

LỜI NÓI ĐẦU

Cùng với các mô đun của ngành Sửa chữa thiết bị tự động hóa mô đun Điện tử công suất là mô đun kỹ thuật tự chọn, hiện nay mô đun được ứng dụng rộng rãi trong ngành kỹ thuật và các lĩnh vực điều khiển khác.

Mô đun được ứng dụng cho tất cả sinh viên các ngành như Điện, Điện tử công nghiệp, Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí của trường ta. Bởi vậy để tạo điều kiện cho việc học tập và nghiên cứu mô đun của học viên được thuận lợi trong quá trình học tập. Bộ môn Điện tử thuộc Khoa Điện – Điện tử - Tin học Trường cao đẳng nghề số 20/QK3 tổ chức biên soạn tài liệu: “ **Điện tử công suất** ” làm bài giảng lưu hành hội bộ. Trong quá trình biên soạn chắc chắn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót, bởi vậy tôi mong nhận được sự thông cảm và góp ý chân thành của các bạn đồng nghiệp để cho giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn. *Xin chân thành cảm ơn!*

Bài 1: KHÁI NIỆM VỀ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

1. QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN

Điện tử công suất có thể được xếp vào phạm vi các môn thuộc về kỹ thuật năng lượng của ngành kỹ thuật điện nói chung. Tuy nhiên việc nghiên cứu không chỉ dừng lại ở phần công suất mà còn được ứng dụng trong các lĩnh vực điều khiển khác

Kể từ khi hiệu ứng nắn điện của miền tiếp xúc PN được công bố bởi Shockley vào năm 1949 thì ứng dụng của chất bán dẫn càng ngày càng đi sâu vào các lĩnh vực chuyên môn của ngành kỹ thuật điện và từ đó phát triển thành ngành *điện tử công suất* chuyên nghiên cứu về khả năng ứng dụng của chất bán dẫn trong lĩnh vực năng lượng

Với sự thành công trong việc truyền tải dòng điện 3 pha vào năm 1891, dòng điện một chiều được thay thế bởi dòng điện xoay chiều trong việc sản xuất điện năng, do đó để cung cấp cho các tải một chiều cần thiết phải biến đổi từ dòng điện xoay chiều thành một chiều, yêu cầu này có thể được thực hiện bằng hệ thống máy phát - động cơ. Hiện nay phương pháp này chỉ còn áp dụng trong kỹ thuật hàn điện

Thay thế cho hệ thống máy điện quay nói trên là việc ứng dụng đèn hơi thủy ngân để nắn điện kéo dài trong vòng 50 năm và sau đó chấm dứt bởi sự ra đời của thyristor.

Điện tử công suất nghiên cứu về các phương pháp biến đổi dòng điện và cả các yêu cầu đóng/ngắt và điều khiển, trong đó chủ yếu là kỹ thuật đóng/ngắt trong mạch điện một chiều và xoay chiều, điều khiển dòng một chiều, xoay chiều, các hệ thống chỉnh lưu, nghịch lưu nhằm biến đổi điện áp và tần số của nguồn năng lượng ban đầu sang các giá trị khác theo yêu cầu.

Ưu điểm của các mạch biến đổi điện tử so với các phương pháp biến đổi khác được liệt kê ra như sau:

- Hiệu suất làm việc cao
- Kích thước nhỏ gọn
- Có tính kinh tế cao
- Vận hành và bảo trì dễ dàng

- Không bị ảnh hưởng bởi khí hậu, độ ẩm nhờ các linh kiện đều được bọc trong vỏ kín
- Làm việc ổn định với các biến động của điện áp nguồn cung cấp
- Dễ dự phòng, thay thế
- Tuổi thọ cao
- Không có phần tử chuyển động trong điều kiện tỏa nhiệt tự nhiên, có thể làm mát bằng quạt gió để kéo dài tuổi thọ
- Đáp ứng được các giá trị điện áp và dòng điện theo yêu cầu bằng cách ráp song song và nối tiếp các thyristor lại với nhau.
- Chịu được chấn động cao, thích hợp cho các thiết bị lưu động
- Phạm vi nhiệt độ làm việc rộng, thông số ít thay đổi theo nhiệt độ
- Đặc tính điều khiển có nhiều ưu điểm

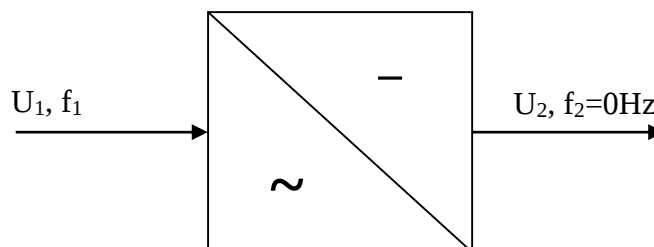
2. NGUYÊN TẮC BIẾN ĐỔI TĨNH

2.1. Sơ đồ khối

Trong lĩnh vực điện tử công suất, để biểu diễn các khối chức năng người ta dùng các ký hiệu sơ đồ khối, điện năng truyền từ nguồn (có chỉ số 1) đến tải (có chỉ số 2)

2.1.1. Chỉnh lưu

Nhiệm vụ của mạch chỉnh lưu nhằm biến đổi năng lượng nguồn xoay chiều một pha hoặc ba pha sang dạng năng lượng một chiều.

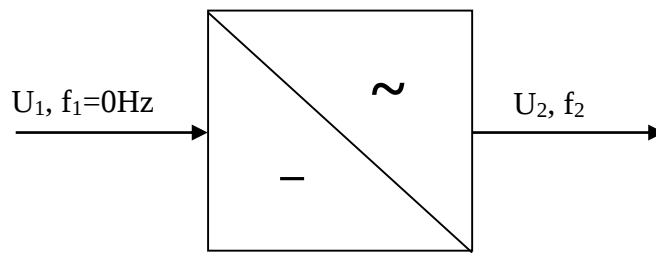


Hình 1.1: Sơ đồ khối hệ chỉnh lưu

2.1.2. Nghịch lưu

Nhiệm vụ mạch nghịch lưu nhằm biến đổi năng lượng dòng một chiều thành

năng lượng xoay chiều một pha hoặc ba pha.

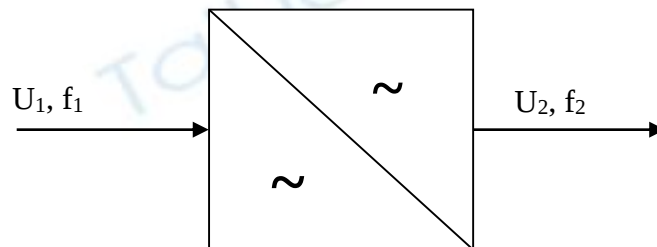


Hình 1.2: Sơ đồ khối hệ nghịch lưu

2.1.3. Các hệ thống biến đổi

Các mạch biến đổi nhằm thay đổi:

- Dòng xoay chiều có điện áp, tần số và số pha xác định sang các giá trị khác.



