

TS. TRƯƠNG HỮU CHÍ
TS. VÕ THỊ RY

CƠ ĐIỆN TỬ

CÁC THÀNH PHẦN
CƠ BẢN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



TS. TRƯƠNG HỮU CHÍ
TS. VÕ THỊ RY

CƠ ĐIỆN TỬ, CÁC PHẦN TỬ CƠ BẢN

(In lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2005

LỜI NÓI ĐẦU

(Cho lần in thứ hai)

Cơ điện tử là một trong 06 ngành công nghệ mũi nhọn của thế kỷ 21. Ở Việt Nam trong vòng 10 năm trở lại đây và đặc biệt trong những năm tới xuất hiện nhu cầu lớn về đào tạo nhân lực trình độ đại học và sau đại học ngành cơ điện tử. Nhằm đáp ứng nhu cầu của thực tế về nghiên cứu, sản xuất sản phẩm cơ điện tử trên cơ sở năng lực và kinh nghiệm qua những năm chuyển đổi từ cơ khí truyền thống sang cơ điện tử, Viện Máy và Dụng cụ (IMI) đã chuẩn bị một chương trình khung cho việc đào tạo đại học ngành cơ điện tử để đào tạo lại các kỹ sư của Viện đã tốt nghiệp tại các trường đại học kỹ thuật trong nước và đào tạo sinh viên đại học trong tương lai.

Quyển “Cơ điện tử – các thành phần cơ bản” nằm trong loạt sách về cơ điện tử được biên soạn bởi các cán bộ khoa học trong nhóm biên soạn giáo trình cho bộ môn “Cơ điện tử” của IMI. Đã gần một năm kể từ khi ra mắt bạn đọc quyển “Cơ điện tử – các thành phần cơ bản”, nhóm tác giả đã nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của bạn đọc. Chúng tôi đang biên soạn những tập tiếp theo của ngành Cơ điện tử, dự định trong tháng 2/2005 tập “Cơ điện tử-hệ thống trong chế tạo máy” sẽ được giới thiệu với bạn đọc.

Vì thời gian hạn hẹp nên lần tái bản này, mặc dù đã cập nhật một số nội dung và sửa chữa một số khiếm khuyết trong biên soạn lần đầu, chúng tôi chắc rằng vẫn còn thiếu sót. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn bạn đọc và mong nhận được những ý kiến đóng góp tiếp tục để tài liệu được hoàn chỉnh trong lần tái bản sau.

Những ý kiến đóng góp xin gửi về: Viện Máy và Dụng cụ công nghiệp, 46 Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội.

Các tác giả

CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM VỀ CƠ ĐIỆN TỬ

1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CƠ ĐIỆN TỬ

Cơ điện tử là thuật ngữ chỉ lĩnh vực khoa học công nghệ giao nhau giữa cơ khí với kỹ thuật điện-điện tử, điều khiển hệ thống và công nghệ thông tin.

Từ cơ điện tử, tiếng Anh “Mechatronics” được viết tắt của từ ghép giữa Mechanics và Electronics, được người Nhật sử dụng đầu tiên vào năm 1975 [1] trong việc điều khiển động cơ điện bằng máy tính. Thuật ngữ này sau đó trở nên phổ thông ở Nhật và nhanh chóng được nhiều nước trên thế giới sử dụng khi các linh kiện điện tử và tiếp theo là máy tính được sử dụng ngày càng nhiều trong điều khiển thiết bị, đặc biệt trong các hệ thống sản xuất.

Tác nhân chính dẫn đến việc cơ điện tử thành thuật ngữ phổ thông là khi nhu cầu về một bộ môn đào tạo riêng biệt, độc lập bắt đầu được hình thành dựa trên khả năng sử dụng năng lực máy tính và thiết bị điều khiển số không quá đắt, lưu hành tương đối sẵn trong các viện nghiên cứu và các trường đại học. Sự phát triển linh kiện thiết bị điện tử số và khoa học máy tính trong những năm 75÷ 80 đẩy nhanh đáng kể khả năng áp dụng chúng trong những dự án công nghệ và sản xuất. Trong khoảng thời gian này các viện nghiên cứu và các nhà công nghiệp đã nhận thức ra sự cần thiết đào tạo lại cho các kỹ sư cơ khí về các vấn đề của ngành đa công nghệ này. Đã gần 25 năm trôi qua kể từ khi thuật ngữ cơ điện tử được xem xét như là sự tích hợp của kỹ thuật cơ khí, điện và điện tử, thì hiện nay, thuật ngữ này vẫn là một khái niệm tiến triển không ngừng, nó có cả nghĩa chung lẫn nghĩa riêng để sử dụng.

Rất nhiều người có quan điểm “cơ điện tử” là lĩnh vực đa công nghệ, phát triển trên cơ sở của ngành cơ khí truyền thống, kỹ thuật điện tử và tin học. Sau đây là một số định nghĩa về cơ điện tử của một số cơ quan tổ chức:

- Cơ điện tử là sự kết hợp của kỹ thuật cơ khí, điều khiển điện tử và kỹ thuật hệ thống trong thiết kế sản phẩm và quá trình (theo Nanyang Politechnic Singapore).
- Cơ điện tử là sự kết hợp đồng vận của kỹ thuật cơ khí, điều khiển điện tử và tự duy hệ thống trong thiết kế sản phẩm và các quá trình sản xuất (theo Ủy ban Tư vấn Phát triển và Nghiên cứu Công nghiệp châu Âu viết tắt IRDAC).

- Cơ điện tử là hệ thống thiết kế và chế tạo sản phẩm mà hệ thống đó có cả chức năng cơ khí và chức năng điều khiển thuật toán tích hợp (theo trang "Mechatronics Forum" ở w.w.w.)
- Cơ điện tử được xem xét như là các ứng dụng kỹ thuật đồng thời (concurrent engineering) vào thiết kế và tích hợp các hệ thống cơ-điện tử (theo trường Đại học Atlanta U.S.A).
- Hệ thống cơ điện tử là máy được tích hợp với các hệ thống được lập trình hoặc khả trình với sự nhận thức, hoạt động và truyền thông (theo Royal Institute of Technology- Thụy Điển).
- Cơ điện tử là sự kết hợp 3 công nghệ then chốt: cơ khí, điện và điều khiển (theo Louisian State University U.S.A).
- Cơ điện tử là sự kết hợp giữa 4 mảng kiến thức: cơ khí, điện tử, điều khiển và máy tính (theo giáo sư Kevin Craig khoa Cơ khí và Kỹ thuật Hàng không của Đại học Renssenlaser U.S.A).

Đa số các trường đại học của Anh, Đức, Áo, Úc đều thống nhất quan điểm cơ điện tử là sự phối hợp đồng vận của kỹ thuật cơ khí, điện tử và công nghệ thông tin.v.v.... Không có một giới hạn định nghĩa về thuật ngữ cơ điện tử. Về bản chất, việc ứng dụng cơ điện tử không phải là một cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật. Đó là một sự tiến triển, ứng dụng kỹ thuật mới nhất của khoa học cơ khí chính xác, lí thuyết điều khiển, khoa học máy tính, điện và điện tử trong quá trình thiết kế để tạo nên những sản phẩm có khả năng tương thích cao với nhiều chức năng. Điều này đã được nhiều nhà thiết kế và kỹ sư nhìn thấy trước và đưa vào sản phẩm của mình do vậy thực chất các sản phẩm cơ điện tử đã tồn tại và phát triển trước khi có những quan điểm rõ ràng về chúng.

Theo dòng lịch sử, đa số các hệ thống sản xuất cũng như các sản phẩm hàng hoá được cơ khí hoá hoàn toàn khi có sự hiện diện của động cơ điện hoặc thủy lực trong kết cấu, đó là xuất phát điểm. Sự xuất hiện các linh kiện bán dẫn trong thập kỷ 50 và các máy tính điện tử số trong những năm 70 đã tạo nên những hệ thống nối ghép tương hỗ giữa kỹ thuật cơ khí với điện tử, điều khiển vi tính có tính đa ngành cao tiếp theo. Phần lớn các sản phẩm cơ điện tử trong thời kì này liên quan đến kỹ thuật servo, được sử dụng cho những sản phẩm như mở cửa tự động, máy bán hàng tự động, camera tự điều chỉnh tiêu cự v.v... Những sản phẩm cơ điện tử thế hệ này đã thể hiện được kết cấu đơn giản hơn trong cùng

chức năng nhờ việc sử dụng phương pháp điều khiển tiên tiến, phù hợp với cơ cấu chấp hành đơn giản.

Trong những năm 80, sự phát triển của công nghệ thông tin làm các kỹ sư nảy sinh và bắt đầu áp dụng các bộ vi xử lý vào các hệ thống cơ khí để cải thiện đặc tính của hệ thống. Máy công cụ, thiết bị điều khiển số và robot trở nên gọn hơn, trong khi các ứng dụng trong lĩnh vực xe 4 bánh như điều khiển động cơ điện tử và các bộ phanh an toàn trở nên phổ biến.

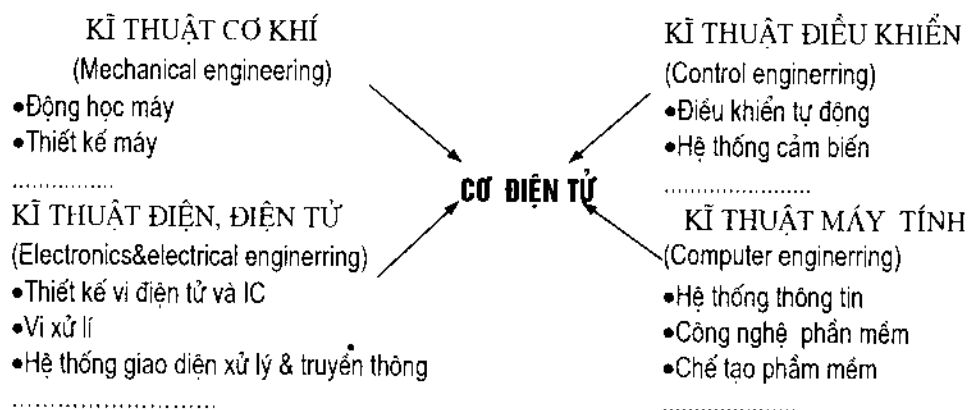
Còn ở thập kỷ 90, công nghệ truyền thông đã bổ sung vào cơ điện tử tính mềm dẻo, hỗn hợp: các sản phẩm có thể nối kết thành mạng lớn. Sự phát triển này tạo nên các chức năng như vận hành từ xa các cánh tay máy, điều khiển hệ thống sản xuất qua mạng, đặt hàng-thiết kế- tạo mẫu (prototype)- sản xuất trong một khoảng không gian vô cùng rộng v...v. Cùng thời gian những cảm biến mới nhỏ hơn, thậm chí siêu cực nhỏ và công nghệ mới về kích truyền động (actuator) được tăng cường trong các hệ thống sản phẩm mới. Các hệ thống cơ-điện tử siêu nhỏ (micromechatronics) mở xu hướng phát triển công nghệ siêu nhỏ (nano technology) trong thế kỷ 21.

Sự mở mang dự đoán được trong thiết kế, phát triển sản xuất, kỹ thuật tự động và sản phẩm tiêu dùng đã kích thích và thúc đẩy các nhà quản lý và các kỹ sư thiết kế, chế tạo, khai thác công nghệ cơ điện tử. Điều này đặt ra thách thức trong đào tạo về công nghệ cơ điện tử để có thể đáp ứng các nhu cầu trong ứng dụng tự động hoá trong các ngành công nghiệp kể cả công nghiệp tiêu dùng.

Về đào tạo, từ 1983 Viện Kỹ thuật Nhật Bản- Singapo đã đưa vào khoá đào tạo kỹ thuật cơ điện tử (mechatronics engineering) chương trình 2 năm để đào tạo lại kỹ sư cơ khí. Khoá giảng đầu tiên mang tên “Mechatronics” cho kỹ sư và học viên cao học (B.Eng/M.Eng) được thực hiện ở trường Đại học Lancaster (U.K) trong năm 1984/1985. Kể từ đó các khoá đào tạo về cơ điện tử bắt đầu phát triển mạnh ở tất cả các nước công nghiệp phát triển và đang phát triển. Cả những nước “con rồng mới” thuộc vùng châu Á -Thái Bình Dương cũng đã rất nhanh nhạy đưa ngành đào tạo mới này vào giảng dạy. Những năm đầu thập kỷ 90, 4 trường đại học bách khoa của Singapo có chương trình 3 năm đào tạo chính quy kỹ sư cơ điện tử. Trường đại học TUT-Nhật Bản là trường đại học duy nhất ở châu Á đưa cơ điện tử vào giảng dạy chính thức như là một khoa riêng của trường. Cùng thời gian đó, hầu hết sinh viên các khoa kỹ thuật ở các trường đại học khác ở Nhật đều được dạy các nguyên lý cơ bản của cơ điện tử và hướng

nghiên cứu trong lĩnh vực này. Ở trường Đại học Sidney Úc cũng đã có các khoá đào tạo và cấp bằng kỹ sư theo chuyên ngành cơ điện tử từ những năm đầu 90, tiếp theo không lâu là các trường đại học Curtin và New South Weles. Ở châu Âu, từ năm 1980 đã có các hoạt động có liên quan đến đào tạo cơ điện tử, nhưng khoá học chính thức về cơ điện tử trong trường đại học thì chỉ bắt đầu từ chương trình một năm cao học tại trường đại học Katholieke (Leuven – Bỉ) trong 1986 và đến 1989 trường này đã mở ngành đào tạo cơ điện tử. Năm 1989 Trung tâm Nghiên cứu cơ điện tử thuộc trường Đại học Twente (Hà Lan) được thành lập để phối hợp các chương trình nghiên cứu giảng dạy của nhà trường. Trong năm 1990 một loạt các trường đại học ở CHLB Đức, Đan Mạch, Hà Lan, Ireland (châu Âu) đưa cơ điện tử vào giảng dạy. Từ 1992÷1996 Liên Minh Châu Âu đã tài trợ để thực hiện dự án TEMOUS đưa khoá học cơ điện tử vào giảng dạy tại các khoa cơ khí của các trường đại học: TU Brno, CTU, TU Plzeo, University Libre Bruxelles, University College Dublin, Johannes Kepler University Linz, Loughborough University of Technology, University Stuttgart.

Các trường đại học ở Anh giảng dạy cơ điện tử, bắt đầu từ Trường Lancaster, tiếp theo là các trường Đại học London, Surrey, Dundee, Hull, Brunel, Loughborough, Manchester và Leeds. Ở Bắc Mỹ mặc dù có rất nhiều trường đại học hoạt động trong lĩnh vực cơ điện tử, nhưng cho đến 1995 vẫn chưa xuất hiện những khoá giảng dạy mang tên “Cơ điện tử”. Đến nay hầu như tất cả các trường đại học kỹ thuật của Mỹ đều đã có khoa này. Tính đến 1999 trên thế giới có khoảng 90 trường đại học và viện nghiên cứu có đào tạo giảng dạy và nghiên cứu về cơ điện tử [3]. Nhìn chung, cơ điện tử được coi là một ngành tích hợp các đối



Hình 1.1. Các lĩnh vực đào tạo liên quan đến cơ điện tử

tương cơ bản đang tồn tại của các bộ môn có liên quan theo hình thức khác với truyền thống phát triển hàm lâm một ngành học. Để đáp ứng là ngành đa công nghệ, gắn với sự thay đổi trong cấu trúc chương trình giảng dạy hướng kỹ thuật (engineering), nhiều trường đại học theo đặc thù riêng của mình đã đưa ra những chương trình giảng dạy khác nhau, tuy nhiên phạm vi đào tạo liên quan đến cơ điện tử thường bao gồm 4 lĩnh vực thể hiện như hình 1.1. Ở đây, những vấn đề học thuật được coi là không thể thiếu được trong thiết kế sản phẩm và quy trình chế tạo sản phẩm là: khoa học máy tính, kỹ thuật kích truyền động cơ khí-thủy lực-khí nén -điện- điện tử, kỹ thuật điện- điện tử- vi điện tử, cảm biến, vật liệu, điều khiển và tự động hoá, động lực học và robot, CAD/CAM, CIM và cơ sở dữ liệu công nghiệp, v...v. Trong đó những chương trình giảng dạy được coi là cơ sở cho đào tạo cơ điện tử là thiết bị di động cơ điện (Electromechanical Motion Device), điện tử công suất (Power Electronics) và vi điện tử (Microelectronics), vi xử lý và giao diện (Microprocessor and Interfacing), các hệ thống cơ điện (Electromechanical Systems), nhập môn cơ điện tử (Introduction to Mechatronics), lý thuyết các hệ thống điều khiển và điều khiển các hệ cơ điện tử (Control systems Theory and Control of Mechatronic Systems), các hệ thống cơ điện tử và các cấu trúc thông minh (Mechatronic System and Smart Structures), các hệ thống cơ điện tử siêu nhỏ (Microelectromechanical Systems) và các hệ thống cơ điện tử nano (Nano electromechanical Systems).

1.2. SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ

1.2.1. Tổng quan

Như vậy sự phát triển khoa học công nghệ kỹ thuật nhanh chóng cho phép sản phẩm, hệ thống công nghiệp tiến triển từ dạng cơ khí hoá thời kì đầu đến dạng tích hợp cơ- điện sau đó đến cơ điện tử -tự động cứng và ngày nay loại có tính năng thực hiện linh hoạt, thông minh (gọi tắt là sản phẩm cơ điện tử). Các sản phẩm *cơ điện tử* chỉ thật sự phát triển mạnh trong nền sản xuất công nghiệp và nền kinh tế hàng hoá cuối thế kỉ 20 và có mặt trong hầu hết các ngành kinh tế quốc dân như sinh học, y học, công nghiệp vũ trụ, công nghiệp sản xuất v...v. Từ những đồ dùng thường nhật như đầu CD, máy giặt, đầu video, máy ảnh tự động, máy photocopy, loại thiết bị khá linh động nhưng còn kém thông minh đến những sản phẩm thế hệ nhúng cảm biến thông minh để thu nhận các môi trường xung quanh theo thời gian thực, có các bảng mạch sử dụng các dữ liệu, cơ cấu

"học tập" để phát triển cơ sở kiến thức và các bộ kích hoạt "thông minh" để thực hiện các nhiệm vụ theo yêu cầu. Một số sản phẩm có khả năng như con người, ví dụ có thể nhận biết tốc độ, điều chỉnh tốc độ, nhận biết được các cử chỉ và "học bằng cách nhìn". Những sản phẩm này có thể sắp xếp theo thứ tự độ "thông minh" tăng dần như: các máy công cụ CNC, các trung tâm gia công, hệ thống công nghệ gia công linh hoạt (FMS), các máy công cụ thể hệ mới như máy gia công tốc độ cao (HSC), hexapod, các robot đào ngầm, người máy và những năm cuối của thế kỉ 20 là những hệ thống thiết bị "thông minh" siêu nhỏ v.v. Sự phát triển và tính nổi trội của cơ điện tử tạo cho các sản phẩm và hệ thống thực hiện tốt hơn, linh hoạt hơn, thông minh hơn trong chức năng và cả trong khả năng vận chuyển, giao tiếp truyền thông. Xu thế sản phẩm và hệ thống sản xuất theo hướng cơ điện tử dường như là không thể tránh khỏi trong thách thức của sự tiến bộ công nghệ kỹ thuật. Cơ điện tử cung cấp các giải pháp tất yếu để thoả mãn nhu cầu thị trường. Các sản phẩm cơ điện tử tiêu biểu cho thế hệ sản phẩm mới, có thể phân loại như sau.

1.2.2. Phân loại theo lĩnh vực sử dụng

Sau đây là một số ví dụ phân loại sản phẩm cơ điện tử theo lĩnh vực sử dụng:

Trong y học:

Các loại thiết bị cắt lớp; các thiết bị thí nghiệm về ADN, nhân bản phôi; các máy chiếu các loại tia chụp: X, laser, coban; các thiết bị mổ nội soi, v.v.

Trong công nghiệp:

Các loại máy công nghiệp tự động được điều khiển theo chương trình, FMS (hệ thống công nghệ sản xuất linh hoạt). CAD-CAM, người máy, các hệ thống tự động, kho tàng tự động, công cụ vận chuyển thông minh, v.v.

Trong văn phòng:

Đây là hệ thống mạng công tác, có sử dụng máy tính (như hệ thông tin quản lí), các thiết bị văn phòng (máy tính, máy fax, máy in laser), v.v.

Trong sinh hoạt gia đình:

Hệ thống thông tin về nhà cửa, sản phẩm tiêu dùng (audio/ thiết bị nghe nhìn, máy giặt v.v.), hệ thống bảo vệ nhà cửa, các loại robot phục vụ, ô tô, gara ô tô tự động, v.v.

1.2.3. Phân loại theo kỹ thuật hệ thống

Sản phẩm đơn là những sản phẩm linh hoạt, thực hiện chức năng đứng một mình như máy CNC, thiết bị vận chuyển thông minh, vật gia dụng thông minh v.v.

Hệ thống tổ hợp các sản phẩm cơ điện tử trong quá trình có quan hệ cụ thể nào đó như:

- *Dây chuyền lắp ráp* đồng hồ, lắp vỏ hộp động cơ, đóng bao gói, v.v.
- *Dây chuyền sản xuất* tivi, máy nén khí, v.v.

Hệ thống tích hợp: các sản phẩm cơ điện tử thành phần có quan hệ mật thiết như:

- *Tự động hoá sản xuất*: hệ thống gia công linh hoạt (FMS), hệ thống sản xuất tích hợp vi tính (CIM), v.v.
- *Tự động hoá công nghiệp dân dụng*: thiết bị sản xuất và lắp ráp ô tô, tàu thông minh, toà nhà thông minh, v.v.

Như thể hiện ở trên, nội dung của cơ điện tử là rất rộng. Những vấn đề của cơ điện tử trên quan điểm cơ khí được cho rằng là sự mở rộng và bổ sung các sensor cho hệ thống cơ, các thành phần kích hoạt (cơ cấu chấp hành) tiên tiến hơn so với hệ cơ khí truyền thống và được điều khiển bởi máy tính. Khả năng truyền thông giữa các hệ thống thành phần đã làm tăng cường đáng kể tính năng của sản phẩm cơ điện tử. Để thiết kế và chế tạo các sản phẩm thế hệ mới, người thiết kế cần nắm rõ được các thành phần cơ bản của một sản phẩm cơ điện tử.

1.3. ĐẶC TRƯNG CỦA SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ

1.3.1. Hệ thống

Đặc trưng của một giải pháp cơ điện tử trong thiết kế kỹ thuật là tích hợp công nghệ điện tử, máy tính và hệ thống cơ. Trong

đó hệ thống cơ thường đơn giản, ít chi tiết hơn để hướng tới một hệ thống có tính năng thực hiện cao hơn, dễ điều khiển, năng động hơn so với thế hệ trước đó. Thuật ngữ hay được dùng trong cơ điện tử là **hệ thống**. Một hệ thống có thể được xem như một hộp đen có đầu vào và đầu ra (hình 1. 2). Gọi là hộp đen vì



Hình 1.2 : Mô hình hộp đen

người sử dụng không quan tâm trong đó xảy ra điều gì mà chỉ quan tâm đến quan hệ nhập/xuất. Bên trong hộp đen là vấn đề của các nhà thiết kế, là một tổ hợp lắp ráp được sắp đặt theo một thứ tự nhất định về mặt logic khoa học. Tổng thể của tập hợp này được liên kết bởi một số quy luật và nguyên lí. Sự kết nối của các thành phần trong tập hợp này theo trật tự tối ưu tạo nên một hệ thống đồng bộ.

Để đảm bảo mối quan hệ nhập/xuất của hệ thống, trong hệ thống phải có yếu tố điều khiển. Hệ thống điều khiển (máy vi tính) chính là đặc điểm của sản phẩm cơ điện tử. Hệ thống điều khiển có hai dạng cơ bản, hệ mở và hệ phản hồi.

Sự khác nhau giữa chúng là hệ phản hồi có thông tin phản hồi để điều chỉnh, đảm bảo tín hiệu đầu ra theo chủ đích. Khi xuất hiện sai lệch tín hiệu sẽ có sự phản hồi. Sự chênh lệch giữa chúng được *thành phần so sánh* xác định, cơ cấu *điều khiển* đưa ra quyết định xử lí để cơ cấu *hiệu chỉnh* tạo ra một thay đổi trong quá trình phù hợp yêu cầu. (xem thêm chương 4).

1.3.2. Cải thiện các chức năng

Sự phân chia các chức năng giữa phần cơ khí và điện tử

Sự tương tác để thực hiện các chức năng trong các thành phần cơ khí và điện tử mang tính quyết định cho thiết kế sản phẩm. So với những sản phẩm cơ khí truyền thống, sự bổ sung các thành phần khuếch đại, kích truyền động, các nguồn năng lượng điện làm cho thiết bị đơn giản đáng kể. Việc đưa các máy vi tính (microcomputer) vào thiết bị trong mối kết giao với các hệ truyền dẫn điện phân làm cho thiết bị gọn và linh hoạt hơn nhiều so với các thể hệ của nó trước đó. Thiết kế các kết cấu nhẹ làm cho sản phẩm mang tính đàn hồi, có thể giảm chấn qua vật liệu. Sự chống rung điện tử bởi các sensor vị trí, tốc độ, sensor nhạy dao động và các phản hồi điện tử được thực hiện với lợi thế hỗ trợ chống rung khả điều chỉnh nhờ các thuật toán.

Tiếp theo, sự bổ sung điều khiển vòng đóng (closed loop control) cho vị trí, tốc độ và lực không những tạo được sự "lăn theo" chính xác các biến tham chiếu, mà còn làm cho hệ thống hoạt động tương đối tuyến tính, cho dù hệ thống cơ khí hoạt động không tuyến tính. Việc bỏ qua, không ép buộc phải tuyến tính đối với phần cơ khí làm giảm đáng kể công sức cho thiết kế và chế tạo. Việc hiện diện thể hệ biến tham chiếu khả lập trình tự do đã cải thiện được tính thích nghi của các hệ thống cơ không tuyến tính với người vận hành. Ngoài ra, việc tăng lượng

sensors, thành phần kích truyền động, các hệ điều khiển, cáp và các nối ghép điện trong điều kiện tăng độ tin cậy, giảm giá cả và trọng lượng mà không tăng khoảng không gian đã đưa đến sự phát triển các hệ thống buyt phù hợp, các hệ thống cắm (plug system) và các hệ thống điện tử có khả năng tái cấu hình (reconfigurable electronics systems)

Cải thiện khả năng hoạt động

Bằng việc áp dụng các điều khiển phản hồi tích cực, sự chính xác có được không chỉ nhờ tính chính xác cơ khí cao của các thành phần cơ khí được điều khiển thụ động một chiều mà còn nhờ sự so sánh của biến tham chiếu được lập trình và biến điều khiển đo được. Vì vậy sự chính xác cơ khí trong thiết kế và chế tạo có thể giảm, có thể sử dụng các kết cấu đường trượt, gối đỡ đơn giản hơn. Một khía cạnh quan trọng nữa là các hệ thống cơ điện tử có khả năng bù ma sát lớn, ma sát thay đổi nhờ giải pháp bù ma sát thích nghi (adaptive friction compensation). Vì thế xu hướng thiết kế kết cấu với ma sát lớn được ưa chuộng hơn là kết cấu có rơ.

Bên cạnh đó, điều khiển thích nghi và điều khiển trên cơ sở mô hình (model-based and adaptive control) cho phép phạm vi hoạt động của thiết bị rộng hơn so với điều khiển cố định (có nguy cơ không ổn định và hoạt động chậm chạp). Sự kết hợp điều khiển thích nghi và ổn định cho phép điều khiển trong phạm vi hoạt động rộng cho dòng, lực, tốc độ và quá trình. Sự thực hiện điều khiển tốt hơn cho phép các biến chuẩn tiến đến gần các ràng buộc với sự cải thiện năng lực đáng kể.

Bổ sung những chức năng mới

Các hệ thống cơ điện tử cho phép thực hiện các hoạt động mà chỉ có với điện tử số (digital electronics) mới có thể thực hiện được. Ngoài ra có một số chức năng mà chỉ sản phẩm cơ điện tử mới có như:

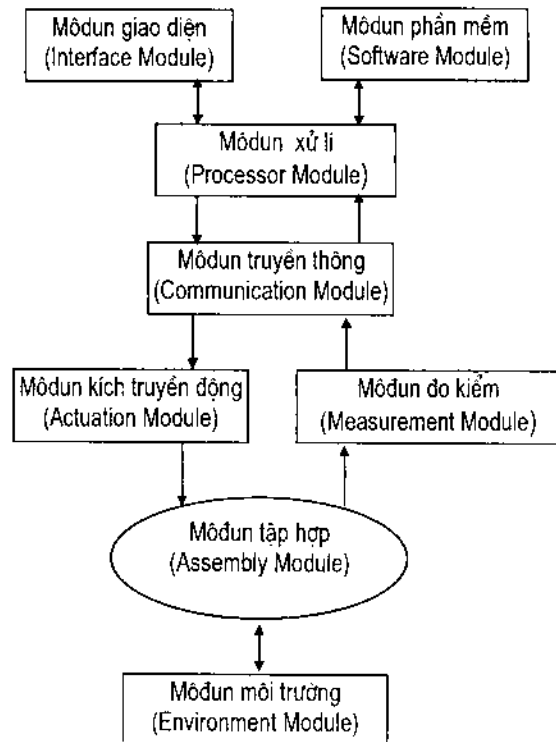
- Chẩn đoán lỗi và giám sát: cùng với sự gia tăng thành phần điện tử, tính năng thực hiện tự động, độ phức tạp của hệ thống và yêu cầu cao hơn về độ tin cậy - an toàn, chức năng chẩn đoán lỗi và giám sát được bổ sung và trở nên ngày càng quan trọng.
- Dịch vụ từ xa (teleservice) cũng là một chức năng mới của sản phẩm cơ điện tử do nhu cầu tái cấu hình hệ thống và bảo dưỡng theo yêu cầu.

Có thể tóm tắt đặc trưng của sản phẩm cơ điện tử so với sản phẩm cơ khí truyền thống như sau:

Nº	Truyền thống	Cơ điện tử
	Bổ sung các thành phần	Tích hợp các thành phần (phần cứng)
1	Công kênh	Gọn
2	Cơ cấu phức tạp	Cơ cấu đơn giản
3	Truyền đạt qua cáp	Truyền đạt qua bus hoặc không dây
4	Khối thành phần kết nối	Các khối đơn vị tự trị
	Điều khiển đơn giản	Tích hợp bằng quá trình xử lý thông tin (phần mềm)
5	Kết cấu cứng	Kết cấu đàn hồi với giảm chấn nhờ phản hồi điện tử
6	Điều khiển một chiều, điều khiển tuyến tính (analog)	Điều khiển không tuyến tính (digital) phản hồi khả lập trình
7	Chính xác nhờ dung sai nhỏ	Chính xác nhờ điều khiển phản hồi và đo lường
8	Các đại lượng không đo được thay đổi tùy tiện	Điều khiển các đại lượng không đo được
9	Kiểm tra đơn giản	Giám sát với chẩn đoán lỗi
10	Năng lực ấn định	Năng lực học tập

1.3.3. Giải pháp môđun, thiết kế sản phẩm cơ điện tử

Giải pháp cơ điện tử trong thiết kế kỹ thuật liên quan đến việc cung cấp một cấu trúc trong đó sự tích hợp thành một hệ thống thống nhất của các công nghệ khác nhau được thiết lập và đánh giá. Sơ đồ khối về hệ thống toàn bộ (một sản phẩm cơ điện tử) như vậy trên cơ sở các khối xây dựng hoặc các môđun thành phần được thể hiện trong hình 1.3 [1]. Thuật ngữ môđun ở đây được dùng với nghĩa rộng, có thể là một hệ thống bao gồm các môđun con khác hoặc là tập hợp các tài liệu. Vai trò của các môđun có thể xác định như sau:



Hình 1.3: Sản phẩm cơ điện tử theo môđun

a. Môđun môi trường (Environment module):

Môđun môi trường liên quan đến các thông số bên ngoài như phạm vi nhiệt độ, các yếu tố tải trọng v.v. sẽ tác động đến hoạt động của sản phẩm đồng bộ. Trong thiết kế tổng thể, các tham số này thiết lập loạt điều kiện biên, mà sản phẩm phải tồn tại và hoạt động trong đó. Do vậy môđun môi trường phải bao gồm các nét đặc trưng như các tiêu chuẩn và quy chuẩn thực tế.

b. Môđun tập hợp (Assembly module):

Môđun tập hợp thể hiện sự thực hiện vật lí của các thành phần cấu trúc và thành phần cơ của hệ thống. Môđun này liên quan trước hết tới các tham số như tính chất vật liệu, cách hoạt động của cấu trúc, hình dáng và tình huống thực hiện. Đầu vào môđun tập hợp bao gồm các chuyển động do môđun kích truyền động (actuation module) cung cấp cùng với các điều kiện được xác định bởi môđun môi trường. Đầu ra của môđun tập hợp liên quan tới đáng mạo của sản phẩm vì vậy nó phải chứa đựng yếu tố thẩm mỹ và thể sử dụng theo tiêu chuẩn vệ sinh khoa học.

c. Môđun đo kiểm (Measurement module):

Môđun đo kiểm liên quan tới các phương pháp sử dụng các loại sensor để tự tập hoặc cảm nhận thông tin bên ngoài như trạng thái của trở và trạng thái của mạch điều khiển trong. Thông số đầu vào là các tính chất vật lí của môđun tập hợp còn thông số đầu ra liên quan tới bản chất thông tin được truyền. Những thông tin này thường phục vụ như là đầu vào bộ xử lí, được xử lí rồi được gửi tới môđun kích truyền động (actuation module) để thực hiện các hoạt động được yêu cầu.

d. Môđun kích truyền động (Actuation module)

Môđun kích truyền động thể hiện “cơ bắp” được yêu cầu trong hệ thống để thay đổi các điều kiện của hệ thống. Các điều kiện đầu vào môđun này được thiết lập bởi đầu ra của môđun xử lí còn các đầu ra được xác định bởi kiểu chuyển động được yêu cầu.

e. Môđun truyền thông (Communication module):

Môđun truyền thông thực hiện truyền thông tin giữa các môđun trong phạm vi hệ thống. Các trạng thái của đầu vào và đầu ra phụ thuộc vào bản chất của thông tin được truyền, khoảng cách truyền và môi trường đang thực hiện.

f. Môđun xử lí (Processor module):

Môđun xử lí liên quan tới việc xử lí thông tin do môđun giao diện và môđun đo kiểm cung cấp. Các tham số đầu vào gồm các thông số đo được, các thiết lập yêu cầu và các thông số hệ thống như tốc độ vận hành v.v. Đầu ra từ môđun xử

lí quyết định sự hoạt động của môđun kích truyền động và cung cấp thông tin tới môđun giao diện.

g. Môđun phần mềm (Software module):

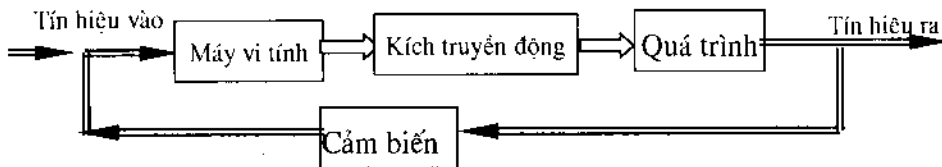
Môđun phần mềm bao gồm các chỉ thị hoạt động và thuật toán xác định dành cho hệ thống và điều khiển hoạt động của môđun xử lí. Bản chất và hình thái của môđun phần mềm có mối liên quan với bản chất và cơ cấu của môđun xử lí.

h. Môđun giao diện (Interface module):

Môđun giao diện liên quan tới việc di chuyển thông tin giữa các mức trong hệ thống và ở tại mức cao nhất, cung cấp giao diện người - máy cần thiết cho truyền thông tin của người sử dụng. Đầu vào và ra môđun giao diện liên quan đến bản chất thông tin truyền có liên quan.

