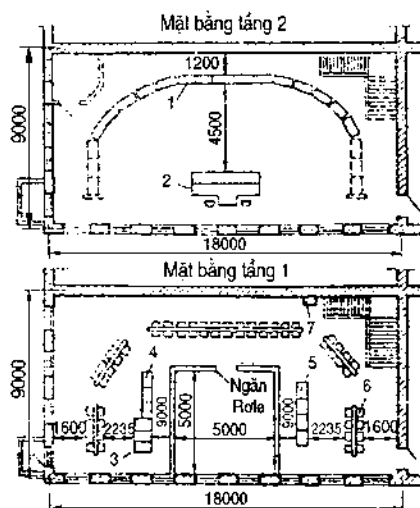
Vấn đề đo lường từ xa các thông số ở các trạm điều độ của hệ thống công nghệ là rất quan trọng. Các thông số cần đo là : mực nước ở các nguồn cấp nước, mực nước trong các bể chứa, trong các buồng đầu vào công trình làm sạch, áp lực trong các bể chứa có áp lực nước trên các trạm bơm và ở các điểm đặc trưng của mạng đường ống nước. Lưu lượng nước đưa vào mạng cũng như vào các hộ dùng nước lớn đặt riêng biệt. Công suất của công trình làm sạch. Các chỉ số chất lượng nước như lượng clo dư , màu sắc, độ đục, độ pH và ..., các chỉ số làm việc của các trạm bơm lớn.

Các thiết bị cho tín hiệu từ xa giúp người điều khiển nhìn nhận được toàn cảnh về trạng thái làm việc của các thiết bị. Từ các công trình làm việc tự động không có người phục vụ thường có truyền về trạm điều độ các tín hiệu sau đây: tín hiệu về tắt sự cố, về hỏng hóc của các thiết bị điều khiển hay của các thiết bị phụ trợ (quạt, máy bơm rò rỉ, sưởi ấm...) về sự xuất hiện nước trong phòng, sự mở của trạm không được phép, giá trị sự cố của các thông số công nghệ, sự trục trặc điều tiết chất phản ứng ...

Thường các phòng trong trạm điều độ được sắp xếp kề liền nhau. Phòng có diện tích lớn là phòng điều độ chính có đặt các tủ với nhiều thiết bị, có bàn ghế của người điều độ. Đằng sau tủ là các bộ phận cung cấp nguồn, điều khiển xa và các đầu vào của cáp. Trên hình 8-4 là 1 ví dụ về sự sắp xếp các thiết bị chính trong trạm điều độ loại lớn. Ngoài ra còn có thêm các phòng phụ trợ phục vụ cho công vụ điều độ thực hiện tiện nghi hơn.

Hình 8-4: Sự sắp xếp thiết bị trong
1 trạm điều độ lớn

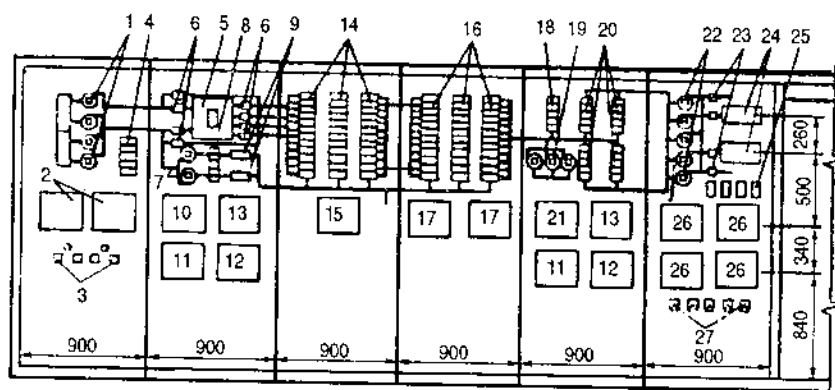
1- Tủ điều độ; 2- Trạm điều độ hai
bậc; 3- Chính lưu xêlen; 4- Nguồn
cấp; 5- Tủ đo lường từ xa; 6- Bán tổ
hợp điều khiển từ xa; 7- hộp đầu
vào cáp.



Trong trạm điều độ, các tủ, trạm đặt thiết bị điều khiển cần được sắp xếp như thế nào để người điều khiển từ chỗ ngồi làm việc có thể nhìn bao quát được tất cả các dụng cụ đo lường và các tín hiệu. Kết cấu các tủ và trạm điều khiển yêu cầu phải đơn giản nhưng cho khả năng lắp ráp dụng cụ, dây dẫn 1 cách dễ dàng hoặc có thể thực hiện đổi chỗ chúng thuận tiện khi cần thiết. Về mặt kích thước của các dụng cụ, tay điều khiển nút bấm được sử dụng trong các tủ và trạm điều khiển phải là nhỏ nhất nhưng lại dễ tìm thấy và sử dụng chúng khi cần.