Hình 1.3: Sơ đồ khối hệ biến đổi

- Dòng một chiều có điện áp xác định sang dòng một chiều có giá trị điện áp khác (converter DC to DC)

Mạch biến đổi thường là sự kết hợp từ mạch chỉnh lưu và mạch nghịch lưu. Do đó, lại được chia làm hai loại: Biến đổi trực tiếp và biến đổi có khâu trung gian

2.2. Các loại tải

Tính chất của tải có ảnh hưởng rất quan trọng đến chế độ làm việc của các mạch đổi điện, người ta chia tải thành các loại như sau:

2.2.1. Tải thụ động

Tải thuần trở chỉ bao gồm các điện trở thuần, đây là loại tải đơn giản nhất, dòng điện qua tải và điện áp rơi trên tải cùng pha với nhau. Loại này được ứng dụng chủ yếu trong lĩnh vực chiếu sáng và trong các lò nung.

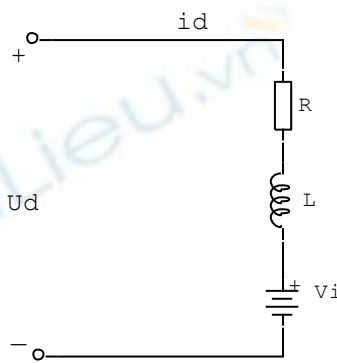
Tải cảm kháng có đặc tính lưu trữ năng lượng, tính chất này được thể hiện ở hiện tượng san bằng thành phần gợn sóng có trong điện áp một chiều ở ngõ ra của

mạch nắn điện và xung điện áp cao xuất hiện tại thời điểm cắt tải

Các ứng dụng quan trọng của loại tải này là: Các cuộn kích từ trong máy điện (tạo ra từ trường), trong các thiết bị nung cảm ứng và các lò tôi cao tần. Trong các trường hợp này điện cảm thường được mắc song song với điện dung để tạo thành một khung cộng hưởng song song

2.2.2. Tải tích cực

Các loại tải này thường có kèm theo một nguồn điện áp như các van chỉnh lưu ở chế độ phân cực nghịch. Ví dụ: Quá trình nạp điện bình ắc quy và sức phản điện của động cơ điện



Hình 1.4: Sơ đồ tương đương của một tải trở kháng với sức phản điện

2.3. Các van biến đổi

Các van điện là những phần tử chỉ cho dòng điện chảy qua theo một chiều nhất định. Trong lĩnh vực điện tử công suất đó chính là các diode bán dẫn và thyristor kể cả những transistor công suất

2.3.1. Van không điều khiển được (diode)

Một diode lý tưởng chỉ cho dòng điện chạy qua nó khi điện áp anode dương hơn cathode, điện áp ngõ ra của diode chỉ phụ thuộc theo điện áp ngõ vào của diode đó

2.3.2. Van điều khiển được (thyristor)

Một chỉnh lưu có điều khiển lý tưởng vẫn không dẫn điện mặc dù giữa anode và cathode được phân cực thuận (anode dương hơn cathode). Điều kiện để các van này dẫn điện là đồng thời với chế độ phân cực thuận phải có thêm xung kích tại cực cổng (U_{AK} dương và U_{GK} dương). Điện áp ngõ ra không những phụ thuộc theo điện áp vào mà còn phụ thuộc theo thời điểm xuất hiện xung kích (đặc trưng bởi góc kích α)

3. CƠ BẢN VỀ ĐIỀU KHIỂN MẠCH HỖ

Vào thế kỷ trước đây, nhờ ứng dụng của cơ khí hóa vào kỹ thuật mà sự phát triển lúc bấy giờ chủ yếu là hướng về khả năng tự động hóa.

Tự động hóa một quá trình có nghĩa là quá trình đó sẽ tự thực hiện theo một chương trình đặt sẵn nào đó nếu hội đủ một số điều kiện cho trước không cần sự tham gia của con người. Ưu điểm của kỹ thuật tự động hóa là độ an toàn, độ chính xác và tính kinh tế rất cao. Kỹ thuật tự động hóa được phân thành hai chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và kỹ thuật điều chỉnh. Tuy nhiên, trong thực tế cũng thường gặp trường hợp kết hợp cả hai. Ví dụ: Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều bằng cầu chỉnh lưu có điều khiển.

3.1. Khái niệm cơ bản

Từ sự mô tả các van chỉnh lưu ở phần trên có sử dụng khái niệm “van có điều khiển”. Các thyristor được điều khiển bằng cách dịch chuyển pha của xung kích dẫn đến điện áp ra cũng như công suất rơi trên tải thay đổi theo.

Thuật ngữ “điều khiển” cũng đã nói lên một quá trình mà trong đó một hoặc nhiều đại lượng vào của hệ thống có ảnh hưởng đến các đại lượng ra của hệ thống đó.

Khi các đại lượng ra không được hồi tiếp trở lại ngõ vào, người ta gọi là quá trình hở, hướng tác động của quá trình là cố định và được biểu diễn bằng các mũi tên như trong hình 1.5

Trong thực tế, các khái niệm và tên gọi trong kỹ thuật điều khiển được định nghĩa và sử dụng theo tiêu chuẩn DIN 19226 như sau:

Đại lượng ra X là một đại lượng vật lý của hệ thống, đại lượng này bị ảnh hưởng theo một quy luật điều khiển nhất định

Đối tượng điều khiển là một khâu trong quá trình điều khiển, là nơi xuất phát đại lượng ra, trong hệ thống truyền động điều chỉnh bằng thyristor: Động cơ và thyristor là đối tượng điều khiển, tốc độ và momen quay là các đại lượng ra.

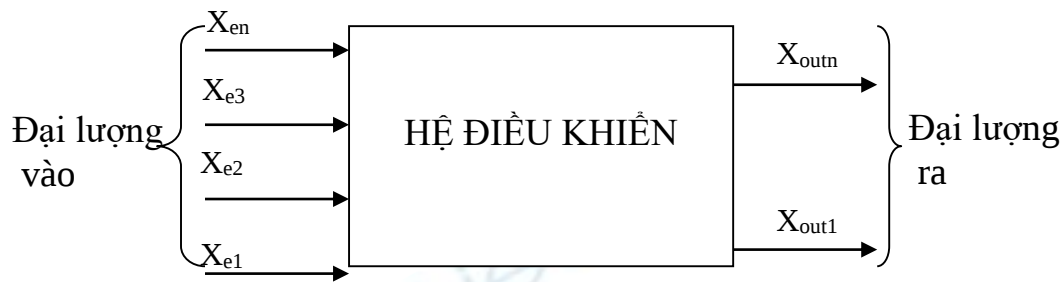
Phần tử chấp hành là một bộ phận của đối tượng điều khiển tác động trực tiếp đến năng lượng hoặc khối lượng cần điều khiển, có loại phần tử tác động gián đoạn như: rơ le, công tắc tơ và cũng có loại tác động liên tục như: Con trượt, van tiết lưu, transistor và mạch nắn điện có điện áp ra thay đổi được

Tín hiệu điều khiển y là tín hiệu tác động vào phần tử chấp hành, đây chính là tín hiệu ra của phần tử điều khiển.