1.3.4. Cơ điện tử trong chế tạo máy

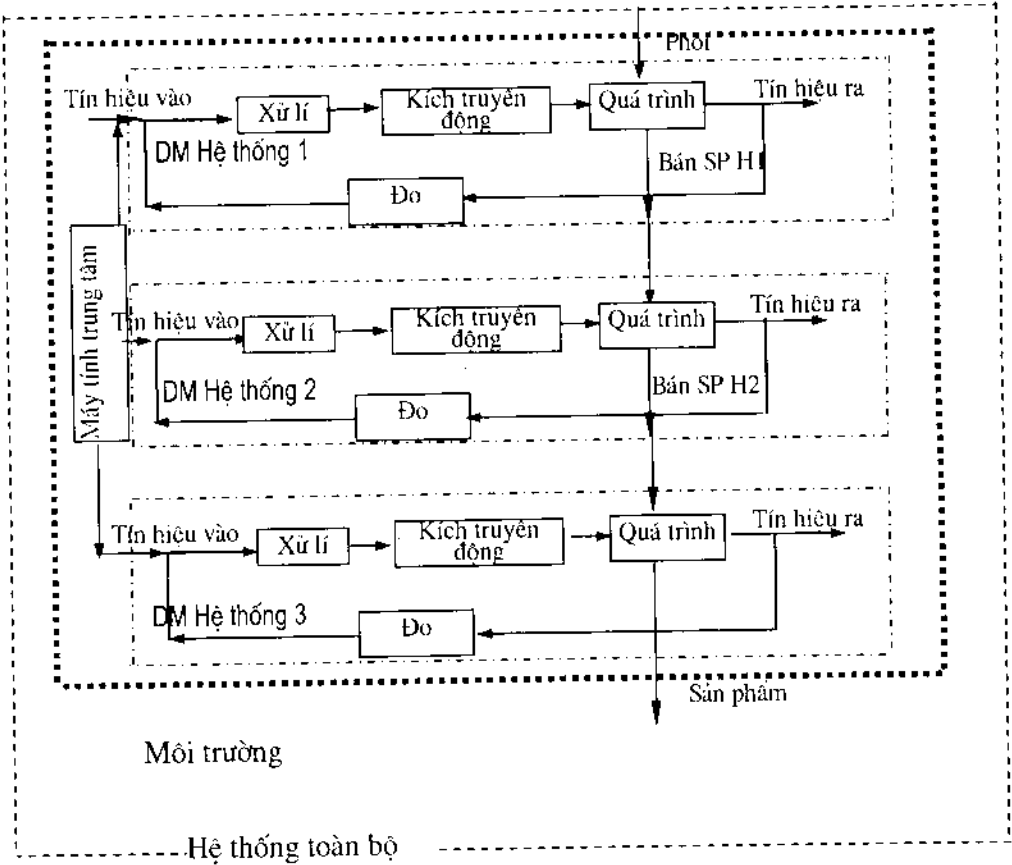
Từ quan điểm thiết kế trên có thể thấy, thực tế trong công nghiệp có những sản phẩm cơ điện tử không bao gồm tất cả các môđun nêu trên. Tuy nhiên một sản phẩm cơ điện tử trong chế tạo máy thì không thể thiếu được hệ kích truyền động, các cảm biến (sensor) và bộ điều khiển. Đó là những thành phần luôn hiện diện trong một sản phẩm cơ điện tử đơn (ví dụ như máy công cụ CNC). Hình 1.4 thể hiện sơ đồ khối bên trong một thiết bị như vậy. Tối thiểu công tác thiết kế



Hình1. 4 : Sơ đồ khối của một sản phẩm cơ điện tử

một sản phẩm cơ điện tử phải giải quyết được vấn đề về thành phần kết cấu kích truyền động - thực hiện quá trình -cảm nhận - xử lí (máy tính). Cao hơn, sản phẩm cơ điện tử có sự truyền thông trong quá trình giữa các hệ thống kết hợp và giao diện với người sử dụng mà hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS) là một ví dụ điển hình. Một sản phẩm cơ điện tử như vậy thường có đủ các thành phần đặc trưng như được thể hiện ở hình 1.3, khi đó biểu đồ khối xây dựng hình 1.4 có thể chuyển sang dạng như hình 1.5.

Hình 1.5 thể hiện sơ đồ khối của một dây chuyền sản xuất, với giả thiết phôi được cấp và gia công trước hết trên hệ thống 1- máy công cụ CNC, rồi được vận chuyển và phát hiện bán thành phẩm hồng bởi hệ thống 2 - dây chuyền vận chuyển. Sản phẩm được hoàn thiện bởi máy CNC- hệ thống 3. Trong sơ đồ DM thể hiện hình dáng- hay là môđun lắp ráp của các hệ thành phần. Toàn bộ hệ thống được đặt trong một môi trường cụ thể, nơi quyết định các điều kiện biên hoạt động của hệ thống. Tín hiệu vào từng hệ thống tùy theo nhiệm vụ điều khiển của từng hệ mà có thể là tốc độ cắt của máy CNC (hệ thống 1 và 3) hoặc là thời gian để phát hiện vị trí của bán thành phẩm ở dây chuyền vận chuyển 2, chuẩn bị cho việc cấp bán sản phẩm vào hệ thống 3. Các hệ thống thành phần, ngoài việc chịu điều khiển của máy tính trong hệ còn được điều hành bởi máy tính trung tâm để phối hợp hoạt động của 3 hệ thống thông qua môđun truyền thông của hệ.



Hình 1.5. Sơ đồ khối của một sản phẩm cơ điện tử - dây chuyền sản xuất.

CHƯƠNG 2. CÁC THÀNH PHẦN ĐẶC TRƯNG CỦA SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ

2.1. MÔĐUN MÔI TRƯỜNG

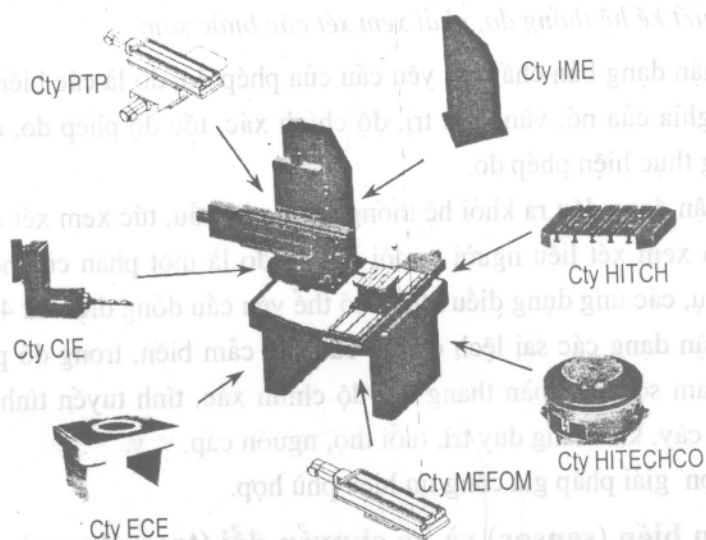
Môđun môi trường hình thành từ điều kiện biên hoặc các tiêu chuẩn, quy tắc thực tế và chức năng thực hiện của hệ thống. Môđun môi trường vừa đóng vai trò đầu vào vừa đóng vai trò đầu ra của cả hệ thống sản phẩm (điều kiện biên và tiêu chuẩn) buộc hệ thống có các chức năng thực hiện, phục vụ một mục đích cụ thể nào đó. Ví dụ, một xe tải có bộ giảm xóc thông minh. Bộ giảm xóc này có thể chỉnh sao cho xe chạy trên đường xóc, khi queo hoặc chuyển động trên đường khắp khểnh v.v cũng y như đang chạy trên đường phẳng bằng. Trường hợp này độ nhấp nhô mặt đường là một điều kiện biên (thuộc môđun môi trường) để thiết kế bộ phận giảm xóc “thông minh”. Hoặc một máy ảnh tự động điều chỉnh tiêu cự theo hàm ánh sáng, nhiệt độ, độ ẩm, khoảng cách. Để sử dụng loại máy ảnh này, tất cả những gì cần làm là chia máy ảnh vào mục tiêu và nhấn máy. Máy ảnh sẽ tự động điều chỉnh tiêu cự, độ mở ống kính và tốc độ mở cửa sập.

Môđun môi trường không hiện diện trong sản phẩm cơ điện tử, tuy nhiên vì cơ điện tử liên quan cả đến việc thiết kế sản phẩm nên trong nghiên cứu sản phẩm cơ điện tử môđun môi trường cần được quan tâm đúng mức. Các điều kiện biên này tạo cho sản phẩm tùy theo chức năng hoạt động mà có những hình dáng (tức môđun tập hợp) đặc trưng của mình.

2.2. MÔĐUN TẬP HỢP

Môđun tập hợp là toàn bộ hệ thống cơ khí, thể hiện kết cấu hình dáng cơ sở các sản phẩm. Nó bao gồm chi tiết, cụm cơ khí, trong đó đặc biệt là các khung bệ lắp ráp cho các môđun khác, các chi tiết sử dụng làm vật liên kết, vật trung gian ghép nối, v.v. Mỗi một sản phẩm có một cách thể hiện hình dáng khác nhau, liên quan đến mục đích phục vụ của sản phẩm. Thường các chi tiết thành phần được thiết kế và chế tạo, sau đó được lắp ráp theo bản vẽ lắp ghép. Môđun tập hợp không phải là một đặc điểm riêng của sản phẩm cơ điện tử. Cũng như các sản phẩm cơ khí khác, sản phẩm cơ điện tử cần có một hình dáng mang tính thẩm mỹ, đặc biệt đáp ứng được khả năng sử dụng theo chuẩn vệ sinh khoa học.

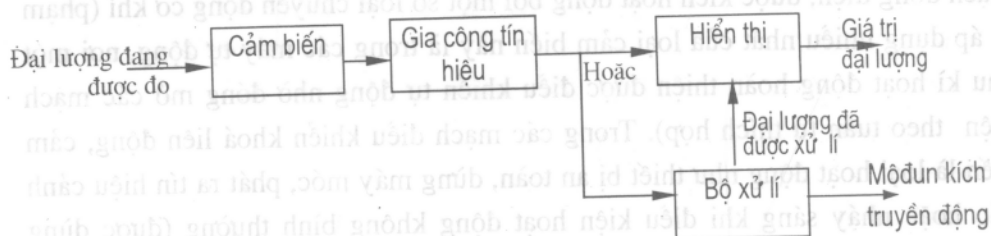
Hình 2.1 thể hiện một môđun tập hợp có khả năng lắp lẫn sản phẩm của các hãng sản xuất khác nhau nhờ chế tạo theo mô đun.



Hình 2.1: Máy công cụ có cấu hình thay đổi

2.3. MÔĐUN ĐO LƯỜNG

Môđun đo lường là hệ thống (hình 2.2) được sử dụng rất phổ biến trong các sản phẩm cơ điện tử và thường cấu tạo từ 3 thành phần:



Hình 2.2: Hệ thống đo và các thành phần

- **Cảm biến** (sensor) cảm nhận đại lượng đang được đo bằng cách sinh tại đầu ra của nó một tín hiệu tương ứng.
- **Gia công tín hiệu** (signal conditioning): chuyển đổi các tín hiệu từ cảm biến thành trạng thái phù hợp để hoặc hiển thị hoặc vào môđun xử lý, thực hiện xích điều khiển.

- *Hệ thống hiển thị (display system)*: nơi tín hiệu ra từ bộ gia công tín hiệu được thể hiện dưới dạng con số so với đơn vị đo (hiển thị số) hoặc dạng biểu đồ (hiển thị tương tự).

Khi thiết kế hệ thống đo, phải xem xét các bước sau:

1. Nhận dạng bản chất các yêu cầu của phép đo, đó là các biến phải đo, giá trị danh nghĩa của nó, vùng giá trị, độ chính xác, tốc độ phép đo, độ tin cậy và môi trường thực hiện phép đo.

2. Nhận dạng đầu ra khỏi hệ thống được yêu cầu, tức xem xét dạng hiển thị yêu cầu và xem xét liệu người ta đòi hỏi số đo là một phần của hệ thống điều khiển (ví dụ, các ứng dụng điều khiển có thể yêu cầu dòng điện từ 4 đến 20mA).

3. Nhận dạng các sai lệch có thể của các cảm biến, trong đó phải xem xét đến các tham số như: toàn thang đo, độ chính xác, tính tuyến tính, tốc độ đáp ứng, độ tin cậy, khả năng duy trì, tuổi thọ, nguồn cấp, v.v.

4. Chọn giải pháp gia công tín hiệu phù hợp.

2.3.1. Cảm biến (sensor) và bộ chuyển đổi (transducer)

Thuật ngữ *cảm biến (sensor)* thường được hiểu là phần tử sinh ra tín hiệu điện tương quan với đại lượng không điện mang đặc tính của quá trình. Thuật ngữ bộ chuyển đổi (*transducer*) nhiều lúc được sử dụng thay thế thuật ngữ sensor. *Transducer* được định nghĩa là các thiết bị chuyển sự biến thiên của đại lượng này sang sự biến thiên của đại lượng khác.

Trong chế tạo máy, cảm biến còn có thể được hiểu là các thiết bị chuyển mạch dòng điện, được kích hoạt động bởi một số loại chuyển động cơ khí (phạm vi áp dụng nhiều nhất của loại cảm biến này là trong các máy tự động, nơi một chu kỳ hoạt động hoàn thiện được điều khiển tự động nhờ đóng mở các mạch điện theo tuần tự thích hợp). Trong các mạch điều khiển khoá liên động, cảm biến là loại hoạt động như thiết bị an toàn, dừng máy móc, phát ra tín hiệu cảnh báo hoặc nháy sáng khi điều kiện hoạt động không bình thường (được dùng trong thiết bị công nghiệp tự động để bảo vệ thiết bị và người vận hành). Sensor còn có nghĩa rộng hơn, có thể được hiểu như là thiết bị ngắt kết nối điện khi thành phần của thiết bị hoặc một vật thể tiếp cận vào vị trí đã được chọn trước (thường được dùng trong các dây chuyền vận chuyển ...). Như vậy ý nghĩa của sensor là khá rộng. Việc thu được một lượng lớn thông tin cần thiết chỉ có thể thực hiện được khi sử dụng các sensor hợp lí.

2.3.1.1. Thuật ngữ

Một số thuật ngữ được sử dụng để xác định đặc tính của sensor /transducer và hệ thống đo là:

Toàn thang (range): khoảng giới hạn mà các tín hiệu đầu vào có thể thay đổi.

Sai lệch (error): độ chênh lệch giữa kết quả đo và giá trị thật của đại lượng đang được đo.

Độ chính xác (accuracy): mức độ của đại lượng mà phép đo có thể phân biệt được.

Độ nhạy (sensitivity): tỷ lệ tín hiệu ra trên đơn vị tín hiệu vào.

Sai lệch không tuyến tính (non-linearity): chênh lệch trong mối quan hệ tuyến tính bởi các phương pháp kết nối điểm đầu – điểm cuối của toàn thang đầu ra .

Khả năng lặp lại (repeatability) : khả năng lặp lại tín hiệu ra khi cùng giá trị đầu vào (không ngắt cảm biến khỏi đầu vào hoặc không có sự thay đổi môi trường).

Khả năng thể hiện lại (reproducibility): khả năng cho cùng tín hiệu đầu ra khi đo một đầu vào không đổi trong một số lần đo (có sự tháo lắp cảm biến), được thể hiện bằng% toàn thang đầu ra.

Độ ổn định (stability): khả năng cho cùng tín hiệu đầu ra khi đo một đầu vào cố định trong suốt một khoảng thời gian.

Dải chết (dead band): dải các giá trị đầu vào, tại đó chưa có giá trị ra.

Đặc tuyến tĩnh (static characteristics): các giá trị nêu trên được cho trong các điều kiện trạng thái ổn định (khi cảm biến đã được đặt vào trạng thái hoạt động và đã nhận được một số tín hiệu đầu vào).

Đặc tuyến động (dynamic characteristics) thể hiện mối quan hệ các giá trị xuất/nhập trong khoảng thời gian từ điều chỉnh đến ổn định.

2.3.1.2. Phân loại cảm biến

a. Theo cách thức cung cấp thông tin cho hệ thống điều khiển máy, sensor được chia thành 2 nhóm:

- *Loại đo (sensor liên tục)*: đây là các loại sensor đo các biến vật lý như: vị trí, tốc độ, nhiệt độ, áp suất, lực, điện áp, dòng v.v và cấp đầu ra, độ lớn của biến tại một thời điểm đích. Các cảm biến này có thể là loại tương tự hoặc số.

- *Loại phát hiện thành phần (sensor sự kiện)* : các sensor phát hiện việc xảy ra của một sự kiện cụ thể (ví dụ, sự hiện diện hoặc vắng mặt một vật thể được đặt

tại một vị trí nhất định) và biểu thị sự kiện với một tín hiệu số- đăura (ON/OFF). Các sensor loại này luôn là số (digital) theo nghĩa rằng chúng hoặc là ON hoặc OFF.

Tiếp theo, sensor đo có thể là loại đo gián tiếp hoặc trực tiếp, sensor phát hiện thành phần có thể là loại tiếp xúc hoặc không tiếp xúc.

b. Dựa theo nguyên lí chuyển đổi, cảm biến đo có thể là:

Chuyển đổi điện trở: trong đó đại lượng không điện biến đổi làm thay đổi điện trở của nó.

Chuyển đổi điện từ là các chuyển đổi làm việc dựa trên các quy luật về lực điện từ. Đại lượng không điện làm thay đổi các thông số mạch từ như: điện cảm L, hồ cảm M, độ từ thẩm μ , từ thông Φ , v...v.

Chuyển đổi tĩnh điện là các chuyển đổi làm việc dựa trên hiện tượng tĩnh điện. Đại lượng không điện làm thay đổi điện dung C hay điện tích của nó.

Chuyển đổi hoá điện là các chuyển đổi dựa vào hiện tượng hoá điện. Đại lượng không điện làm thay đổi điện dẫn, điện cảm, sức điện động hoá điện, v...v.

Chuyển đổi nhiệt điện là các chuyển đổi dựa trên hiện tượng nhiệt điện. Đại lượng không điện làm thay đổi sức điện động, nhiệt điện hay điện trở của nó.

Chuyển đổi điện tử và ion: trong đó đại lượng không điện làm thay đổi dòng điện tử hay dòng ion chạy qua nó.

Chuyển đổi lượng tử dựa trên hiện tượng cộng hưởng từ hạt nhân và cộng hưởng từ điện tử.

Cảm biến thông minh: chuyển đổi sơ cấp trên cơ sở công nghệ vi điện tử có khả năng chuyển đổi nhiều đại lượng khác nhau với khoảng đo khác nhau và có khả năng chương trình hoá và tự động xử lí kết quả đo.

c. Dựa trên nguyên lí ảnh hưởng vật lí- nguyên lí đo, thông qua cách sử dụng đại lượng đo, sensor đo được phân thành loại:

- *Sensor tích cực* tạo trực tiếp tín hiệu điện như: áp điện (piezoelectric), các phân tử nhiệt (termoelemente), cảm biến Wiegand, v...v.

- *Sensor thụ động* tạo ảnh hưởng tới các tín hiệu điện như cảm biến thay đổi điện trở thông qua nhiệt, từ cảm, sensor bán dẫn, v...v.

d. Dựa trên cơ sở các đại lượng đầu ra

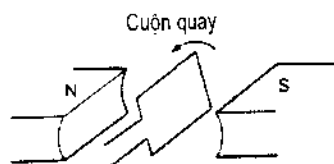
Các phép đo trong cơ khí thường là đo lường chuyển vị, tốc độ, lực, áp suất,

lưu lượng, mức chất lỏng, nhiệt độ và phát hiện thành phần (proximity) về không gian và thời gian.

Cảm biến đo chuyển vị: ở cảm biến này phép đo có thể được chia thành 2 nhóm, loại liên quan đến chuyển động thẳng và loại với chuyển động góc. Loại sensor với chuyển động thẳng có thể được sử dụng để kiểm soát chiều dày hoặc các kích thước của kim loại tấm, khe hở của các con lăn, vị trí hoặc sự hiện diện của một chi tiết, kích thước của một vật thể, v.v. Loại liên quan đến chuyển động góc sử dụng để đo độ dịch chuyển góc của một trục.

Để đo chuyển vị có thể dùng chiết áp (potentiometer) (hình 2.11), thành phần tenxơ (strain-gauged element), điện dung (capacitive element), biến áp vi sai (differential transformer), bộ mã hoá quang học (optical encoder) và cảm biến khí nén (pneumatic sensor).

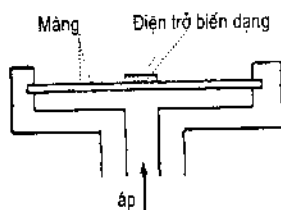
Cảm biến đo tốc độ: loại sensor này có thể đo tốc độ góc và tốc độ tịnh tiến. Đó là các bộ mã hoá quang học gia số (incremental encoder) và bộ đo tốc độ góc (tachogenerator), hình 2.3.



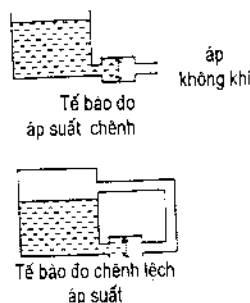
Hình 2.3: Nguyên lý của bộ đo tốc độ

Cảm biến đo lực: đo lực có thể được xác định qua những đại lượng trung gian như khoảng dịch chuyển khi dùng tế bào đo lực tenxơ (hình 2.12).

Cảm biến đo áp suất: thông qua biến dạng dẻo đo chênh lệch áp tại hai phía màng ngăn (hình 2.4), đầu chặn hoặc ống nhờ một số sensor đo chuyển dịch.



Hình 2.4: Cảm biến màng áp lực



Hình 2.5: Cảm biến vi sai áp lực

Cảm biến đo lưu lượng: được sử dụng đo dòng chất lỏng hoặc khí. Theo công nghệ đo nó được chia thành 9 nhóm chính. Trong đó, áp vi sai (differential pressure flowmeter), diện tích biến đổi (variable area flowmeter), chuyển vị dương (positive displacement flowmeter), tuabin (turbine flowmeter) thuộc loại

công nghệ truyền thống, dao động (oscillatry flowmeter), điện từ (electromagnetic flowmeter) siêu âm (ultrasonic flowmeter), khối lượng (mass flowmeter) thuộc kỹ thuật mới hơn. Những cảm biến lưu lượng thường được dùng nhất là dạng tấm có lỗ thông qua biến trung gian áp suất (differential pressure flowmeter) hoặc dạng tuabin thông qua sự quay của rôto có vận tốc góc tỉ lệ thuận với tốc độ lưu lượng (turbine flowmeter).

Cảm biến do mức chất lỏng có nguyên lý kiểm soát chuyển động của phao hoặc chênh lệch áp lực như trên hình 2.5.

Cảm biến nhiệt: ở đây sự thay đổi nhiệt độ dẫn đến sự giãn hoặc co vật chất rắn, lỏng hoặc khí, tạo nên sự thay đổi điện trở của dây dẫn hoặc bán dẫn. Cảm biến nhiệt có thể sử dụng nguyên lý của bimetal, cảm biến nhiệt điện trở, điện trở nhiệt (hình 2.13), cặp nhiệt ngẫu (hình 2.14), v...v.

Cảm biến do khoảng cách là các sensor được sử dụng để đo khoảng cách từ một điểm chuẩn đến một vật thể. Một số công nghệ được sử dụng để phát triển các loại sensor này là ánh sáng/quang học (light/optics) nhìn bằng máy tính (computer vision), sóng cực ngắn (microwave) và siêu âm (ultrasonic). Các sensor này có thể là tiếp xúc hoặc không tiếp xúc. Đa số sensor không tiếp xúc loại này hoạt động trên cơ sở vật lý truyền sóng. Một sóng được phát tại một điểm chuẩn, vào thang đo được quyết định hoặc bởi thời gian truyền từ điểm chuẩn tới đích hoặc bởi sự giảm cường độ khi sóng truyền đến đích và phản hồi về điểm chuẩn. Thời gian truyền được đo bởi phương pháp thời gian bay (Time-Of-Flight, TOF) hoặc điều biến tần số.

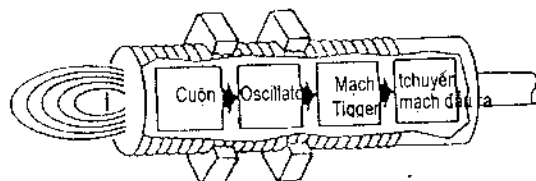
Cảm biến nhận dạng thành phần được sử dụng để xác định tương quan giữa một vật tương đối so với vật khác, hoặc đạt đến một vị trí cụ thể, hoặc một vật có/không có mặt tại một vị trí cụ thể. Đó có thể là cảm biến tiếp xúc và không tiếp xúc.

- *Cảm biến tiếp xúc:* đây là các công tắc giới hạn hành trình được dùng trong chuyển động bàn máy của các máy công cụ tự động hoặc vi công tắc (microswitch) yêu cầu có tiếp xúc vật lý và lực hoạt động nhỏ để đóng tiếp xúc, được ứng dụng để xác định sự hiện diện của một vật trên băng chuyển. Khi đó trọng lượng của vật trên băng đè lên lò xo nhảy tải nằm dưới băng, lò xo chuyển động có tác dụng đóng, ngắt mạch (bị động) làm dừng băng. Sự nhận dạng này được máy tính xử lý và phát tín hiệu đóng mạch (tích cực), băng lại tiếp tục chạy.



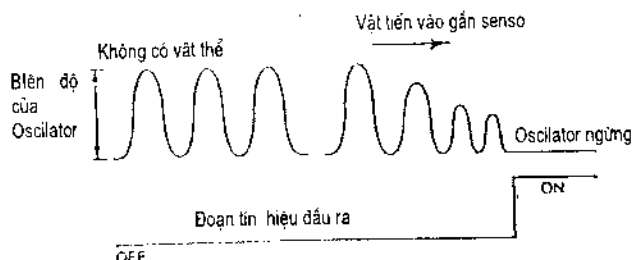
Hình 2.6 Sensor lưỡi từ

• **Cảm biến không tiếp xúc** : như sensor *lưỡi từ* (*magnetic reed sensor*), cấu tạo gồm hai tiếp điểm vật liệu feromagnetic được đóng kín trong một ống thủy tinh nhỏ chứa đầy khí trơ -nitơ. Khi một piston có nam châm vĩnh cửu được đưa đến gần cảm biến, hai tiếp điểm hút vào nhau và thực hiện đóng mạch điện. Khi piston rời xa, hai tiếp điểm cũng tách ra. Đây là một loại sensor nhận dạng không tiếp xúc, thường được sử dụng để cảm nhận vị trí của tay đòn piston xilanh khí nén và góc quay trong các thành phần kích truyền động tròn như tốc kế góc (tachometer) và được dùng rộng rãi để kiểm lại sự đóng kín của các cánh cửa trong thiết bị công nghiệp NC (hình 2.6).



Hình 2.7a : Cảm biến nhận dạng điện cảm

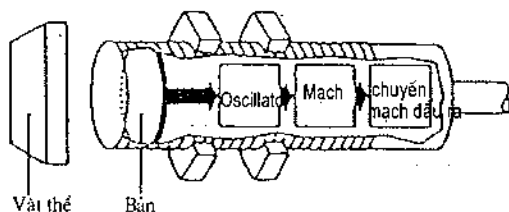
• **Cảm biến nhận dạng điện cảm** (*inductive proximity sensor*) là loại nhận dạng không tiếp xúc, sử dụng để nhận dạng vật kim loại cách



Hình 2.7b: Hiển thị dao động của oscillator và đoạn tín hiệu đầu ra

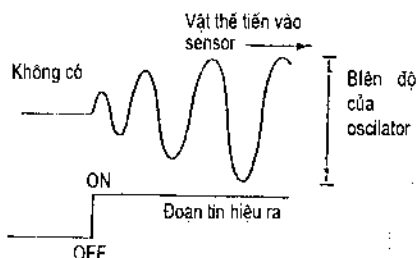
không xa. Các thành phần chính của sensor này được thể hiện ở hình 2.7a. Cảm biến điện cảm sử dụng nguyên lý máy tạo dao động dòng xoáy (Eddy Current Killed Oscillator-EKCO). Khi cấp nguồn, oscillator bắt đầu dao động ở tại một tần số cao (200 Hz) và phát ra một trường điện từ. Nếu một vật kim loại vào gần trường từ này, chúng sẽ bị cảm dòng điện xoáy. Oscillator luôn yêu cầu năng lượng để giữ dòng điện xoáy này. Khi vật tiến vào gần sensor hơn, dòng điện xoáy sẽ tăng, tạo nên tải lớn hơn trong oscillator. Khi tải trở nên quá lớn, dao động sẽ tắt dần (hình 2.7b), mạch trigger giám sát dao động của oscillator, thay

đổi trạng thái của thiết bị chuyển đổi mạch theo đoạn tín hiệu đầu ra. Điện áp đầu ra của oscillator ở trạng thái *on* khi nhận dạng được vật thể.

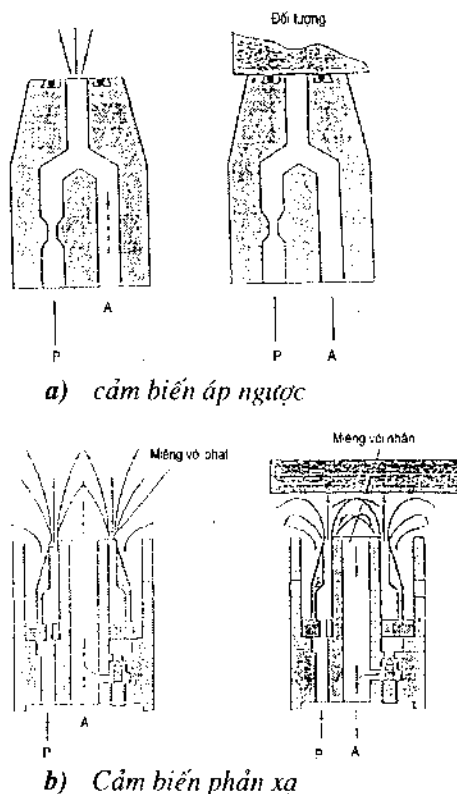


Hình 2.8a Cảm biến nhận dạng điện dung

• **Cảm biến nhận dạng điện dung** (*capacitive proximity sensor*) là loại nhận dạng không tiếp xúc sử dụng để phát hiện sự hiện diện của vật từ mọi vật liệu, kể cả từ phi kim loại. Hình 2.8a thể hiện nguyên lý làm việc của một cảm biến điện dung. Cảm biến điện dung hoạt động tương tự tụ điện. Một trong hai bản kim loại tại đầu cảm biến được nối điện với oscillator. Vật đích là tấm kia. Khi cấp nguồn cho sensor, oscillator cảm được điện dung đích vào bản trong sensor. Khi đó sẽ hình thành phân điện dung phản hồi trong mạch oscillator. Khi điện dung phản hồi đủ lớn, bắt đầu có dao động. Sự nhận dạng của sensor điện dung có tác động ngược với loại senso nhận dạng điện cảm, các dao động xuất hiện khi vật thể tiến gần đến sensor cho đến khi điện dung đạt ngưỡng và bật thiết bị chuyển mạch để cho tín hiệu ra (hình 2.8b).



Hình 2.8b Hiển thị dao động của oscillator và đoạn tín hiệu đầu ra



Hình 2.9: Sensor nhận dạng dùng khí nén.

• **Cảm biến nhận dạng dùng tia khí nén** (*pneumatic proximity*). Nó

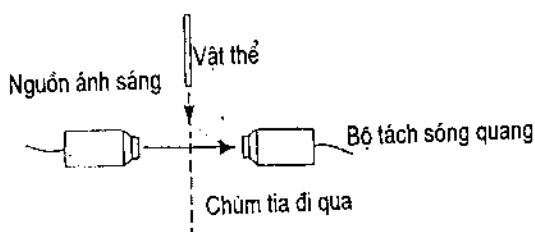
cảm nhận với tia khí để biết sự hiện diện của vật thể hoặc khoảng cách của một đối tượng (vật thể) theo dạng thay đổi áp tín hiệu. Loại cảm biến này được chia thành 3 nhóm, theo đặc tính của chúng.

Sensor áp ngược (back pressure Sensor) hình 29a: khí miệng vòi khí bị chặn bởi đối tượng, tín hiệu áp tại cổng điều khiển (A) tích đến mức áp lực cấp. Sensor áp ngược có thể nhận dạng vật trong khoảng từ 0÷0,5mm, được dùng để cảm nhận các vị trí nút, các vị trí có độ sạch cao và lực kích thích nhỏ.

Sensor phản xạ (reflex sensor), hình 29b: nhận dạng đối tượng nhờ phản xạ của tia khí thông qua tín hiệu áp tại cổng điều khiển, khoảng cách đến đối tượng cần được nhận dạng (khoảng 4÷15mm) và áp cấp. Loại sensor này được sử dụng để giám sát dụng cụ đột dập, kiểm tra kho dụng cụ và đếm các chi tiết.

Cảm biến cản khí (air barrie): tia khí giữa phần nhận và gửi bị ngắt bởi đối tượng tạo nên sự giảm áp tại phần nhận. Loại sensor này có thể nhận dạng đối tượng trong khoảng 5÷100m.

- *Cảm biến nhận dạng quang điện* (photoelectric proximity sensor) sử dụng để phát hiện một vật khi chùm ánh sáng hoặc tia hồng ngoại chiếu giữa phần phát và phần nhận bị ngắt bởi vật. Thiết bị nhạy ánh sáng thường được sử dụng là phototranzito, photodiôt hoặc photoresistor. Hai bộ phận chính phát và nhận, tùy theo thiết kế mà có thể được đặt trong hai buồng riêng biệt, đó là loại cảm biến với chùm đi qua (through-beam sensor, hình 2.10), loại được sử dụng để phát hiện vật ở khoảng cách lớn, đến 100 m hoặc được đặt chung trong cùng 1 buồng. Đó là cảm biến phản xạ ngược (retro-reflective sensor- sử dụng phát hiện đến 10m) và cảm biến khuếch tán (difuse sensor, phát hiện đến 2m).



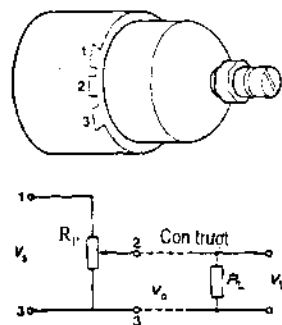
Hình 2.10: Cảm biến quang điện

Hiện nay đã có một số vật liệu thông minh được sử dụng làm sensor. Những vật liệu thông minh thường được sử dụng là sợi quang (optic fibers), vật liệu có tính áp điện (piezoelectric), có tính từ giãn (magnetostrictive), thường được sử dụng trong các trường hợp cảm nhận phân loại, trong đó sợi quang được sử dụng nhiều nhất (để cảm nhận sức căng, mức chất lỏng, lực và nhiệt độ với sự phân dải rất cao). Vật liệu thông minh được ứng dụng rộng rãi cho các cấu trúc thông minh như sensor cảm nhận dao động (vibration sensor), sensor cảm nhận hư hại

(damage sensor) và sensor giám sát điều trị (cure-monitoring sensor). Các sensor này sử dụng tính chất vốn có của vật liệu thông minh để cảm nhận môi trường.