Trên các tủ có biểu diễn sơ đồ công nghệ của hệ thống - sơ đồ monemô. Trên sơ đồ đó, bằng các kí hiệu tương ứng làm tái hiện lại các tín hiệu được truyền từ xa, đánh dấu trạng thái tác động của các máy bơm, của khoá van, của các cầu dao dầu và các thiết bị khác.

Bằng sự thay đổi màu sắc, ánh sáng và kim quay chỉ trạng thái của đối tượng. Khi có các tín hiệu không thích ứng sơ đồ cho ánh sáng nhấp nháy của đèn tín hiệu.



Hình 8-5: Tủ điều độ hệ thống cấp nước

- 1- Hệ thống máy bơm; 2- Lưu lượng kế đo nước tươi; 3- Khoá điều khiển xa; 4- Bảng tín hiệu; 5- Bể trộn; 6- Khoá van; 7- Máy bơm nước vòng lại; 8- Bể chứa nước quay lại; 9- Bể lắng cát; 10- Lưu lượng kế nước vòng; 11- Đục kế; 12- Màu kế; 13- pH-met; 14- Bể lắng; 15- Lưu lượng kế đo cặn; 16- Bể lọc; 17- Lưu lượng kế kiểm tra liều lượng clo dư; 18- Bể chứa nước rửa; 19- Máy bơm nước rửa; 20- Bể chứa nước sạch; 21- Dụng cụ kiểm tra; 22- Trạm bơm cấp II; 23- Khoá van; 24- Dụng cụ kiểm tra áp suất; 25- Tay điều khiển các khoá van; 26- Lưu lượng kế đo nước sạch; 27- Tay điều khiển có khoảng cách hệ thống máy bơm.

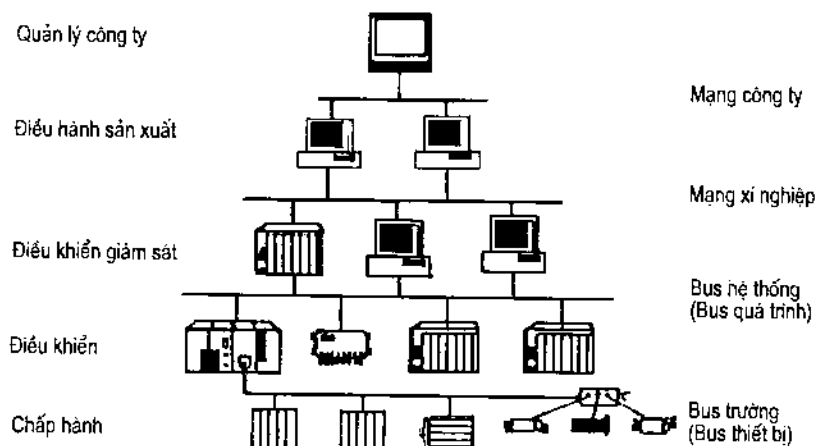
Với tiến bộ không ngừng của khoa học công nghệ tự động các phương tiện điều khiển ngày một hiện đại hơn, có độ chắc chắn, tinh vi trong công tác lại có kích thước thu nhỏ. Rất tiện ích về nhiều mặt. Điều đó đạt được khi các quá trình công nghệ được điều khiển bằng các thiết bị vừa tính toán vừa điều khiển lại vừa có khả năng tự động lập trình gọi là thiết bị tự động lập trình công nghiệp (máy tính PC và các thiết bị tự động khả trình PLC) và chúng được lắp đặt làm việc trong mạng riêng gọi là mạng công nghiệp.

Nhờ có mạng truyền thông công nghiệp mà việc điều hành, quản lí giám sát 1 nhà máy, xí nghiệp nói chung hay 1 quá trình công nghệ nói riêng thu được nhiều kết quả tốt hơn.

8.3. TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN NHÀ MÁY NƯỚC HIỆN ĐẠI BẰNG HỆ THỐNG MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

8.3.1. Phân cấp chức năng của mạng điều khiển, giám sát nhà máy nước

Nhờ có sự phát triển mạnh của khoa học công nghệ tự động, việc điều khiển hệ thống cấp và thoát nước cũng được tự động hóa ở mức cao hơn với sự trợ giúp của máy tính. Chúng ta hãy làm quen với mô hình phân cấp chức năng của mạng điều khiển và giám sát một nhà máy công nghiệp nói chung và một nhà máy nước, công ty cấp thoát nước nói riêng (hình 8-6).



Hình 8-6: Mô hình phân cấp chức năng mạng điều khiển và giám sát trong nhà máy nước hiện đại

Theo mô hình 8-6 có 5 cấp chức năng và tương ứng có 4 cấp mạng hệ thống truyền thông.

1. Mạng ở cấp thấp nhất là mạng nối thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành. Ở đây phải sử dụng các bộ vào/ ra phân tán để nối vào mạng các cảm biến và cơ cấu chấp hành. Cũng có thể nối trực tiếp cảm biến, cơ cấu chấp hành với các bộ điều khiển khả trình PLC qua các môđul nối mạng IM (interface module).