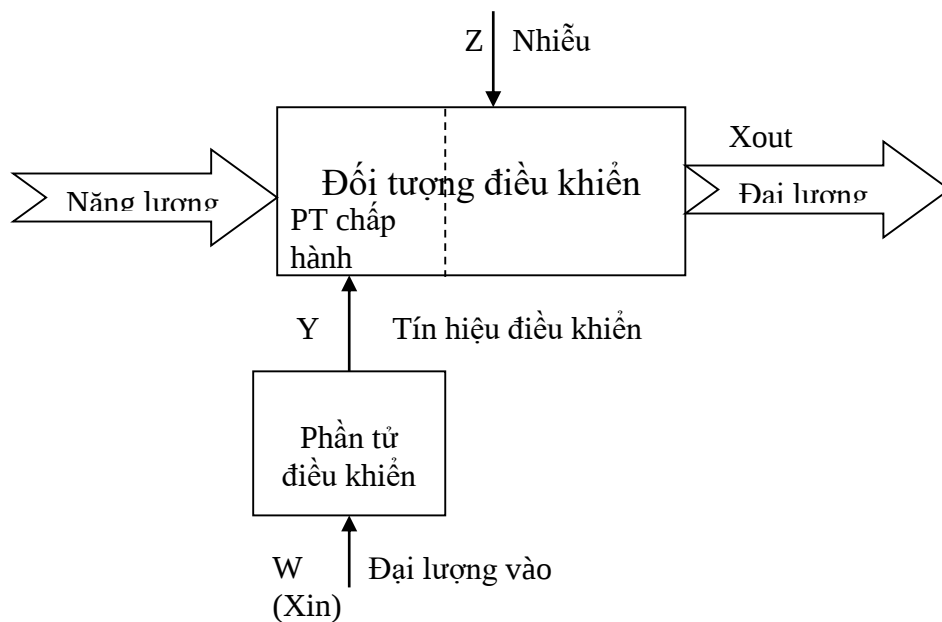
Phần tử điều khiển có nhiệm vụ tạo ra tín hiệu điều khiển, cấu trúc của phần tử điều khiển phụ thuộc theo đại lượng vào.

Đại lượng vào w được đưa từ ngoài vào hệ thống, độc lập với quá trình điều khiển, giữa đại lượng vào với đại lượng ra tồn tại một quan hệ xác định

Nhiều z có nguồn gốc từ nhiều nguyên nhân khác nhau, có thể tạo ra những tác động ngoài ý muốn đến kết quả điều khiển



Hình 1.5: Định nghĩa hệ điều khiển hở



Hình 1.6: Sơ đồ khối một hệ điều khiển hở

3.2. Các phương pháp điều khiển

Dựa trên nguyên lý làm việc người ta chia thành hai phương pháp điều khiển

1. Điều khiển vô cấp
2. Điều khiển gián đoạn

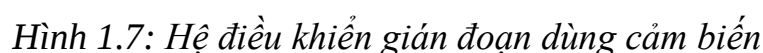
3.2.1. Điều khiển vô cấp

Trong phương pháp này giữa các đại lượng vào và đại lượng ra luôn tồn tại một quan hệ đơn trị ở trạng thái ổn định đến nỗi nhiễu cũng không làm xáo trộn hoạt động của hệ thống. Đại lượng vào w có thể được chỉnh định hoặc thay đổi từ 0 đến w bởi công nhân vận hành máy. Mạch điều chỉnh vô cấp độ sáng của đèn là một ví dụ

3.2.2. Điều khiển gián đoạn

Phương pháp này được dùng rất phổ biến trong các hệ thống có phần tử chấp hành loại điện cơ như: Rơ le, công tắc tơ

Trong kỹ thuật lắp đặt điện gia dụng, phương pháp điều khiển gián đoạn được thực hiện bởi các rơ le dòng, mạch cảm biến - tiếp điểm và cảm biến - không tiếp điểm (bán dẫn), loại này được trình bày ở hình 1.7



Nguyên lý hoạt động :

Các phần tử R1, R2, T và C3 tạo nguồn nuôi cho Flip-Flop và các transistor trong mạch cảm biến và cảm biến, Flip-Flop đóng vai trò một rơ le điện tử. Khi có tín hiệu tại ngõ vào E (do tiếp xúc vào bản cực cảm biến B). Transistor Q3 tắt, triac được kích trong khoảng thời gian từng bán kỳ của điện áp nguồn và lúc này có dòng qua tải. Xung vào tiếp theo làm transistor dẫn, tụ C2 bị ngắn mạch và triac chuyển sang trạng thái tắt, dòng qua tải bằng 0.

Một trường hợp đặc biệt của phương pháp điều khiển gián đoạn là "chế độ tiếp xúc", ở chế độ này trạng thái ON chỉ có hiệu lực khi một nút nhấn hoặc một tiếp điểm nhiều vị trí được duy trì trạng thái đóng, loại này thường gặp ở các cơ cấu nâng, mỗi một chuyển động như: Tới, lui, lên, xuống cần một nút nhấn riêng, trong ứng dụng này vị trí của cần trục là đại lượng ra X_{out}

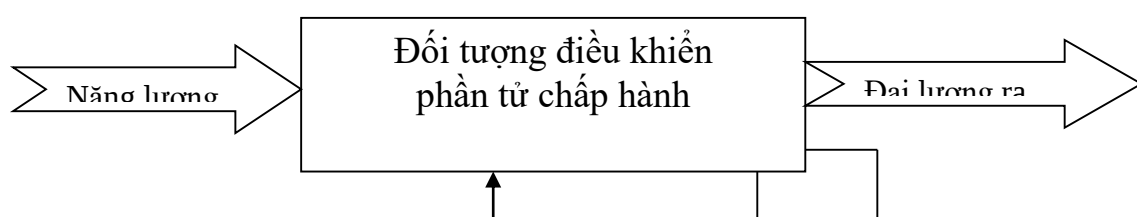
3.2.3. Điều khiển theo chương trình

Điều khiển theo chương trình là sự mở rộng của hai phương pháp điều khiển vô cấp và điều khiển gián đoạn, trong phương pháp này sử dụng các "cảm biến chương trình" và lại được chia làm hai loại: Điều khiển tuần tự theo thời gian và điều khiển theo tuyến.

Một ví dụ điều khiển tuần tự theo thời gian đơn giản nhất là quá trình điều khiển độ sáng bằng thiết bị định thời. Các cảm biến chương trình thường là các đĩa lệch tâm, cam chuyển mạch, băng đục lỗ và các loại băng từ.

Phương pháp điều khiển theo tuyến thường thấy ở các máy tự động gia công kim loại, việc điều khiển tốc độ quay và tốc độ ăn dao phụ thuộc vào vị trí của công cụ. trong lĩnh vực vận tải tốc độ vận chuyển được điều khiển phù hợp theo từng tuyến (tuyến truyền vận, tuyến hãm, vị trí dừng).