2.3.1.3. Một vài ví dụ về cảm biến đo

1. *Chiết áp* được sử dụng để đo chuyển vị thẳng hoặc xoay, cấu tạo bởi một thành phần điện trở với con trượt tiếp xúc, có thể di chuyển trên toàn bộ chiều dài điện trở. *Chiết áp quay* bao gồm đường quấn dây vòng quanh hoặc màng phim chất dẻo có tính dẫn, trên đó con trượt tiếp điểm trượt quay, có thể quay được (hình 2.11-Potentiometer). Đường đi của dây có thể là một đường vòng đơn hoặc đường hình xoắn ốc. Với đầu vào điện áp V_s cố định giữa đầu cuối 1 và 3, điện áp V_o giữa 2 và 3 là một phần của điện áp vào, phần này phụ thuộc vào tỉ số của điện trở R_{23} giữa cực 2 và 3 so với điện trở tổng R_{13} giữa cực 1 và 3, tức $V_o/V_s = R_{23}/R_{13}$. Nếu như đường đi dây có điện trở cố định trên chiều dài đơn vị, tức trên góc đơn vị, thì đầu ra sẽ tỉ lệ thuận với góc con trượt quay. Vì vậy, chuyển vị góc có thể chuyển đổi thành hiệu điện thế.



Hình 2.11: Chiết áp quay

Độ phân giải của vết tiếp xúc của con trượt bị giới hạn bởi đường kính dây sử dụng. Phạm vi hay sử dụng trong thực tế là dây 1,5mm cho đường cuộn dây thô và 0,5mm cho đường cuộn mịn. Sai lệch do không tuyến tính của vết tiếp xúc con trượt thường trong phạm vi nhỏ hơn 0,1% đến 1%. Điện trở đường đi dây thường nằm trong khoảng 20 Ω đến 200k Ω . Đối với chất dẻo dẫn điện thì không có vấn đề về phân giải, sai lệch do không tuyến tính vết tiếp xúc của con trượt chỉ khoảng 0,05% và giá trị điện trở là khoảng từ 500 Ω đến 80 Ω . Tuy nhiên do chất dẻo có hệ số nhiệt điện trở cao hơn dây nên việc thay đổi nhiệt độ có tác động mạnh đến độ chính xác.

Một tác động có ý nghĩa nữa khi xem xét hoạt động của chiết áp là ảnh hưởng của tải R_L , nối tại đầu ra. Hiệu điện thế qua tải, V_L , chỉ tỉ lệ trực tiếp với V_o khi điện trở tải là vô hạn. Đối với những tải xác định, tác động của tải là biến đổi mối quan hệ tuyến tính giữa điện áp và góc thành mối quan hệ không tuyến tính. Điện trở R_L mắc song song với phần x của điện trở R_p của chiết áp:

$$\text{Điện trở kết hợp} = R_L x R_p / (R_L + x R_p).$$

$$\text{Điện trở tổng} = R_p (1-x) + R_L x R_p / (R_L + x R_p).$$

Tỉ số điện áp sụt qua điện trở tải là:

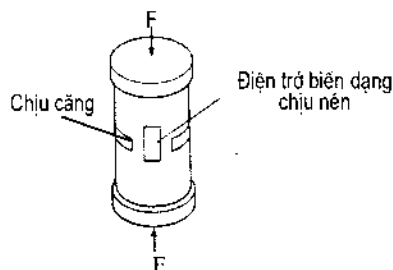
$$\frac{V_L}{V_S} = \frac{x R_L R_p / (R_L + x R_p)}{R_p (1-x) + x R_L R_p / (R_L + x R_p)} = \frac{x}{(R_p / R_L) x (1-x) + 1}$$

Nếu điện trở là vô hạn thì $V_L = x V_S$, thì *sai lệch* sinh bởi tải có điện trở xác định

$$\text{là: } \text{sai lệch} = x V_S - V_L = x V_S - \frac{x V_S}{(R_p / R_L) x (1-x) + 1} = V_S \frac{R_p}{R_L} (x^2 - x^3)$$

2. *Cảm biến đo lực thông qua đo sức căng* là loại đo lực rất phổ biến trên cơ sở sử dụng điện trở biến dạng. Điện trở biến dạng là một dây hoặc dải mỏng kim loại hoặc dải vật liệu bán dẫn kim loại, được dán lên bề mặt vật đo. Khi có lực F tác dụng, cảm biến chịu căng làm thay đổi điện trở R của nó một lượng ΔR . Tỉ lệ thay đổi điện trở: $\Delta R/R$ tỉ lệ thuận với độ giãn đo căng, ε :

$$\frac{\Delta R}{R} = G \varepsilon$$



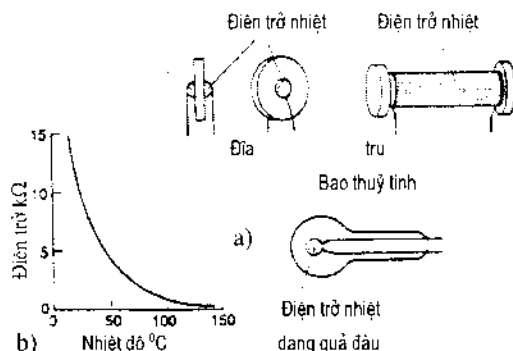
Hình 2.12 : Tế bào lực tenxomet

trong đó G là hằng số, gọi là hệ số đo.

Hình 2.12 thể hiện cảm biến đo lực theo nguyên lí trên. Khi lực áp vào trụ, tạo nén, giá trị thay đổi điện trở của điện trở biến dạng được đo. Từ đó giá trị lực được đọc. Loại cảm biến này thường được sử dụng cho lực đến 10 MN, sai lệch không tuyến tính $\pm 0,03\%$ trên toàn thang đo, sai lệch lặp lại $\pm 0,02\%$ trên toàn thang đo.

3. Cảm biến nhiệt

• **Lưỡng kim (bimetal)**
gồm hai dải kim loại có hệ số giãn nở khác nhau, dán vào nhau. Khi gặp nhiệt, sự giãn nở không đều tạo nên cong vênh, dải có hệ số giãn lớn hơn sẽ nằm bên ngoài. Sự thay đổi



Hình 2.13: Điện trở nhiệt

này có thể được sử dụng để làm mạch điều khiển nhiệt độ cho bộ ổn nhiệt trong hệ thống sưởi.

- Cảm biến nhiệt điện trở (resistance temperature detector): điện trở của đa số kim loại tỉ lệ thuận với nhiệt: $R_t = R_0(1 + \alpha t)$, với R_t điện trở tại nhiệt độ $t^\circ\text{C}$, R_0 - điện trở nhiệt tương ứng tại 0°C , α - hệ số trở nhiệt.

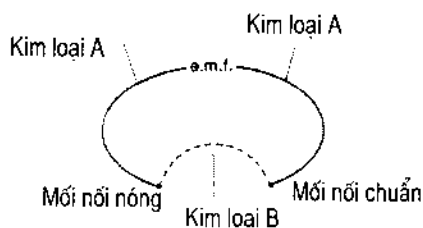
Cảm biến nhiệt điện trở thường dưới dạng cuộn dây kim loại như platinum, niken hoặc dây hợp kim niken-đồng có tính ổn định cao, có thể cho các đáp ứng lặp lại trong một khoảng thời gian dài.

- Cảm biến điện trở nhiệt (thermistor) là các mảnh nhỏ, hỗn hợp các oxit kim loại như của clomium, coban, mangan và niken- chất bán dẫn, được thể hiện dưới nhiều hình dạng (hạt, đĩa, trụ)- hình 2.13a. Điện trở của cảm biến điện trở nhiệt giảm khi tăng nhiệt độ, theo mối quan hệ không tuyến tính (xem hình 2.13b). Sự thay đổi điện trở theo nhiệt độ ($\Omega/^\circ\text{C}$) của cảm biến điện trở nhiệt lớn hơn đáng kể so với sự thay đổi này xảy ra trong kim loại. Mối quan hệ điện trở-nhiệt độ của một cảm biến điện trở nhiệt là $R_t = K e^{\beta/t}$ với R_t là điện trở tại nhiệt độ t , K và β là hằng số. Lợi thế của cảm biến điện trở nhiệt là nhỏ, kích thước nhỏ, đáp ứng nhanh khi có sự thay đổi nhiệt, cho đại lượng thay đổi trở/thay đổi nhiệt lớn.

- Cặp nhiệt ngẫu (thermocouples) : nếu nối hai kim loại khác nhau, tại đó sẽ sinh ra sự chênh lệch điện thế (hình 2.14). Cặp nhiệt ngẫu là một mạch qua hai mối nối kim loại như vậy. Khi có chênh lệch nhiệt giữa hai mối nối (mối nóng ở nhiệt độ t , mối chuẩn thường được giữ ở 0°C) sẽ sinh ra một sức điện động (e.m.f.) E :

$$E = at + bt^2$$

với a , b là hằng số phụ thuộc vào kim loại.



Hình 2.14: Cặp nhiệt ngẫu

Một số kim loại cặp với nhau tạo thành cặp nhiệt ngẫu và thường được gọi theo kí tự chữ cái. Bảng 2.1 thể hiện một số cặp nhiệt ngẫu phổ thông với phạm vi nhiệt độ thường được sử dụng và độ nhạy đặc trưng của chúng. Trong đó, cặp E, J, K và T tương đối rẻ, có độ chính xác trong khoảng $\pm 1\% \div \pm 3\%$, tuy nhiên lại không bền. Cặp R đắt hơn nhiều, nhưng rất bền và có độ chính xác $\leq \pm 1\%$.

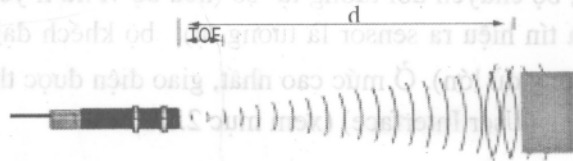
Bảng 2.1: Một số cặp nhiệt ngẫu

Kiểu	Vật liệu	Toàn thang (°C)	Độ nhạy(μV/C)
E	Chromel-constantan	0 đến 980	63
J	Sắt- constantan	-180 đến 760	53
K	Chromel- alumel	-180 đến 1260	41
R	Platin -platin (hoặc 13% rhodium)	0 đến 1750	8
T	Đồng-constantan	-180 đến 370	43

4. Sensor đo khoảng cách bằng sóng siêu âm

Sensor đo khoảng cách bằng sóng siêu âm thường có 2 bộ phận: đầu phát và nhận. 2 bộ phận này có thể nằm trong cùng thân hoặc khác thân sensor. Nguyên lí chung đo khoảng cách của sóng siêu âm được miêu tả như sau:

Nguồn phát siêu âm phát đi chùm sóng siêu âm có đặc tính được biết trước, chùm sóng đập vào vật chắn (dịch) phản xạ lại đầu



Hình 2.14*: sen sor đo khoảng cách bằng sóng siêu âm

thu. Thông qua thời gian đo được giữa hai tín hiệu phát và thu, với tốc độ di chuyển của sóng trong môi trường được biết trước sẽ tính được khoảng cách từ nguồn phát đến vật thông qua quãng đường đi của sóng siêu âm (hình 2.15).

Thời gian truyền (TOF) được định nghĩa ở mục 2.3.1.2.d. miêu tả thông qua hình 2.14*. Sóng âm được truyền từ nguồn phát, gặp đích phản về, được đầu thu lắp không xa nguồn phát, phát hiện. Thời gian truyền (TOF) được tính từ lúc bắt đầu có sóng truyền cho đến khi bắt đầu có sự phản hồi tín hiệu. Khoảng cách được xác định là : $d=c.TOF/2$ nếu phần phát và nhận ở cùng một vị trí so với đích, trong đó c là tốc độ truyền sóng (biết rằng tốc độ âm thanh trong không khí là khoảng 0,305 m/ms và tốc độ của ánh sáng là 0,305 m/ns), hoặc $d=cTOF$ khi phần nhận được gắn với đích.

2.3.2. Gia công tín hiệu (signal conditioning)

Đây là khâu thu nhập, gia công tín hiệu sau các chuyển đổi sơ cấp (các tài liệu thường gọi là *mạch đo*). Tín hiệu từ sensor của một hệ thống đo thường được xử lí theo một số phương pháp để phù hợp với giai đoạn hoạt động tiếp theo. Tín hiệu có thể, ví dụ, là quá bé, cần phóng to lên, có nhiều phải loại nhiễu, không phẳng cần chỉnh lưu, là tín hiệu tương tự cần chuyển sang tín

hiệu số hoặc ngược lại, là một biến điện trở phải chuyển thành biến dòng, là một biến điện áp thành biến dòng tương ứng, v...v.

2.3.2.1. Giao diện

Thông số đầu ra sau hệ đo là tín hiệu đầu vào bộ xử lý, do vậy quá trình xử lý tín hiệu được thực hiện trước khi vào bộ vi xử lý và thường nằm tại mạch ghép nối giữa thiết bị ngoại vi và cổng nối bộ vi xử lý.

Thiết bị đầu vào và đầu ra được nối tới bộ xử lý thông qua các cổng. Thuật ngữ *giao diện (interface)* được sử dụng để chỉ những sự kết nối giữa thiết bị và một cổng. Đó có thể là những đầu ra từ các cảm biến, các đóng ngắt, các bảng chuyển mạch và các đầu ra tới màn hiển thị hoặc hệ kích truyền động. Giao diện có thể ở các mức khác nhau, đơn giản nhất là một mẫu dây. Tuy nhiên, giao diện thường chứa các mạch xử lý tín hiệu, bảo vệ (để tránh làm tổn hại hệ thống xử lý), bộ chuyển đổi tương tự- số (nếu bộ vi xử lý yêu cầu tín hiệu vào là tín hiệu số mà tín hiệu ra sensor là tương tự), bộ khuếch đại (nếu tín hiệu ra khỏi sensor là không đủ lớn). Ở mức cao nhất, giao diện được thể hiện dạng giao diện người sử dụng (User Interface) (xem mục 2.8.2).

Từ bộ xử lý đến hệ kích truyền động cũng yêu cầu có một giao diện phù hợp, gồm bộ chuyển đổi số- tương tự (nếu cần thiết) và mạch bảo vệ để ngăn ngừa mọi tín hiệu ngược, phòng hư hại bộ xử lý.

2.3.2.2. Quá trình gia công tín hiệu:

Tuỳ theo những yêu cầu đối với đầu vào bộ vi xử lý mà thực hiện gia công tín hiệu có thể xảy ra một số quá trình sau:

Bảo vệ (protection): để tránh hư hại thành phần tiếp theo (ví dụ bộ vi xử lý) khỏi dòng hoặc điện áp cao như: sử dụng dây điện trở giới hạn dòng, cầu chì để ngắt khi dòng quá cao, mạch giới hạn điện áp và bảo vệ cực.

Đưa tín hiệu về *đúng dạng (right type of signal)*: chuyển tín hiệu thành điện áp hoặc dòng AC, DC (một chiều, xoay chiều), ví dụ, chuyển biến đổi điện trở của cảm biến điện trở biến dạng thành biến đổi điện áp thông qua mạch cầu Wheastone hoặc để ngừa các vấn đề có thể xảy ra trong trường hợp truyền tín hiệu AC/DC mức thấp qua một khoảng cách cần dùng điều biến tín hiệu.

Đưa tín hiệu về *đúng mức (level)*: điều hoà tín hiệu về mức cần thiết thông qua các mạch xử lý như mạch khuếch đại.

Loại hoặc giảm nhiễu (eliminating/reducing noise): sử dụng các mạch lọc như hình 2.18.

Nắn tín hiệu (signal manipulation): tạo cho một số biến có tính năng tuyến tính.

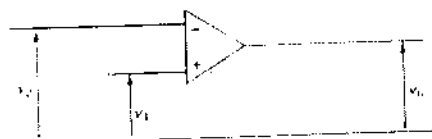
Sau đây là một số mạch được sử dụng để gia công tín hiệu. Hệ thống chuyển đổi tương tự-số và số- tương tự với những yêu cầu riêng cũng được đề cập tới.

2.3.2.3. Bộ khuếch đại thuật toán (operational amplifier)

Cơ sở của nhiều môđun gia công tín hiệu là *bộ khuếch đại thuật toán*, có thể khuếch đại dòng DC đến hoặc cao hơn 100000 lần, được cấp dưới dạng một mạch tích hợp trên con chip silicon.

Mạch này có hai đầu vào, đầu vào đảo (inverting input) (-) và đầu vào không đảo (non-inverting) (+). Đầu ra phụ thuộc vào cách nối mạch của các đầu vào này.

Hình 2.15 thể hiện một mạch cơ sở dạng này, đó là một khuếch đại chênh lệch, đầu ra : $v_o = A(v_1 - v_2)$, A là hệ số khuếch đại.



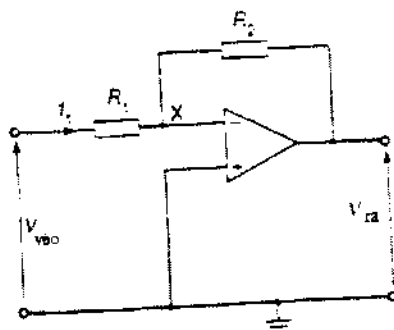
Hình 2.15: Bộ khuếch đại thuật toán

Các loại mạch có thể sử dụng bộ khuếch đại thuật toán là:

- Mạch khuếch đại đảo (inverting amplifier)
- Mạch khuếch đại không đảo (non-inverting amplifier)
- Mạch khuếch đại cộng (summing amplifier)
- Mạch khuếch đại tích hợp (integrating amplifier)
- Mạch khuếch đại vi sai (differential amplifier)
- Mạch khuếch đại logarit (logarithmic amplifier)
- Mạch so sánh (comparator).

Sau đây bộ khuếch đại đảo được xem xét như là một ví dụ về kết cấu mạch sử dụng bộ khuếch đại thuật toán.

Bộ khuếch đại đảo (inverting amplifier)



Hình 2.16: Bộ khuếch đại đảo

Hình 2.16 thể hiện nối ghép thực hiện cho bộ khuếch đại khi sử dụng như một bộ khuếch đại đảo. Đầu vào -nghịch đảo lấy tín hiệu vào qua điện trở R_1 , đầu vào không nghịch đảo (non-inverting) nối đất. Đường phản hồi (feedback) cấp từ đầu ra, thông qua điện trở R_2 đến đầu vào nghịch đảo. Bộ khuếch đại thuật toán có hệ số khuếch đại khoảng 100000 và sự thay đổi *điện áp ra* giới hạn trong khoảng $\pm 10V$, nên *điện áp vào* phải trong

khoảng $+0,0001V \div -0,0001V$. Đó là các giá trị gần zero (zero ảo), như vậy điểm X là *tại điện thế đất ảo*. Đó là lí do điểm X được gọi là *đất ảo* (*virtual earth*). Chênh lệch thế qua R_1 là $(V_{\text{vào}} - V_x)$, vì thế đối với một bộ khuếch đại thuật toán lí tưởng có hệ số khuếch đại vô hạn, nên $V_x = 0$, điện thế vào $V_{\text{vào}}$ có thể được xem là qua R_1 , có nghĩa là:

$$V_{\text{vào}} = I_1 R_1$$

Bộ khuếch đại thuật toán có trở kháng giữa các cực vào của chúng rất cao, vì thế coi như không có dòng chạy qua X vào nó. Đối với bộ khuếch đại thuật toán lí tưởng, kháng trở đầu vào được lấy đến vô hạn, tức không có dòng qua X. Vậy dòng I_1 chạy qua R_1 phải là dòng chạy qua R_2 . Chênh lệch thế qua R_2 là $(V_x - V_{\text{ra}})$, do V_x là zero cho một bộ khuếch đại lí tưởng, chênh lệch áp qua R_2 là $-V_{\text{ra}}$.

Như vậy: $-V_{\text{ra}} = I_1 R_2$

Hệ số khuếch đại điện áp của mạch là :

$$\frac{V_{\text{ra}}}{V_{\text{vào}}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Như vậy hệ số khuếch đại điện áp của mạch được xác định chỉ bởi các giá trị tương đối của R_1, R_2 . Dấu trừ (-) thể hiện là đầu ra được nghịch đảo, tức khác pha 180° so với đầu vào. Ví dụ, nếu một mạch đảo, có một điện trở $1M\Omega$ trong đường đầu vào nghịch đảo và một trở hồi (feed back) $10M\Omega$. Hệ số khuếch đại điện áp của mạch là:

$$\text{Hệ số khuếch đại điện áp} = \frac{V_{\text{ra}}}{V_{\text{vào}}} = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{10}{1} = -10$$

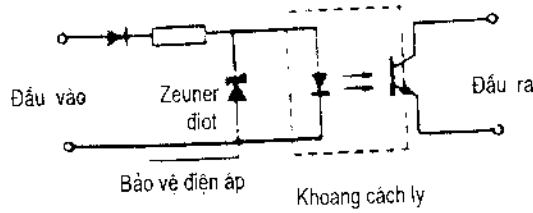
Lỗi của các bộ khuếch đại (amplifier errors): hoạt động của các bộ khuếch đại thuật toán không phải luôn lí tưởng, có thể xảy ra hiện tượng hai tín hiệu vào bị ngắn mạch hoặc điện áp đầu ra quá lớn, những tác động có thể được tạo bởi sự mất cân bằng trong mạch nội bộ của bộ khuếch đại. Trong những trường hợp đó đầu ra của mạch sẽ được đưa về zero bằng cách áp một điện áp thích hợp vào các trạm đầu vào. Đó là hành động bù điện áp (offset voltage). Nhiều bộ khuếch đại được cấp với dụng cụ phân kế (potentiometer) để tạo ra hiệu quả bù điện áp.

2.3.2.4. Mạch bảo vệ

Tại đường vào, các mạch bảo vệ có thể sử dụng loạt điện trở giới hạn dòng đến mức chấp nhận hoặc cầu chì ngắt nếu dòng vượt quá. Dùng mạch *điôt zener* (hình 2.17) bảo vệ đối với điện áp cao và đầu cực sai. Điôt zener có chức năng như điôt bình thường cho đến khi xuất hiện điện áp đánh thủng. Khi ấy chúng trở

nên dẫn điện, nhưng chỉ cho phép dòng đến 5V qua và đóng khi dòng là 5,1V. Nếu điện áp quá 5,1V, diôt zener bực và điện áp của nó rơi xuống rất thấp, kết quả là điện áp qua diôt đến mạch tiếp theo thấp.

Do diôt zener có điện trở thấp cho dòng chỉ theo một chiều- chiều cho qua và điện trở cao cho chiều ngược lại nên nó có thể bảo vệ chống đấu sai cực.

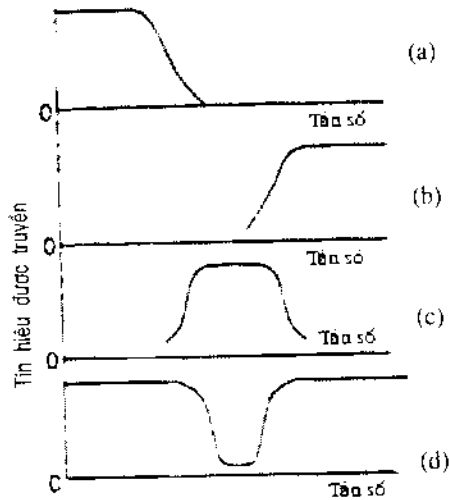


Hình 2.17: *Khoang cách ly (optoisolator)*

Trường hợp muốn cách li mạch hoàn toàn và loại bỏ tất cả các mối nối điện giữa chúng, có thể sử dụng khoang cách ly (optoisolator). Trong khoang này tín hiệu điện được chuyển thành tín hiệu quang, qua một bộ tách tín hiệu quang lại được chuyển lại thành tín hiệu điện. Hình 2.17 thể hiện một sắp xếp, trong đó tín hiệu vào được cấp qua một diôt phát tia hồng ngoại (LED). Tia này được phototranzito phát hiện . Để LED không thể lẫn cực hoặc bị áp điện áp quá cao, cần có mạch diôt zener bảo vệ. Khoang cách ly thường được sử dụng cho bộ điều khiển khả trình (PLC) tại các cổng xuất/nhập để bảo vệ bộ vi xử lí .

2.3.2.5. Lọc

Lọc là quá trình thực hiện loại bỏ một số dải tần số nhất định (stop band) chỉ cho phép một số dải truyền qua (pass band) bộ lọc (fillter). Ranh giới giữa hai dải này gọi là tần số cắt dứt (cut off-frequency). Các bộ lọc được phân loại theo các phạm vi tần số chúng truyền hoặc loại bỏ. Bộ lọc tần thấp (low pass filter), hình 2.18(a) cho phép tất cả các tần số từ 0Hz đến một tần số nào đó được truyền. Bộ lọc tần thấp được sử dụng phổ biến trong hệ gia công tín hiệu do đa số các thông tin hữu ích được truyền là tần số thấp và vì nhiễu có xu



Hình 2.18: *Bộ lọc: (a) tần số thấp, (b) tần số cao: (c) thông dải; (d) chắn dải*

hướng xuất hiện ở tại các tần số cao hơn. Bộ lọc tần cao (*high-pass filter*), hình 2.18(b)), cho phép truyền tất cả các tần số tại một giá trị nào đó đến vô cực. Bộ lọc thông dải (*band pass filter*), hình 2.18 (c)) cho phép truyền các tần số trong phạm vi chỉ định. Bộ lọc chắn dải (*band stop filter*), hình 2.18 (d)) chặn không cho truyền các tần số tại một dải cụ thể nào đó.

Thuật ngữ *bị động* (*passive*) được dùng khi bộ lọc cấu thành từ điện trở, tụ điện và cảm điện. Thuật ngữ *tích cực* (*active*) được sử dụng khi bộ lọc gồm cả mạch khuếch đại thuật toán.

2.3.2.6. Cầu Watson

Cầu Watson được sử dụng để chuyển thay đổi điện trở thành thay đổi điện áp. Hình 2.19 thể hiện dạng cơ bản của cầu Watson.

* Khi điện áp ra $V_0 = 0$, điện áp tại B bằng điện áp tại D, nên hiệu điện thế V_{AB} qua R_1 , bằng hiệu điện thế V_{AD} qua R_2 :

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

Cũng có nghĩa là hiệu điện thế V_{BC} qua R_2 , phải bằng với hiệu điện thế V_{DC} qua R_4 . Vì không có dòng qua BD nên dòng qua R_2 phải cũng là dòng qua R_1 và dòng qua R_4 cũng là dòng qua R_3 :

$$I_1 R_2 = I_2 R_4$$

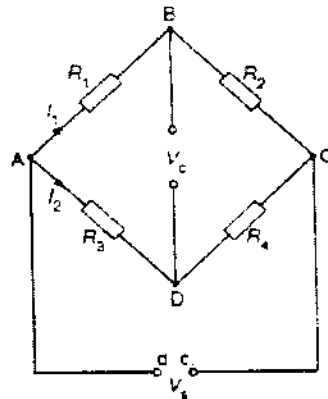
Như vậy một cầu cân bằng là cầu có:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

* Trường hợp một trong các điện trở thay đổi khỏi cầu cân bằng, ví dụ, cấp điện áp V_s nối A và C, điện thế qua R_1 sụt, chỉ bằng $R_1/(R_1+R_2)$ của điện áp cấp V_s . Điều này xảy ra tương tự đối với R_3 . Như vậy chênh lệch thế giữa B và D, tức hiệu điện thế đầu ra V_0 là:

$$V_0 = V_{AB} - V_{AD} = V_s \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right)$$

* Trường hợp R_1 là một cảm biến có biến trở A, thay đổi điện trở từ R_1 đến $R_1 + \delta R_1$, tạo thay đổi đầu ra từ V_0 đến $V_0 + \delta V_0$. Do δR_1 nhỏ hơn rất nhiều so với



Hình 2.19: Cầu Watson

$$R_1 \text{ nên: } \delta V_0 \approx V_S \left(\frac{\delta R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

Biểu thức xấp xỉ trên cho thấy sự thay đổi điện áp đầu ra tỉ lệ thuận với thay đổi điện trở trong sensor. Như thế, điện áp đầu ra được hiển thị cả khi không có điện trở tải ở đầu ra, còn nếu có một điện trở như vậy thì tác động tải phải được xét đến.

Cầu Watson được ứng dụng để thực hiện mạch bù nhiệt độ (temperature compensation), bù nhiệt ngẫu (thermocouple compensation).

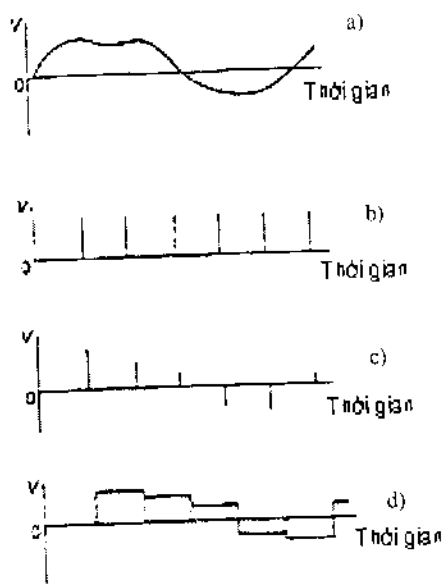
2.3.2.7. Tín hiệu số

Đầu ra khỏi các cảm biến là tín hiệu tương tự. Bộ vi xử lý chỉ xử lý tín hiệu số. Tín hiệu ra bộ vi xử lý là tín hiệu đầu vào môđun kích truyền động, hoạt động với tín hiệu tương tự, như vậy để truyền tín hiệu giữa các môđun cần có sự chuyển đổi tín hiệu tương tự - số và ngược lại.

Chuyển đổi tương tự - số
(analogue- to- digital conversion)

Để chuyển tín hiệu tương tự sang tín hiệu số, trước hết tín hiệu tương tự phải được lấy mẫu. Một đồng hồ xuất các xung tín hiệu theo thời gian đều cho sự chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số, và mỗi lần nhận được một xung, nó lấy mẫu tín hiệu tương tự, (hình 2.20), phân tín hiệu tương tự thành phần nhỏ, kết quả đưa ra một loạt các xung hẹp, hình 2.20 c. Bộ trích và giữ mẫu (1), hình 2.21, được sử dụng để giữ từng giá trị được lấy mẫu cho đến khi xung tiếp theo xuất hiện, hình 20 d. Bộ (1) trích và giữ mẫu tín hiệu tương tự, việc chuyển đổi thành tín hiệu số được thực hiện tại (2)- bộ chuyển đổi tương tự- số, hình 2. 21.

Mối quan hệ giữa việc lấy mẫu, đầu vào V_A và đầu ra của một bộ chuyển đổi tương tự -số được minh họa tại hình 2.22 cho một đầu ra 3 bit. Như đã biết,



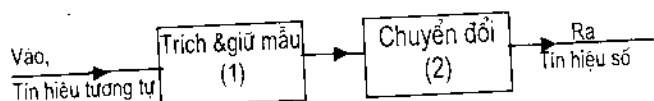
Hình 2. 20: Các tín hiệu

- a) tương tự (analogue)
- b) thời gian (time)
- c) lấy mẫu (sampled)
- d) lấy mẫu và giữ (sampled&held)

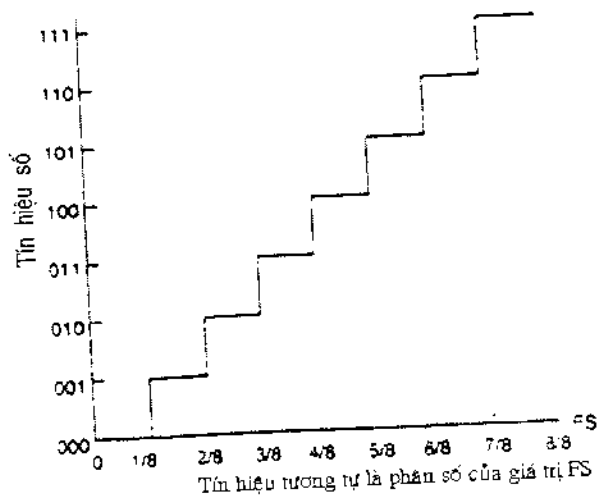
số nhị phân: 0 và 1 được gọi là *bits*, một nhóm các bits gọi là *từ*, vị trí của các bits trong một từ có ý nghĩa: bit cao nhất (nằm cực trái từ) và bit thấp nhất (nằm cực phải của từ) ví dụ:

$2^{n-1}, \dots, 2^1, 2^0$
 bit cao nhất bit thấp nhất.

Chiều dài của một từ (word length) quyết định độ phân dải của cấu từ, tức sự thay đổi nhỏ nhất trong V_A sẽ dẫn đến sự thay đổi trong tín hiệu ra số. Sự thay đổi nhỏ nhất trong đầu ra số, là một bit ở vị trí thấp nhất trong từ. Do vậy với một chiều dài từ có n bit, toàn thang đầu vào tương tự V_{FS} sẽ được chia thành 2^n mẫu, như vậy sự thay đổi ít nhất ở đầu vào có thể nhận dạng được, tức độ phân dải của bộ chuyển đổi được xác định là $V_{FS}/2^n$. Ví dụ, một bộ chuyển đổi tương tự - số có chiều dài từ là 10 bits và tín hiệu tương tự ở toàn thang là 10V, khi đó độ phân dải sẽ là $10/2^{10} = 9,8mV$.



Hình2. 21 : Bộ chuyển đổi tương tự- số



Hình 2.22 . Quan hệ đầu vào-ra của một bộ chuyển đổi tương tự - số

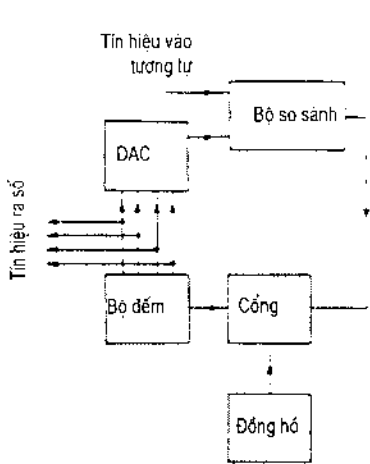
Thuật ngữ *thời gian chuyển đổi* (conversion time) được sử dụng để xác định thời gian để bộ chuyển đổi sinh đủ một từ (word) khi được cấp một đầu vào tương tự. Thường thời gian chuyển đổi là khoảng μs .

Những nguyên lí trên được sử dụng trong bộ chuyển đổi tương tự- số.

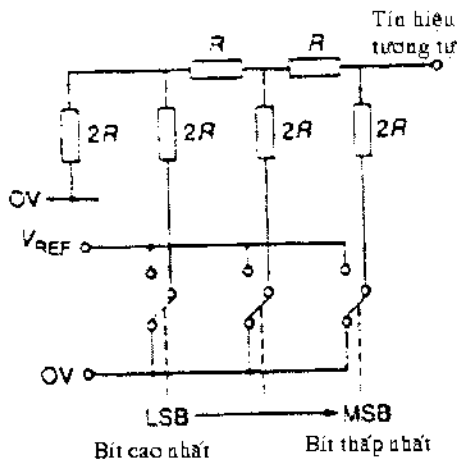
Bộ chuyển đổi tương tự-số:

Đầu vào là tín hiệu tương tự và đầu ra là một từ nhị phân (binary word). Bộ chuyển đổi tương tự- số có một số dạng, dạng thường được sử dụng nhất là loại xấp xỉ kế tiếp (successive approximation). Hình 2.23 thể hiện lưu đồ của một bộ

chuyển đổi tương tự -số xấp xỉ kế tiếp. Một điện áp được sinh bởi đồng hồ khi phát ra dãy tuần tự các xung. Các xung này được đếm theo kiểu số nhị phân và từ nhị phân tạo nên được chuyển thành một điện áp tương tự bởi bộ chuyển đổi



Hình 2.23: Bộ chuyển đổi tương tự - số theo xấp xỉ liên tục



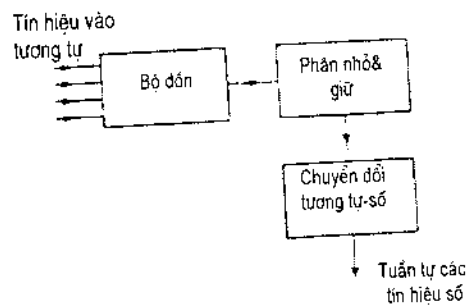
Hình 2.24: Bộ chuyển đổi số-tương tự hệ thống thang R-2R

sang số (DAC). Điện áp này tăng theo bậc và được so sánh với tín hiệu tương tự đầu vào từ cảm biến. Khi điện áp sinh bởi đồng hồ (clock) vượt quá điện áp đầu vào tương tự, xung từ đồng hồ bị dừng, không được đếm tiếp do cổng (gate) đóng. Đầu ra khỏi bộ đếm (counter) tại thời điểm đó biểu diễn tín hiệu số của điện áp tương tự. Thay vì sự so sánh có thể thực hiện bởi khởi đầu đếm tại 1 bít thấp nhất, rồi tiếp tục bít theo bít thì phương pháp xấp xỉ kế tiếp cho phép thực hiện nhanh hơn. Bộ chuyển đổi tương tự số xấp xỉ kế tiếp tuyển chọn bít cao nhất, nhưng nhỏ hơn giá trị tương tự, rồi bổ sung các bít nhỏ hơn kế tiếp, nhưng toàn bộ không được vượt quá giá trị tương tự. Vì mỗi một bít của từ được thử theo tuần tự, nên một từ có n bít cần n bậc thực hiện so sánh. Nếu đồng hồ có tần số f thì thời gian chuyển đổi sẽ là n/f.