Chức năng chính của mạng nối thiết bị này là đo lường dẫn động và chuyển đổi tín hiệu nếu cần. Nói như vậy có nghĩa là ở đây các thông số điều chỉnh được đo lường rồi chuyển thành tín hiệu số đưa tới cấp điều khiển (máy tính điều khiển hoặc PLC) để xử lý và nhận các lệnh điều khiển thực hiện ở cơ cấu chấp hành. Cho nên đòi hỏi về tính năng thời gian thực ở mạng này là rất cao. Một điều lưu ý rằng các cảm biến và cơ cấu chấp hành được sử dụng ở đây phải nên có tích hợp khả năng xử lý truyền thông; loại mạng này được sử dụng rộng rãi là profibus, controlnet hay AS-I, devicenet....

2. Mạng quá trình dùng để kết nối các máy tính điều khiển, giám sát quá trình với các máy tính trên cấp điều khiển. Ở đây các máy tính điều khiển có thể trao đổi dữ liệu từ quá trình với các máy tính điều khiển của các quá trình có liên quan về kỹ thuật hay quản lý và nhận các mệnh lệnh, tham số điều khiển từ các máy tính thuộc cấp cao hơn.

Mặt khác các thiết bị ngoại vi cũng được sử dụng trên mạng này để in các dữ liệu, lưu trữ... Trong điều khiển các công trình xử lý và phân phối nước, tính năng thời gian thực luôn được đề cao. Ở cấp mạng này thường dùng rộng rãi nhất Ethernet, industrial, profibus-FMS, Modbusplus...

3. Mạng xí nghiệp có chức năng kết nối các máy tính cấp điều khiển, giám sát quá trình với các máy tính cấp điều hành sản xuất ở văn phòng xí nghiệp. Các máy tính cấp điều hành của xí nghiệp nhận các dữ liệu về trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật (ví dụ: trạng thái làm việc của hệ thống máy bơm, của các bể lọc...), các thông số thực tế của quá trình, các thống kê về diễn biến quá trình trong từng công trình riêng biệt của hệ thống cấp nước, về chất lượng và lưu lượng của nước đã xử lý, về tình trạng làm việc của các thiết bị tự động. Các máy tính ở cấp điều khiển giám sát nhận các thông tin từ cấp trên đưa xuống về các thông số thống kê về công thức điều khiển. Các máy tính trong cấp điều khiển giám sát cũng có sự trao đổi dữ liệu với các máy tính khác cùng cấp ở nhóm điều khiển và giám sát quá trình khác trong cùng một dây chuyền sản xuất nước, bởi vì chúng có thể có chung máy chủ hay các thiết bị ngoại vi.

Việc trao đổi dữ liệu với số lượng lớn trong mạng này được thực hiện không theo chu kỳ nhất định do đó tính năng thời gian thực cũng không yêu cầu nghiêm ngặt. Mạng thông dụng cho xí nghiệp là Ethernet và Token-ring.

4. Mạng công ty ở vị trí cao nhất trong mô hình phân cấp kiểu tháp, chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng của các xí nghiệp cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin trong nội bộ công ty và với các khách hàng bằng thư viện điện tử, hội thảo từ xa qua điện thoại, qua hình ảnh, cung cấp dịch vụ truy cập internet và thương mại điện tử...

Trong hệ thống hạ tầng cơ sở truyền thông của 1 công ty, mạng công ty đóng vai trò hết sức quan trọng nên có các yêu cầu cao về tốc độ truyền thông, về độ an toàn và độ tin cậy làm việc. Loại mạng này thường dùng là pass-Ethernet, PDDI, ATM.

8.3.2. Cấu trúc mạng truyền thông công nghiệp

Loại cấu trúc đơn giản nhất là cấu trúc theo từng điểm trong đó các trạm được nối trực tiếp với nhau (hình 8-7a) qua một đoạn dây và trạm này được nối nối tiếp với trạm kia.

Cấu trúc thứ hai là nối song song các trạm (hình 8-7b) từ một đường cáp trục chính.