Mức phát triển cao hơn của phương pháp điều khiển theo chương trình là phương pháp điều khiển tuần tự theo quá trình (hình 1.8). Trong đó các thao tác hoặc các tiến trình vật lý được thực hiện theo một thứ tự đã được lập trình tùy thuộc vào các trạng thái đạt được của quá trình điều khiển. Chương trình có thể được cài đặt cố định hoặc được đọc ra từ các bìa đục lỗ, băng đục lỗ, băng từ hoặc một thiết bị lưu trữ khác

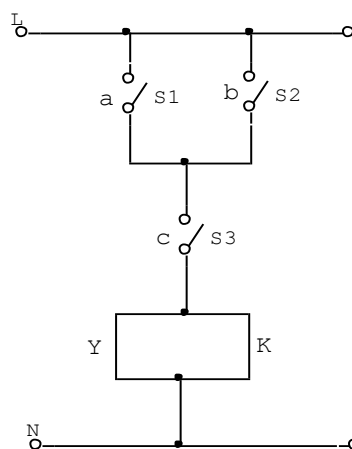


Hình 1.8: Đồ thị tín hiệu của phương pháp điều khiển tuần tự

Một ví dụ đơn giản cho phương pháp này là mạch tự động đổi nối sao-tam giác, điều kiện để mạch được phép chuyển đổi cách nối là phải đạt được thời gian khởi động tối thiểu hoặc tốc độ tối thiểu của động cơ không đồng bộ 3 pha

3.2.4. Điều khiển lập trình

Việc nâng cao hiệu suất tự động hóa là một yêu cầu cần thiết của kỹ thuật điều khiển. Trong phương pháp điều khiển dùng rơ le và các linh kiện điện tử, quan hệ giữa các ngõ vào với các ngõ ra được mô tả bởi sơ đồ mạch điều khiển, các phần tử trong mạch được hàn nối với nhau theo sơ đồ này. Người ta gọi các hệ thống kể trên làm việc theo một "chương trình cứng", sơ đồ mạch điều khiển có thể được mô tả đầy đủ bằng cách liệt kê ra các quan hệ có trong đó. Ví dụ mô tả mạch điện vẽ ở hình 1.9.



Hình 1.9: Điều khiển dùng rơ le

Khi a hoặc b đóng và c đang ở vị trí đóng thì rơ le y sẽ có điện, sự mô tả này

được biểu diễn bởi phương trình

$$y = (a+b).c$$

Trong nhiều trường hợp, phương pháp như trên khó thực hiện và không kinh tế. Để khắc phục nhiều nhà sản xuất đã đưa ra phương pháp điều khiển có khả năng lập trình.

Trong phương pháp này yêu cầu điều khiển không phụ thuộc hoàn toàn vào một mạch điện đã được lắp ráp sẵn mà chủ yếu là vào một chương trình (phần mềm) gồm các chỉ thị điều khiển vi xử lý được sắp xếp phù hợp với thuật giải để giải quyết yêu cầu điều khiển đề ra. Ví dụ: Hệ thống điều khiển máy cán, máy công cụ và các máy gia công nhựa

Các lệnh thực hiện chương trình được chứa trong bộ nhớ chương trình, vi xử lý sẽ thi hành theo phần mềm công tác của lệnh, các lệnh bắt đầu bởi các quan hệ logic và kết thúc bởi các thao tác đóng/ngắt mạch.

Khởi tạo xung đồng hồ liên kết với bộ đếm địa chỉ để đọc mã lệnh, các khối vào và ra có nhiệm vụ giao tiếp với các thiết bị ngoại vi của hệ thống điều khiển lập

3.3. Phần tử chấp hành

Các phần tử thừa hành trong một hệ tự động điều khiển không chỉ là các thiết bị điện mà còn bao gồm cả các van, con trượt và bơm định lượng.

4. KỸ THUẬT ĐIỀU CHỈNH (ĐIỀU KHIỂN MẠCH KÍN)

Một điểm cần lưu ý trong hệ thống điều khiển là ảnh hưởng của nhiễu đến đối tượng điều khiển hoặc phần tử điều khiển làm cho tín hiệu ra thay đổi một cách không kiểm soát được. Để cho tín hiệu ra đáp ứng đúng như giá trị mong muốn, cần thiết phải có một khâu điều chỉnh có nhiệm vụ kiểm tra và sửa sai (so sánh giá trị đặt với giá trị thực). Nếu hệ thống không cần xử lý với tốc độ cao thì công việc này có thể được thực hiện bởi công nhân vận hành máy.

Ví dụ: Trường hợp tài xế lái xe, khi xe chạy lệch ra khỏi hướng đã định (giá trị đặt) do tác động của gió...(nhiều) thì hướng chạy của xe sẽ được sửa lại bằng cách điều chỉnh tay lái bởi tài xế.

Việc ứng dụng kỹ thuật điều chỉnh cũng rất thích hợp trong các lò nung, chất lượng nung được bảo đảm vì nhiệt độ luôn được điều chỉnh đúng giá trị đặt trước.

4.1. Khái niệm

Như mô hình trình bày ở trên. Trong đó con người đóng vai trò khâu điều chỉnh - đã cho thấy tất cả đặc tính của hệ thống điều chỉnh bằng tay

Nói chung, quá trình điều chỉnh là một quá trình tự động, qua đó một đại lượng vật lý ví dụ nhiệt độ của lò nung là đại lượng mẫu x luôn được ghi nhận và xử lý liên tục bằng cách so sánh giữa đại lượng mẫu với đại lượng chuẩn w (giá trị đặt) sự sai biệt nếu có sẽ làm thay đổi tín hiệu điều khiển sao cho sự sai biệt này giảm đến mức tối thiểu.

Đại lượng mẫu là yếu tố cần thiết cho khâu so sánh của quá trình điều chỉnh khép kín hay còn gọi là "vòng điều chỉnh" (hình 1.10).

Trong vòng điều chỉnh được phân thành: *Đối tượng điều chỉnh* và *khâu điều chỉnh*, khâu điều chỉnh bao gồm cả khâu so sánh có tín hiệu ra phụ thuộc vào sự sai biệt giữa đại lượng mẫu và đại lượng chuẩn, tín hiệu này sẽ điều chỉnh lại đại lượng ra theo đúng yêu cầu.

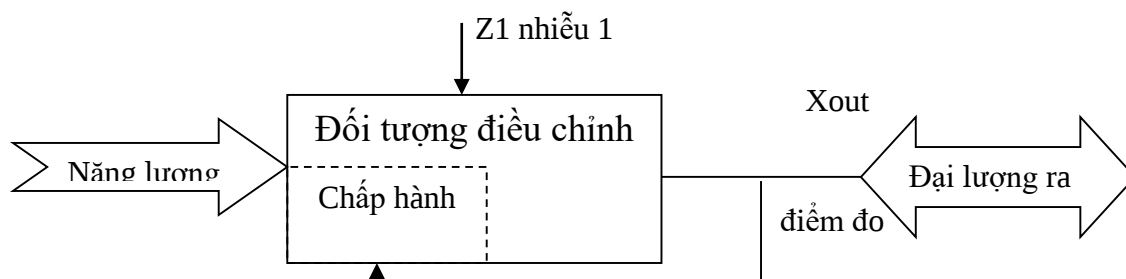
Mục đích cuối cùng của việc điều chỉnh là đạt được giá trị đặt chính là đại lượng vào w trong kỹ thuật điều khiển, dựa vào đại lượng này người ta chia ra các loại: Điều chỉnh theo giá trị cố định, điều chỉnh tùy động và điều chỉnh theo trình tự thời gian.

Trong phương pháp điều chỉnh theo giá trị cố định, giá trị đặt là một hằng số trong suốt quá trình hoạt động.