Bộ chuyển đổi số-tương tự:

Đầu vào bộ chuyển đổi là một từ (word), đầu ra là tín hiệu tương tự, là tổng của các bits không zero trong từ. Một trong những dạng chuyển đổi số- tương tự thường được sử dụng là hệ thống thang R-2R (hình 2.24). Điện áp đầu ra được sinh bởi vùng đóng/ngắt của thang đến điện áp chuẩn (R_{ref}) hoặc 0V tùy theo đầu vào - tín hiệu số là bít 1 hoặc bít 0.

Bộ dồn kênh (multiplexer): trong thực tế thường cần thiết thực hiện các phép đo để lấy mẫu từ một số các vị trí khác nhau hoặc thực hiện một lượng các phép đo khác nhau. Thay vì sử dụng từng bộ vi xử lý riêng cho mỗi phép đo, có thể sử dụng một bộ dồn kênh. Bộ dồn kênh (hình 2.25), thực chất là một thiết bị đảo mạch, cho phép mỗi một tín hiệu đầu vào có thể lần lượt được lấy mẫu.



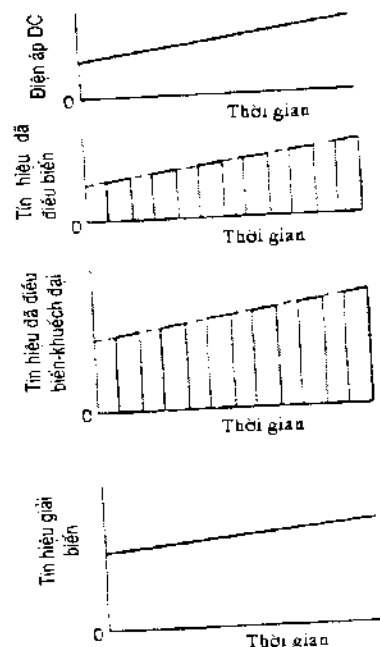
Hình 2.25: Chuyển đổi tương tự-số sử dụng bộ dồn kênh

Bộ đệm (buffer) thường được sử dụng khi các tín hiệu đến bộ xử lý quá nhanh, hoặc khi đó bộ xử lý đang bận thực hiện một công việc khác nên không thể chấp nhận các tín hiệu tại thời gian chúng tới. Mặt khác đầu ra khỏi bộ vi xử lý để đến cơ cấu chấp hành hoặc các thiết bị khác có thể là quá chậm, do vậy cần có bộ nhớ ngoài gọi là bộ đệm để lưu trữ tạm thời tín hiệu.

Đối với phần đệm đầu vào, dữ liệu được truyền khỏi nó với tốc độ quyết định bởi bộ vi xử lý. Với phần đệm đầu ra, tốc độ truyền được quyết định bởi thiết bị được cấp. Bộ nhớ đệm điện dung hoặc trống rỗng để bù cho chênh lệch giữa tốc độ vào bộ đệm và tốc độ ra yêu cầu. Khả năng của bộ đệm phụ thuộc vào dung tích bộ nhớ và chênh lệch trong tốc độ truyền đầu vào và đầu ra.

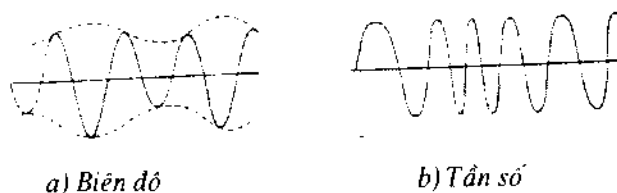
2.3.2.8. Điều biến (modulation)

Khi truyền các tín hiệu DC mức thấp từ các sensor và được xử lý bởi bộ khuếch đại thuật toán có thể xảy ra hiện tượng trôi (drift) tín hiệu. Vấn đề này có thể tránh được nếu thực hiện điều biến, tức truyền tín hiệu lần lượt (chứ không truyền trực tiếp). Cách truyền này còn giúp



Hình 2.26: Điều biến biên độ xung

tránh được giao thoa tín hiệu. Hình 2.26 thể hiện sự điều biến biên độ xung dòng DC và hình 2.27a) thể hiện điều biến biên độ, hình 2.27b) thể hiện điều biến tần số của một dòng AC. Sau khi được truyền, các tín hiệu đã điều biến được giải biến để trả về trạng thái tín hiệu ban đầu.



Hình 2.27 : Điều biến

2.3.3. Hệ thống hiển thị

Tín hiệu đầu ra sau khi được gia công có thể ra bộ hiển thị hoặc vào bộ vi xử lí. Hệ thống hiển thị có 2 dạng chính: chỉ thị (indicator) và ghi (recorder). Cơ cấu chỉ thị, hiển thị tức thời biến được truyền. Cơ cấu hiển thị ghi thường được sử dụng khi tín hiệu truyền cao, lượng dữ liệu lớn, người quan sát khó theo dõi. Hai hệ thống hiển thị này chia thành thiết bị số và thiết bị tương tự:

Hệ thống hiển thị tương tự

+ Cơ cấu hiển thị có các loại chỉ thị từ điện (dụng cụ dây di động- moving coil meter), điện động và tĩnh điện (thiết bị điện kế -galvanometric hoặc phân kế -potentionetric).

+ Cơ cấu chỉ thị tự ghi được phân thành loại tốc độ thấp, loại tốc độ cao (thiết bị ghi điện tâm đồ, điện não), loại tốc độ rất cao (máy hiện sóng - tia điện tử (cathode-ray oscilloscope)).

Hệ thống hiển thị số

+ Cơ cấu hiển thị: các bộ hiện số LED 7 vạch, màn hình số quang học, màn hình tinh thể lỏng, máy in.

+ Cơ cấu ghi: thiết bị ghi từ (magnet media), thiết bị tự ghi dữ liệu (data logger) gồm: bộ dồn tín hiệu (multiplexer), phân nhỏ & giữ (sample&hold) và bộ biến đổi tương tự-số(analogue-to-digital converter).

2.4. HỆ THỐNG KÍCH TRUYỀN ĐỘNG

Hệ thống kích truyền động là thành phần của sản phẩm cơ điện tử, thực hiện chuyển đổi đầu ra từ môđun xử lí (bộ xử lí hoặc máy tính) thành các hành động điều khiển trên một máy móc hoặc thiết bị, ví dụ như tín hiệu điện đầu ra từ bộ điều khiển được chuyển thành chuyển động của dụng cụ trên máy phay CNC để thực hiện cắt bao hình chi tiết.

2.4.1. Hệ thống kích truyền động - cơ

Các chi tiết cơ thường đóng vai trò chính trong một hệ thống thiết bị, ngoài việc thể hiện kết cấu hình dáng cơ sở của sản phẩm, khung lắp ráp cho các thành phần chi tiết khác, làm vật liên kết, vật trung gian ghép nối v.v. Các chi tiết cơ khí thường được sử dụng trong hệ kích - truyền động (cơ cấu chấp hành).

2.4.1.1. Hệ thống cơ khí

Hệ thống cơ khí còn có thuật ngữ nữa gọi là “máy móc” theo nghĩa cơ khí truyền thống, được sử dụng để truyền hoặc thay đổi hoạt động của một lực hoặc mômen để thực hiện công hữu ích. “Máy móc” được định nghĩa là hệ thống của các thành phần, được sắp xếp để truyền chuyển động và năng lượng từ một dạng nào đó sang dạng theo yêu cầu, trong khi cơ cấu kích truyền động (actuation) cũng được định nghĩa là một hệ thống của các thành phần, được sắp xếp để truyền chuyển động theo yêu cầu. Như vậy cơ cấu kích động cũng tương tự như “máy móc” nhưng mục đích yêu cầu là để tạo ra đúng các chuyển động xảy ra trong “máy móc”.

Các loại chuyển động trong “máy móc”:

Một vật rắn có thể có những chuyển động rất phức tạp. Tuy nhiên mọi chuyển động của vật thể rắn đều có thể quy về sự kết hợp của các chuyển động tịnh tiến và các chuyển động xoay tròn. Khi xem xét trong không gian ba chiều, một chuyển động tịnh tiến có thể được coi như là một dịch chuyển dọc theo một trục hoặc trong không gian 3 chiều. Một chuyển động tròn có thể là xoay tròn theo một trục hoặc trong không gian 3 chiều.

2.4.1.2. Chuỗi động học

Thuật ngữ *động học* được sử dụng để nghiên cứu chuyển động mà không đề ý đến lực. Việc xem xét chuyển động mà không quan tâm đến lực hoặc năng lượng đồng nghĩa với việc phân tích động học của các cơ cấu.

Một cơ cấu có thể được coi như một chuỗi các liên kết đơn. Mỗi một chi tiết của cơ cấu có chuyển động tương đối so với chi tiết khác được gọi là một khâu. Một khâu không nhất thiết là một thân cứng, nhưng bắt buộc là một thân bền, có khả năng truyền các lực yêu cầu mà không bị biến dạng. Vì lý do này khâu thường được thể hiện bằng một thân rắn có hai hoặc nhiều hơn hai khớp nối để kết nối với các khâu khác. Mỗi khâu có khả năng chuyển động tương đối với các khâu bên cạnh. Đòn bẩy, tay quay, kết nối thanh kéo-piston, các thanh trượt, puli-ròng rọc, đai và trục là những ví dụ về khâu. Sự nối tiếp các khớp nối- các khâu được định nghĩa là *chuỗi động*. Để một chuỗi động có thể truyền động, một khâu phải được cố định. Khi đó chuyển động của một khâu sẽ

sinh các chuyển động tương đối (theo dự tính) đối với những khâu khác. Một chuỗi động học có thể biến đổi cấu khi thay đổi khâu cố định.

Thiết kế của nhiều loại máy dựa trên chuỗi động học của: cơ cấu 4 khâu bản lề, tay quay-con trượt và culít lắc.

Cơ cấu khâu- khớp:

Chuỗi liên kết thường gồm các khâu, liên kết với nhau qua khớp.

- Khớp là nút nối giữa hai hay nhiều khâu, nơi cho phép có chuyển động tương đối giữa các khâu.
- Khâu là thân rắn có ít nhất là 2 nút, tại đó liên kết qua khớp tới các khâu khác.
- Bậc tự do (F) là số các chuyển động độc lập của cơ cấu hoặc là các tọa độ độc lập xác định hướng và vị trí của một cơ cấu.

Bậc tự do của một cơ cấu phẳng có thể được xác định bởi công thức của Gruebler:

$$F = 3(n-1) - 2f_i$$

Với

n - tổng số lượng các khâu (kể cả khâu cố định hoặc khâu nền).

f_i - tổng số lượng các khớp (một số khớp được tính có số lượng f của bản thân là 1/2, 1, 2 hoặc 3).

2.4.1.3. Một số ví dụ

Cơ cấu 4 khâu bản lề và cơ cấu tay quay - con trượt là những cơ cấu thường được sử dụng trong chế tạo máy

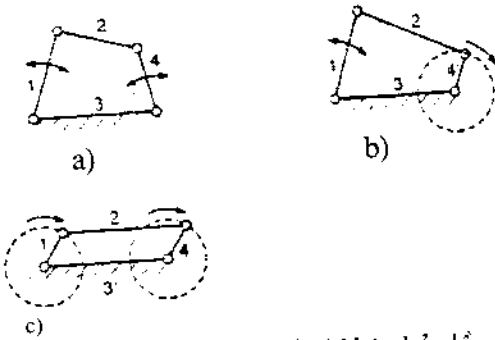
Cơ cấu 4 khâu bản lề

Cơ cấu 4 khâu bản lề gồm 4 khâu, nối với nhau qua 4 khớp, có thể quay dao động quanh nó. Hình 2.28 thể hiện một số dạng cơ cấu 4 khâu bản lề được thực hiện bằng cách thay đổi chiều dài của các khâu. Ở hình 2.28 a, khâu 3 chốt cứng, như vậy với chiều dài tương đối của mình khâu 1 và 4 có thể dao động lắc, nhưng không xoay tròn. Cơ cấu này được gọi là *cơ cấu bản lề 2 cán lắc*. Nếu rút ngắn chiều dài khâu 4 tương đối so với khâu 1, khâu 4 có thể quay (hình 2.28b) và khâu 1 thì có thể dao động lắc. Cơ cấu này được gọi là *cơ cấu tay quay- cán lắc*. Trường hợp khâu 1 và 4 có cùng chiều dài và cả hai đều có thể quay (hình 2.28c) sẽ tạo nên *cơ cấu hình bình hành*. Bằng cách thay đổi khâu cố định, người ta có thể tạo nên một số dạng cơ cấu khác.

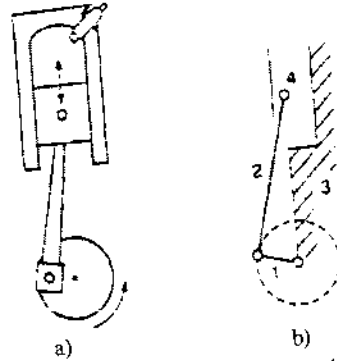
Từ công thức Gruebler, trường hợp chuỗi cơ cấu 4 khâu: số bậc tự do F luôn là 1 vì: $n=4$, $f_i=4$ nên $F=3.(4-1)-2.4=1$.

Cơ cấu tay quay- con trượt

Kết cấu này gồm một tay quay nối với một thanh kéo và một con trượt như hình 2.29. Đó là một kết cấu động cơ đơn giản. Với cấu hình này, khâu 3 là cố



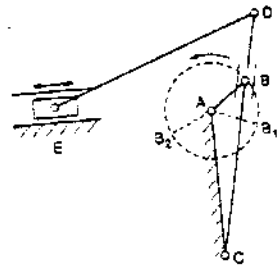
Hình 2.28: cơ cấu 4 khâu bản lề



Hình 2.29: Cơ cấu tay quay-con trượt

định, tức không có chuyển động tương đối giữa tâm của tay quay và thân máy, trong đó piston trượt. Khâu 1 là tay quay, khâu 2- thanh nối kéo và khâu 4 – con trượt có thể chuyển động tịnh tiến so với khâu 3. Khi piston trượt tiến- lùi (tương ứng với khâu 4), tay quay –khâu 1 buộc phải quay. Như thế cơ cấu đã truyền một chuyển động đầu vào tịnh tiến thành một chuyển động quay tròn.

Hình 2.30 thể hiện cơ cấu culít lắc, là một dạng của cơ cấu tay quay- con trượt được sử dụng trong máy búa. Cơ cấu này gồm một tay quay- khâu AB có thể quay quanh tâm quay A cố định; một cánh tay đòn CD có thể dao động lắc quanh C khi có sự trượt tại B dọc theo CD khi AB quay, và khâu kéo –DE có thể buộc E chuyển động tới- lui. E



Hình 2.30: Cơ cấu culít lắc

là đầu trục chính (con trượt), nơi đó có thể lắp búa để thực hiện tác nghiệp. Búa sẽ ở tại các vị trí cực điểm khi vị trí của tay quay là AB_1 và AB_2 . Khi cánh tay quay chuyển động ngược chiều kim đồng hồ từ B_1 đến B_2 , búa thực hiện một hành trình tác nghiệp đủ. Nếu tay quay tiếp tục quay từ B_2 đến B_1 ngược chiều kim đồng hồ, khi đó búa lại hoàn thiện được một hành trình nhưng theo hướng ngược lại- hành trình quay về. Nếu tay đòn quay với tốc độ cố định, thì do góc quay của tay đòn yêu cầu cho hành trình công tác lớn hơn so với hành trình lùi, nên hành trình công tác thực hiện lâu hơn chu kỳ quay về.

Cơ cấu tay quay - con trượt có bậc tự do $f=1$.

Bảng 2.2 thể hiện một số cơ cấu tay quay- thanh truyền và mối quan hệ về chuyển động, momen, lực giữa các phần tử của cơ cấu với các đại lượng được định nghĩa:

T- moment quay

F- ngoại lực

x- chuyển vị

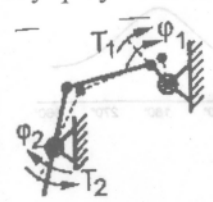
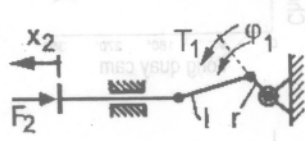
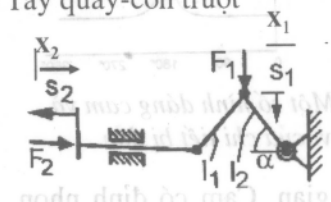
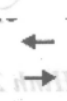
φ, α - góc quay

ω - tốc độ góc

l- chiều dài thanh

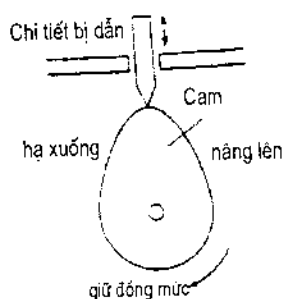
λ - tỉ số giữa chiều dài các thanh số 1, 2.. - kí hiệu khâu hoặc chi tiết

Bảng 2.2: Một số chuỗi cơ cấu

Cơ cấu	Kí hiệu	Mối quan hệ hàm
Tay quay –cần lắc 		$\varphi_2 = f(\text{hình học}, \varphi_1)$ $T_2 = f(\text{hình học}, T_1)$
Tay quay –thanh truyền 		$x_2 = r(1 - \cos \varphi) + (1 - \frac{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}}{\lambda})$ $F_2 = \frac{\varphi_1 \cdot T_1}{x_2}$ $\lambda = \frac{r}{l}$
Tay quay-con trượt 		$x_2 = f(x_1, l_1, l_2, \alpha)$ $F_2 = f(x_1, l_1, l_2, \alpha)$
Thanh truyền-cần lắc 		$\varphi_2 = \frac{l_2}{l_1} x_1$ $T_2 \approx l_1 \cdot F_1$

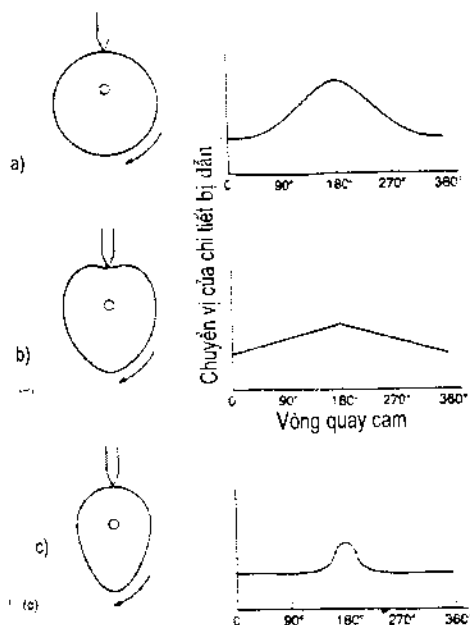
2.4.1.4. Truyền động cam

Cam là chi tiết có thể quay tròn hoặc dao động lắc để truyền chuyển động qua lại (tịnh tiến hai chiều) hoặc chuyển động lắc cho chi tiết thứ 2 - chi tiết bị dẫn, hình 2.31. Khi cam quay, chi tiết bị dẫn được nâng lên, ngừng lại và tụt xuống với khoảng thời gian tương ứng phụ thuộc vào cấu hình của cam. Phần lệch tâm - bán kính lớn của cam nâng chi tiết bị dẫn lên và phần lệch tâm bán kính nhỏ hạ chi tiết xuống với thời gian tùy thuộc vào hình dáng cam. Vùng cam giữ chi tiết bị dẫn tại một mức không đổi trong một thời gian đáng kể gọi là khoảng ngừng. Vùng này của cam thường có bán kính không đổi (tương ứng với khoảng thời gian ngừng).



Hình 2.31: Bánh cam và chi tiết bị dẫn

Hình dáng của cam được yêu cầu để sinh ra chuyển động định trước của chi tiết bị dẫn. Hình dáng cam như hình 2.32a, một cam tròn nhưng có tâm quay lệch, cho phép chi tiết bị dẫn có chuyển động dao động điều hoà, loại thường được sử dụng trong kết cấu của bơm. Cam ở hình 2.32b, có hình dạng trái tim, khi quay cho phép chi tiết bị dẫn dịch chuyển lên với tốc độ cố định trong một khoảng thời gian,



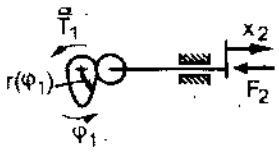
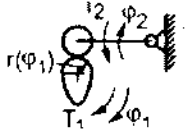
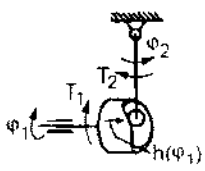
Hình 2.32: Một số hình dáng cam và chuyển vị của chi tiết bị dẫn

trước khi hạ xuống với cùng tốc độ trong cùng thời gian. Cam có đỉnh nhọn (hình 2.32c) cho phép chi tiết bị dẫn ở trạng thái tĩnh khi cam quay được khoảng nửa vòng (bên bán kính cố định), sau đó tiến và lùi đối xứng trên khoảng 1/4 vòng chuyển động còn lại. Loại cam này thường được sử dụng để kiểm soát van động cơ, khoảng ngừng là khoảng thời gian để hỗn hợp xăng dầu hoặc khí đi vào xilanh. Thời gian trễ càng dài tương ứng với chiều dài bề mặt cam có bán kính cố định lớn hơn cho phép xilanh có đủ thời gian để nạp khí dễ cháy.

Các chi tiết bị cam dẫn cũng có những kiểu khác nhau. Loại con lăn (bản chất là gối lăn), có ưu điểm là tạo ma sát tại điểm tiếp xúc, ma sát quay nhỏ hơn nhiều so với ma sát trượt, tuy nhiên lại đắt hơn. Chi tiết bị dẫn có mặt tiếp xúc phẳng được sử dụng khá phổ biến vì giá rẻ và có thể được chế tạo nhỏ hơn con lăn.

Kết cấu cam được sử dụng nhiều trong chế tạo máy, cùng với cánh tay đòn và trục khuỷu tạo nên các chuỗi động học trong các máy công cụ chép hình cổ điển và hiện vẫn còn được sử dụng phổ biến cho các van của động cơ. Bảng 2.3 thể hiện một số giải pháp về cơ cấu dẫn động cam và mối quan hệ về chuyển động, momen, lực giữa các phần tử của cơ cấu.

Bảng 2.3: Một số cơ cấu dẫn động bằng cam

Cơ cấu	Kí hiệu	Mối quan hệ hàm
Cam-cần tịnh tiến (trượt) 		$x_2=f(r(\varphi_1), \varphi_1)$ $F_2=f(r(\varphi_1), \varphi_1, T_1)$
Cam –cần lắc 		$\varphi_2=f(r(\varphi_1), \varphi_1)$ $T_2=f(r(\varphi_1), \varphi_1, T_1)$
Cam –cần lắc không gian (quay) 		$\varphi_2=f(h(\varphi_1), \varphi_1)$ $T_2=f(h(\varphi_1), \varphi_1, T_1)$

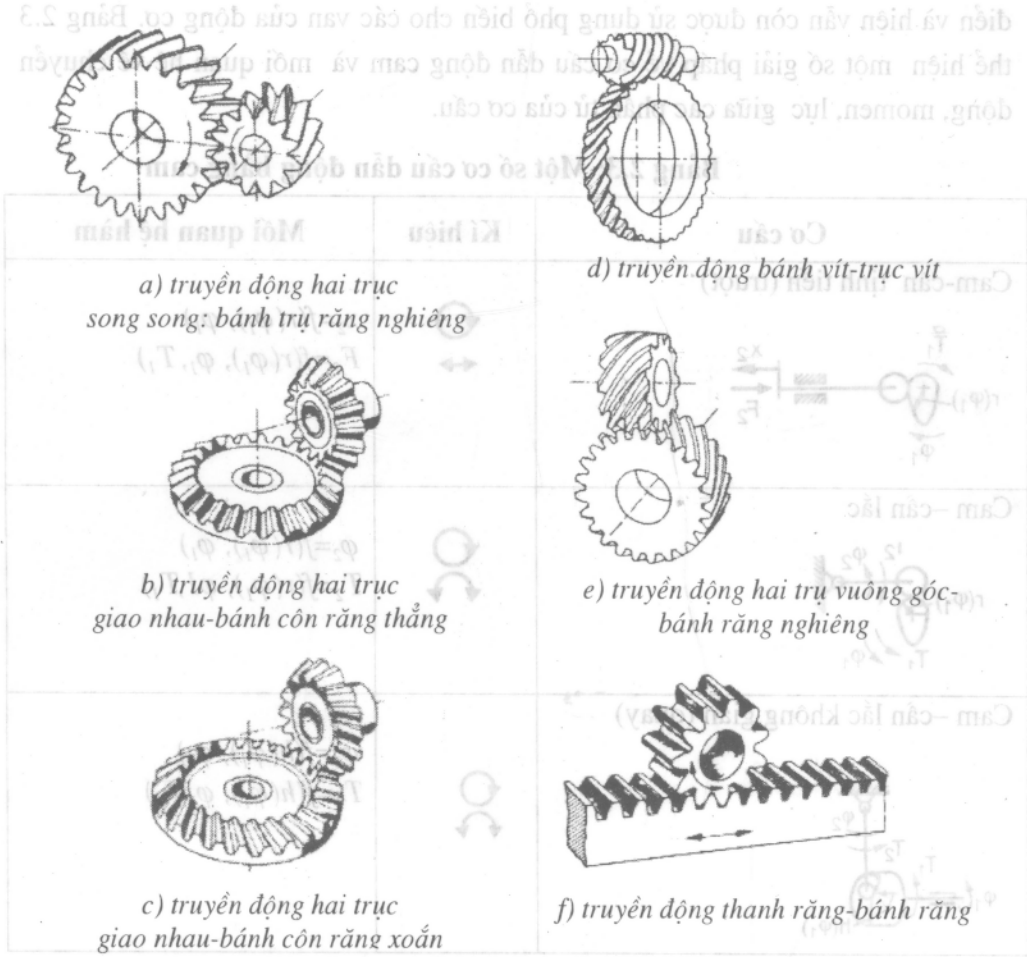
Mọi kí hiệu trong bảng 2.2 có cùng ý nghĩa như bảng 2.3, với đại lượng *h* là chuyển vị của cơ cấu bị dẫn.

2.4.1.5. Truyền động bánh răng

Bánh răng là cơ cấu được sử dụng rất phổ biến để truyền chuyển động quay tròn. Chúng được sử dụng khi cần thay đổi tốc độ hoặc mômen quay của thiết

bị. Ví dụ, hộp số của xe ô tô cho phép bánh dẫn có tốc độ và mômen quay theo yêu cầu của địa hình với năng lượng của động cơ được trang bị.

Chuyển động quay có thể được truyền từ một trục sang trục khác qua cặp bánh trụ quay nhờ ma sát tiếp xúc. Tuy nhiên truyền động kiểu này có nhiều khả năng sinh trượt trên bề mặt tiếp xúc. Hiệu suất truyền sẽ được nâng cao nếu bổ sung ăn khớp răng của hai mặt trụ và đó là cơ cấu ăn khớp bánh răng (hình 2.33).



Hình 2.33. Một số ví dụ về truyền động bánh răng ăn khớp ngoài

Các bánh răng được sử dụng để truyền chuyển động quay giữa trục song song (hình 2.33a) khi sử dụng bánh răng trụ răng thẳng hoặc răng nghiêng; giữa các trục nghiêng –bởi bánh răng côn (hình 2.33b,c); giữa các trục vuông góc – bởi ăn khớp bánh vít-trục vít (hình 2.33 d), cặp bánh răng nghiêng hoặc xoắn (hình 2.33 e). Khi hai bánh răng ăn khớp, truyền động được thực hiện từ bánh

chủ động (bánh dẫn) sang bánh bị động (bánh bị dẫn). Một dạng khác của truyền động ăn khớp bánh răng, biến chuyển động tròn thành chuyển động thẳng là ăn khớp bánh răng- thanh răng (hình 2.33 f).

Sự truyền động và hiệu suất truyền động phụ thuộc vào kích thước, hình dáng hình học của thân răng, hướng cắt răng và cách ăn khớp răng.

Theo hướng cắt răng, bánh răng trụ và răng nghiêng có thể gọi bánh răng trụ/ bánh răng nghiêng răng thẳng khi thân răng được cắt theo hướng thẳng trục, răng xiên khi thân răng được cắt xiên một góc so với trục và bánh răng xoắn khi thân răng được cắt theo đường xoắn ốc (góc xiên răng biến thiên).

Sự ăn khớp còn bị ảnh hưởng bởi kích thước- hình dáng hình học và số lượng răng của cặp bánh ăn khớp. Về biên dạng, thân răng có dạng chuẩn là thân khai (có thể có những biên dạng hình học đặc biệt khác). Kích thước hình học của răng phụ thuộc vào giá trị môđun m , đại lượng quyết định chiều cao, đỉnh và chân răng. Sau đây là một số công thức được sử dụng trong thiết kế truyền động răng:

$$m = \frac{d}{z}$$

với :

d là đường kính chia, Z là số răng, m là đại lượng được chuẩn hoá, theo ISO, thường lấy theo dãy số $m=1; 1,23; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10...$ (mm).

Chiều cao đỉnh răng : $h_a = m$

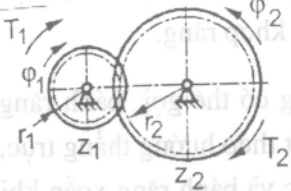
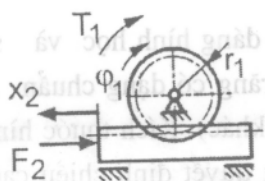
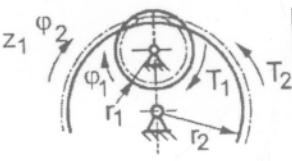
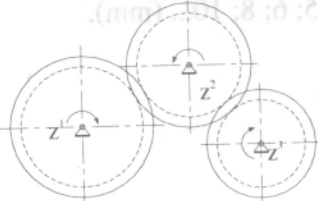
Chiều cao chân răng: $h_f = 1,1 \div 1,3 m$

Chiều cao răng: $h = h_a + h_f$

$$\text{Tỉ số truyền: } i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Trong đó: Z_1 là số răng của bánh răng chủ động (1), Z_2 là số răng của bánh răng bị động, ω_1 là tốc độ góc của bánh răng 1 và ω_2 là tốc độ góc của bánh răng 2. Bảng 2.4 thể hiện một số kiểu ăn khớp bánh răng và các đại lượng đặc trưng.

Bảng 2.4: Một số kết cấu ăn khớp bánh răng

Sơ đồ kết cấu	Kí hiệu	Mối quan hệ hàm
Bánh răng- bánh răng 		$\varphi_2 = \frac{r_1}{r_2} \varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \varphi_1$ $T_2 = \eta \frac{r_2}{r_1} T_1 = \eta \frac{Z_2}{Z_1} T_1$
Bánh răng – thanh răng 		$x_2 = r_1 \varphi_1$ $F_2 = \eta \frac{1}{r_1} T_1$
Ăn khớp trong 		$\varphi_2 = \frac{r_1}{r_2} \varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \varphi_1$ $T_2 = \eta \frac{r_2}{r_1} T_1 = \eta \frac{Z_2}{Z_1} T_1$
Ăn khớp chuỗi bánh răng 		$\varphi_3 = \frac{r_1}{r_3} \varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_3} \varphi_1$ $T_3 = \eta \frac{r_3}{r_1} T_1 = \eta \frac{Z_3}{Z_1} T_1$

Truyền động bánh răng hay được sử dụng đặc biệt trong các hộp tốc độ, với:

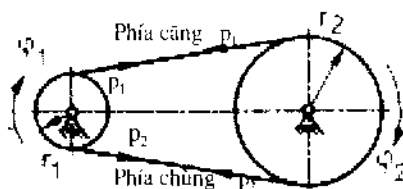
+ Tỷ số truyền của hộp giảm tốc thì $i < 1$

+ Tỷ số truyền của hộp tăng tốc thì $i > 1$.

2.4.1.6. Truyền động đai / xích

Truyền động đai là cơ cấu được sử dụng để truyền mômen quay và chuyển động quay giữa hai hay nhiều trục nhờ lực ma sát phát triển giữa đai - cơ cấu

dẫn với bánh đai gắn trên trục chủ động- qua bánh đai gắn trên trục bị dẫn (hình 2.34). Đai/ xích tiếp xúc bánh đai/xích theo một cung để truyền mômen/chuyển động quay. Do truyền chuyển động dựa vào lực ma sát nên ở *truyền động đai* có thể



Hình 2.34: Truyền động đai-bánh đai

xảy ra hiện tượng trượt. Kết cấu *đai có vấu* (hình 2.35 c) và *xích* (hình 2.35 a, b) là những giải pháp cải thiện khả năng truyền. Về bản chất, trong truyền động đai, mômen/chuyển động quay được truyền nhờ chênh lệch ứng suất căng xảy ra trong đai khi vận hành (hình 2.34).



Hình 2.35: Xích và bánh đai có vấu

Gọi 1 là bánh đai dẫn, 2 là bánh đai bị dẫn, p_1 -ứng suất phía căng, p_2 -ứng suất phía chùng, khi đó:

$$\text{Mômen quay ở bánh đai 1 là } T_1 = (p_1 - p_2) \cdot r_1.$$

$$\text{Mômen quay trên bánh đai 2 là } T_2 = (p_1 - p_2) \cdot r_2.$$

Với r_1 là bán kính của bánh đai 1, r_2 là bán kính của bánh đai 2.

Do công suất được truyền là tích của mômen quay và tốc độ góc và vì tốc độ góc là $\omega_1 = v/r_1$ đối với bánh đai 1, $\omega_2 = v/r_2$ đối với bánh đai 2 (với v là tốc độ dài của đai), nên công suất truyền lên mỗi bánh đai là : $(p_1 - p_2) \cdot v$.

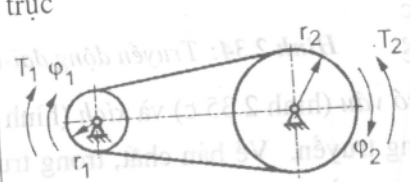
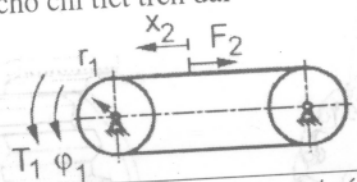
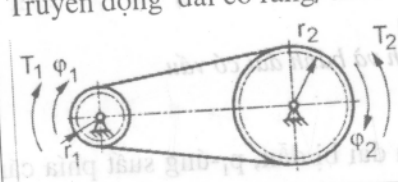
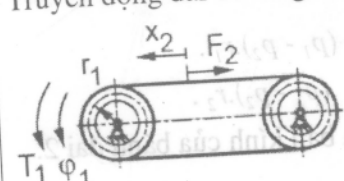
Lợi thế của truyền động đai so với truyền động ăn khớp là:

- Có khả năng truyền động giữa các trục có khoảng cách quá lớn hoặc quá nhỏ.
- Có thể tự động bảo vệ hệ thống trong trường hợp quá tải (do xuất hiện trượt khi tải vượt ứng suất max giữ bám tiếp xúc).