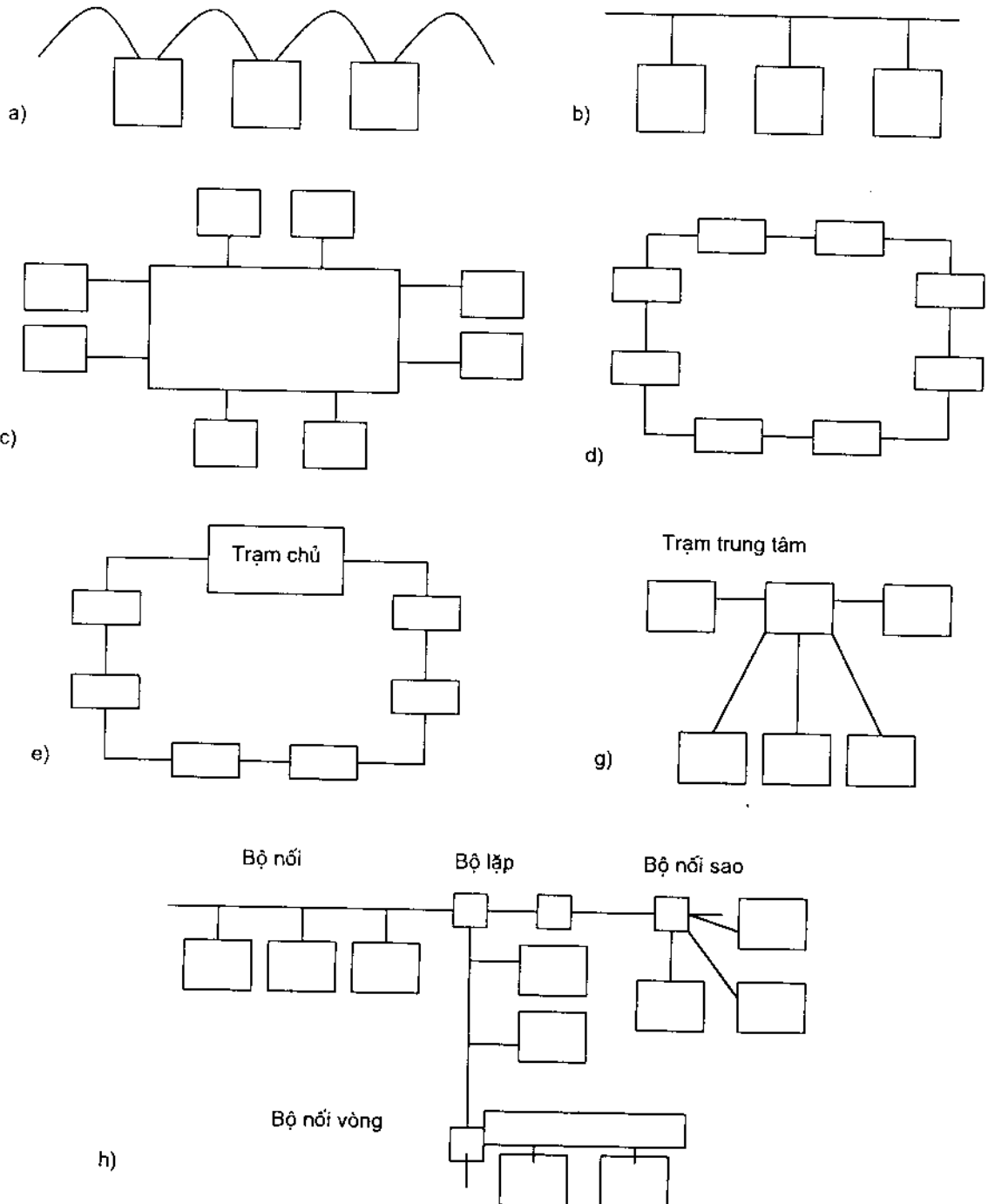
Cấu trúc thứ ba là mạng nối vòng không tích cực (hình 8-7c). Ở đây các trạm được nối song song và đường trục chính được khép kín lại thành mạch vòng.

Ưu điểm của mạng vòng này là đơn giản và có thể tách 1 trạm ra khỏi mạng khi gặp sự cố hay thay thế một trạm trong lúc cả hệ thống đang làm việc bình thường.

Song nhược điểm của mạng này là dùng chung một đường dẫn nên phải có phương pháp phân chia thời gian sử dụng thích hợp để tránh xung đột tín hiệu. Nguyên tắc truyền thông tín hiệu như sau:

Tại một thời điểm nhất định chỉ có một trạm trong mạng được gửi tín hiệu, còn các trạm khác chỉ có quyền nhận.

Cấu trúc thứ tư là cấu trúc mạng kiểu mạng vòng tích cực (hình 8-7d, e).



Hình 8-7: a) Nối nối tiếp; b) Nối song song; c) Mạng nối vòng không tích cực; d, e, g, h.

Cấu trúc hình 8-7d không có trạm chủ, mỗi thành viên trong trạm đều có quyền như nhau, mỗi trạm được nhận dữ liệu từ trạm đứng trước và chuyển dữ liệu sang trạm lân cận đứng sau theo một chiều nhất định. Quá trình truyền dữ liệu này sẽ được lặp lại khi dữ liệu quay trở về trạm và nó sẽ được huỷ bỏ.

Cấu trúc mạng vòng hình 8-7e có trạm chủ và trạm chủ có vai trò kiểm soát việc truy nhập đường dẫn (cấu trúc vòng thường áp dụng rộng rãi đối với hệ thống interbus, Token-ring và PDDI).

Cấu trúc thứ năm là cấu trúc mạng hình sao hình 8-7g. Trong cấu trúc này có một trạm trung tâm điều khiển toàn mạng. Các trạm được kết nối với nhau phải qua trạm trung tâm. Nếu trạm trung tâm có sự cố thì hoạt động của toàn mạng truyền thông bị ngừng. Do đó trạm truyền thông yêu cầu độ tin cậy làm việc rất cao. Cũng có trường hợp các trạm liên lạc với nhau không qua trạm trung tâm, lúc đó trạm trung tâm coi như một bộ chuyển mạch. Mạng Ethernet được sử dụng nhiều đối với cấu trúc hình sao.