Trong phương pháp điều chỉnh tùy động, giá trị thực phụ thuộc theo giá trị đặt và giá trị này lại được thay đổi trong quá trình hoạt động. Ví dụ: Máy cắt bằng tia lửa điện, vị trí cắt được xác định bằng máy tính, tại mỗi vị trí có một giá trị đặt tương ứng.

Trong phương pháp điều chỉnh theo trình tự thời gian, giá trị đặt phụ thuộc theo một trình tự thời gian cho trước. Ví dụ: Hệ thống điều chỉnh giảm dần nhiệt độ trong phòng sau mỗi giờ đồng hồ.

Khác với trong kỹ thuật điều khiển, tín hiệu điều khiển trong kỹ thuật điều chỉnh không bị ảnh hưởng theo giá trị đặt mà chỉ phụ thuộc vào tín hiệu sai biệt X_d .



Hình 1.10: Sơ đồ khối hệ điều chỉnh

Đây là tín hiệu ra của khâu so sánh với hai tín hiệu vào là giá trị đặt w và giá trị mẫu x , sau đó tín hiệu điều khiển sẽ tiếp tục tác động đến phân tử chấp hành

Các khái niệm thường dùng trong kỹ thuật điều chỉnh là:

Tín hiệu sai biệt $X_d = w - x$

Độ lệch điều chỉnh $X = x - w = -X_d$

Nhiều là những yếu tố gây ra các ảnh hưởng không mong muốn cho đối tượng điều chỉnh và khâu điều chỉnh, nhiều tạo ra một thay đổi nhất định trong đại lượng mẫu x mặc dù giá trị đặt không đổi và trong đại lượng ra X_{out} mặc dù tín hiệu điều khiển cố định.

4.2. Hoạt động của vòng điều chỉnh

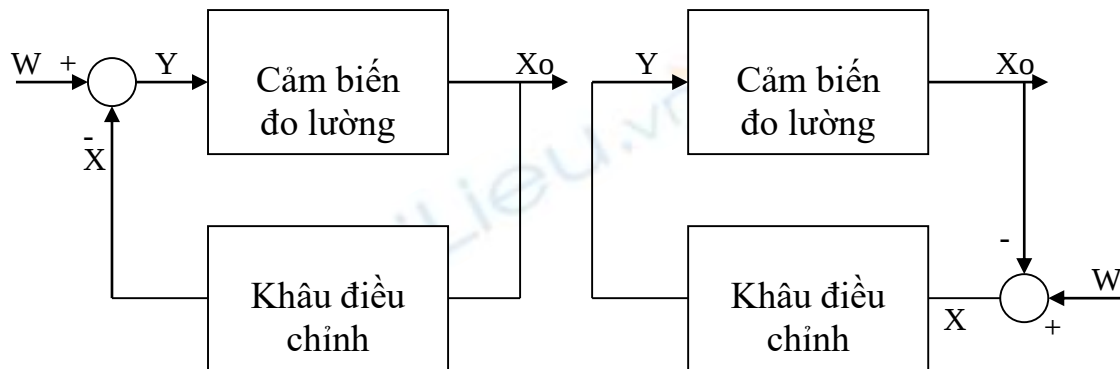
Hình 1.10 cho thấy cấu tạo của một vòng điều chỉnh, trong đó chủ yếu là đối tượng điều chỉnh và khâu điều chỉnh

Giống như trong kỹ thuật điều khiển, đại lượng ra được lấy từ đối tượng điều chỉnh, đặc tính vật lý phụ thuộc vào cấu tạo của chúng.

Điểm khác nhau giữa kỹ thuật điều khiển và kỹ thuật điều chỉnh là việc hồi tiếp tín hiệu ra trở lại ngõ vào của hệ thống. Trên đường hồi tiếp bao gồm một

khâu điều chỉnh và một khâu so sánh, trong sơ đồ khối cho thấy tín hiệu mẫu x có thêm dấu trừ có nghĩa là tín hiệu hồi tiếp bị đảo pha (hồi tiếp âm), điều này là cần thiết để hệ thống được ổn định: Khi tín hiệu ra X_o tăng lên thì tín hiệu điều chỉnh Y sẽ giảm xuống và ngược lại. Hình 1.11 trình bày nguyên tắc của hai vòng điều chỉnh.

Sơ đồ ở hình a tương tự như một mạch khuếch đại đảo trong đó đối tượng điều chỉnh là một khuếch đại thuật toán và khâu điều chỉnh là các điện trở hồi tiếp âm, tín hiệu hồi tiếp được đưa vào ngõ vào đảo của Khuếch đại thuật toán nhằm mục đích đảo pha.



a b
Hình 1.11: Sơ đồ khối các vòng điều chỉnh

Thông thường khâu so sánh được đặt trước khâu điều chỉnh (hình 1.11b).

Một vòng điều chỉnh khép kín có một đáp ứng nhất định đối với sự biến thiên của đại lượng chỉnh định và cả của nhiễu. Do đó, các vòng điều chỉnh được chia thành hai loại: Vòng điều chỉnh đáp ứng với nhiễu và vòng điều chỉnh đáp ứng với đại lượng chỉnh định.

Có nhiều phương pháp xác định đặc tính của đối tượng điều chỉnh, của khâu điều chỉnh và của vòng điều chỉnh. Trong phương pháp tần số người ta đặt lên ngõ vào của hệ thống một tín hiệu hình sin có biên độ cố định nhưng tần số thay đổi, sau đó đo biên độ và pha của tín hiệu ra tương ứng với các tần số khác nhau của tín hiệu vào.

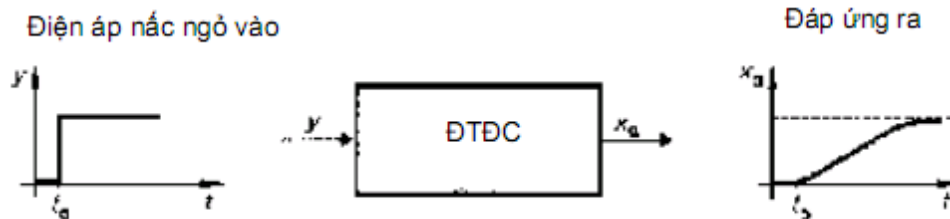
Phương pháp thứ hai là phương pháp xung được dùng để khảo sát đáp ứng của hệ thống ứng với một tín hiệu đột biến ở ngõ vào, dạng tín hiệu ra được gọi là đáp ứng xung của hệ thống.