Tuy nhiên tỉ số truyền lại bị giới hạn, cao nhất là 3 do liên quan đến cung tiếp xúc giữa đai và bánh đai.

Bảng 2.5 giới thiệu một số kết cấu truyền động đai.

Bảng 2.5: Cơ cấu truyền động đai và xích

TT	Sơ đồ kết cấu	Kí hiệu	Mối quan hệ hàm
1	Truyền động đai trơn qua hai trục 		$\varphi_2 = \frac{r_1}{r_2} \varphi_1$ $T_2 = \frac{r_2}{r_1} T_1$
2	Truyền động đai quay-tĩnh tiến cho chỉ tiết trên đai 		$x_2 = r_1 \varphi_1$ $F_2 = \frac{1}{r_1} T_1$
3	Truyền động đai có răng/xích 		$\varphi_2 = \frac{r_1}{r_2} \varphi_1 = \frac{Z_1}{Z_2} \varphi_1$ $T_2 = \frac{r_2}{r_1} T_1 = \frac{Z_2}{Z_1} T_1$
4	Truyền động đai có răng/xích 		$x_2 = r_1 \varphi_1$ $F_2 = \frac{1}{r_1} T_1$

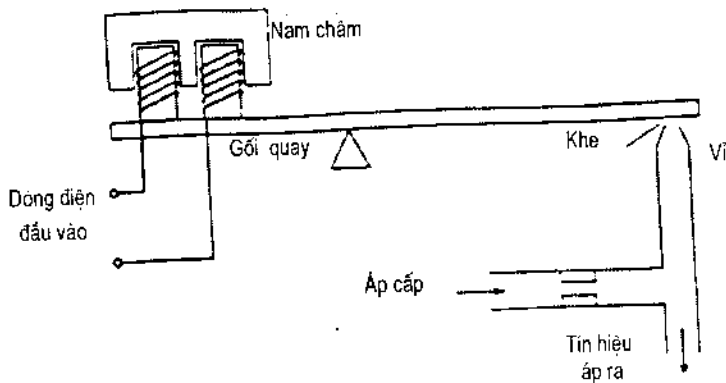
2.4.2. Hệ thống kích truyền động- thủy lực và khí nén

2.4.2.1. Chức năng của hệ thống kích truyền động thủy lực và khí nén

Các hệ thống truyền động thủy lực và khí nén được sử dụng để truyền và điều chỉnh lực khi sử dụng luồng chất lỏng/khí nén. Hệ thống kích truyền động thủy lực và khí nén có kết cấu tương tự nhau. Khí nén thường được sử dụng để điều khiển các thành phần điều khiển cuối, có thể sử dụng để kích hoạt các van lớn và các thiết bị điều khiển công suất cao khác. Thường thiết bị điều khiển khí nén yêu cầu tín hiệu áp lực từ 20 ÷ 100kPa. Hạn chế của hệ thống kích-truyền

động dạng này là khả năng nén của khí. Hệ thống thủy lực có thể sử dụng cho thiết bị điều khiển công suất cao hơn, nhưng lại đắt hơn và nhạy cảm hơn do dễ bị rò dầu hơn là rò khí.

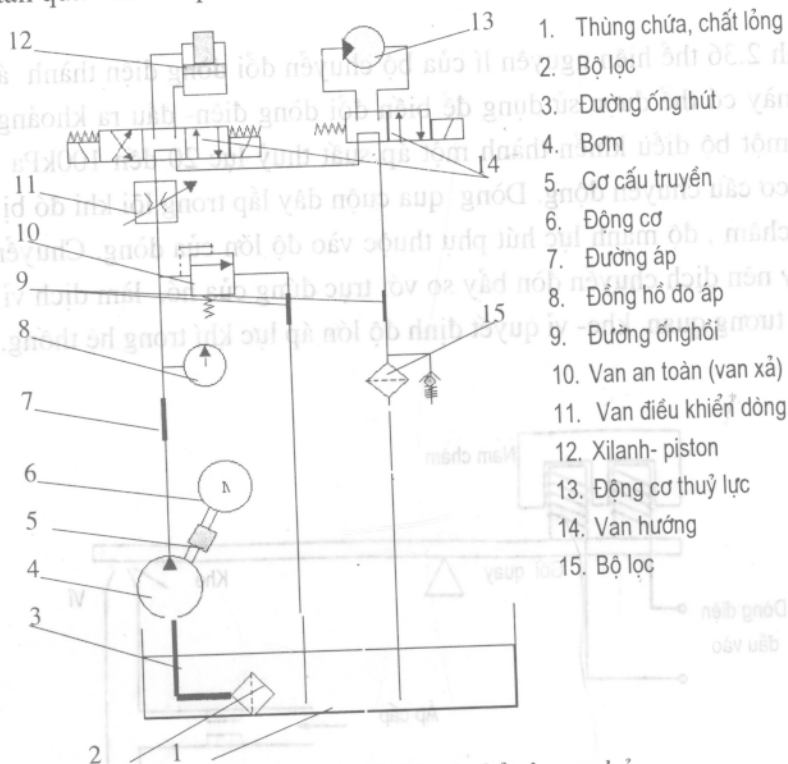
Hình 2.36 thể hiện nguyên lý của bộ chuyển đổi dòng điện thành áp suất. Thiết bị này có thể được sử dụng để biến đổi dòng điện- đầu ra khoảng 4 đến 20mA từ một bộ điều khiển thành một áp suất thủy lực 20 đến 100kPa để vận hành một cơ cấu chuyển động. Dòng qua cuộn dây lắp trong lõi khi đó bị hút về phía nam châm, độ mạnh lực hút phụ thuộc vào độ lớn của dòng. Chuyển động của lõi gây nên dịch chuyển đòn bẩy so với trục đứng của nó, làm dịch vị so với khe. Vị trí tương quan khe- vị quyết định độ lớn áp lực khí trong hệ thống.



Hình 2.36: Chuyển đổi dòng điện thành áp suất

Thường sơ đồ thủy lực và khí nén thường được thể hiện dưới dạng mạch như một mạch điện. Hình 2.37 thể hiện một mạch cơ sở của hệ thủy lực và có thể chia ra thành: phần cấp nguồn và phần truyền động. Theo quan điểm cơ khí truyền thống thì hệ thống thủy lực chuyển đổi và truyền, chuyển lực cơ - đầu vào thành lực của dòng chất lỏng-đầu ra. Điều này được thực hiện bởi bơm chuyển đổi đầu vào (tốc độ và mômen quay của trục roto) thành năng lượng động dưới dạng dòng chảy. Lúc đầu vào, tức năng lượng cơ được chuyển đổi thành năng lượng động của dòng chất lỏng thì năng lượng đầu vào đã có thể được truyền đến bất cứ vị trí nào trong máy, nơi yêu cầu lực nhờ hệ đường ống dẫn đến điểm đó. Chất lỏng được phân phối đến các điểm này nhờ một số van điều chỉnh tốc độ, áp suất và hướng thủy lực phù hợp theo các yêu cầu chức năng của máy. Tại những điểm này, năng lượng động dòng chảy có thể từng phần

hoặc toàn bộ được biến đổi lại thành năng lượng cơ bởi các cơ cấu truyền động thủy lực (tạo một chuyển động tịnh tiến hoặc quay tròn), hoặc một phần có thể bị tiêu tán qua van xả áp khi chỉ yêu cầu một phần lực hữu ích.



Hình 2.37: Mạch thủy lực cơ bản

Những thành phần chủ yếu của hệ thống thủy lực bao gồm:

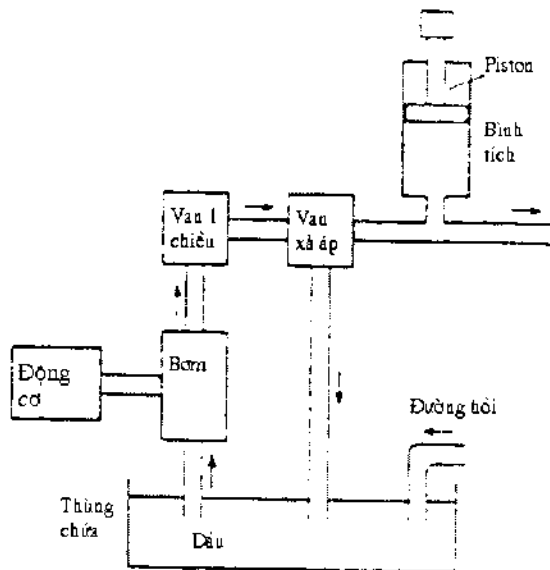
- Bơm: tạo năng lượng thủy lực cho hệ thống.
 - Thành phần kích động (actuator): chuyển đổi năng lượng thủy lực thành năng lượng cơ.
 - Van: các thành phần điều chỉnh công suất thủy lực.
 - Đường ống: nối các thành phần trong hệ thống thủy lực.
 - Các phin lọc, bình tích, thùng chứa.
 - Chất lỏng: truyền công suất giữa các thành phần của mạch.
- + **Bơm**, thuộc nguồn cấp năng lượng. Đây là trái tim của hệ thống, lưu thông dầu có áp trong mạch. Bơm thực hiện chân không cục bộ ở đường hoặc cổng hút và dẫn dầu từ thùng chứa, đẩy vào cổng hút. Bơm tạo dòng nhưng không tạo áp. Bơm có thể là bơm piston hoặc bơm cánh gạt. Các van gồm van điều khiển dòng và van điều áp (mục 2.4.2.3).
- + **Đường ống**, đường dẫn dầu cần nhỏ nhất và thẳng nhất.

+ *Bộ lọc dầu*, thường được đặt ở đầu đường hút để cản những vật lạ theo dầu tới những bộ phận trong mạch.

+ *Thùng chứa*, ít nhất phải chứa được từ 3÷5 lần lưu lượng/phút của bơm sao cho có khả năng khuếch tán nhiệt và tách được khí bị nhiễm. Quanh thùng cần một khoảng không thoáng đáng đủ để tuần hoàn không khí. Các vách ngăn trong thùng không được phép để chất bắn quay lại vùng hút. Thùng được trang bị van khí cùng bộ lọc khí, bộ lọc dầu, đồng hồ đo mức dầu và nút tháo dầu đặt gần đáy thùng và *thành phần kích truyền động*, hay còn gọi là cơ cấu công tác (xem mục 2.4.2.5).

2.4.2.2. Nguồn cấp năng lượng

Nguồn cấp năng lượng cho *hệ thống thủy lực* là bơm thủy lực và cho hệ thống khí nén là máy nén khí. Bơm thủy lực và máy nén khí được kéo bởi động cơ điện. Hệ thống thủy lực (hình 2.38) yêu cầu một nguồn dầu cao áp. Thường nguồn dầu này được cấp bởi bơm kéo nhờ động cơ điện. Công suất (Q) của bơm thủy lực được xác định bởi độ dịch chuyển bơm (D) và tốc độ hoạt động (n), ($Q=Dn$). Bơm đưa dầu từ thùng chứa qua van một chiều đến bình tích, từ đó qua các hệ thống van đến các hệ kích truyền động – thủy lực (xilanh-piston/hydrô mô tơ) hoặc quay về thùng chứa. Phần nguồn cấp bao gồm cả một van an toàn (xả áp khi áp cao hơn giá trị thiết lập).



Hình 2.38 : Sơ đồ nguồn cấp thủy lực

Hình 2.39 thể hiện một ví dụ về nguồn cấp cho *hệ thống khí nén*. Động cơ kéo máy nén khí. Khí được dẫn vào hệ thống, qua bộ lọc và qua bộ giảm áp để giảm mức ồn. Van nhả áp bảo vệ hệ thống nếu áp vượt quá mức an toàn. Vì bộ nén khí làm tăng nhiệt độ của khí nén cần có bộ phận làm mát. Bộ tách ẩm sẽ tách hơi nước khỏi khí. Một xilanh trừ có vai trò tương tự như bình tích thủy lực có tác dụng bù áp khi có nhiễu.

trí cố định (còn được gọi là van tiết lưu), vị trí ban đầu có thể là mở hoặc đóng (còn gọi là van đóng/mở). Các đường nối thông đến van gọi là cổng. Tên của các van vị trí cố định được gọi theo số cổng và vị trí, đó có thể là các van:

+ Van 2 cổng, 2 vị trí (2/2): P, A.

+ Van 3 cổng, 2 vị trí (3/2): P, A, T.

+ Van 4 cổng, 3 vị trí (4/3) P, A, B, T.

Trong đó: P là cổng áp, T là cổng hồi, A và B là cổng hướng tải.

Hình 2.40 thể hiện một số van 4/2 (4 cổng 2 vị trí) và 4/3 (4 cổng 3 vị trí).

Ở hình 2.40a) van chỉ có hai vị trí: piston tiến và lùi. Khi tiến, cổng P được thông với B và A thông với cổng T, khi piston lùi P nối với A, B với T.

Hình 2.40 b) thể hiện van 3 vị trí, ngoài hai vị trí trên, van còn vị trí đóng, khi đó các cổng A và B đóng và P nối với T.

Van chỉnh lưu lượng (flow valves)

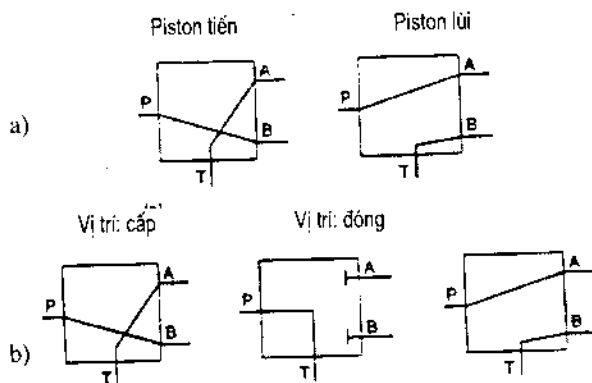
Van chỉnh lưu lượng thường là các van tiết lưu, hoạt động trên cơ sở điều chỉnh tiết diện dòng đi qua. Thường chênh lệch áp tạo ra khi dòng đi qua van tiết lưu được kiểm soát bởi bộ bù áp (bình tích áp).

Van ON/OFF

Đây là loại van cho dòng chảy chỉ về một hướng. Vì chúng ngăn không cho dòng chảy theo chiều ngược lại nên loại van này còn được gọi là van một chiều (nonreturn valves) hoặc là van kiểm (check valves). Van on/off thường được đặt ở trong mạch thủy lực, giữa bơm và actuator, sao cho khi ngắt nguồn dầu/chất lỏng không quay về thùng mà vẫn nằm trong đường ống.

Van tỉ lệ (proportional valves) và van servo (servo valves)

Van servo và van tỉ lệ là van thường được sử dụng để điều khiển liên tục chuyển vị, tốc độ và lực của thành phần kích truyền động thủy lực, loại thực hiện theo yêu cầu định vị chính xác, hoặc cần sự chính xác trong các điều kiện hoạt động, hoặc hoạt động trong biên độ dải thông tần số. Chúng có cấu hình đều khiển vòng đóng hoặc vòng mở.



Hình 2.40 : Van vị trí: van 4/2 (a), van 4/3 (b)

ĐỘNG CƠ, BƠM, HYDRO-MOTOR,
XI LẠNH BÌNH TÍCH

Bình tích áp gas

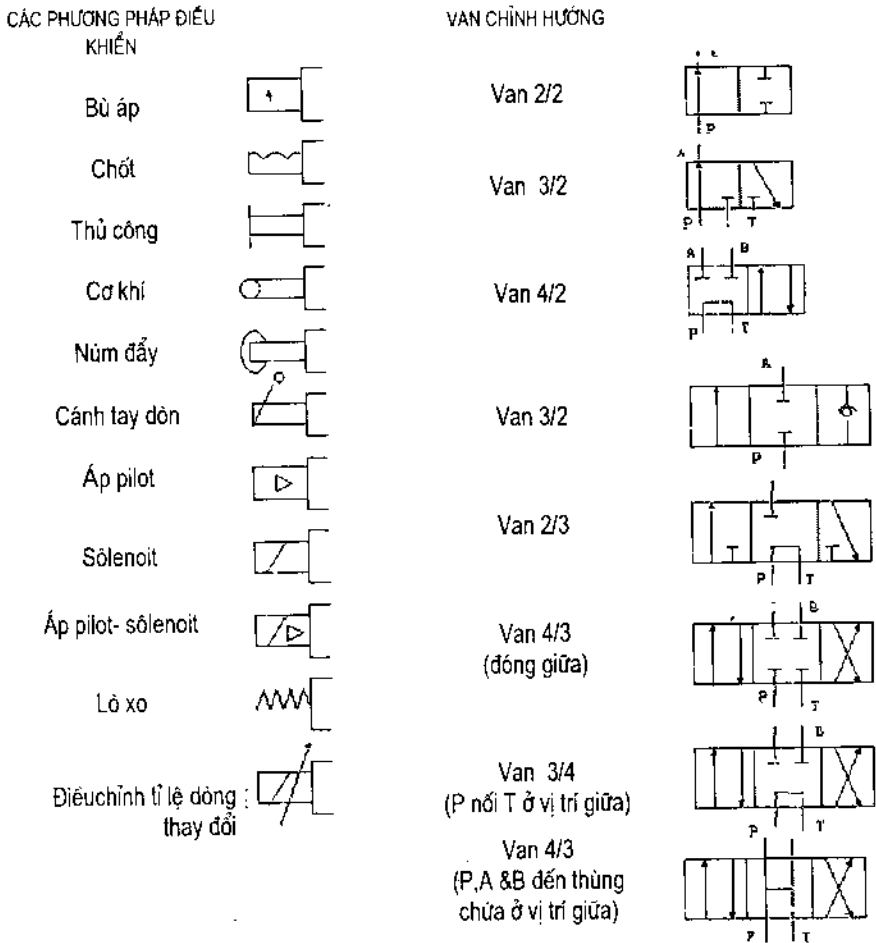
582

tính giữa đầu vào và đầu ra, dải chết (dead band), băng thông (bandwidth).

Van tỉ lệ có thể chia ra là tỉ lệ cho dòng hoặc tỉ lệ cho áp. Nhờ có sêlênôit phản ứng tỉ lệ với sự thay đổi của tín hiệu đến nên van cấp dầu ra thủy lực (áp, dòng, hướng, gia tốc, giảm tốc...) tương ứng “mịn”.

Kí hiệu van

Kí hiệu quy định cho van điều chỉnh áp thể hiện trong hình 2.42a, trong đó các hình vuông là các vị trí chuyển mạch. Hình 2.42b thể hiện một số kí hiệu khác dùng cho động cơ, bơm, v...v. Trong hình 2.43 còn thể hiện một số phương pháp điều khiển vận hành van. Như vậy nếu van có 2 vị trí thì kí hiệu van sẽ có 2 khối vuông. Ví dụ, điều khiển vận hành van với nút đẩy (hình 2.44a: van



Hình2. 43: Kí hiệu các van chỉnh hướng và các kí hiệu điều khiển vận hành van

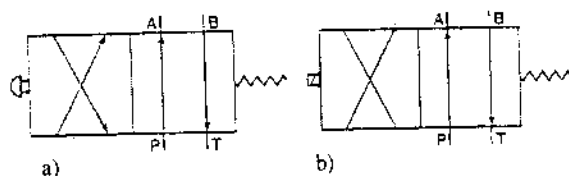
4/2)), khi nút đẩy được nhấn, piston tiến. Sự chuyển động của nút đẩy tạo trạng thái như hiển thị bởi các kí hiệu được sử dụng trong hình vuông bên trái, tức dòng chất lưu tiến theo cổng P-B, hồi theo đường A- T. Khi nhả nút, lò xo đẩy van trở về vị trí ban đầu và piston lùi. Tương tự, với điều khiển solenoid (hình 2.44b), khi có dòng điện qua solenoid, piston tiến, khi hủy dòng, lò xo kéo van về vị trí ban đầu và piston thực hiện lùi. Chuyển động của lò xo tạo nên trạng thái của van như thể hiện trong hình vuông bên phải.

2.4.2.4. Kiểu van

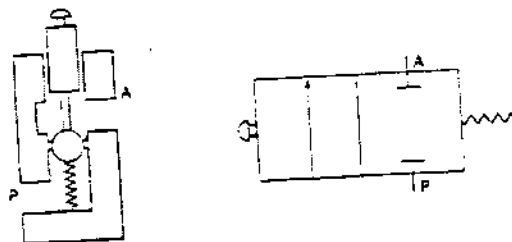
Một số kiểu van điều chỉnh, dạng đơn giản thường được sử dụng trong hệ là:

+ Van đẩy (poppet valves) được thể hiện ở hình 2.45, bình thường ở trạng thái đóng. Trong van, các bi, đĩa hoặc đầu côn liên kết với vị trí đặt van (valve seat) để điều chỉnh lưu lượng, ví dụ, khi nhấn button, bi được kéo khỏi vị trí của nó để dòng qua. Loại van này có thể là được dẫn (Pilot-operated), khi lực yêu cầu đóng bi lớn (trong hệ thống van được dẫn (Pilot - operated system), người ta sử dụng van dẫn để điều khiển van thứ hai -van chính. Van dẫn thường có công suất nhỏ và có thể vận hành thủ công hoặc bởi solenoid). Van poppet có thể là van chỉnh hướng (directional), cho phép dòng chuyển động theo một hướng, hoặc là van an toàn- xả áp (pressure relief valve) có lỗ van bình thường đóng và chỉ mở khi áp trong hệ thống vượt quá giá trị thiết lập.

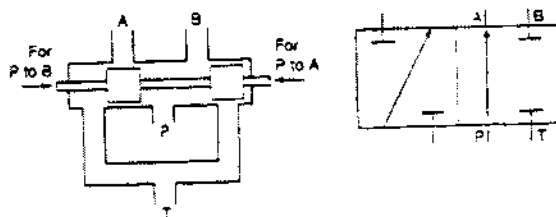
+ Van ống (spool valve) có một ống cuộn chuyển động ngang trong thân van để điều chỉnh lưu lượng. Hình 2.46 thể hiện hình dạng của một van ống 4/2. Như trong hình, B được nối với P khi A và T đóng. Khi ống cuộn chuyển về bên trái, A được nối với P và B, T được đóng. Ống cuộn có thể được đẩy bởi nút



Hình 2.44: Van 4/2 a) điều khiển với nút đẩy b) điều khiển với solenoid



Hình 2.45: Van đẩy



Hình 2.46: Van ống

đẩy, cánh tay đòn hoặc solenoid. *Van ống cuộn quay* (rotary spool valve) có một ống cuộn quay. Khi ống quay, các cổng được đóng hoặc được mở theo cách tương tự nhau. Van ống thường được sử dụng trong các van dẫn hướng.

2.4.2.5. Thành phần kích truyền động (actuator):

Kích truyền động truyền thẳng: xilanh khí nén hoặc xilanh thủy lực là ví dụ về thành phần kích – truyền động thẳng. Về nguyên lý xilanh hệ thủy lực và khí nén là tương tự, sự khác nhau ở kích thước do áp ở hệ thủy lực cao hơn. Xilanh thủy lực là một ống rỗng, trong đó piston có thể trượt dọc. Hình 2.47 thể hiện hai loại xilanh đặc trưng nhất, loại *hoạt động kép* (tác động hai chiều) và loại *hoạt động đơn* (tác động một chiều). Chuyển động thẳng do xilanh thủy lực sinh ra thường được sử dụng để vận hành van ống.

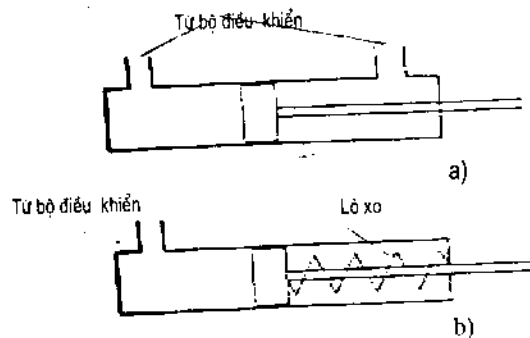
Việc chọn xilanh được quyết định bởi lực yêu cầu dịch chuyển tải và tốc độ dịch chuyển. Xilanh thủy lực có khả năng truyền lực cao hơn nhiều so với xilanh khí nén, Tuy nhiên xilanh khí nén lại cấp tốc độ dịch chuyển nhanh hơn.

Lực sinh bởi xilanh thủy lực: $F = A.p$

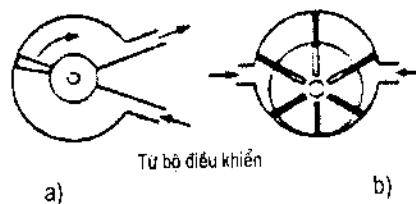
Với A là tiết diện ngang của xilanh, p là áp suất làm việc của xilanh

Nếu tốc độ dòng chất lỏng vào xilanh là một khối lượng Q trong 1 giây, piston có tiết diện ngang A , dịch chuyển một khoảng v trong 1 giây, lúc đó: $Q = A.v \Rightarrow v = Q/A$, như vậy tốc độ của xilanh thủy lực bằng lượng chất lỏng Q chia cho tiết diện A của piston.

Tốc độ của xilanh khí nén không thể tính theo cách trên do phụ thuộc vào tốc độ tại đó không khí dịch chuyển piston. Các hệ thống khí nén luôn có van để điều chỉnh tốc độ.



Hình 2.47: Xilanh thủy lực
a) tác động hai chiều
b) tác động một chiều

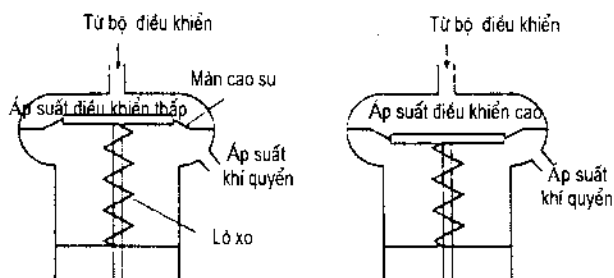


Hình 2.48: Bộ kích truyền động quay
a) quay cánh gạt
b) động cơ thủy lực

Kích - truyền động quay: áp suất dòng chất lưu (dầu hoặc khí) có thể sử dụng để sinh chuyển động tròn. Hình 2.48 (a) thể hiện biểu đồ đơn giản của bộ kích truyền động quay kiểu cánh gạt. Áp suất chất lưu tại đường vào làm quay cánh gạt. Bằng việc tạo chuyển động quay liên tục khi sử dụng các cánh gạt chịu kéo bởi lò xo kéo có thể tạo ra động cơ thủy lực/khí nén như hình 2.48 b).

Bộ kích truyền động màn ngăn là dạng kích truyền động phổ thông của hệ **khí nén**, gồm một màng ngăn một bên tín hiệu áp suất dầu vào từ bộ điều khiển và một bên áp suất môi trường, chênh lệch của hai áp suất này gọi là áp suất đo (*gauge pressure*). Sự thay

đổi trong áp lực dầu vào gây chuyển động chi tiết trung tâm giữa màng ngăn (hình 2.49). Chuyển động này truyền tới thành phần điều khiển cuối thông qua trục gắn liền với màng ngăn. Lực tác



Hình 2.49: Bộ kích truyền động màn ngăn

dụng lên trục F bằng **áp lực đo** P (hiển thị trên đồng hồ) nhân với A , tiết diện của màng, tức $F=P.A$. Mặc khác, lực hồi được cấp bởi lò xo. Như vậy, nếu lò xo dịch chuyển một đoạn x , thì lực F tương ứng với lực nén lò xo: $F= k.x$ (k - hệ số đàn hồi của lò xo, giá trị không đổi) . Suy ra $kx=P.A$.

Như vậy **dịch chuyển** của trục tỉ lệ thuận với **áp lực đo**

Bộ kích - truyền động màng ngăn là loại kích truyền động tịnh tiến do tín hiệu từ bộ điều khiển được chuyển thành chuyển động thẳng. Chuyển động thẳng này thường được sử dụng để vận hành các van điều khiển quá trình.

Van điều chỉnh quá trình khí nén thường là thành phần điều khiển cuối, được kích động bởi chuyển động của cơ cấu chấp hành hệ kích truyền động. Kết quả là lưu lượng và tốc độ dòng ra được quyết định bởi hình dạng phần nắp - thân van. Trong thực tế các van được sử dụng khá phổ thông, theo hình dạng phần đầu bít thường là một trong các kiểu sau:

- Mở nhanh (quick opening), tạo thay đổi tốc độ dòng lớn cho một dịch chuyển nhỏ .

- Biên dạng tuyến tính (liniar-contoured), tạo thay đổi tốc độ dòng tỉ lệ với sự thay đổi dịch chuyển phần đầu bít.
- Phần trăm bằng nhau (equal percentage), tạo thay đổi dòng theo phần trăm bằng với phần trăm sự thay đổi vị trí phần đầu bít.

Trong thiết kế hoặc lựa chọn kích thước của van, người ta thường dùng thuật ngữ kích cỡ van điều khiển quá trình (process control valve size). Đó là kích cỡ thân van được xác định theo lưu lượng và tốc độ dòng, lượng giảm áp qua van cho phép khi biết tỉ trọng của chất lưu.

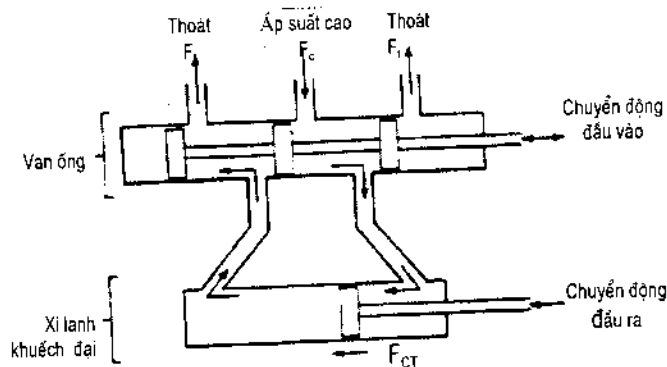
Hình 2.50 thể hiện sự kết hợp của van ống với một xilanh thuỷ lực, tạo thành bộ khuếch đại thuỷ lực. Van ống có áp suất cao- cố định, chuyển đổi tác động lên các mặt bên của xilanh (actuator) theo chuyển động đầu vào của trục van ống.

Lực tác dụng lên xilanh là tích của diện tích công tác của xilanh với hiệu của áp suất cao và áp suất thoát

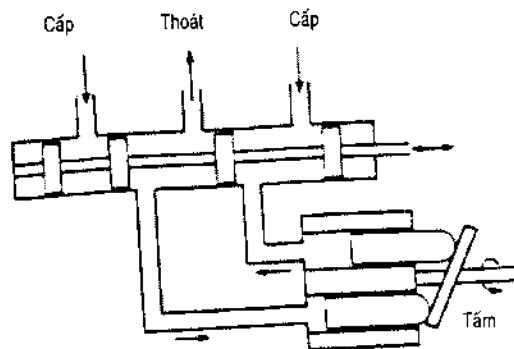
$[F_{CT} = A (F_c - F_T)]$. Lực này cao hơn nhiều so với lực dịch chuyển trục van ống.

Kết cấu này được sử dụng làm thành phần điều khiển cuối để tạo lực lớn cần thiết, dịch chuyển phôi trong một máy công cụ. Hình 2.51 thể hiện việc sử dụng van ống với một động cơ piston hướng trục tạo thành một động cơ thuỷ lực.

Van ống cũng có thể hoạt động như van điều chỉnh hướng.



Hình 2.50: Khuếch đại thuỷ lực với van ống



Hình 2.51: Động cơ thuỷ lực

2.4.3. Hệ thống kích động điện

Hệ thống điện được sử dụng như các thành phần kích động thường là:

- Thiết bị đóng/ngắt như công tắc cơ, điôt, tiristo, tranzito, ở đó tín hiệu điều khiển được áp vào một công tắc để đóng ngắt một số thiết bị điện như bộ đốt nóng hoặc động cơ.
- Thiết bị loại sôlênôit, ở đó dòng điện qua cuộn dây được sử dụng để kích động lõi dây kim loại mềm. Ví dụ, sôlênôit van thuỷ lực/ khí nén sử dụng dòng điện qua sôlênôit để kích động luồng thuỷ lực/khí nén.
- Hệ thống phát động: ví dụ, động cơ DC hoặc AC, ở đó dòng điện chạy qua động cơ được dùng để sinh ra chuyển động quay.

2.4.3.1. Các công tắc

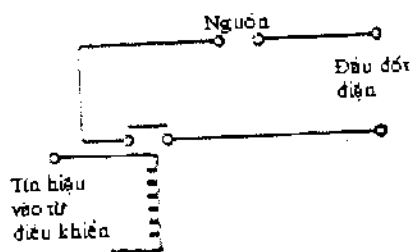
Công tắc thường gặp trong hệ thống kích động điện sử dụng để đóng/ ngắt mạch, động cơ điện, các thành phần đốt nóng, kích động các van sôlênôit, điều khiển các xilanh thuỷ lực hoặc khí nén, kiểm soát một loạt hành động có trật tự. Hoạt động chuyển mạch có thể là kết quả hoạt động cơ học của một bộ kích động điện- cơ bởi dòng điện trong sôlênôit hoặc điện tử thông qua các khoá điện tử (solid-state device).

Công tắc cơ

Công tắc cơ gồm 1 hoặc nhiều cặp tiếp xúc có thể được đóng hoặc mở cơ học để thực hiện nối/ ngắt mạch điện. Các công tắc loại này có thể vận hành thủ công hoặc tự động nhờ mực chất lỏng, nhiệt độ, dòng chảy, áp suất, bánh cam hoặc những thành phần khác, tức chúng đóng hoặc mở các tiếp điểm của mình tại những giá trị tương ứng cụ thể nào đó.

Các role

Role là thuật ngữ chỉ các thiết bị chuyển mạch điện từ bao gồm: các đóng ngắt tiếp điểm (contactors), các khởi động động cơ (motor starters), role hẹn giờ (time-delay relays). Role được sử dụng trong những ứng dụng khác nhau nhưng thường hoạt động theo cùng nguyên lý là cấp năng lượng cho nam châm điện để đóng/mở một công tắc cơ. Role điện cho phép



Hình 2.52: Nguyên lý của role

hoạt động chuyển mạch đơn giản khi đáp ứng một tín hiệu điều khiển (hình 2.52). Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây, xuất hiện một từ trường đẩy tay đòn chuyển động buộc các tiếp xúc phải mở hoặc đóng.

Role hẹn giờ là loại điều khiển có thể trì hoãn một hoạt động chuyển mạch. Thời gian trì hoãn có thể điều chỉnh và được bắt đầu khi có dòng điện chạy qua cuộn dây hoặc khi dòng ngừng.

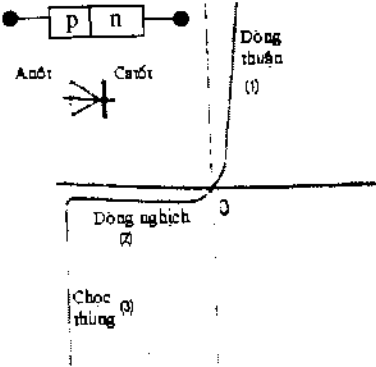
Khi lựa chọn một role, cần phải chú ý các tham số sau:

- Điện áp hoạt động của cuộn
- Công suất danh định của cuộn dây
- Điện áp danh định
- Dòng làm việc

Khoá điện tử (solid-state switxhes)

Một số chi tiết bán dẫn có thể dùng cho các mạch đóng ngắt điện-điện tử. Đó là điôt, tiristo triac và tranzito.