Cấu trúc thứ sáu là cấu trúc mạng hình cây bao gồm nhiều mạng con có cấu trúc nối tiếp, song song, mạch vòng hay hình sao hình 8-7h.

Trong cấu trúc này có sự phân cấp đường dẫn. Cụ thể là đường trục được chia thành nhiều đường nhánh trong đó có thể dùng các bộ nối tích cực hoặc các bộ lặp để tăng số lượng trạm không đồng nhất. Trường hợp các mạng con được sử dụng là khác loại hoàn toàn thì phải dùng đến các bộ liên kết mạng.

Các hệ thống như: Foundation Fieldbus, Lonworks, Devicenet và AS-I có thể dùng cho mạng cây đồng nhất.

Tóm lại việc tự động hóa điều khiển hệ thống cấp và thoát nước với sự trợ giúp bằng máy tính nối trong mạng truyền thông công nghiệp có thể lựa chọn từ các loại mạng chủ yếu nói ở trên. Song việc đó phải tùy thuộc vào khả năng tài chính và sự cần thiết thực tế sử dụng để lựa chọn phương án sao cho thích hợp, đặc biệt chú ý về phương diện kinh tế.

8.4. HIỆU QUẢ KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC CÔNG TRÌNH CẤP VÀ THOÁT NƯỚC

8.4.1. Tính ưu việt của tự động hoá về mặt kinh tế - kỹ thuật

Để thực hiện công nghiệp hoá hiện đại hoá nền kinh tế nước nhà, hướng đi đúng đắn nhất hiện nay là thực hiện tự động hoá trong tất cả các ngành kỹ thuật nói chung và nói riêng là trong các công trình cấp và thoát nước với sự áp dụng khoa học công nghệ tự động hóa cao và các phương tiện kỹ thuật hiện đại.

Thực hiện tự động hoá các công trình cấp và thoát nước không những làm tăng độ tin cậy và tính liên tục hoạt động của hệ thống mà còn đạt được một kết quả quan trọng hơn hết là nâng cao được chất lượng xử lý nước làm cho chất lượng nước đạt yêu cầu mong muốn của khách hàng 1 cách mỹ mãn.

Để đạt được điều đó phải liên tục kiểm tra tự động các quá trình công nghệ bằng các thiết bị có độ nhạy cao phát hiện ra sai lệch về chỉ số chất lượng và số lượng 1 cách tức thời để tiến hành điều chỉnh chúng thay đổi trong giới hạn đã cho trước.

Tự động hoá làm tăng năng suất lao động và cải thiện môi trường làm việc của công nhân trong hệ thống cấp thoát nước. Người công nhân không phải thực hiện các thao tác lặp đi lặp lại vừa nhàm chán mà có thể là khó khăn, nặng nhọc; ví dụ như đóng mở các khoá van. Họ không phải làm việc trong các phòng bụi (ví dụ như trong phòng điều chế chất phản ứng), không phải tiếp xúc với các chất độc hại (clo,...), không khí ẩm thấp, mùi hôi của rác rưởi (trong công trình thu nước thải). Tự động hoá làm giảm mất mát hao phí chất phản ứng, tiết kiệm lượng nguyên vật liệu, năng lượng điện và nước. Tự động hoá làm tăng khả năng tổ chức hiệu quả các quá trình sản xuất.

- Thứ nhất là tạo điều kiện tăng cường áp dụng các phương pháp tiến bộ mới về khoa học công nghệ. Điều này tự nó đã tăng cường hoá bản thân công trình công nghệ.

- Thứ 2 làm giảm số lượng công nhân phục vụ quá trình sản xuất.

- Thứ 3, tăng khả năng tránh các sự cố hoặc giảm độ lớn hay giảm hậu quả của các sự cố.

- Thứ 4, tự động hoá làm tăng khả năng liên kết các thành phần của mạng công nghiệp trong trao đổi dữ liệu, trong điều khiển quá trình. Tạo điều kiện nâng cao chất lượng và giảm giá thành sản phẩm.

Tóm lại tự động hoá không những đem lại những lợi ích về mặt kinh tế, công nghệ mà còn cho thấy rõ tính ưu việt về mặt xã hội là giải phóng con người khỏi những công việc thủ công nặng nhọc.

Song vấn đề áp dụng tự động hoá hay không phần lớn vẫn là do hiệu quả về mặt kinh tế của nó quyết định.

8.4.2. Các chỉ số về hiệu quả kinh tế của tự động hoá

Như trên đã phân tích, tự động hoá có thể đem lại nhiều lợi ích về mặt kinh tế.