Trong hệ thống ở hình 1.12 khi ngõ vào xuất hiện một đột biến điện áp thì phải sau một khoảng thời gian nhất định điện áp ra mới đạt được giá trị xác lập,

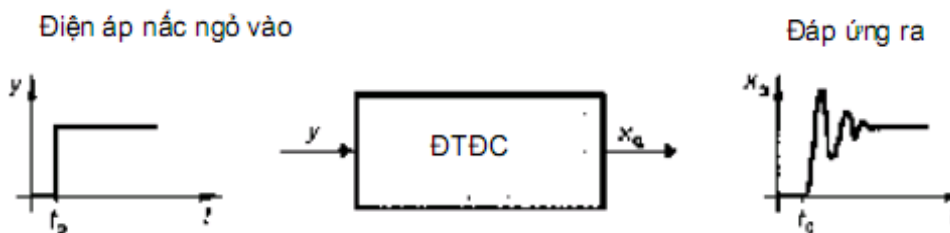
tốc độ đáp ứng của hệ thống được xác định dựa trên thời gian chuyển tiếp T_{tr} là khoảng thời gian cần thiết để điện áp ra tăng đến giá trị xác lập X_{out} với một sai số là ΔX_{out} , sai số này phụ thuộc vào yêu cầu của hệ thống. Trong trạng thái chuyển tiếp, tất cả các quá trình điều hòa sẽ giảm đi và tiến đến chế độ xác lập. Nếu đặt cùng một đột biến điện áp như thế vào đối tượng điều chỉnh có đặc tính khác, đáp ứng của hệ có thể giống như ở hình 1.13.

Trong trường hợp này tốc độ đáp ứng của hệ thống nhanh hơn nhưng tín hiệu ra sẽ có hiện tượng vượt lớn, do đó phát sinh thêm một tiêu chuẩn để đánh giá hệ thống đó là độ vượt lớn O có giá trị được tính theo công thức.

$$O = \frac{\Delta X_{outmax}}{X_{out}} \cdot 100\%$$



Hình 1.12: Đáp ứng của đối tượng điều chỉnh với điện áp nấc ngỏ vào



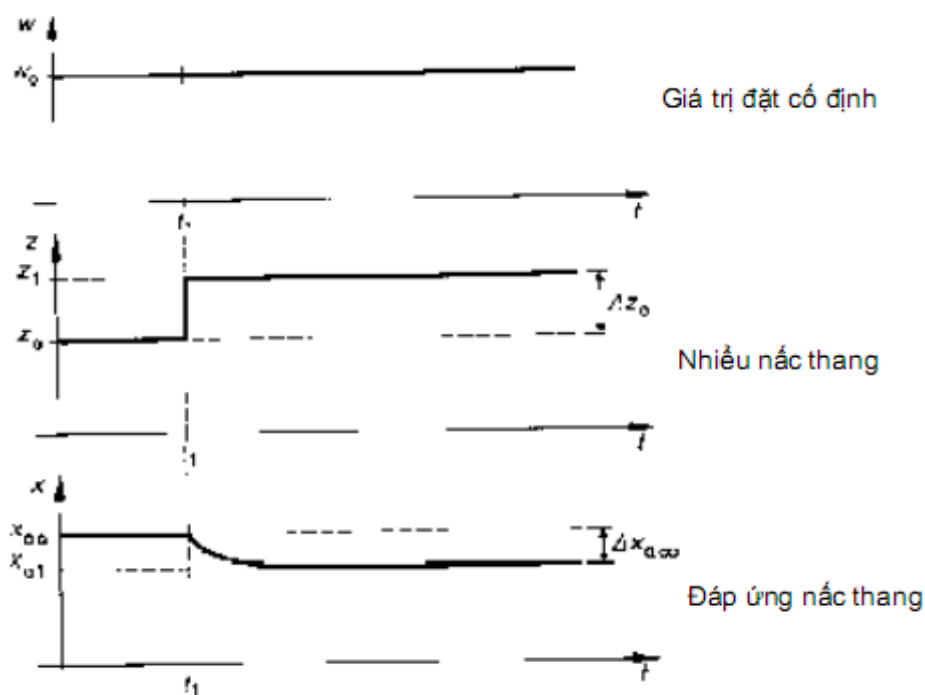
Hình 1.13: Đáp ứng của đối tượng điều chỉnh với điện áp nấc ngỏ vào

Trong thực tế, cả hai thông số T_{Tr} và O càng nhỏ càng tốt, nhưng thường không đạt được cả hai mà phải chọn một biện pháp dung hòa giữa hai yêu cầu trên. Hình 1.16 mô tả hai đặc tính trên của hệ thống điều chỉnh.

Đáp ứng đối với nhiễu và đối với đại lượng đặt của một vòng điều chỉnh được xác định dựa vào hai phương pháp vừa trình bày ở trên.

4.2.1. Đáp ứng nhiễu trong phương pháp giá trị cố định

Để khảo sát đáp ứng nhiễu của một vòng điều chỉnh, trước tiên giữ cho đại lượng đặt w không đổi và sau đó khảo sát biến thiên của tín hiệu ra khi có tác động của nhiễu. Hình 1.14 trình bày đồ thị thời gian của các đại lượng này.



Hình 1.14: Đáp ứng nhiều của hệ thống

4.2.2. Đáp ứng của hệ tự động với giá trị đặt

Để khảo sát đáp ứng này, giá trị của nhiễu được giữ cố định và khảo sát tín hiệu ra tương ứng với sự thay đổi của đại lượng đặt từ w_0 đến w_1

Lấy ví dụ điều khiển động cơ một chiều ở hình 1.7 để dễ minh họa đáp ứng này của hệ thống.

Giả sử tải và điện áp nguồn (nguyên nhân gây nhiễu) được giữ ổn định, thay đổi đại lượng đặt w từ w_0 đến w_1 tốc độ động cơ cũng sẽ thay đổi từ n_0 đến n_1 sau một thời gian trì hoãn do quán tính của hệ thống, một hệ thống điều chỉnh tốt khi giảm được thời gian trì hoãn và độ vượt lố của tín hiệu ra.

4.3. Đặc tính các khâu điều chỉnh cơ bản

Như đã đề cập trong phần 4.2. Một khâu điều chỉnh phải điều chỉnh một đối tượng. Do đặc tính các đối tượng không giống nhau nên cũng phải cần có các kiểu điều chỉnh khác nhau. Đặc tính của các khâu và của các đối tượng điều chỉnh được đặc trưng bởi đáp ứng của chúng ứng với tín hiệu đơn vị (là tín hiệu có giá trị từ 0 lên 1) sự thay đổi điện áp ra khi có tác động của điện áp đơn vị gọi là hàm truyền.

Để xác định hàm truyền, trước tiên phải đặt hệ thống ở trạng thái tĩnh có nghĩa là năng lượng còn trữ trong đó phải được phóng hết