Điôt (đèn 2 cực) thuộc loại chuyển mạch điện tử công suất (swiching power electronics), cấu tạo từ bán dẫn kết nối loại p-n. Cực nối phía miền p gọi là anod, cực nối miền n gọi là catod. Điôt có đường đặc tuyến Vôn-Ampe thể hiện trong hình 2.53, là đường cong phức tạp chia thành 3 vùng sau:

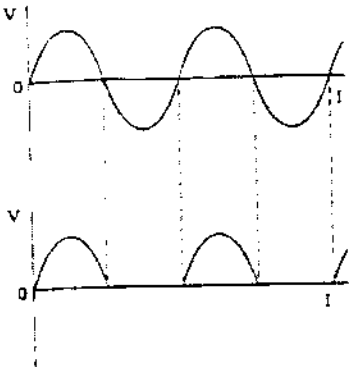


Hình 2.53: Đặc tính của điôt

(1)- vùng phân cực thuận (vùng mở): khi $V_D > V_Y$ ($V_Y = 0,7V$ đối với silicon, $0,3V$ đối với germanium), khi đó điôt đóng, anod và catod trở thành mạch tương đương với nguồn điện áp ngược chiều V_Y (hình 2.53).

(2)-vùng phân cực ngược (vùng khoá): khi $V_D < V_D < V_Y$, lúc đó điôt hoạt động như một mạch hở.

(3)- vùng đánh thủng: khi $V_D < V_D$ điôt lại hoạt động lại như đóng mạch, với dòng điện lớn qua điôt.



Hình 2.54: Chính lưu một nửa sóng

- a) sử dụng điôt
- b) sử dụng thyristor

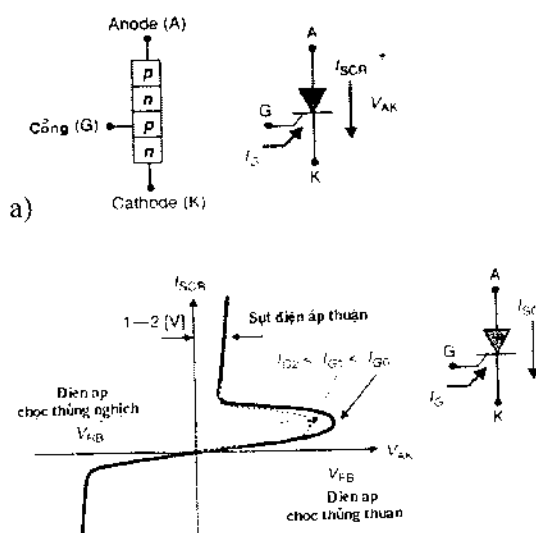
Điốt có thể được coi như là “van một chiều”, cho phép dòng điện vào chỉ theo 1 hướng, *hướng thuận* (anôt sang catôt). Khi có sự đổi chiều, trong mạch chỉ có dòng rò (rất nhỏ) cho đến khi điện áp tăng, vượt qua điện áp dịch ngược cực đại (điện áp chọc thủng), điốt có thể bị đánh thủng. Như vậy nối mạch chỉ thực hiện khi dòng điện là thuận. Hình 2.54a thể hiện chỉnh lưu qua điốt của một dòng xoay chiều, kết quả tạo nên dòng được chỉnh lưu một nửa nhờ có nửa phần dương của điện áp đầu vào.

Thông số để thiết kế cho điốt là : dòng điện max cho phép qua điốt và điện áp chọc thủng V_Z .

Tiristo (thyristor) là một chuyển mạch bán dẫn 4 lớp (p-n-p-n), tương tự như một điốt nhưng có thêm một cổng điều khiển các trạng thái để điốt có thể đóng mạch (hình 2.55a). Hình 2.55b thể hiện đặc tuyến Vôn- Ampe của tiristo. Để tiristo đóng mạch phải thỏa mãn 2 điều kiện:

- Anod và cathode được cấp điện áp thuận (tức điện áp ở anod cao hơn cathode).

- Dòng vào cổng I_G (dòng kích) phải đủ trong thời gian (thường một vài micro giây). Dòng cổng được tạo bởi xung điện áp dương ngắn, áp qua cổng và chân cathode. Lượng tối thiểu của dòng để giữ tiristo đóng mạch gọi là dòng ghim (latching current).



Hình 2.55

a) Thyristor và kí hiệu

b) Đặc tính của thyristor

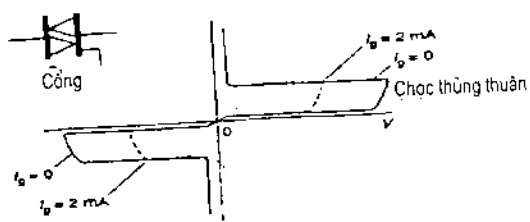
Ở trạng thái không có dòng kích (tương đương với dòng tại cổng I_G bằng zero) tiristo truyền 1 dòng điện rò

không đáng kể khi cấp điện áp nghịch (trừ khi hiệu điện thế ngược quá lớn, đến hàng trăm vôn, nó có thể bị đánh thủng). Khi hiệu điện thế dịch thuận, dòng vẫn giữ không đáng kể cho đến khi vượt qua điện áp chọc thủng thuận. Khi xảy ra điều này điện áp qua điốt rơi xuống mức thấp khoảng $1 \div 2$ V và dòng I_{SCR} (dòng qua thiết bị) khi đó bị giới hạn chỉ bởi điện trở ngoài trong mạch. Ngay khi được

đóng mạch, tiristo giữ trạng thái như vậy cho đến khi dòng thuận giảm xuống dưới mức vài miliampe. Điện áp tại đó xuất hiện trạng thái chọc thủng thuận được quyết định bởi dòng kích tại cổng, dòng kích càng cao thì điện áp chọc thủng thuận càng thấp.

Không như diot, chỉ có thể chỉnh lưu điện áp đầu vào AC thành điện áp trung bình DC (hình 2.54a), tiristo có thể được dùng để tạo chỉnh lưu có điều khiển, loại có thể chỉnh các nguồn AC và điều chỉnh điện áp trung bình DC đầu ra bằng điều chỉnh thời gian phát dòng/ điện áp cổng (hình 2.54b)

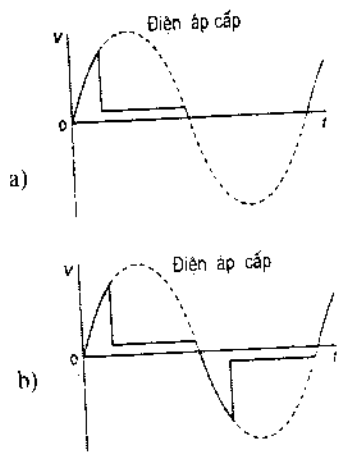
Thông số thiết kế tiristo là: điện áp chọc thủng ngược, dòng ghim, dòng và điện áp làm việc max. của tiristo.



Hình 2.56: Đặc tính của triac

Triaxêta (triac) hoạt động tương tự như tiristo và tương đương với cặp tiristo mắc song song ngược chiều nhau trong cùng 1 vi mạch (chip). Triac có thể dẫn dòng điện thuận hoặc ngược. Hình 2.56 mô tả đặc tính của triac.

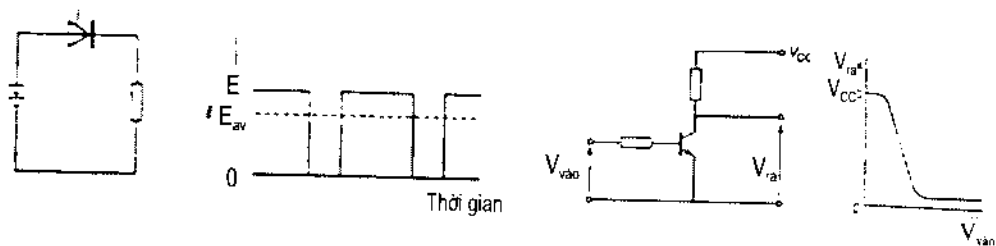
Hình 2.57 mô tả ảnh hưởng khi một điện áp xoay chiều hình sin chạy qua tiristo a) và triac b). Trạng thái khoá xảy ra khi điện áp đạt giá trị chọc thủng, lúc đó điện áp thiết bị giữ ở mức thấp. Thiết bị như vậy có thể sử dụng cho mục đích điều khiển. Hình 2.58 minh họa tiristo được dùng để điều khiển 1 điện áp DC. Trường hợp này tiristo hoạt động như một công tắc, sử dụng cổng để đóng/ngắt thiết bị. Bằng sử dụng tín hiệu xoay chiều tại cổng, điện áp cấp có thể được chia nhỏ, như vậy giá trị trung bình của điện áp đầu ra DC có thể thay đổi, do đó điều khiển được.



Hình 2.57: Điều khiển điện áp.
a) tiristo
b) triac

Tranzito lưỡng cực (bipolar transistor) là thiết bị 3 lớp p-n-p hoặc n-p-n, có 3 cực nối với 3 lớp gọi là : emitor (C), colectơ (E) và basơ (B). Về nguyên tắc có

thể lấy 2 trong số 3 cực của tranzito làm đầu vào, cực thứ 3 còn lại cùng với một cực đầu vào làm đầu ra (như vậy luôn có một cực chung cho cả đầu vào và đầu ra). Để sử dụng khuếch đại công suất, chỉ có 3 cách mắc, chung emitor, chung colector hoặc chung basơ được sử dụng. Transistor lưỡng cực có thể hoạt động ở 3 vùng : *ngắt (cutoff)*: tranzitor hoạt động như một mạch hở, *tuyến tính tích cực*



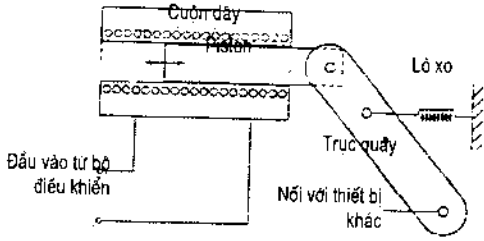
Hình 2.58: Điều khiển DC bằng thyristor **Hình 2.59:** Mạch chuyển đổi tranzito

(*active linear*): tranzitor hoạt động như một khuếch đại dòng và *bảo hoà (satuator)*: mạch đóng. Nhìn chung tranzito được dùng như các đóng ngắt - hình 2.59. Khi không có điện áp đầu vào $V_{vào}$, tại đầu ra xuất gần như toàn bộ điện áp V_{cc} . Khi điện áp đầu vào đủ lớn, tranzito sẽ chuyển mạch để điện áp V_{cc} xuất hiện tại đầu ra rất bé.

2.4.3.2. Sôlênôit

Sôlênôit điện là một cuộn dây. Khi có dòng AC hoặc DC qua cuộn, sẽ thiết lập một trường lực từ. Lực này mạnh nhất ở tâm cuộn dây, vì vậy mọi vật liệu từ tính đều có khuynh hướng bị kéo vào tâm của sêlênôit, nơi lực từ mạnh nhất. đây là cơ sở của sêlênôit actuator.

Sêlênôit actuator là dạng actuator điện từ đơn giản nhất, thường được sử dụng trong hệ kích truyền động thẳng hoặc tròn cho các van, công tắc và role. Hình 2.60 thể hiện nguyên lý cơ bản: Sôlênôit actuator được cấu thành bởi một khung tĩnh bằng sắt



Hình 2. 60 : Sêlênôit actuator

(stator), một cuộn dây (selenoid) và một lõi thép non (feromagnetic) ở trung tâm, đóng vai trò như một piston. Khi dòng điện qua sôlênôit thì một từ trường được

sinh ra, lực từ tác động vào pittông feromagnetic, kéo nó về phía cuộn dây. Như vậy khi thay đổi dòng điện, lực tác động vào piston thay đổi ($F \approx \frac{i^2}{\delta^2}$, trong đó i là cường độ dòng điện, δ khe hở giữa stator và piston) và kéo theo thay đổi chuyển động của nó. Chuyển động này có thể được khuếch đại bằng 1 hệ thống các cần gạt.

Van sôlênôit được vận hành tương tự và được sử dụng để điều chỉnh lưu lượng chất lỏng trong hệ thống thủy lực hay khí nén.

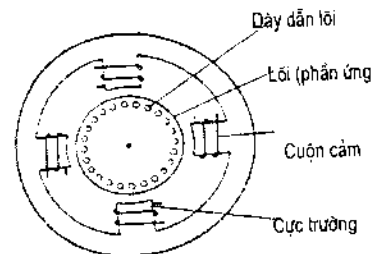
Những tham số xem xét khi thiết kế/chọn lựa sôlênôit: lực, hành trình, nhiệt độ và chu kì làm việc (duty cycle).

2.4.3.3. Động cơ

Động cơ điện thường được dùng như thành phần điều khiển cuối cùng trong các hệ thống điều khiển vị trí hoặc điều khiển tốc độ. Sự khác biệt chính giữa các động cơ điện là ở thiết kế rotor và phương pháp sinh trường từ. Động cơ được chia thành 2 loại chính là : 1 chiều và xoay chiều.

Động cơ một chiều (DC motors)

Trong động cơ một chiều, các cuộn dây được lắp trong các rãnh xẻ trên một trụ nam châm gọi là lõi (armature). Lõi được gắn trên gối đỡ và quay tự do trong một từ trường sinh ra bởi các cực từ trường (field pole). Ở những động cơ nhỏ, những cực này có thể là nam châm cố định hoặc nam châm điện có từ tính được sinh ra do dòng điện chạy qua các cuộn dây cảm (field coils).

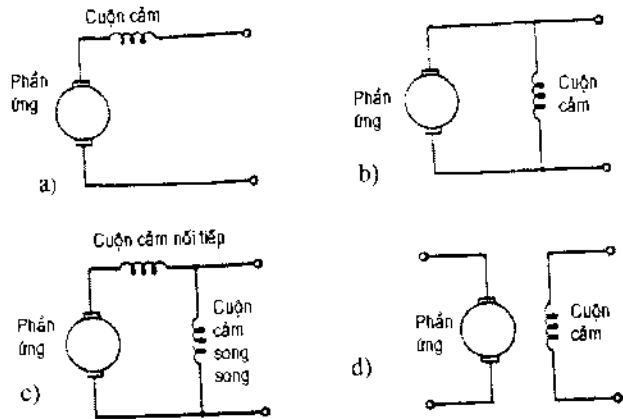


Hình 2.61: Động cơ DC

Hình 2.61 mô tả nguyên lý cơ bản của một động cơ một chiều 4 cực. Đầu mút của mỗi cuộn dây lõi (phần ứng) được nối tới cổ góp (comutator) với các tiếp xúc điện qua các tiếp điểm than gọi là *chổi than*. Khi lõi quay, cổ góp đảo dòng điện trong mỗi cuộn dây. Các lực tác động lên cuộn dây cản giữ tác động theo cùng hướng, như vậy chuyển động quay liên tục. Ngày nay đã có loại động cơ một chiều không có chổi than. Loại động cơ này có một nam châm quay với các cuộn dây lõi tĩnh. Hướng quay của động cơ 1 chiều có thể đảo bằng cách đảo hoặc dòng điện ở lõi hoặc dòng cuộn cảm.

Động cơ một chiều được phân loại *kích nối tiếp, song song, hỗn hợp* hoặc *riêng lẻ* tùy thuộc cách nối của cuộn cảm và cuộn ứng. Hình 2.62 minh họa các cách nối.

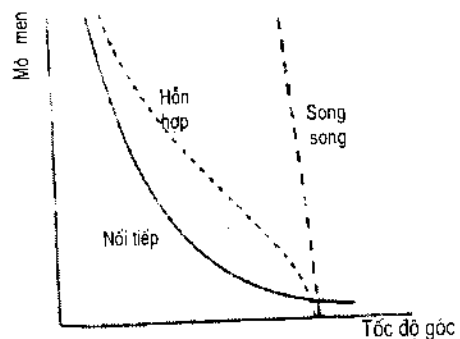
Ở Động cơ kích *nối tiếp*, cuộn ứng và cuộn cảm được mắc nối tiếp - hình 2.62a). Loại này sinh mômen khởi động lớn nhất và tốc độ chạy không tải cao nhất. Khi chạy tải nhẹ, động cơ có nguy cơ chạy tốc độ quá cao. Đảo ngược cực nguồn cấp không có ảnh hưởng tới chiều quay của động cơ, nó sẽ tiếp tục quay theo hướng cũ vì cả dòng điện cảm và dòng ứng đều đổi chiều.



Hình 2.62 Phương án kích từ của các động cơ
a) kích từ nối tiếp, b) kích từ song song,
c) kích từ hỗn hợp d) kích từ riêng lẻ.

Ở động cơ kích *song song* (shunt- wound motor), cuộn ứng và cảm mắc song song hình 2.62b). Loại này có mômen khởi động nhỏ nhất, tốc độ chạy không tải thấp hơn nhiều và điều chỉnh tốc độ tốt. Do tốc độ gần như cố định đối với tải trọng, loại động cơ kích song song được sử dụng rộng rãi. Để đảo chiều quay, phải đảo hoặc phản ứng hoặc cuộn cảm. Vì lý do đó các cuộn dây *kích riêng lẻ* được ưa dùng hơn.

Động cơ kích *hỗn hợp* có 2 cuộn dây cảm, 1 được mắc nối tiếp với lõi và cuộn còn lại mắc song song nhằm có mômen khởi động lớn và điều chỉnh tốc độ tốt, hình 2.62c). Động cơ kích *riêng lẻ* điều khiển dòng ứng và dòng cảm riêng lẻ hình 2.62 d), được coi như trường hợp đặc biệt của động cơ kích song song. Hình 2.63 thể hiện đặc tính mômen- tốc độ của các loại động cơ trên.



Hình 2.63: Đặc tính mômen-tốc độ

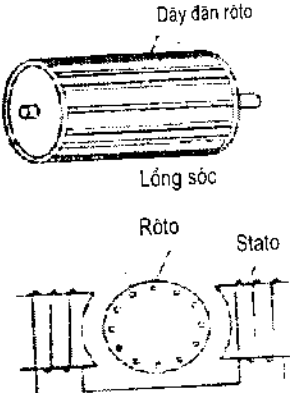
Tốc độ của động cơ DC trên có thể thay đổi khi đổi hoặc dòng cảm hoặc dòng ứng (thường thay đổi dòng ứng). Nhưng do điện áp cấp thường là cố định nên có thể có được điện áp thay đổi thông qua mạch điện tử như mạch sử dụng tiristo (hình 2.58).

Điều khiển tốc độ động cơ DC: tốc độ của động cơ DC bị ảnh hưởng bởi điện áp cấp và thông lượng từ, thay đổi một trong hai tham số này sẽ thay đổi tốc độ động cơ.

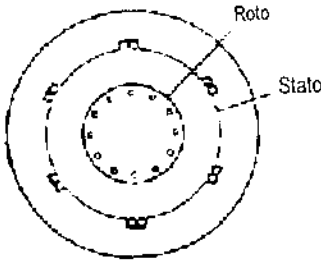
Động cơ xoay chiều (AC)

Động cơ xoay chiều có thể là một pha và đa pha, được phân tiếp thành động cơ điện cảm ứng và động cơ đồng bộ. Động cơ một pha được dùng khi yêu cầu công suất thấp, động cơ đa pha dùng cho công suất cao. Động cơ điện cảm ứng rẻ hơn nên được dùng rất rộng rãi.

Động cơ điện cảm ứng lồng sóc một pha gồm một rôto lồng sóc bằng các thanh đồng hoặc nhôm khớp vào các rãnh của vòng tại 2 đầu mút, tạo thành các mạch điện hoàn chỉnh (không có mối nối ngoài tới rôto) và 1 stato với 1 bộ dây cuốn (hình 2.64). Khi một dòng AC qua các cuộn dây stato, một từ trường xoay chiều được sinh. Kết quả của cảm ứng điện từ, là sức điện động được sinh ra trong các dây dẫn của rôto và dòng điện chạy trong rôto. Đầu tiên, khi rôto chưa quay, các lực trên dây dẫn mang điện trong từ trường của stato không sinh



Hình 2. 64: Động cơ điện cảm ứng lồng sóc một pha

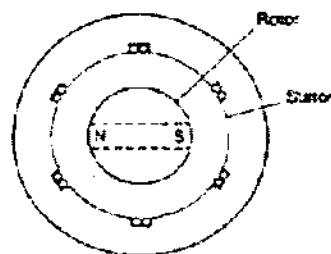


Hình 2.65: Động cơ điện cảm ứng 3 pha

mômen hữu ích. Động cơ không tự khởi động. Nhưng nếu được kích khởi động ban đầu, động cơ sẽ chịu lực và tiếp tục quay theo hướng đã được khởi động. Có một số phương pháp được sử dụng để làm động cơ tự khởi động và tạo đà ban

đầu cho khởi động. *Tốc độ quay của rôto được quyết định bởi tần số của dòng xoay chiều áp vào stato.* Khi cấp một tần số cố định cho rôto một pha -2 cực, trường từ sẽ xoay chiều tại tần số này. Tốc độ quay của trường từ được gọi là *tốc độ đồng bộ*. Rôto sẽ không bao giờ khớp được hoàn toàn với tần số quay và thường chệch khoảng 1%÷3%. Chênh lệch này gọi là *trượt*. Như vậy nếu cấp một tần số 50 Hz, tốc độ quay của rôto sẽ là gần 50 vòng/giây.

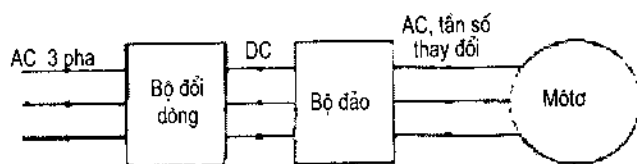
Động cơ điện cảm ứng 3 pha (hình 2.65) tương tự như động cơ điện cảm ứng một pha nhưng stato có 3 cuộn dây nằm cách nhau 120° , mỗi cuộn được nối với 1 trong 3 dây nguồn. Do 3 pha đạt được dòng điện lớn nhất tại thời điểm khác nhau nên từ trường được coi như quay vòng quanh các cực stato, hoàn thành 1 vòng quay trong một chu kỳ của dòng. Động cơ 3 pha có ưu điểm hơn so với động cơ 1 pha là có thể tự động khởi động. Có thể đảo chiều quay bằng cách thay đổi 2 trong số 3 liên kết nguồn.



Hình 2. 66: Động cơ đồng bộ ba pha

Động cơ đồng bộ:, có stato tương tự như miêu tả ở động cơ điện cảm ứng, nhưng rôto là một nam châm vĩnh cửu (hình 2. 66). Trường từ được sinh khi stato quay, nam châm cũng quay theo nó. Động cơ được gọi

là đồng bộ vì hoạt động chỉ tại một tốc độ, tức tốc độ quay của trường từ. Tốc độ quay của trường từ, N liên quan đến tần



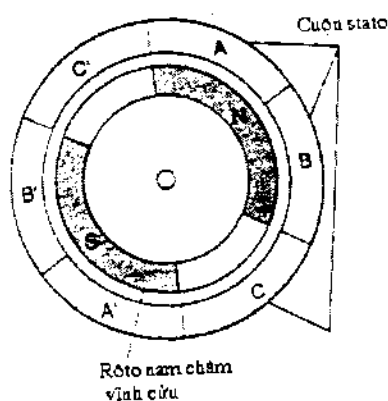
Hình 2.67: Động cơ AC có tốc độ thay đổi

suất của dòng f: $N = \frac{60f}{\text{Số cặp cực}}$. Với một cặp cực cho mỗi pha cấp, trường từ quay qua 360° trong một chu kỳ cấp dòng, như vậy tần số quay của sắp xếp này là như tần số nguồn. Động cơ đồng bộ được dùng khi yêu cầu tốc độ chính xác. Nó không thể tự khởi động, phải có hỗ trợ của hệ thống giúp khởi động.

Điều khiển tốc độ động cơ AC: động cơ AC so với động cơ DC là rẻ, khỏe hơn, đáng tin cậy và không phải bảo dưỡng. Nhưng điều khiển tốc độ phức tạp

hơn nên thường chi phí cho điều khiển truyền động dòng AC đắt hơn. Tuy nhiên sự chênh lệch này ngày đang thu hẹp do kết quả phát triển khoa học công nghệ và sự giảm giá của các linh kiện điện tử. Điều khiển tốc độ của động cơ AC phụ thuộc vào sự cấp tần suất biến thiên của nguồn. Mômen quay do động cơ DC sinh ra không đổi khi tỷ số giữa điện áp tại stato và tần suất là cố định. Vì thế muốn duy trì mômen quay ổn định ở các tốc độ khác nhau khi tần suất thay đổi thì điện áp vào stato cũng phải đổi theo. Có thể sử dụng phương pháp như ở hình 2.67. Đầu tiên dòng AC được chỉnh lưu thành dòng DC bởi một bộ chuyển đổi (converter), sau đó đảo lại thành dòng AC có tần suất tuyến chọn. Một phương pháp khác thường được dùng cho các động cơ có tốc độ hoạt động chậm là dùng bộ đổi chu trình (cycloconverter), trực tiếp chuyển dòng AC tại một tần số thành dòng AC với tần số khác mà không qua đổi trung gian thành dòng một chiều.

Động cơ DC nam châm vĩnh cửu và không chổi than



Hình 2.68: Động cơ DC, trường vĩnh cửu không chổi than

Loại động cơ này ngày càng được sử dụng nhiều trong trường hợp yêu cầu mỗi ghép hoạt động với độ tin cậy cao và bảo dưỡng ít. Động cơ cơ bản gồm 1 bộ các cuộn dây stato và một rôto (fêrit hoặc gốm) nam châm vĩnh cửu, hình 2.68. Dây dẫn mang điện trong từ trường chịu một lực, mặt khác theo định luật III Newton về chuyển động, cực nam châm phải chịu một lực cân bằng theo chiều ngược lại. Ngược với động cơ DC truyền thống, trong động cơ một chiều nam châm vĩnh cửu và không chổi thì dây dẫn mang điện cố định (stato) còn nam châm di chuyển (rôto). Dòng trong các cuộn stato được đóng/ngắt điện tử, thường là các tranzito đặt thứ tự quanh các cuộn dây. Sự chuyển mạch được điều khiển bởi vị trí của rôto, như vậy luôn có lực tác dụng lên nam châm buộc nó phải quay theo cùng hướng.

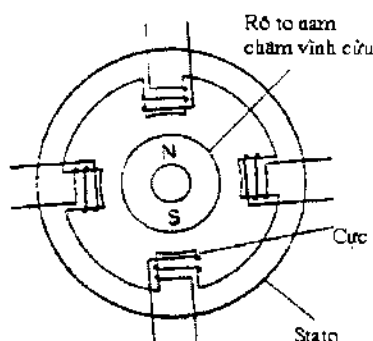
Động cơ bước

Động cơ bước là thiết bị sinh chuyển động quay qua các góc bằng nhau (gọi là các bước) khi mỗi xung số (digital pulse) được cấp cho đầu vào, ví dụ một xung làm quay 6° thì 60 xung sẽ tạo ra một vòng quay 360° . Vì lý do này động cơ

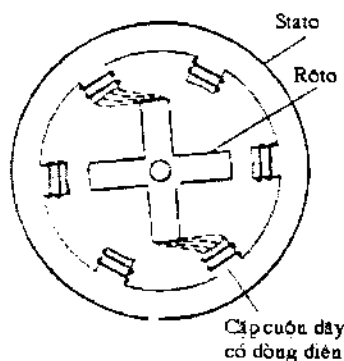
bước rất phù hợp cho sử dụng với các hệ thống điều khiển trên cơ sở số (digital). Động cơ bước có 3 loại cơ bản:

Với từ trở thay đổi: động cơ bước dạng này gồm một roto thép non, có nhiều răng với một stator dây quấn. Số răng của stato và roto cùng với cấu hình của cuộn dây và sự kích thích quyết định góc bước. Loại động cơ này cấp góc bước nhỏ đến trung bình và có khả năng hoạt động với tốc độ chạy bước cao.

Với nam châm vĩnh cửu (PM): rôto sử dụng trong động cơ bước loại này bao gồm một nam châm vĩnh cửu hình tròn, lắp vào một trục. Động cơ bước PM cho góc bước rộng, từ 45° ÷ 120° .



Hình 2.69: Động cơ bước nam châm vĩnh cửu



Hình 2.70: Động cơ bước có từ trở thay đổi

Động cơ lai: kết hợp hai loại trên, thường stator có một số cực, được cấp năng lượng bởi cuộn 2 pha. Rôto gồm một nam châm hình trụ, được cấp năng lượng quanh trục. Góc bước phụ thuộc vào kết cấu, thường từ $0,9^{\circ}$ ÷ 5° .

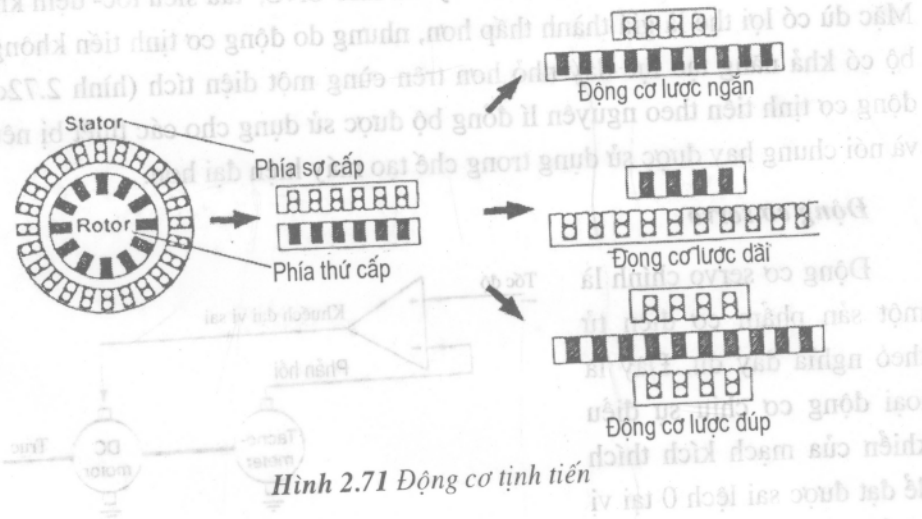
Hình 2.69 thể hiện động cơ bước loại stato với 4 cực và hình 2.70 là loại 6 cực. Mỗi cực được cuộn bằng dây từ và các cuộn thuộc cực đối được mắc nối tiếp. Dòng được cấp từ nguồn một chiều đến các cuộn dây thông qua các đóng/ngắt. Nếu rôto là nam châm vĩnh cửu (hình 2.69), khi một cặp cực của stato có dòng, rôto sẽ chuyển đến, sắp thẳng hàng với nó. Nếu cặp cuộn stato tiếp theo sau đó được đóng mạch, rôto sẽ chuyển dịch một bước để sắp thẳng hàng với nó.

Hình 2.70 thể hiện dạng khác của rôto, *loại từ trở biến thiên*. Loại rôto này được làm bằng thép carbon thấp, hình trụ có 4 cực, tức ít cực hơn stato. Khi một cặp dây đối có dòng điện, từ trường sinh ra có các đường lực đi từ cực stato qua các cặp cực gần nhất trên stato. Vì các đường lực tác dụng tựa như các sợi

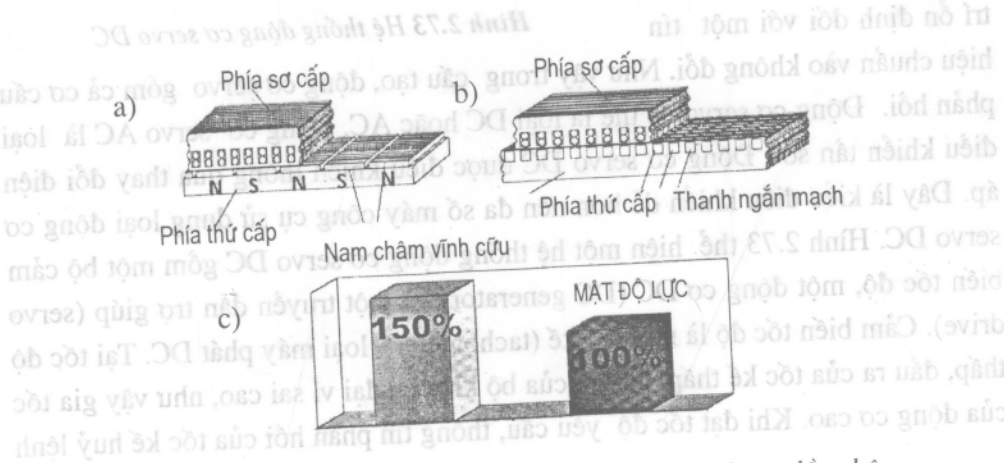
chỉ đàn hồi, luôn tìm cách tự làm ngắn lại nên rôto sẽ tiếp tục chuyển động đến khi các cực của rôto và stato ngang nhau, vị trí đó có từ trở nhỏ nhất.

Động cơ tĩnh tiến (liniar motor)

Động cơ tĩnh tiến (ĐCTT) là loại động cơ tạo ra trực tiếp chuyển động thẳng, có thể hoạt động như động cơ dòng một chiều đồng bộ hoặc không đồng bộ hoặc như động cơ bước. Động cơ tĩnh tuyến tuân thủ nguyên lí của động cơ là: gồm 2 phần tĩnh (stato) và động (rôto), một trong hai bộ phận đó là nơi dòng năng lượng điện đến (phía sơ cấp) và nơi năng lượng rời đi dưới dạng cơ (phía thứ cấp), Tuy nhiên, phần stato của động cơ lại được trải thẳng, mở rộng không hạn chế, phần rôto cũng được trải thẳng, là phần di động trên bề mặt stato. Phụ thuộc vào cấu tạo của stato, ĐCTT được gọi là động cơ *lực đơn ngắn*, động cơ



Hình 2.71 Động cơ tĩnh tiến



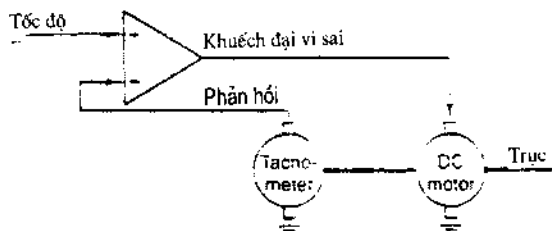
Hình 2.72: So sánh động cơ tuyến tính đồng bộ và không đồng bộ

lược đơn dài hoặc động cơ lược kép. Hình 1.71 thể hiện một số tiết diện ngang của động cơ tĩnh tiến với loại đơn giản nhất, kinh tế nhất và hay được ứng dụng nhất là dạng lược đơn ngắn. Thành phần stato và rôto ở ĐCTT không còn mang ý nghĩa phân tĩnh và phần động mà, phụ thuộc vào đầu là phía thứ cấp và đầu là phía sơ cấp. Phần stato của động cơ tĩnh tiến là bộ phận có chứa hệ thống cuộn dây nhận điện năng (tức là phía sơ cấp) từ lưới cung cấp. Phần rôto là phần chứa hệ thống nam châm vĩnh cửu của ĐCTT- đồng bộ kích thích vĩnh cửu theo nguyên lí động cơ đồng bộ (hình 2.72 a), hoặc chứa các thanh ngắn mạch theo nguyên lí của động cơ không đồng bộ (hình 2.72b).

Trong thực tế, động cơ tĩnh tiến được sử dụng trong các thiết bị đòi hỏi tốc độ cao, có tần suất lặp lại lớn đồng thời yêu cầu độ chính xác định vị cao, như các máy công cụ CNC tốc độ cao, máy cắt laser CNC, tàu siêu tốc- đệm khí v...v. Mặc dù có lợi thế là giá thành thấp hơn, nhưng do động cơ tĩnh tiến không đồng bộ có khả năng tạo lực đẩy nhỏ hơn trên cùng một diện tích (hình 2.72c), nên động cơ tĩnh tiến theo nguyên lí đồng bộ được sử dụng cho các thiết bị nêu trên, và nói chung hay được sử dụng trong chế tạo máy hiện đại hơn.