Khi áp dụng tự động hoá, các thao tác cần thực hiện trong dây chuyền sản xuất được thực hiện bằng máy móc và chúng được điều khiển tự động do người ấn nút hoặc tự động hoàn toàn không cần điều khiển. Điều đó làm giảm 1 số lượng lớn công nhân phục vụ trong dây chuyền và có thể còn không cần người tham gia. Thực tế, tự động hoá trạm làm sạch nước đã giảm đến 3-4 lần số lượng công nhân so với khi chưa tự động hoá.

Tự động hoá làm tăng năng suất làm việc của thiết bị do bớt thời gian nghỉ để sửa chữa sự cố. Trong các trạm xử lý nước còn giảm được hao tổn nguyên vật liệu, chất phản ứng, đồng thời tiết kiệm được năng lượng điện và nước (các trạm làm sạch có thể tiết kiệm tới 40% lượng chất phản ứng, tiết kiệm điện năng từ 30-40% ở các trạm bơm cấp II). Các chi phí để sửa chữa thường xuyên hệ thống máy cũng giảm đến 20% và làm

tăng thời hạn phục vụ các thiết bị tới 30%, bớt số lần sự cố và độ lớn cũng như hậu quả của sự cố.

Đối với môi trường làm việc của thiết bị cũng được cải thiện hơn và chính trong việc này cũng nhờ có tự động hoá mà giảm những chi phí về mặt thông gió hay sưởi ấm cho phòng máy.

Một điều tiện ích của tự động hoá là vẫn chỉ dùng hệ thống máy bơm thiết kế, ta có thể tăng giảm công suất của thiết bị khi cần- và do đó có thể giảm vốn đầu tư xây dựng công trình do giảm khối lượng xây dựng, giảm khối tích nhà xưởng, giảm chiều cao giàn máy, giảm chiều rộng các lối đi giữa các hệ thống máy bơm, giảm cả khối tích các phòng phụ trợ điều khiển.

Mặt khác, áp dụng tự động hoá là ta phải thêm khoản chi phí vào vốn đầu tư để mua sắm và lắp ráp vận hành các phương tiện tự động song những chi phí này có thể hoàn lại trong 1 thời gian ngắn do có các lợi thế để giảm các chi phí đã kể ở trên.

Để đánh giá hiệu quả kinh tế khi áp dụng tự động hoá vào các quá trình sản xuất, người ta thường đưa vào chỉ số thời gian hoàn vốn ban đầu của tự động hoá. Thời gian này được tính theo biểu thức sau:

$$T_0 = \frac{(K_2 - K_1)}{(C_1 - C_2)Q}$$

Trong đó :

T_0 - thời gian hoàn vốn ban đầu (tính bằng năm);

K - vốn đầu tư ban đầu;

Q - đại lượng sản phẩm hàng năm;

C - giá thành 1 đơn vị sản phẩm;

Chỉ số 1: tương ứng với trường hợp khi công trình chưa được áp dụng tự động hoá;

Chỉ số 2 : tương ứng với trường hợp khi công trình đã được áp dụng tự động hoá.

Cũng có khi chỉ số kinh tế của tự động hoá còn xác định theo số phần trăm của chi phí vốn đầu tư được hoàn vốn sau 1 năm áp dụng tự động hoá:

$$E = \frac{1}{T_0} 100$$

Trong đó:

E - phần trăm chi phí vốn đầu tư được hoàn vốn sau 1 năm áp dụng tự động hoá;

T_0 - số năm hoàn vốn đầu tư ban đầu.

Thời gian hoàn vốn lâu nhất tuỳ thuộc vào mức độ tự động hoá được sử dụng. Sau đây là những chỉ số thời gian hoàn vốn tham khảo :

- Khi tự động hoá từng phần trên các thiết bị kĩ thuật. Cụ thể: $T_0 = 1- 1,5$ năm.

- Khi tự động hoá từng quá trình và có sự thay đổi từng phần thiết bị $T_0 = 2 - 3$ năm.
- Khi tự động hoá liên hợp các quá trình riêng rẽ không có sự thay đổi sơ đồ công nghệ $T_0 = 4 - 5$ năm.
- Khi tự động hoá liên hợp đối tượng có thay đổi thiết bị và biến đổi sơ đồ công nghệ $T_0 = 6$ năm.

Trong thời kì hiện nay, khi nền công nghệ cao phát triển mạnh, việc áp dụng tin học vào tự động hoá ngày càng nhiều và nó cho thấy rõ hiệu quả kinh tế và các tiện ích khác trong vận hành hệ thống tự động nên thời gian hoàn vốn sẽ càng nhanh hơn. Mặt khác nhờ có tự động hoá mà chất lượng sản phẩm ngày một như ý để tăng tính cạnh tranh trên thị trường và đến đây ta khẳng định một điều rằng chỉ có áp dụng tự động hoá mới có được sản phẩm chất lượng cao, số lượng nhiều, chi phí ít và giá thành rẻ. Do đó việc áp dụng tự động hoá vào các quá trình sản xuất là hướng đúng đắn nhất và chỉ có theo hướng đi đó chúng ta mới có thể tiến tới hoà nhập AFTA.