Hệ thống với hai phần tử tích trữ năng lượng

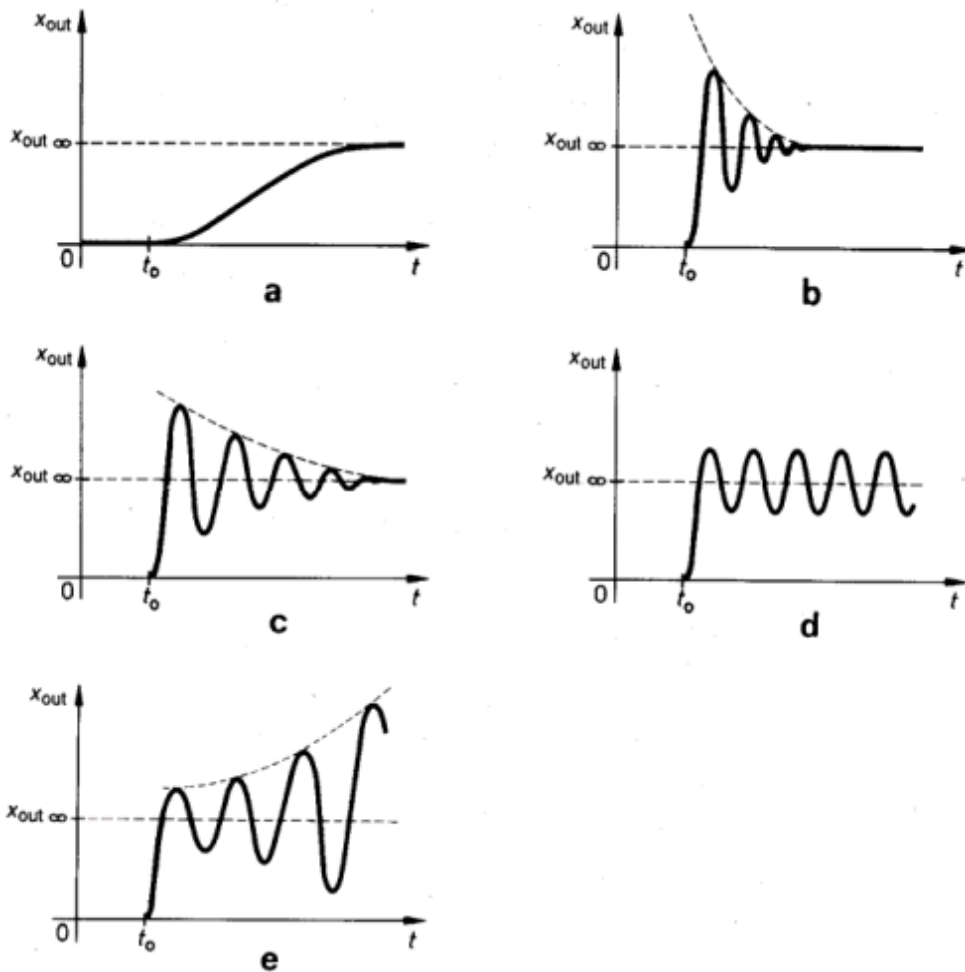
Một hệ thống mà hàm truyền của nó tạo nên một dao động thì trong nó luôn

tồn tại 2 phần tử tích trữ năng lượng có đặc tính khác nhau và năng lượng có thể trao đổi qua lại giữa chúng với nhau.

Các hệ PT₂ rất thường gặp trên thực tế. Hình 1.15 trình bày các dạng hàm truyền khác nhau. Các hàm ở hình 1.15a, 1.15b và 1.15c có một điểm giống nhau là sau một khoảng thời gian chuyển tiếp ngắn, ngõ ra sẽ đạt giá trị xác lập $x_{out \infty}$ và hệ thống ổn định tại vị trí này.

Hình 1.15a trình bày một trường hợp giới hạn không tuần hoàn, hàm truyền là thẳng và chưa gây ra hiện tượng vượt lố.

Hình 1.15b và 1.15c là các dao động tắt dần theo quy luật hàm mũ



Hình 1.15: Hàm truyền của hệ PT₂

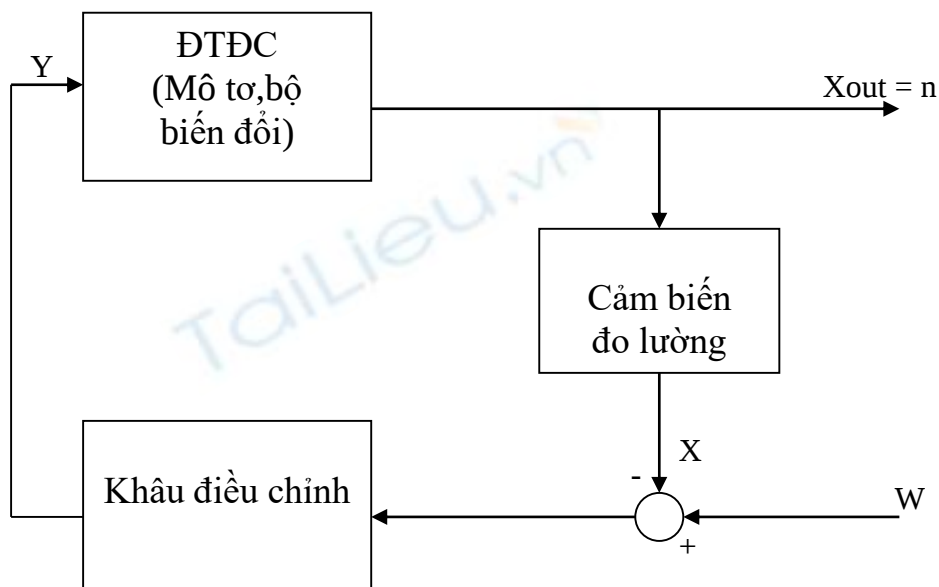
Hệ điều chỉnh ở hình 1.15d tạo ra một dao động liên tục và ở hình 1.15e cho thấy một dao động có biên độ tăng dần theo quy luật hàm mũ, cả hai hệ này không ổn định vì không đạt được giá trị xác lập.

Một tiêu chuẩn để đánh giá độ ổn định của các hệ thống như trên đó là việc giảm dần dao động phát sinh, thời gian suy giảm càng nhanh thì độ ổn định của

hệ thống càng tốt. Trong thực tế hệ thống được chỉnh định có dạng như hình 1.15b là hợp lý. Tuy nhiên cũng có trường hợp bắt buộc không được có hiện tượng vượt lố

4.4. Khâu điều chỉnh dùng op-amp

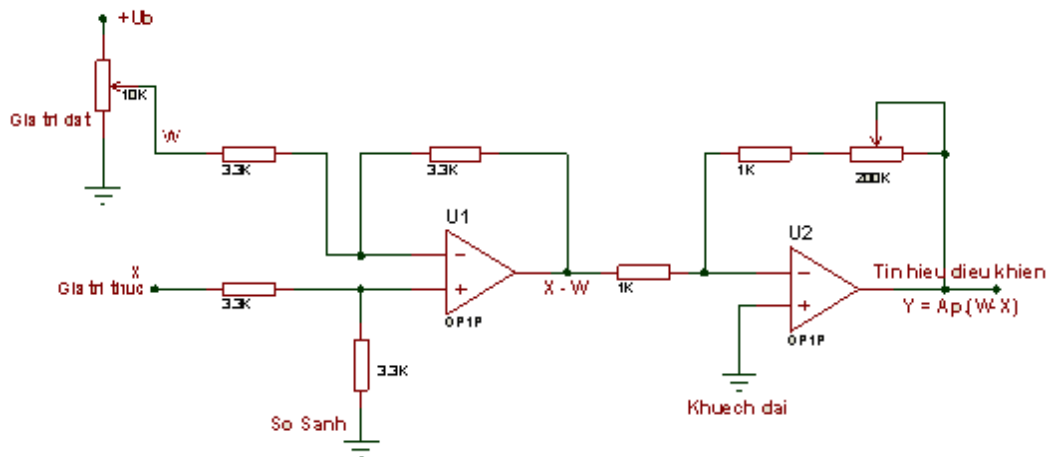
Khuếch đại thuật toán thường được dùng trong các khâu điều chỉnh điện tử, KĐTT có thể thực hiện rất nhiều chức năng khác nhau nhờ vào các linh kiện ráp thêm bên ngoài. Hình 1.16 cho thấy một khâu điều chỉnh phức tạp dùng KĐTT.