Động cơ servo

Động cơ servo chính là một sản phẩm cơ điện tử theo nghĩa đầy đủ. Đây là loại động cơ chịu sự điều khiển của mạch kích thích để đạt được sai lệch 0 tại vị trí ổn định đối với một tín



Hình 2.73 Hệ thống động cơ servo DC

hiệu chuẩn vào không đổi. Như vậy trong cấu tạo, động cơ servo gồm cả cơ cấu phản hồi. Động cơ servo có thể là loại DC hoặc AC. Động cơ servo AC là loại điều khiển tần số. Động cơ servo DC được điều khiển thông qua thay đổi điện áp. Đây là kiểu điều khiển dễ hơn nên đa số máy công cụ sử dụng loại động cơ servo DC. Hình 2.73 thể hiện một hệ thống động cơ servo DC gồm một bộ cảm biến tốc độ, một động cơ DC (DC generator) và một truyền dẫn trợ giúp (servo drive). Cảm biến tốc độ là một tốc kế (tachometer), loại máy phát DC. Tại tốc độ thấp, đầu ra của tốc kế thấp, đầu ra của bộ khuếch đại vị sai cao, như vậy gia tốc của động cơ cao. Khi đạt tốc độ yêu cầu, thông tin phản hồi của tốc kế huỷ lệnh

tốc độ (một điện áp), và dùng gia tốc động cơ, việc này đảm bảo tốc độ của động cơ được điều chỉnh hợp lí.

2.5. MÔĐUN TRUYỀN THÔNG

Trong sản xuất chế tạo với các thiết bị có sự điều khiển, để giữ được nhịp sản xuất giữa các thiết bị, giữa chúng cần có sự trao đổi thông tin. Các thiết bị có thể gửi và đọc thông tin theo những cách khác nhau. Mặc dù nền sản xuất tự động bao gồm một số loại máy với các bộ điều khiển khác nhau, tuy nhiên đa số các bộ điều khiển này có chung đặc điểm là trên cơ sở bộ vi xử lí có thể tích hợp một hệ truyền thông. Sự lưu thông dữ liệu từ một bộ điều khiển của thiết bị này sang bộ điều khiển của thiết bị khác hình thành môđun truyền thông của mạng.

Tùy thuộc vào quy mô sản phẩm, môđun truyền thông có thể chỉ có trong phạm vi một thiết bị hoặc trong một hệ thống thiết bị. Đặc trưng của hệ thống cơ điện tử là có thể có các vùng tự trị dưới sự kết hợp của hệ thống trung tâm, Ví dụ, trong máy cắt laser có thể có những hệ thống “tổ” điều khiển công suất laser, làm mát hệ thống, hệ thống “chủ” cục bộ điều khiển phối hợp 2 hoạt động này và trên tất cả là bộ điều khiển CNC trung tâm điều khiển vị trí, tốc độ và laser. Trong hệ thống này, thông tin/dữ liệu được trao đổi giữa “tổ” - “chủ” và “chủ” - trung tâm. Ví dụ khác là trong một hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS), dữ liệu cần thiết được truyền không những giữa các bộ điều khiển logic khả trình (PLC), màn hình, senso và các bộ kích truyền động, cho phép người vận hành nhập dữ liệu và chương trình vào hệ, mà còn cần có sự trao đổi thông tin giữa máy tính điều khiển này với các máy tính điều khiển khác. Trong những năm gần đây, kỹ thuật mạng nội bộ (LAN) đã trở nên rất quen thuộc trong cả văn phòng lẫn trong sản xuất tự động. Ngoài ra xu hướng “gia công qua mạng phân tán” thông qua sử dụng mạng toàn cầu Internet đã và đang hình thành. Sự trao đổi, truyền thông tin, dữ liệu giữa các máy tính (gồm cả các hệ điều khiển) tùy theo phạm vi sử dụng được yêu cầu có thể là:

Điều khiển trung tâm (centralised computer control) là sử dụng một máy tính trung tâm để điều khiển toàn bộ dây chuyền. Trường hợp ấy, nếu máy trung tâm có sự cố, toàn bộ dây chuyền sẽ ngừng hoạt động. Đây là dạng điều khiển mạng trong những năm 1970.

Hệ điều khiển phân cấp (hierarchical system) theo nhiệm vụ máy tính. Các

máy tính thực hiện công việc thường nhật bị giám sát bởi các máy tính có vai trò quyết định lớn hơn (ví dụ, máy tính điều hành hệ thống điều khiển số phải chịu giám sát bởi máy tính điều khiển toàn bộ hệ thống). Công việc được chia cho các máy tính theo chức năng của chúng (chuyên môn hoá).

Hệ điều khiển phân quyền (distributed system): các máy tính thực hiện công việc tương tự nhau. Trường hợp có sự cố hoặc một máy quá tải, công việc có thể chuyển sang máy khác. Công việc trải ra tất cả các máy do vậy mỗi máy cần truy cập được tất cả thông tin trong hệ thống.

Đa số các hệ thống truyền thông hiện đại là sự pha trộn của các hệ thống phân cấp và phân quyền, ví dụ, công việc đo và truyền động có thể phân quyền giữa các bộ vi xử lý/ một số các máy tính nối với nhau và cung cấp cơ sở dữ liệu cho dây chuyền sản xuất. Tất cả các hệ này có thể được kiểm soát bởi một máy tính điều khiển số hoặc điều khiển tuần tự và nó có thể bị giám sát bởi một hệ thống điều khiển toàn bộ dây chuyền.

2.5.1. Cơ sở truyền thông dữ liệu

2.5.1.1. Giới thiệu:

Hệ thống truyền thông đặc trưng thường bao gồm: nguồn sinh/nguồn phát; môi trường truyền, bộ phận nhận (nhận và chuẩn bị thông tin để cấp cho đích); đích nhận và sử dụng thông tin theo yêu cầu. Thông tin truyền có thể ở dạng tương tự (analog) hoặc số (digital). Sự truyền/trao đổi/chia sẻ thông tin trong mạng công tác máy tính có những đặc điểm chung và những điểm đặc biệt so với truyền/ trao đổi thông tin qua hệ điện thoại. Sau đây là những cơ sở truyền thông dữ liệu trong chế tạo máy.

2.5.1.2. Khái niệm cơ sở trong truyền thông

Truyền thông dữ liệu là có sự lưu chuyển dữ liệu từ thiết bị này sang thiết bị khác. Bên trong nội bộ, thiết bị trên cơ sở máy tính số lưu dữ liệu trên các thanh ghi hoặc trong bộ nhớ RAM (hình 2.80). Dữ liệu được trao đổi giữa các vị trí bộ nhớ và thanh ghi qua một buýt dữ liệu. Phụ thuộc vào cấu trúc của máy tính, bus dữ liệu có thể là 8, 16, 32 hoặc 64 bit. Khi cần thiết có giao tiếp với thiết bị ngoài, phần cứng xuất/nhập (I/O) được sử dụng. Xuất/ nhập có thể được thực hiện qua I/O phân lập (isolated I/O) hoặc I/O ánh xạ -kí ức (memory-mapped I/O). I/O phân lập sử dụng các cổng I/O phân nhiệm chuyên dụng và các vị trí

được gán cho các mục đích I/O. Những chỉ thị I/O đặc biệt cho phép dữ liệu đầu vào và đầu ra qua các cổng này được lập sẵn trong bộ chỉ thị của CPU.

Trường hợp memory-mapped I/O: một thiết bị I/O số (IC chip) được gán một địa chỉ bộ nhớ và hoạt động như bất cứ vị trí nhớ nào trong computer. Để đánh địa chỉ một vị trí nhớ, địa chỉ được đặt trên bus địa chỉ. Bộ giải mã, giải mã địa chỉ và cho phép thiết bị (hoặc bus memory) thu được dữ liệu. Chỉ có thiết bị được phép của bộ giải mã trả lời tín hiệu điều khiển, những tín hiệu đến từ bus điều khiển. Các tín hiệu điều khiển có thể được đọc hoặc viết.

Thiết bị I/O có thể là một bộ đệm (buffer), một chốt (latch), một điều khiển (driver) 2 chiều, một bộ điều hợp (adapter) giao diện song song hoặc giao diện nối tiếp như UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), USRT (Universal Synchronous Receiver/Transmitter).

Phương pháp truyền đạt dữ liệu thường được sử dụng nhất là truyền song song hoặc liên tục.

2.5.1.3. Mã hoá dữ liệu

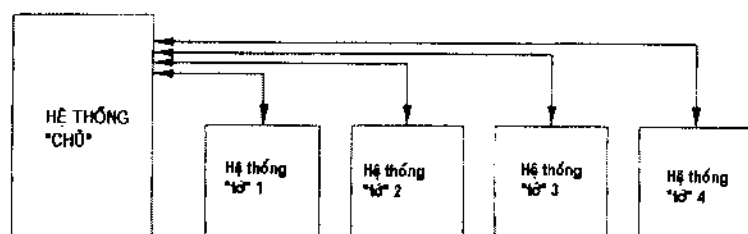
Các máy tính lưu dữ liệu dưới dạng nhị phân, tuy nhiên chỉ những số nguyên mới lưu được dưới dạng này, các dạng dữ liệu khác, ví dụ text (kí tự, chữ số) và đồ thị cần được mã hoá sao cho các máy tính trong hệ có thể nhận dạng chúng. Đa số các máy tính lưu dữ liệu chữ số theo ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Một số nhà sản xuất thiết bị sử dụng dạng thức EIA (Electronic Industries Association). Hãng IBM thường sử dụng EBCDIC (Expanded Binary- Coded Decimal Interchange Code). Các mã này bao gồm các kí tự, số, dấu và các kí tự điều khiển. Các kí tự điều khiển không hiển thị khi in được sử dụng để điều khiển máy in, màn hình, truyền các dữ liệu tọa độ và đánh dấu các đường gián đoạn và kết thúc tệp. Dữ liệu để truyền có thể được mã hoá theo một trong các dạng thức trên, tuy nhiên không được trộn lẫn, ASCII được sử dụng phổ biến nhất.

Những dữ liệu khác dạng chữ số thì có những chuẩn chuyển đổi khác. Dữ liệu dạng ảnh → bitmap, tùy theo số màu được sử dụng, mỗi một pixel (phần tử ảnh) được thể hiện bởi một số bits, như vậy ảnh bitmap có thể được mã hoá hoặc dưới dạng nhị phân hoặc dưới dạng ASCII. Ngoài ra, còn có một số ứng dụng phát triển dạng thức riêng như Post Script, GIF, JPEG và TIF sử dụng cho truyền dữ liệu. Đối với các ứng dụng CAD, các hình vẽ và mô hình hình học có thể

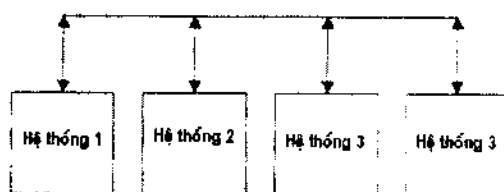
được thể hiện theo khuôn thức IGES, PDES/STEP và DXF, tất cả các khuôn thức này có thể được mã hoá theo ASCII.

2.5.1.4. Truyền dữ liệu

Các thiết bị có thể truyền và nhận dữ liệu theo những cách khác nhau. Ở mức thấp, truyền thông có thể được dẫn tại những điểm xuất, nhập riêng biệt. Đó là những thiết bị lưu truyền các tín hiệu ON/OFF. Cách truyền này có hạn chế lớn nên chỉ được sử dụng kết nối ở những thiết bị đơn giản. Một cách truyền phổ thông hơn được sử dụng giữa hai máy tính là truyền qua cổng truyền liên tục (serial communication ports). Một byte (8bit) dữ liệu được xuất theo đợt và được truyền qua cặp dây (hiện thời thường có 3 dây: 01 nhận, 01 truyền và 01 nối). Phương pháp truyền này cho phép dữ liệu mã hoá như văn bản (text), các con số...truyền được từ thiết bị này sang thiết bị khác. Một giải pháp truyền khác là truyền song song. Theo cách này, một dây được sử dụng cho mỗi một bit dữ liệu. Cách truyền này không đắt, nhưng bị hạn chế bởi tốc độ truyền thông của chúng và khả năng truyền từ mạng topo này –sang mạng topo khác.



a) Hệ thống truyền thông điểm đến điểm (hệ thống với 4 hệ thống con)



b) hệ thống truyền thông đa điểm

Hình 2.74. Các hệ thống truyền thông.

Nếu truyền thông thực hiện giữa hai thiết bị thì gọi đó là kết nối điểm- tới điểm (point-to-point). Trong hệ thống cơ điện tử thường có yêu cầu một hệ thống chủ (master) kết nối với nhiều hệ thống con. Trong trường hợp này, nếu sắp xếp điểm –tới điểm, hệ thống chủ sẽ phải kết nối tới từng hệ thống con riêng lẻ.

(hình 2.74a), tức có các cổng và đường truyền thông riêng cho từng hệ thống con. Kết nối cũng có thể bố trí theo cách đa điểm (multi-point), ở đó tất cả các thiết bị được nối với một đường truyền (hình 2.74b). Những năm gần đây kỹ thuật mạng nội bộ (LAN) cho phép thực hiện truyền dữ liệu nhanh hơn nhiều so với hai giải pháp truyền điểm-điểm nêu trên.

Giữa các máy tính, dữ liệu thường truyền theo *đường song song*. Các buýt (bus) dữ liệu song song truyền 8,16 hoặc 32 bit đồng thời, với mỗi buýt riêng lẻ truyền một bit dữ liệu và các tín hiệu điều khiển. Truyền dữ liệu song song cho tốc độ truyền nhanh nhưng chi phí cao vì đòi hỏi có mạch giao diện và cáp. Loại truyền dữ liệu song song hay được dùng để truyền gần có yêu cầu tốc độ truyền cao.

Truyền dữ liệu nối tiếp: dữ liệu cùng với các tín hiệu điều khiển được truyền tuần tự bit sau bit dọc theo một đường truyền đơn, có thể theo:

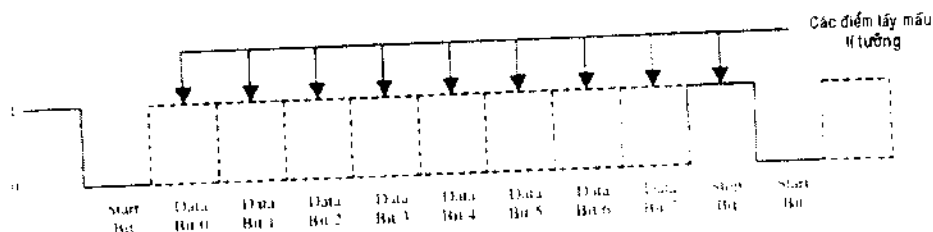
1. *Hệ đơn công*: truyền chỉ thực hiện theo một phương, từ thiết bị A tới thiết bị B, không có khả năng truyền ngược lại (ví dụ, máy tính truyền dữ liệu tới máy in).

2. *Hệ bán kép*: trong đó dữ liệu truyền theo một hướng tại một thời điểm, có thể thay đổi hướng. Các thiết bị cuối tại các nút liên kết có thể đảo chiều từ truyền sang nhận (nhưng không tại cùng một thời điểm).

3. *Hệ kép*: trong đó dữ liệu có thể được truyền đồng thời theo cả hai hướng giữa thiết bị A và B.

Trong truyền nối tiếp, thiết bị nhận cần biết nơi một ký tự bắt đầu và dừng. Truyền có thể là *đồng bộ* hoặc *không đồng bộ*.

+ *Truyền không đồng bộ*: thiết bị nhận và gửi hoạt động không đồng thời, mỗi thiết bị có tín hiệu đồng hồ độc lập. Thời gian giữa các ký tự được truyền là tùy tiện. Mỗi ký tự truyền dọc theo đường kết nối được mỗi bởi *bit xuất phát* (start bit) để báo cho máy nhận sự xuất phát của ký tự, tiếp theo là *bit dừng* (stop bit)



Hình 2.75 : Dạng thức dữ liệu liên tục không đồng bộ

thái thanh ghi dòng điện và nhảy tới một vị trí bộ nhớ đã được xác định bởi phần cứng hoặc bởi phần mềm lập bởi người sử dụng. Một thủ tục (routine) được thực hiện tại vị trí này. Thủ tục này được gọi là *thủ tục phục vụ ngắt* (interrupt service routine).

3. *Truy cập trực tiếp bộ nhớ* (direct memory access -DMA) là loại truyền trực tiếp dữ liệu từ bộ nhớ đến các thiết bị ngoại vi, như các bộ điều khiển đĩa cứng, các bộ điều hợp mạng và các thiết bị ghi dự phòng vào băng từ (chứ không phải giữa máy tính với máy tính). Các yêu cầu truyền dữ liệu đều được quản lý bởi một chip đặc biệt, gọi là chip điều khiển DMA (DMA controller), hoạt động ở tốc độ của bộ vi xử lý.

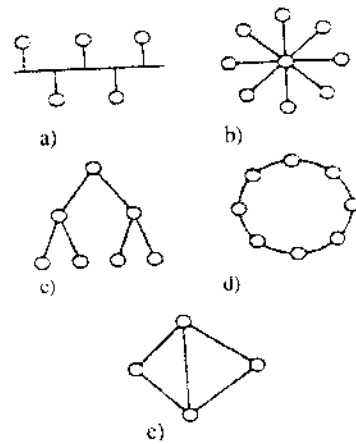
2.5.2. Mạng công tác

Mạng công tác là thuật ngữ dùng cho một hệ thống cho phép hai hoặc nhiều máy tính/bộ xử lý liên kết để trao đổi dữ liệu. Dạng hợp lý của các kết nối là mạng tô pô (topology). Thuật ngữ *nút (node)* là nơi trong mạng các mạch lập, các máy dịch vụ tệp và các thiết bị ngoại vi dùng chung nối với đường truyền thông (thực tế nút đồng nghĩa với trạm công tác). Các dạng mạng truyền thông thường sử dụng là:

1. *Mạng buýt (bus)* là mạng phân quyền, trong đó một đường nối đơn (bus) lúc nào cũng được tham gia chung bởi một số các nút, hình 2.76(a). Mạng buýt thường sử dụng cho các nút cách nhau hơn 100m.

2. *Mạng hình sao (star)* là mạng điều khiển trung tâm, cách sắp xếp vật lý giống ngôi sao- hình 2.76 (b). Tại tâm là máy xử lý trung tâm của mạng hoặc là một thiết bị tập trung các mối truyền thông; các nút được bố trí chung quanh và nối tiếp với máy trung tâm (ví dụ, mạng điện thoại). Nếu trung tâm hỏng sẽ hỏng cả mạng.

3. *Mạng phân cấp hoặc hình cây (hierarchy/tree)* gồm một loạt các nhánh hội tụ gián tiếp tại điểm đỉnh cây (hình 2.76 c). Trong hệ thống này, giữa hai trạm bất kỳ chỉ có một đường truyền. Dạng mạng này có thể hình thành từ một



Hình 2.76. Sắp xếp mạng công tác:
a) mạng buýt, b) sao, c) phân cấp,
d) vòng, e) mắt lưới.

số các hệ thống mạng buyt. Mạng hình cây thường sử dụng cho khoảng cách các nút lớn hơn 100m.

4. *Mạng vòng (ring)* là mạng tô pô không có trung tâm, tất cả các nút được nối vòng khép kín (hình 2.76 d), khoảng cách giữa các nút thường nhỏ hơn 100m. Dữ liệu trong hệ thống liên tục lưu thông quanh cho đến khi có hệ thống nào đó nhận nó. Dữ liệu có thể dùng được cho tất cả các nút.

5. *Mạng mắt lưới (mesh)*, không có một hình mẫu nhất định - hình 2.76e. Truyền thông giữa các nút thông qua các đường dữ liệu phức.

Thuật ngữ mạng cục bộ (LAN) được sử dụng khi mạng thiết lập trong khu vực địa lý hẹp hoặc chỉ 2, 3 máy với nhau hoặc như tất cả thiết bị trong cùng tòa nhà hoặc giữa các tòa nhà trên cùng một địa điểm xây dựng. LAN thường dùng mạng buyt, vòng hoặc sao.

Mạng diện rộng (WAN) là mạng nối liền các máy tính, thiết bị đầu cuối và các mạng cục bộ trên toàn quốc hoặc ở cấp quốc gia thông qua đường dây điện thoại hoặc các công cụ truyền thông khác.

Mạng toàn cầu (INTERNET) là hệ thống gồm các mạng máy tính được liên kết với nhau trên phạm vi toàn thế giới, tạo điều kiện thuận lợi cho các dịch vụ truyền thông dữ liệu, như đăng nhập từ xa, truyền các tệp tin, thư tín điện tử và các nhóm thông tin khác.

2.5.3. Giao thức (protocol)

Dữ liệu truyền chứa hai loại thông tin, một là loại dữ liệu máy muốn truyền sang máy khác, loại kia thuật ngữ gọi là *dữ liệu giao thức (data protocol)* được sử dụng bởi giao diện giữa máy tính và mạng để điều khiển việc chuyển giao dữ liệu vào trong mạng hoặc từ một mạng vào trong một máy vi tính. Giao thức là tập các tiêu chuẩn chỉ phối việc chuyển tải thông tin, điều khiển thời gian, tuân tự truy cập và kiểm soát lỗi trong trao đổi thông tin. Một giao thức có 3 thành phần là:

1. *Cú pháp (syntax)* xác định dạng thức dữ liệu, các mức tín hiệu và mã hoá.

2. *Ngữ nghĩa (semantics)* giải quyết đồng bộ hoá, điều khiển và xử lý lỗi.

3. *Định thời gian (timing)* giải quyết vấn đề tuân tự cho dữ liệu và chọn tốc độ của dữ liệu.

Giao thức truyền thông phải ở tại một số mức. Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế

(ISO) đã định ra một hệ thống giao thức chuẩn 7 lớp gọi là mô hình liên kết các hệ thống mở OSI (Open System Interconnection). Các lớp này là:

1. *Lớp vật lý (physical layer)* miêu tả phần cứng các mạch chuyên chở thông tin giữa hai thiết bị như loại cáp dùng, cổng xuất/nhập, mức điện áp và các chân cắm.

2. *Lớp kết nối dữ liệu (data link layer)* là lớp xác định giao thức gửi và nhận thông báo, phát hiện và sửa lỗi, sắp xếp hợp lý dữ liệu được truyền. Lớp này liên quan đến việc gói dữ liệu thành các gói và đặt chúng vào trong cáp, rồi lấy chúng khỏi cáp tại điểm nhận cuối.

3. *Lớp mạng (network layer)* giải quyết đường truyền thông, gửi và giữ theo đường nhất định, điều khiển các thông báo trên mạng và đảm bảo thông báo đúng nơi.

4. *Lớp truyền tải (transport layer)* cung cấp phương pháp mà theo đó dữ liệu được truyền đi. Nó thiết lập và giữ mối quan hệ giữa máy truyền và máy nhận.

5. *Lớp theo phiên (session layer)* liên quan tới việc thiết lập đối thoại giữa các quá trình ứng dụng được nối với nhau bởi mạng. Nó có trách nhiệm quyết định thời gian bật/tắt truyền thông giữa hai trạm.

6. *Lớp trình bày (Presentation layer)* liên quan với việc cho phép thể hiện dữ liệu đã giải mã được truyền theo hình thức phù hợp với chế tác của người sử dụng.

7. *Lớp ứng dụng (application layer)* đảm bảo rằng dữ liệu truyền giữa hai ứng dụng bất kỳ được hiểu và cung cấp cho người sử dụng các chức năng xử lý thông tin và các dịch vụ ứng dụng cụ thể như giao thức truyền tệp FTP hoặc thư điện tử.

2.5.3.1. Các chuẩn về mạng

Thuật ngữ *truyền thông dải rộng* được dùng cho mạng, trong đó thông tin được điều biến trên tần số mang tần số vô tuyến, môi trường truyền là cáp đồng trục. Đặc trưng của các mạng tậpô cục bộ dải rộng là một mạng buyt với các nhánh. Truyền dải rộng cho phép một lượng sóng mạng tần số radio đã điều biến truyền đồng thời (có thể truyền tách hoặc truyền dồn (multiplex)), tạo cơ hội cho các đường truyền thông đa kênh.

Truyền băng cơ sở được sử dụng khi thông tin số lưu thông trực tiếp trong môi trường truyền. Truyền băng cơ sở bị hạn chế về cự ly truyền dẫn và chỉ cho phép thực hiện một kênh truyền thông trong một lúc.

Viện Kỹ thuật Điện tử và Điện (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE) Mỹ đã phát triển một số tiêu chuẩn cho mạng cục bộ. Các tiêu chuẩn này được sử dụng để xác định các mạng bậc thấp hơn được phát triển cho những mục đích cụ thể sau:

- IEEE802.1 (A) Tiêu chuẩn mạng cục bộ và mạng trung tâm. Miêu tả chung và cấu trúc.
- IEEE802.1 (B) Quản lý địa chỉ, mạng máy tính & mạng internet.
- IEEE802.2 Tiêu chuẩn mạng cục bộ dành cho các điều khiển liên kết logic, thực hiện chức năng lớp kết nối dữ liệu của OSI.
- IEEE802.3 Phương pháp tổ chức thâm nhập nhiều mối bằng cảm nhận sóng mạng có dò xung đột (CSMA/CD) và đặc tính lớp vật lý.
- IEEE802.4 Phương pháp truy cập mạng buyt truyền mã thông báo và các đặc tính của lớp vật lý.
- IEEE802.5 Phương pháp truy cập vòng truyền mã thông báo và các đặc tính của lớp vật.
- IEEE802.6 Tiêu chuẩn mạng trung tâm.
- IEEE802.7 Tiêu chuẩn mạng cục bộ dải rộng.
- IEEE802.8 Tiêu chuẩn cáp quang.

2.5.3.2 Một số giao thức được sử dụng trong công nghiệp

Có một số tiêu chuẩn dựa trên mô hình lớp OSI thường được sử dụng. Hãng General Motor phát triển *giao thức tự động chế tạo (Manufacturing Automation Protocol-MAP)* cho các ứng dụng tự động trong công xưởng. Tiêu chuẩn này được chấp nhận rộng rãi trong công nghiệp sản xuất. Sự lựa chọn các giao thức tại các lớp khác nhau phản ánh yêu cầu đối với hệ thống để hợp với môi trường sản xuất. Lớp 1 và 2 được thực hiện trong phần cứng điện tử, lớp 3 và 7 dùng cho phần mềm. Truyền băng dải rộng được sử dụng cho lớp vật lý theo tiêu chuẩn IEEE 802.4. Phương pháp truyền băng dải rộng cho phép hệ thống được sử dụng cho những dịch vụ ngoài những lớp yêu cầu truyền thông MAP. Hệ thống mã thông báo với mạng buyt được sử dụng cho lớp kết nối dữ liệu theo tiêu chuẩn IEEE802.4 với bộ điều khiển nối logic (logical link control-LCL) để thực hiện những chức năng như kiểm lỗi v...v. Tiêu chuẩn được MAP sử dụng là

IEEE 802.2 cấp 1. Đối với các lớp khác có thể sử dụng tiêu chuẩn ISO. Tại lớp 7, MAP gồm cả dịch vụ thông báo sản xuất (manufacturing message service- MMS), một ứng dụng đáng kể về truyền thông trên mặt bằng sản xuất (factory floor communication), nó xác định các hoạt động giao kết giữa các bộ điều khiển lập trình (PLC) và máy điều khiển số hoặc người máy. Hình 2.77 minh họa một mạng MAP.

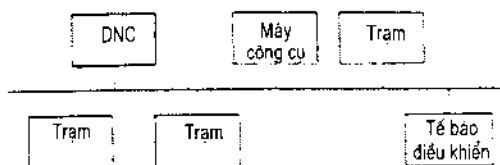
Giao thức văn phòng và kỹ thuật (technical and office protocol-TOP) là tiêu chuẩn do Hãng Boing Computer Service phát triển, khá giống MAP nhưng giá rẻ vì sử dụng hệ thống băng cơ sở. Hình 2.78 thể hiện một mạng TOP.

Khác với MAP trong lớp 1 và 2 sử dụng hoặc truyền thông báo với một vòng IEE802.5 hoặc tổ chức thâm nhập nhiều mối bằng cảm nhận sóng mạng có dò xung đột (CSMA/CD) với một mạng buyt.

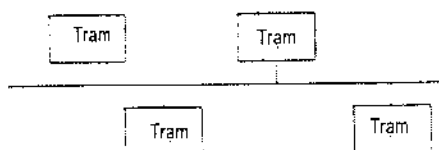
Cũng như vậy ở lớp 7 các giao thức ứng dụng cụ thể liên quan nhiều đến yêu cầu của một văn phòng hơn là đòi hỏi của một mặt bằng sản xuất. Theo phương pháp thâm nhập CSMA/CD, mỗi nút đều có quyền bình đẳng trong việc thâm nhập vào kênh truyền nhưng phải nghe ngóng trước khi truyền xem có sự truyền nào khác không.

Các kiến trúc hệ thống mạng (systems network architecture- SNA) do IBM phát triển là tiêu chuẩn thiết kế cho sản phẩm của IBM. SNA được chia thành 7 lớp. Các lớp này khác với các lớp của OSI không nhiều, chủ yếu là khác ở lớp 4 và 5.

Mạng công nghiệp Profibus được phát triển và tổ chức bởi PNO (Profibus User Organization) là mạng trường thông tin mở, chuẩn hoá theo tiêu chuẩn châu Âu, tùy theo ứng dụng cụ thể có thể là: PROFILBUS-FMS (Thông tin diễn ra giữa các thiết bị điều khiển PLC, PC); PROFILBUS-DP (thiết kế đặc biệt cho các mạng ghép nối tự động giữa các hệ thống tự động hoá với các thiết bị phân tán). Kiến trúc giao thức của mạng công nghiệp PROFILBUS tuân thủ cấu trúc 7 lớp như OSI nhưng không sử dụng các lớp 3÷6. Ngoài ra còn một số tiêu chuẩn về mạng khác đang được phát triển trên cơ sở hệ mở.



Hình 2.77: Giao thức MAP



Hình 2.78 : Giao thức TOP

2.5.3.3. Các chuẩn giao diện

Các chuẩn giao diện là thuộc lớp giao diện vật lý trong mô hình tham khảo OSI (Open Service Interconnection), liên quan đến đặc tính kỹ thuật về cơ của cáp và các bộ nối, đặc tính điện mối nối, các miêu tả chức năng của giao diện gồm miêu tả đặc tính chân cắm – tín hiệu và các định nghĩa tín hiệu, đặc tính các thủ tục để điều khiển và truyền tải dữ liệu.

Chuẩn giao diện phổ thông nhất là cổng RS232, do American Electronic Industries Association (EIA) định rõ tính chất vào năm 1962. Chuẩn giao diện liên quan đến thiết bị đầu cuối dữ liệu (data terminal equipment -DTE) và thiết bị mạch đầu cuối dữ liệu (data circuit-terminating equipment –DCE). Thiết bị đầu cuối dữ liệu có thể nhận hoặc gửi dữ liệu thông qua giao diện đến một bộ điều khiển. DCE cung cấp kết nối cho DTE vào mạng truyền thông và ngược lại. Ngoài ra, DCE còn kết thúc và khoá mạch. Khi đường truyền điện thoại tương tự (analog) là môi trường truyền thông thì DEC là một modem. Khi đường truyền là số thì DCE là hệ dịch vụ kênh hoặc hệ dịch vụ dữ liệu.

Ngoài chuẩn RS-232C và RS-232-C của EIA còn có các chuẩn V.24 của CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). Các chuẩn DTE/DCE khác gồm RS-366A của EIA, X.20, X.21 và X.35 của CCITT.

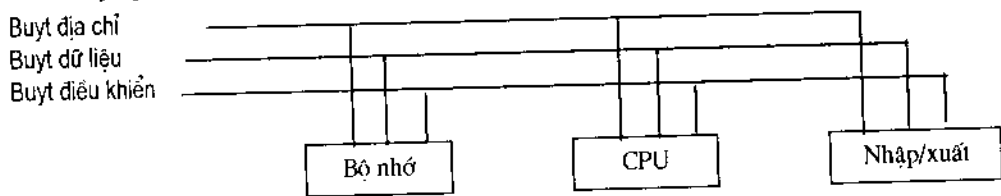
2.6. MÔĐUN XỬ LÝ

Môđun xử lý, xử lý thông tin do môđun giao diện và môđun đo lường cung cấp. Thành phần chính của môđun này là bộ điều khiển. Ngày nay các bộ vi xử lý (μP) đóng vai trò quan trọng trong các bộ điều khiển. Do có rất nhiều loại μP, từ đơn giản đến phức tạp hiện đang có trên thị trường, nên trên cơ sở cấu trúc bộ xử lý của máy vi tính có thể đưa ra một tổng quan về cấu trúc của μP như sau:

2.6.1. Kết cấu cơ sở của bộ vi xử lý (Microprocessor)

Bộ vi xử lý được chia thành 3 vùng: *bộ vi xử lý trung tâm* (CPU) nhận biết và thực hiện các lệnh của chương trình, *giao diện- mạch xuất/nhập* để quản lý truyền thông giữa bộ xử lý và thế giới bên ngoài và *bộ nhớ* để lưu giữ cấu trúc chương trình và dữ liệu. Tín hiệu số di chuyển từ khu vực này sang khu vực khác dọc theo đường truyền bus (một bus có ý nghĩa vật lý là một số dây dẫn điện vạch trên mạch in hoặc dải cáp). Dữ liệu liên quan đến chức năng xử lý của CPU được truyền bởi đường *truyền dữ liệu* (data bus), thông tin về địa chỉ của một vị trí xác định trên bộ nhớ để truy cập các dữ liệu lưu được tải bởi *bus*

địa chỉ (address bus) và những tín hiệu liên quan đến hành động điều khiển được tải bởi bus điều khiển (control bus)- hình 2.79. Trong một số trường hợp, chip vi xử lý (microprocessor chip) chính là CPU, ở một số trường hợp khác nó có thể có đầy đủ các thành phần cần thiết cho một máy tính trọn vẹn dựa vào một con chip. Các bộ vi xử lý có bộ nhớ và các đầu nhập/xuất xếp trên cùng một con chip gọi là các vi điều khiển (microcontroller).



Hình 2.79 :Cấu trúc chung của một máy tính

2.6.1.1. Đường truyền bus

Bus dữ liệu (data bus) được sử dụng để vận chuyển một từ máy (word) giữa bộ nhớ hoặc giao diện nhập/ xuất tới/ từ CPU. Chiều dài của các từ này có thể là 4, 8, 16 , 32 hoặc 64 bit. Mỗi dây trong bus truyền một tín hiệu nhị phân (0 hoặc 1). Như vậy, ví dụ, một bus 4 dây đang truyền từ 1010. Các bit được truyền:

Từ	Dây bus
0 (bit thấp)	Dây bus dữ liệu đầu tiên
1	Dây bus dữ liệu thứ hai
0	Dây bus dữ liệu thứ ba
1(bit cao)	Dây bus dữ liệu thứ tư

Bus dữ liệu càng nhiều dây, chiều dài từ truyền càng lớn. Phạm vi các giá trị một loại dữ liệu bị hạn chế bởi chiều dài từ. Nếu một dữ liệu có chiều dài 4 bit, số lượng các giá trị sẽ là $2^4=16$. Bộ vi xử lý 4 bit ngày nay hay sử dụng cho đồ chơi , máy giặt. Loại phổ thông hay dùng cho các hệ điều khiển nhất là loại 8, 16, 32 và 64 bit .