CHỮ VIẾT TẮT

STT	Viết tắt	Đọc là	STT	Viết tắt	Đọc là
1	TBĐK	Thiết bị điều khiển	23	P	Quy luật điều khiển tỷ lệ
2	CB-TBĐL	Cảm biến- thiết bị đo lường	24	PD	Quy luật điều khiển tỷ lệ vi phân
3	ĐTĐK	Đối tượng điều khiển	25	PI	Quy luật điều khiển tỷ lệ tích phân
4	TĐH	Tự động hoá	26	PID	Quy luật điều khiển tỷ lệ vi tích phân
5	TĐH QTSX	Tự động hoá quá trình sản xuất	27	BT	Đặc tính biên độ-tần số
6	BBN	Bộ bù nhiễu	28	PT	Đặc tính pha tần số
7	TBTC	Thiết bị tự chỉnh	29	BPT	Đặc tính biên độ pha tần số
8	CQĐK	Cơ quan điều khiển	30	API	Thiết bị tự động lập trình công nghiệp
9	TBCĐ	Thiết bị chủ đạo	31	MBA-(BA)	Máy biến áp
10	TBĐĐ	Thiết bị biến đổi	32	CCCH	Cơ cấu chấp hành
11	TBCH	Thiết bị chấp hành	33	HTMB(MB)	Hệ thống máy bơm
12	CB	Cảm biến	34	HTTĐHĐK-QTCN	Hệ thống tự động hoá điều khiển quá trình công nghệ
13	BKĐ	Bộ khuếch đại	35	TĐĐCB	Trạm điều độ cục bộ
14	KĐT	Khuếch đại từ	36	AFTA	Khu vực mậu dịch tự do Asean
15	HTĐKTĐ	Hệ thống điều khiển tự động	37	PLC	Thiết bị điều khiển logic khả trình
16	TBTDLT	Thiết bị tự động lập trình	38	GK	Giếng khoan
17	ĐKTĐ	Điều khiển tự động			
18	TBĐL	Thiết bị đo lường			
19	TBĐC	Thiết bị điều chỉnh			
20	ĐCTĐ	Điều chỉnh tự động			
21	A/D	Bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số			
22	D/A	Bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số			

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Г.С. Попкович. *Основы Автоматики и Автоматизации водопроводно-канализационных сооружений*. Москва, 1975.
2. Г.С. Попкович и А.А. Кузьмин. *Автоматизация систем водоснабжения и канализации*. Москва, 1983.
3. Г.С. Попкович, М.А. Гордеев. *Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения*. Москва, Высшая школа, 1986.
4. В.В. Судаков. *Практическое применение электроники в строительстве*. Лен, 1964.
5. В.Э. Пире. *Автоматизация и диспетчеризация систем водоснабжения*. 1956.
6. О.П. Михеев. *Автоматические водоподъемные установки для систем местного водоснабжения*. Москва, 1964.
7. Д.П. Смирнов, А.С. Дмитриев. *Автоматизация процессов очистки сточных вод химической промышленности*. Химия, 1972.
8. Д.П. Смирнов, А.С. Дмитриев. *Автоматическое регулирование процессов очистки сточных и природных вод*. Химия, 1972.
9. В.А. Михайлов, Н.С. Поваковский. *Автоматизация водоочистных сооружений городских водопроводов*. Москва, 1960.
10. М.П. Суслов. *Автоматизация систем водоснабжения в чёрной металлургии*.
11. PGS. Nguyễn Thị Phương Hà. *Điều khiển tự động*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 1990.
12. Đoàn Học Phòng. *Máy đo lường và kiểm tra*. NXB Công nhân kỹ thuật, 1976.
13. Phạm Công Ngô. *Lý thuyết điều khiển tự động*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
14. В.И. Турк, А.В. Минаев, В.Я. Карелин. *Насосы и насосные станции*.
15. Ngô Diên Tập. *Đo lường và điều khiển bằng máy tính*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1999.
16. Hoàng Minh Sơn. *Mạng truyền thông công nghiệp*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
17. Trung tâm đào tạo ngành nước và môi trường. *Sổ tay xử lý nước (tập 2)*. NXB Xây dựng.
18. TS. Đỗ Xuân Tùng, TS. Trương Tri Ngô, KS. Lê Nho Bội. *Tự động hoá trong xây dựng*. NXB Xây dựng 2001.
19. Vương Song Hỷ. *Kỹ thuật điện*. NXB Xây dựng, 1996.
20. Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh. *Kỹ thuật điện*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1995.
21. Cyril. W. Lander (do Lê Văn Doanh dịch). *Điện tử công suất và điều khiển động cơ điện*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
Chương 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÀ CÁC NGUYÊN TẮC ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG	
1.1. Những khái niệm cơ bản về tự động hoá các quá trình sản xuất	5
1.2. Những nguyên tắc điều khiển tự động cơ bản	8
Chương 2: CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA	
2.1. Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều khiển tự động và điều khiển từ xa	13
2.2. Các cảm biến và phần tử đo lường	15
2.3. Những sơ đồ đo lường cơ bản	21
2.4. Role	29
2.5. Bộ biến đổi và bộ khuếch đại	41
2.6. Cơ cấu chấp hành và cơ quan điều chỉnh	45
2.7. Sử dụng kĩ thuật tin học công nghiệp trong các hệ thống điều khiển tự động	53
Chương 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG	
3.1. Những khái niệm cơ bản về điều chỉnh tự động	56
3.2. Phân loại hệ thống điều chỉnh tự động	58
3.3. Các quy luật điều khiển	60
3.4. Khái niệm về khâu điều chỉnh	62
3.5. Các đặc tính của khâu điều chỉnh hay hệ thống điều khiển	63
3.6. Các khâu động học điển hình	66
3.7. Cách nối và mối liên quan giữa các khâu trong hệ thống điều khiển tự động	72
3.8. Độ ổn định, chất lượng và độ tin cậy của hệ thống điều khiển tự động	74
3.9. Phân loại các bộ điều chỉnh tự động	80
3.10. Cấu tạo bộ điều chỉnh tự động	81
3.11. Các bộ điều chỉnh ví dụ	82
Chương 4: CẤU TRÚC CỦA SƠ ĐỒ TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT	
4.1. Những số liệu cần thiết trước khi thiết kế sơ đồ tự động hoá quá trình sản xuất	89
4.2. Các loại sơ đồ tự động hoá và cách thể hiện chúng	89
4.3. Ví dụ về biểu diễn bằng kí hiệu trên sơ đồ tự động hoá	91