Hình 1.16: Vòng điều chỉnh tốc độ

4.4.1. Khâu tỉ lệ dùng op-amp

Đối tượng điều chỉnh bao gồm một động cơ, khối biến đổi công suất với mạch kích, điện áp điều khiển được tạo ra từ khâu điều chỉnh chính là tín hiệu vào của đối tượng điều chỉnh. Cảm biến đo lường tạo ra một điện áp tỉ lệ với tốc độ quay thực của động cơ. Mạch điện trong hình 1.17 là sơ đồ của khâu điều chỉnh và mạch cộng trong hình 1.16. Trong cả hai trường hợp, mạch so sánh - mạch trừ - bảo đảm sao cho tín hiệu sai biệt giữa giá trị thực x và giá trị đặt w luôn được tạo ra. Tín hiệu này hoặc độ lệch điều chỉnh sau đó được đưa vào mạch khuếch đại đảo.



Hình 1.17: Khâu P dùng 2 op-amp

Trong phần 4.2 đã đề cập rằng: Để hệ thống được ổn định trong vùng làm việc thì đại lượng mẫu x phải đảo pha. Trong hình 1.17 đại lượng x được đưa vào ngõ không đảo của mạch so sánh và sau đó được đảo pha ở phần mạch khuếch đại, còn đối với đại lượng đặt thì bị đảo pha hai lần nên cực tính vẫn không thay đổi.

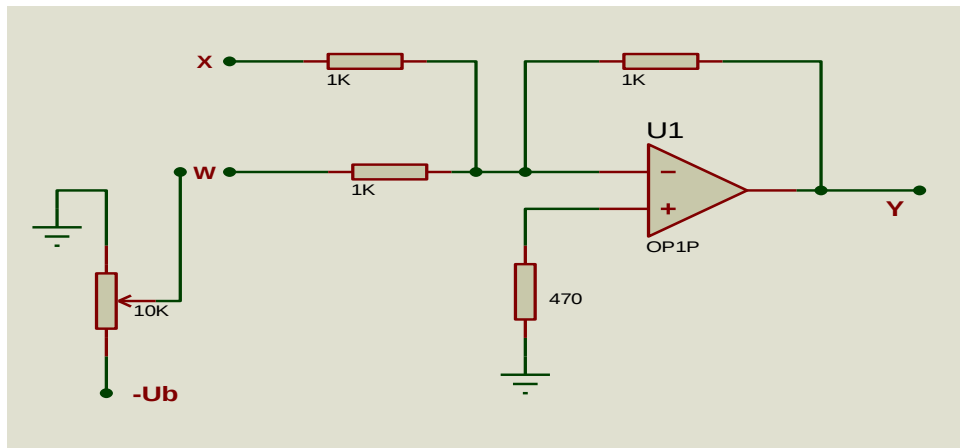
Hệ số tỉ lệ A_p của mạch có thể chỉnh được từ $A_p = 1$ đến $A_p = 100$ với biến trở đặt ở nhánh hồi tiếp của mạch khuếch đại đảo.

Bây giờ nếu thay đổi biến trở điều chỉnh sao cho đại lượng đặt tăng lên thì điện áp ra y của khâu điều chỉnh cũng sẽ tăng theo tác động đến phần tử chấp hành trong đối tượng điều chỉnh để tạo ra một điện áp lớn hơn cung cấp cho động cơ. Do đó, tốc độ hệ thống cũng sẽ tăng lên

Quá trình diễn tiến ngược lại khi giảm tải động cơ và khâu điều chỉnh sẽ làm cho tốc độ đã tăng giảm xuống trở lại.

Khâu tỉ lệ P có thể bị sai lệch bởi nhiễu, độ lệch càng nhỏ hệ số khuếch đại khâu điều chỉnh càng lớn, độ lệch điều chỉnh cũng làm cho tốc độ ban đầu của động cơ tương ứng với trị số đặt không còn đúng. Đây là khuyết điểm của khâu tỉ lệ ngược lại với ưu điểm tác động rất nhanh của mạch.

Nếu cực tính của trị số thực tế và trị số đặt được chọn phù hợp thì có thể thực hiện khâu điều chỉnh chỉ dùng duy nhất một op-amp (hình 1.18)

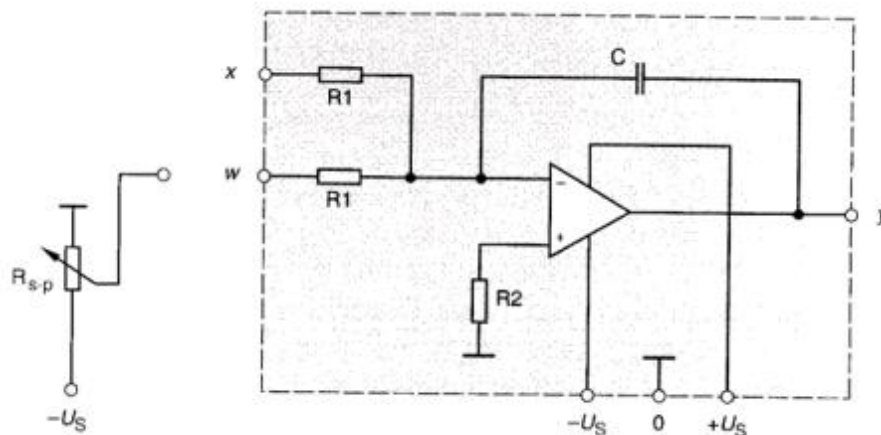


Hình 1.18: Khâu P dùng 1 op-amp

Khâu điều chỉnh ở hình 1.17 và 1.18 có cùng đặc tính, để làm rõ độ lệch điều chỉnh tồn tại trong hệ thống, phần dưới đây sẽ trình bày hai phương pháp tính toán

4.4.2. Khâu tích phân dùng op-amp

Độ lệch điều chỉnh tồn tại trong khâu tỉ lệ được hạn chế bằng một khâu tích phân. Hình 1.19 trình bày mạch điện khâu tích phân dùng op-amp



Hình 1.19: Khâu tích phân dùng op-amp

Ở chế độ không tải, tốc độ yêu cầu của động cơ được xác định bởi tín hiệu vào W, khi tổng hai giá trị U_x (thực tế) với U_w (giá trị đặt) bằng 0 thì khâu tích phân sẽ không còn thay đổi điện áp ra của nó.

Bây giờ nếu có nhiễu V.D: tải tăng lên dẫn đến tốc độ động cơ giảm xuống, khâu điều chỉnh sẽ tăng tín hiệu điều chỉnh cho đến khi hệ thống trở về tốc độ ban đầu và tín hiệu tổng ở ngõ vào của khâu tích phân lại trở về 0. Trong khâu tích phân không tồn tại độ lệch điều chỉnh như trong khâu tỉ lệ tuy nhiên tốc độ tác động chậm, hằng số thời gian của mạch chọn càng lớn thì quá trình điều chỉnh càng kéo dài.