4.4. Thành lập sơ đồ tự động hoá có role tiếp điểm	101
4.5. Ví dụ sơ đồ tự động hoá có role tiếp điểm	106
Chương 5: TỰ ĐỘNG HOÁ ĐIỀU KHIỂN CÁC TRẠM BƠM CẤP VÀ THOÁT NƯỚC	
5.1. Chức năng chủ yếu của tự động hoá điều khiển các trạm bơm cấp nước	109
5.2. Tự động hoá điều khiển hệ thống máy bơm	111
5.3. Các trạm mẫu điều khiển tự động hệ thống máy bơm cấp nước	116
5.4. Tự động hoá trạm bơm thoát nước	123
5.5. Điều chỉnh tự động công suất các máy bơm	136
Chương 6: TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC CÔNG TRÌNH CẤP NƯỚC	
6.1. Tự động hoá liên hợp hệ thống cấp nước	139
6.2. Tự động hoá các công trình thu nước	142
6.3. Tự động hoá điều khiển mạng đường ống cấp nước	143
6.4. Tự động hoá các quá trình keo tụ nước	146
6.5. Tự động hoá quá trình lọc nước	159
6.6. Tự động hoá quá trình clo hoá nước	165
6.7. Tự động hoá kiểm tra các thông số công nghệ trong các trạm xử lý nước cấp	167
Chương 7: TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC	
7.1. Những điểm đặc biệt của tự động hoá các công trình thoát nước	170
7.2. Tự động hoá các công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp cơ học	172
7.3. Tự động hoá các công trình làm sạch nước thải bằng phương pháp sinh học	179
7.4. Tự động hoá công trình xử lý cặn bã	184
7.5. Tự động hoá các công trình làm sạch nước thải công nghiệp	191
7.6. Tự động hoá kiểm tra các thông số công nghệ của các quá trình làm sạch nước thải	194
Chương 8: CÁCH TỔ CHỨC CÔNG VỤ ĐIỀU ĐỘ VÀ HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ HỆ THỐNG CẤP VÀ THOÁT NƯỚC	
8.1. Hệ thống tự động hoá điều khiển cấp và thoát nước thành phố	197
8.2. Trang thiết bị của trạm điều độ	199
8.3. Tự động hoá điều khiển nhà máy nước hiện đại bằng hệ thống mạng truyền thông công nghiệp	202
8.4. Hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của tự động hoá các công trình cấp và thoát nước	205
Các chữ viết tắt	209
Tài liệu tham khảo	210

TỰ ĐỘNG HOÁ CÁC CÔNG TRÌNH CẤP VÀ THOÁT NƯỚC

Chịu trách nhiệm xuất bản :

BÙI HỮU HẠNH

Biên tập:

TRỊNH TỰ LỰC

Chế bản:

LÊ THỊ HƯƠNG

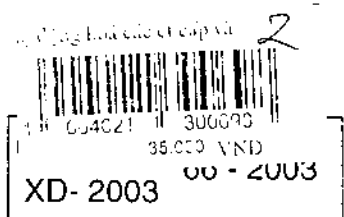
Sửa bản in:

TRỊNH TỰ LỰC

Bìa:

NGUYỄN HỮU TÙNG

In 1000 cuốn khổ 19 × 27cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 66/XB-QLXB-40, ngày 17-01-2003. In xong nộp lưu chiểu tháng 12-2003.



Giá : 35.000^d