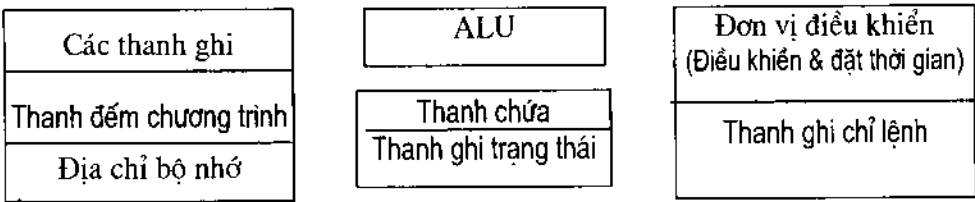
Bus địa chỉ (address bus) truyền các tín hiệu, loại cho biết nơi có thể tìm thấy dữ liệu và chọn các vị trí nhớ hoặc các cổng nhập/ xuất nào đó. Khi một địa chỉ cụ thể được chọn bởi địa chỉ đang được đặt lên bus địa chỉ , thì chỉ mỗi vị trí này được mở, thông với CPU. Như thế CPU có khả năng giao tiếp chỉ với một vị trí tại một thời điểm. Một máy tính 8 bit dữ liệu thì thường có bus địa chỉ 16 bit. Kích thước bus địa chỉ này cho phép $2^{16}= 65536$ (=64K, K=1024byte) vị

trí được ghi địa chỉ. Bộ nhớ càng lớn càng chứa được nhiều dữ liệu và sử dụng được các chương trình lớn hơn, phức tạp hơn.

Buyt điều khiển (control bus): qua nó tín hiệu được gửi để đồng bộ các thành phần riêng lẻ. Các tín hiệu của đồng hồ hệ thống được truyền bởi buyt điều khiển. Các tín hiệu này sinh các khoảng thời gian trong đó các hoạt động hệ thống có thể diễn ra. CPU gửi một số tín hiệu điều khiển tới những thành phần khác để biểu thị loại hoạt động đang diễn ra như đầu đó cần nhận (READ) một tín hiệu hoặc gửi (WRITE) một dữ liệu.

2.6.1.2. Bộ vi xử lý trung tâm CPU

CPU là vùng trong bộ vi xử lý, xử lý dữ liệu, tìm các lệnh từ bộ nhớ, giải mã và thực hiện chúng. CPU bao gồm mọi đơn vị điều khiển, một đơn vị logic và số học (ALU) và các thanh ghi (hình 2.80).



Hình 2.80: Các đặc trưng của CPU

Đơn vị điều khiển (control unit) quyết định thời gian và thứ tự các hoạt động. Nó sinh ra các tín hiệu định thời gian sử dụng để tìm nạp một lệnh chương trình từ bộ nhớ và thực hiện chúng. Các hoạt động liên quan đến vi xử lý được tính trong số chu kỳ chúng thực hiện.

Đơn vị logic và số học-ALU (arithmetic and logic unit) có trách nhiệm thực hiện sự vận động của dữ liệu hiện hành, thực hiện các phép tính số học như cộng, trừ và các phép logic như AND, OR, hoặc EXCLUSIVE-OR.

Dữ liệu phía trong CPU đang sử dụng được giữ tạm thời trong một nhóm thanh ghi trong lúc các lệnh đang được thực hiện. Các thanh ghi cung cấp công cụ lưu trữ tạm thời dữ liệu trong CPU. Có một lượng các thanh ghi mà số lượng, kích thước và loại thanh ghi của các bộ vi xử lý không giống nhau, nhưng chúng thường bao gồm các thanh sau:

1. *Thanh chứa (accumulator register -A):* nơi dữ liệu đầu vào đơn vị số học hoặc logic được giữ tạm thời.

2. *Thanh ghi trạng thái (status) hoặc thanh ghi mã điều kiện (condition code register) hoặc thanh cờ (flag register)*: chứa các thông tin liên quan đến kết quả của quá trình vừa mới thực hiện trong đơn vị số học và logic. Nó chứa các bit đơn với mỗi bit có một ý nghĩa riêng. Các bit này được gọi là cờ hiệu (flag). Trạng thái của hoạt động cuối được biểu thị bởi mỗi cờ đang được thiết lập hoặc thiết lập lại để hiển thị một trạng thái cụ thể có 4 cờ thông dụng đó là :

- *Cờ mang (carry)* báo có sự truyền tín hiệu giữa các thanh
- *Cờ tràn (overflow)* báo rằng bit cao nhất của thanh chứa sau phép cộng vượt quá 1.
- *Cờ rỗng (zero)* báo trạng thái của thanh rỗng (=0) và không rỗng (=1).
- *Cờ dấu (sign)* báo dấu kết quả trên thanh chứa.
- *Cờ chẵn lẻ (parity)* báo tính chẵn lẻ của các phép tính trên thanh chứa.

3. *Thanh đếm chương trình (the program counter register) -PC hoặc con trỏ chỉ lệnh (IP)* là thanh ghi được sử dụng cho phép CPU giữ vết vị trí của nó trong một chương trình. Thanh ghi này chứa địa chỉ của vị trí bộ nhớ, chỗ sẽ chứa chỉ lệnh chương trình tiếp theo. Khi mỗi chỉ lệnh được thực hiện, thanh đếm chương trình được cập nhật, như vậy nó chứa địa chỉ vị trí bộ nhớ, nơi chỉ lệnh tiếp theo sẽ được thực hiện và lưu lại. Bộ đếm chương trình gia tăng mỗi lần CPU thực hiện các chỉ lệnh theo tuần tự, trừ phi một chỉ lệnh như JUMP hoặc BRANCH thay đổi cách đếm chương trình khởi thứ tự đó.

4. *Thanh ghi địa chỉ bộ nhớ (the memory address register)- MAR* chứa địa chỉ của dữ liệu trước khi dữ liệu di chuyển vào thanh chứa. Ví dụ, khi cộng hai số, thanh ghi địa chỉ bộ nhớ được nhập địa chỉ của số đầu tiên. Tiếp theo dữ liệu tại địa chỉ này được chuyển vào thanh chứa. Khi đó địa chỉ số thứ hai được nạp vào thanh ghi địa chỉ bộ nhớ rồi được cộng vào dữ liệu trong thanh chứa. Kết quả được lưu vào một vị trí bộ nhớ được đánh địa chỉ bởi thanh ghi địa chỉ bộ nhớ.

5. *Thanh ghi chỉ lệnh (the instruction register)- IR* chứa nội dung lệnh đang được thực hiện. Lệnh này được lấy từ bộ nhớ, lần lượt theo địa chỉ của thanh ghi đếm chương trình.

6. *Các thanh mục đích chung (general -purpose registers)* là những nơi lưu tạm thời dữ liệu hoặc các địa chỉ và được sử dụng trong những hoạt động liên quan đến sự truyền giữa các thanh ghi khác nhau.

7. Thanh ghi con trỏ ngăn xếp (*stack pointer register-SP*) chứa dạng và địa chỉ, xác định đỉnh của ngăn xếp trong RAM. Ngăn xếp là một vùng đặc biệt của bộ nhớ trong đó các giá trị của bộ đếm chương trình có thể được lưu khi một phần chương trình con đang được sử dụng.

Số lượng và hình dạng của các thanh ghi phụ thuộc vào từng bộ vi xử lý.

2.6.1.3. Bộ nhớ (memory)

Bộ nhớ lưu dữ liệu nhị phân, có dạng một hoặc nhiều mạch tích hợp. Các dữ liệu có thể là mã chỉ lệnh của chương trình hoặc là các con số đang được thực hiện. Kích thước của bộ nhớ được xác định bởi số lượng dây trong đường truyền (bus) địa chỉ.

Bộ nhớ chứa các dữ liệu vĩnh viễn gọi là *bộ nhớ chỉ đọc-ROM (read only memory)*. Các con ROM được lập trình trong lúc các mạch này được chế tạo. Các dữ liệu chỉ có thể được đọc và sử dụng cho các chương trình cố định.

Bộ nhớ *EPROM (erasable and programable)* xóa và lập trình lại được. Con chip EPROM chứa một loạt các tế bào, mạch điện tử có thể chứa các lệnh. Chương trình được lưu khi áp điện áp tới các chân nối mạch tích hợp và lưu trong chip cho đến khi bị chiếu tia cực tím qua cửa sổ thạch anh trên đỉnh thiết bị. Sau đó con chip có thể được lập trình lại.

Bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên RAM (random access memory) là bộ nhớ lưu dữ liệu tạm thời đang được thực hiện, đó là bộ nhớ có thể đọc và ghi vào.

Những chương trình lưu trong ROM gọi là chương trình cơ sở hay *chương trình hệ thống* còn các chương trình lưu trong RAM gọi là *phần mềm*.

2.6.2. Các bộ điều khiển trên cơ sở bộ vi xử lý

Một số mạch điện tử tích hợp siêu nhỏ (chip) có chức năng xử lý, điều khiển thường được sử dụng lẫn, ta có thể làm rõ một số thuật ngữ sau:

Bộ vi xử lý (microprocessor): là một chip (mạch tích hợp) silicon chứa đơn vị xử lý trung tâm (CPU), I/O và các bộ nhớ (memory) nằm ngoài chip. Đặc tính khác nhau của các bộ vi xử lý thể hiện ở bộ chỉ lệnh (instruction sets) mà CPU có thể thực hiện; dải thông băng (bandwidth): số lượng các bit được xử lý trong một chỉ lệnh đơn; tốc độ xử lý (clock speed): được cho theo đơn vị megahertz, quyết định bộ vi xử lý có thể thực hiện bao nhiêu chỉ lệnh trong một giây.

Bộ vi điều khiển (microcontroller): là chip tích hợp cao, chứa tất cả các thành phần của một bộ điều khiển., tức CPU+ MEMORY+I/O và timer được tích hợp trên một con chip . Microcontroller thường được thiết kế để điều khiển những nhiệm vụ đặc biệt để điều khiển các hệ thống chuyên dụng. Đôi khi microcontroller được gọi là máy vi tính nhúng (embedded microcontroller)

Vi chương trình cho microprocessor và microcontroller được lập bởi ngôn ngữ assembly hoặc C.

Nội dung về các bộ điều khiển trên cơ sở bộ vi xử lý bạn đọc có thể xem chương 3.

2.7. MÔĐUN PHẦN MỀM

Các môđun phần mềm được xây dựng trên cơ sở sử dụng các ngôn ngữ lập trình để lập thuật toán phù hợp theo nhiệm vụ của các thiết bị ngoại vi được điều khiển, sao cho bộ xử lý hiểu, sau đó xử lý và đưa ra tín hiệu điều khiển phù hợp mục tiêu đề ra. Để môđun phần mềm tương thích với bộ xử lý, chúng phải tương thích với mô hình lập trình của CPU tương ứng, do vậy những vấn đề trình bày dưới đây cũng có thể liệt vào là các vấn đề của bộ vi xử lý.

2.7.1. Ngôn ngữ lập trình

Các thông tin vào bộ vi xử lý thực hiện một hành động cụ thể được gọi là các *chỉ lệnh (instruction)*, tập hợp các chỉ lệnh mà bộ vi xử lý nhận biết gọi là *bộ lệnh (instructions set)*. Dạng thức của bộ lệnh phụ thuộc vào bộ vi xử lý có liên quan. Loạt các chỉ lệnh cần thiết để thực hiện cho một công việc cụ thể nào đó gọi là một *chương trình (program)*.

Bộ vi xử lý làm việc với hệ nhị phân. Các chương trình viết theo hệ nhị phân được coi là *mã máy (machine code)*. Viết chương trình dạng mã máy đòi hỏi kỹ xảo cao và dễ mắc lỗi. *Hợp ngữ (assembly language)* là ngôn ngữ viết chương trình từ những *mã gợi nhớ (mnemonic code)*, từ viết tắt hành động được thực hiện bởi câu lệnh. Tuy nhiên trình hợp ngữ vẫn phải chuyển thành mã máy cho đến khi bộ vi xử lý nhận dạng được tất cả chúng. Sự chuyển đổi này có thể thực hiện thủ công khi sử dụng tài liệu của nhà sản xuất có liệt kê sự tương đương giữa những mã gợi nhớ với các mã máy. Tuy nhiên, thường có các chương trình máy tính thực hiện chuyển đổi này, gọi là *chương trình dịch hợp ngữ (assembler programs)*. Những ngôn ngữ lập trình bậc cao, rất gần với ngôn ngữ đời thường miêu tả loại hoạt động được yêu cầu là BASIC, C, C++, FORTRAN và PASCAL v...v. Những ngôn ngữ này đều phải chuyển sang ngôn ngữ máy bởi một chương

trình biên dịch để bộ vi xử lí có thể sử dụng. Chương trình viết bằng ngôn ngữ bậc cao yêu cầu bộ nhớ nhiều hơn và chạy cũng lâu hơn.

Thường các máy tính nhúng (embedded computer), được lập trình bằng ngôn ngữ bậc thấp để có thể điều khiển lớn nhất nguồn tài nguyên của phần cứng. Do vậy các vi chương trình hay được viết bởi hợp ngữ (assembly language) . Ngôn ngữ C và ngôn ngữ bậc cao được dùng để lập trình cấu trúc mức cao hơn như các chương trình ứng dụng

2.7.2. Thể hiện dữ liệu

Lập trình hợp ngữ sử dụng các mã thuật nhớ cho chỉ lệnh và có thể sử dụng một lối tốc kí để viết dữ liệu số nhị phân. Đó là các kí tự trong hệ thập lục nhị phân (16). Hệ 16 biểu diễn các số nhị phân thường dùng, gồm 16 kí tự và con số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. Bảng 2.6 thể hiện sự tương ứng của hệ thập phân, nhị phân với hệ thập lục phân.

Để chuyển một số nhị phân thành số hệ 16, nhóm các con số nhị phân theo nhóm 4, vì $2^4=16$, như vậy mỗi khối của 4 con số nhị phân có thể thể hiện bằng một kí tự đơn hệ 16, ví dụ:

10111001000011110
Nhóm thành nhóm 4 có:
1011 1001 0001 1110
B 9 1 E

Bảng 2.6: Hệ thống số

Hệ 16	Thập phân	Nhi phân
0	0	0
1	1	1
2	2	10
3	3	11
4	4	100
5	5	101
6	6	110
7	7	111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

2.7.3. Các tập lệnh

Tập lệnh (intruction set) là danh sách từ khoá mô tả tất cả các hoạt động hoặc các tác vụ mà đơn vị xử lí trung tâm (CPU) có thể thực hiện được. Nhìn chung các chỉ lệnh có thể phân chia thành:

- Chuyển giao dữ liệu
- Số học
- Logical
- Điều khiển chương trình

Các bộ vi xử lí khác nhau có các tập lệnh khác nhau. Tuy nhiên những vấn đề nêu dưới đây có giá trị cho đa số các bộ vi xử lí :

Chuyển dữ liệu

1. *Nhập vào (load)*: chỉ lệnh đọc nội dung của 1 vị trí bộ nhớ được xác định và chép nó vào một vị trí định rõ trên thanh ghi trong CPU, ví dụ:

Trước lệnh	Sau lệnh
Dữ liệu trong vị trí bộ nhớ 0010	Dữ liệu trong vị trí bộ nhớ 0010
	Dữ liệu từ 0010 trong thanh chứa

2. *Cất giữ (store)*: chỉ lệnh chép các nội dung hiện thời của một thanh ghi cụ thể vào trong một vị trí bộ nhớ xác định, ví dụ:

Trước lệnh	Sau lệnh
Dữ liệu trong thanh chứa	Dữ liệu trong thanh chứa
	Dữ liệu được chép đến vị trí bộ nhớ 0011

Thực hiện số học

3. *Cộng (add)*: chỉ lệnh cộng các nội dung của một vị trí bộ nhớ xác định vào dữ liệu trong một số thanh ghi, ví dụ:

Trước lệnh	Sau lệnh
Thanh chứa với dữ liệu 0001	Thanh chứa với dữ liệu 0011
Vị trí bộ nhớ với dữ liệu 0010	

4. *Giảm một giá trị (decrement)*: chỉ lệnh trừ 1 khỏi các nội dung của một vị trí xác định, ví dụ như thanh chứa xác định vị trí cụ thể, ta có:

Trước lệnh	Sau lệnh
Thanh chứa với dữ liệu 0011	Thanh chứa với dữ liệu 0010

5. *So sánh (compare)*: chỉ lệnh hiển thị nội dung của một thanh ghi là lớn hơn, nhỏ hơn hoặc giống như nội dung của một vị trí bộ nhớ xác định. Kết quả xuất hiện trong thanh ghi trạng thái là một cờ hiệu (flag).

Thực hiện logic

6. *Và (AND)*: chỉ lệnh thực hiện hoạt động logic AND với các nội dung của một vị trí bộ nhớ xác định và dữ liệu trong một số thanh ghi. Các số được thực hiện logic AND dẫn bit-theo-bit, ví dụ:

Trước lệnh	Sau lệnh
Thanh chứa với dữ liệu 0011	Thanh chứa với dữ liệu 0001
Vị trí bộ nhớ với dữ liệu 0001	

Cả hai bộ dữ liệu trên có bit thấp nhất là 1 nên hoạt động AND cho 1 chỉ ở tại bit thấp nhất của kết quả.

7. *Hoặc loại trừ (EXCLUSIVE OR)*: chỉ lệnh thực hiện hoạt động logical EXCLUSIVE OR với nội dung của một vị trí bộ nhớ xác định và dữ liệu trong một số thanh ghi. Hoạt động này được thực hiện dẫn bit-theo-bit.

8. Dịch *logical trái hoặc phải (Logical shift-left or right)*: chỉ lệnh liên quan đến sự di chuyển bit trong thanh ghi một vị trí về phía trái hoặc phải khi chuyển một 0 vào biên con số. Ví dụ, logical dịch phải, một 0 thay vào vị trí bit cao nhất và bit thấp nhất di đến cờ truyền trong thanh ghi trạng thái:

Trước lệnh

Thanh chứa với dữ liệu 0011

Sau lệnh

Thanh chứa với dữ liệu 0001

Thanh ghi trạng thái hiển thị mang 1 (carry 1)

9. Dịch chuyển số học (trái hoặc phải) - *Arithmetic shift*: chỉ lệnh di chuyển bit trong thanh ghi một vị trí về phía trái hoặc phải nhưng sao chép số biên vào vị trí trống được tạo nên bởi sự di chuyển. Ví dụ về dịch chuyển số học phải:

Trước lệnh

Thanh chứa với dữ liệu 0011

Sau lệnh

Thanh chứa với dữ liệu 1001

Thanh ghi trạng thái hiển thị mang 1 (carry 1)

10. Xoay (trái hoặc phải) - *Rotate*: chỉ lệnh cho việc di chuyển kiểu bit trong thanh ghi một vị trí về phía trái hoặc phải và các bit bị tràn ra được viết lại vào vị trí nút kia, ví dụ xoay phải:

Trước lệnh

Thanh chứa với dữ liệu 0011

Sau lệnh

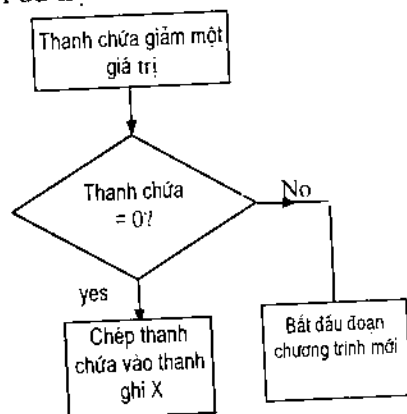
Thanh chứa với dữ liệu 1001

Điều khiển chương trình

11. Nhảy: chỉ lệnh thay đổi thứ tự các bước chương trình sẽ được thực hiện. Bình thường chương trình được thực hiện chặt chẽ theo thứ tự. Tuy nhiên chỉ lệnh nhảy ép thể chương trình bắt tới một vị trí khác xác định trong chương trình, ví dụ, chương trình có thể yêu cầu thứ tự chỉ lệnh sau:

- Giảm một giá trị thanh chứa.

- Nhảy nếu thanh chứa không là zero đến chỉ lệnh....



Hình 2.81 : Ví dụ về một nhánh

12. Nhánh (branch): chỉ lệnh có thể phân nhánh nếu điều kiện là zero hoặc dương (+). Chỉ lệnh phân nhánh được thực hiện nếu điều kiện đúng xảy ra. Ví dụ, một chương trình có thể yêu cầu các chỉ lệnh như lưu đồ ở hình 2.81, hình trăm thể hiện yêu cầu một quyết định, chỉ lệnh thường được thể hiện trong hộp hình vuông.

13. Treo (halt): chỉ lệnh dừng các hoạt động tiếp theo của bộ vi xử lí.

Bảng 2.7 minh hoạ các thuật nhớ được sử dụng cho các phép vận hành trong ngôn ngữ assembly.

Bảng 2.7 : Ví dụ thuật nhớ được dùng trong hợp ngữ (assembly language)

2.7.4. Lập trình

Thường phương pháp được sử dụng để phát triển chương trình bao gồm các bước sau:

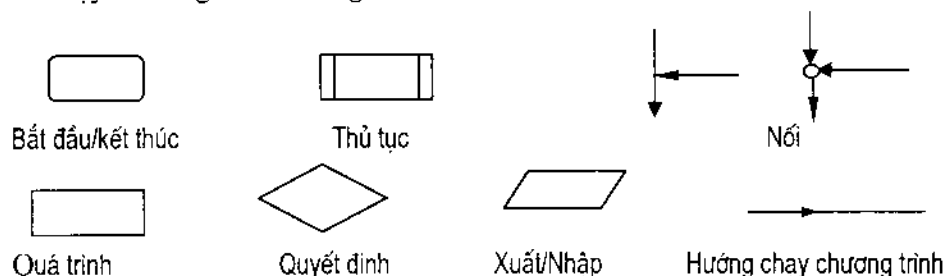
1. Xác định vấn đề, bắt đầu từ việc làm rõ chương trình phải thực hiện những chức năng gì, yêu cầu nhập/xuất , mọi thứ ép liên quan đến vấn đề tốc độ thao tác, độ chính xác, dung lượng nhớ v...v.

2. Quyết định thuật toán sử dụng. Thuật toán là tuần tự các bước xác định một phương pháp giải quyết vấn đề.

3. Thể hiện thuật toán thông qua lưu đồ. Hình 2.82 biểu diễn các biểu tượng chuẩn để thể hiện lưu đồ. Mỗi một bước của thuật toán thể hiện bằng một hoặc hơn một biểu tượng và nối với nhau bởi các đường thể hiện luồng chương trình.

4. Chuyển lưu đồ/ thuật toán thành câu lệnh mà bộ xử lí có thể thực hiện. Tức là viết các câu lệnh theo ngôn ngữ lập trình.

5. Chạy thử và gỡ lỗi chương trình.



Hình 2.82: Các kí hiệu của lưu đồ

Chương trình chính

Chương trình hoạt động theo hướng sự kiện bắt đầu tác động, nó phân loại tác động theo mã và xử lý tác động. Sự kiện gây ra tác động là các thiết bị ngoại vi, do người sử dụng điều khiển hoặc do chính sự hoạt động của bản thân chương trình.

Trước hết thiết lập cấu hình cổng trước khi có nhu cầu truyền, tiếp theo kiểm tra trạng thái của đường truyền. Nếu đường truyền rồi thì vùng đệm được kiểm tra. (Vùng đệm lưu dữ liệu theo nguyên tắc xếp hàng đợi, dữ liệu có nhu cầu gửi trước được gửi ra hàng đợi trước và ngược lại). Nếu đường truyền bận thì tín hiệu chưa được phép truyền và như vậy không xảy ra tranh chấp trong quá trình truyền.

Giao diện phần mềm có thể xây dựng trên *cơ sở cấu trúc* hoặc *hướng đối tượng*. Lập trình cấu trúc là phương pháp tổ chức, phân chia chương trình thành các hàm, thủ tục, chúng được dùng để xử lý dữ liệu nhưng lại tách rời các cấu trúc dữ liệu. Thông qua các ngôn ngữ Foxpro, Pascal, C phương pháp này khá quen thuộc đối với những người làm tin học. Lập trình hướng đối tượng dựa trên việc tổ chức chương trình thành các lớp. Khác với hàm và thủ tục, lớp là một đơn vị bao gồm cả dữ liệu và các phương thức xử lý, vì vậy lớp có thể mô tả các thực thể một cách chân thực, đầy đủ cả phần dữ liệu và yêu cầu quản lý. Tư tưởng lập trình hướng đối tượng được áp dụng hầu hết cho các ngôn ngữ mới chạy trên môi trường Windows như Microsoft Access, Visual Basic, Visual C.

Lập trình cấu trúc gồm các cấu trúc dữ liệu (như biến, mảng, bản ghi) và các hàm, thủ tục lập thành *một chương trình chính và các chương trình con*. Chương trình con là một phần của chương trình dùng để thực hiện một chức năng nhất định và được đặt riêng sao cho nhiều đoạn chương trình có thể sử dụng được nó. Chương trình con đảm nhiệm những công việc cần đến thường xuyên như nhập số liệu, in kết quả hay thực hiện một số tính toán, thủ tục hoặc hàm cần có đối và các biến, mảng cục bộ dành riêng cho hàm. Việc trao đổi dữ liệu giữa các hàm thông qua các đối và biến toàn bộ.

Lập trình hướng đối tượng có trung tâm là *lớp (class)*. Có thể xem lớp là sự kết hợp các thành phần dữ liệu và các hàm hoặc là sự mở rộng cấu trúc (struct) bằng cách đưa thêm các *phương thức* (metho) hay còn gọi là hàm thành viên. Một lớp được định nghĩa như sau:

```
Class tên_lớp
```

```
{
```

//Khai báo các thành phần dữ liệu

// Khai báo các phương thức

};

Yêu cầu của môđun phần mềm là ngoài việc thoả mãn các yêu cầu cụ thể của bộ xử lý thì còn cần để sử dụng và đáp ứng chức năng, khả năng thích nghi, khả năng mở rộng và giá thành.

Chương trình con (Subroutines)

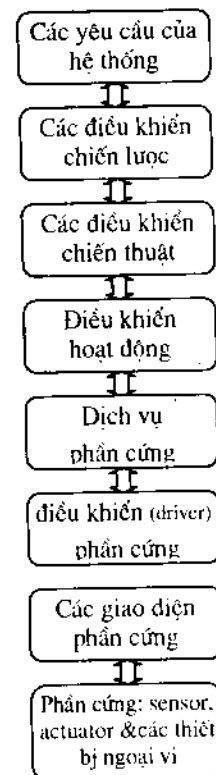
Chương trình con là một phần của chương trình dùng để thực hiện một chức năng nhất định và được đặt riêng sao cho nhiều đoạn chương trình có thể sử dụng được nó. Chương trình con đảm nhiệm những công việc cần đến thường xuyên, ví dụ, lập phần chương trình để tạo một thời gian trễ, v...v, và chúng được lập để sao có thể được gọi từ nhiều điểm trong một chương trình.

Yêu cầu của môđun phần mềm là ngoài việc thoả mãn các yêu cầu cụ thể của bộ vi xử lý thì còn cần để sử dụng và đáp ứng chức năng, có khả năng thích nghi, khả năng mở rộng và giá thành hạ.

2.7.5. Thiết kế môđun phần mềm:

Thiết kế phần mềm cho một hệ thống cơ điện tử, quan trọng nhất là nhìn nhận được thứ bậc yêu cầu trong hệ thống (hình 2.83) . Phạm vi yêu cầu từ “các đòi hỏi của hệ thống” đến “các sensor, phản ứng...” thuộc các lớp phục vụ các mục đích khác nhau. Quan trọng nhất cần tách riêng chức năng cơ điện tử khỏi sự thi hành, như vậy lớp trên không bị liên quan đến công việc thực hiện bởi lớp dưới. Mỗi một lớp, thay vì hướng trực tiếp vào lớp trên thì nó nhận dịch vụ và tình trạng của lớp ngay dưới. Một kỹ thuật lập trình đi qua nhiều lớp có thể gây ra các rắc rối trong quá trình sau này. Lập trình cho hệ thống cơ điện tử là một vấn đề khá trừu tượng. Ví dụ, một thay đổi trong giao diện sensor hoặc actuator chỉ phải yêu cầu thay đổi mỗi lớp ngay trên đó, lớp hệ điều khiển truyền dẫn (driver).

Bất cứ một ngôn ngữ lập trình nào, C++, Java, Visual BASIC, FORTRAN, BOBOL, v...v. đều phải



Hình 2.83: Sắp đặt phần mềm

cung cấp được khả năng mã hóa những cấu trúc logic để thực hiện với:

- Giao diện người sử dụng (user interface): cấp cơ cấu để người sử dụng có thể nhập, xem, vận hành
- Các tính toán mô hình (model calculations): thực hiện các tính toán và thuật toán.
- Điều khiển chương trình (program control): điều khiển chuyên gia ở dạng so sánh, phân nhánh, gọi chương trình khác và nội suy để thực hiện sự logic của chương trình.
- Xử lý các thông báo (message processing): trợ giúp (help-message), báo lỗi (error-message). Ở lập trình đối tượng, xử lý thông báo liên quan đến khả năng của đối tượng chương trình chuyển thông tin tới đối tượng chương trình khác.
- Chuyển dịch dữ liệu (moving data): trong cùng một chương trình, từ một cơ sở dữ liệu/ tệp bên ngoài vào cấu trúc dữ liệu bên trong hoặc từ tín hiệu nhập của người sử dụng vào cấu trúc dữ liệu bên trong của một chương trình. Sắp xếp và định dạng dữ liệu cũng là các hoạt động dịch chuyển dữ liệu được sử dụng để chuẩn bị dữ liệu cho những hoạt động tiếp theo.
- Cơ sở dữ liệu (database): tập hợp dữ liệu hoặc thông tin.
- Công bố dữ liệu (data declaration): miêu tả dữ liệu và các cấu trúc dữ liệu đối với một chương trình.
- Đối tượng (object): người, vị trí hoặc vật thể (vật lý hoặc triệu tượng) là những đối tượng. Một đối tượng có thể chứa các đối tượng cơ sở khác và tập hợp các hoạt động để thao tác các đối tượng. Các đối tượng có thể liên lạc với nhau qua các môi trường truyền thông (sóng radio, Internet...).
- Thời gian thực (real time): một hệ thống phần mềm thỏa mãn các yêu cầu về thời gian. Các hệ thống thời gian thực có các yêu cầu thay đổi như thực hiện một nhiệm vụ trong một khoảng thời hạn nhất định và xử lý dữ liệu trong mối quan hệ với quá trình khác bên ngoài máy tính.

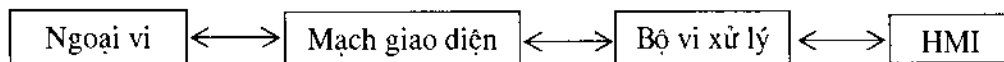
2.8. MÔĐUN GIAO DIỆN

Môđun giao diện liên quan tới việc di chuyển thông tin giữa các mức trong hệ thống, cung cấp giao diện ở các mức: bộ điều khiển- thiết bị ngoại vi và ở tại mức cao nhất người-máy.

Khi một bộ vi xử lý được dùng để điều khiển một hệ thống nào đó, nó phải nhận thông tin nhập, đáp ứng nó và tạo các tín hiệu xuất để thực hiện hoạt động điều khiển theo yêu cầu. Ví dụ, đầu vào có thể từ bộ cảm biến và đầu ra tới các

thiết bị ngoài như role và mô tơ. Thuật ngữ *thiết bị ngoại vi* (peripheral devices) dùng cho một thiết bị bên ngoài như bộ cảm biến, bảng điều khiển (giao diện người-thiết bị), bộ kích động, v...v. Tuy nhiên, thường các thiết bị ngoại vi không được nối trực tiếp với hệ thống buýt của vi xử lý do khả năng thiếu tương thích về mức và dạng tín hiệu. Vì lý do đó một mạch ghép nối gọi là *giao diện* được sử dụng giữa thiết bị ngoại vi và bộ vi xử lý. Hình 2.81 minh họa cách sắp đặt, giải quyết sự không tương thích về giao diện.

2.8.1. Giao diện



Hình 2.84: Giao diện

2.8.1.1. Thuật ngữ

Giao diện là thuật ngữ chỉ biên giới chung giữa hai hệ thống thành phần (như hình 2.84). Trong một hệ thống cơ điện tử đơn giản có thể có một số lượng giao diện.

Bit: dạng đơn giản nhất của dữ liệu là bit, có thể lấy giá trị là 1 hoặc 0, vì vậy được gọi là dữ liệu nhị phân. Tất cả các thông tin trong máy tính số hiện đại, dữ liệu đều được lưu theo nhị phân.

Byte: một lượng bit (thường là 8 bit) được máy tính coi như là một đơn vị dữ liệu.

Kí tự (character): theo lịch sử, thông tin được biểu diễn dưới dạng các kí tự. Một kí tự là thành phần của tập hợp các kí tự.

Mã kí tự (character code): các kí tự riêng lẻ từ bộ kí tự được chọn lọc được mã hoá trong máy tính số như các số nhị phân. Một trong các bộ mã kí tự thường được sử dụng nhất là bộ mã chuẩn của Mỹ dùng để trao đổi thông tin (ASCII).

Tốc độ bit & bit (rate & baud rate): tốc độ bit là tốc độ truyền dữ liệu, được biểu thị là số lượng bit dữ liệu trên giây với đơn vị đo bps hoặc kbps (1.000bps) và Mbps (1.000.000bps). Tốc độ (baud) là số lần thay đổi về trạng thái điện cực có thể xảy ra mỗi giây trong mạch truyền thông. Theo định ước truyền thông RS-232C, 300 baud thường tương đương với 300 bit một giây (bps), nhưng ở tốc độ (baud) cao hơn thì số lượng bit được truyền đi trong mỗi giây thường bằng gấp đôi tốc độ baud vì hai bit dữ liệu có thể được truyền đi trong mỗi lần thay đổi của trạng thái mạch.

2.8.1.2. Những yêu cầu về giao diện

Sau đây là một số hoạt động thường được yêu cầu ở một mạch giao diện:

Cách điện/dệm (electrical buffering/isolation) cần thiết khi thiết bị ngoại vi hoạt động ở một điện áp hoặc dòng khác với nguồn/dòng ở hệ thống buyt vi xử lí. Đầu ra bộ vi xử lí là một tín hiệu rất nhỏ, có thể được dùng để điều khiển, thông qua mạch ghép nối, một công suất đầu ra lớn hơn nhiều (một lò điện hay một động cơ). cho nên thường có sự cách li giữa bộ vi xử lí và hệ thống công suất cao hơn.

Điều khiển định giờ (timing control) cần thiết khi tốc độ truyền của thiết bị ngoại vi và bộ vi xử lí khác nhau. Ví dụ, khi ghép nối một bộ vi xử lí với một thiết bị ngoại vi chậm hơn, phải dùng một chương trình trì hoãn hoặc dùng những đường riêng biệt giữa bộ vi xử lí và ngoại vi để điều khiển thời gian truyền. Những đường này được gọi là đường *thiết lập quan hệ (handshake)* và quá trình là *quá trình thiết lập quan hệ*.

Chuyển đổi mã (code conversion) cần thiết khi mã dùng cho ngoại vi khác với mã dùng cho bộ vi xử lí. Ví dụ, các bộ phận hiển thị màn hình và máy in đòi hỏi các mã có thể thể hiện chữ cái và ký tự như trên một bàn phím chuẩn, đó là mã ASCII 7-bit (mã chuẩn của Mỹ dùng cho trao đổi thông tin). Ví dụ, số 0 có mã ASCII là 0110000, số 1 là 0110001, chữ A có mã 1000001, và chữ B có mã là 1000010. Để sử dụng bộ vi xử lí, yêu cầu có sự chuyển đổi mã: 0110000 thành 0000, 0110001 thành 0001 và 1000010 thành 1011.

Thay đổi số lượng đường: các bộ vi xử lí hoạt động trên một chiều dài từ cố định 4 bit, 8 bit hay 16 bit. Điều này quyết định số đường buyt dữ liệu của bộ vi xử lí. Thiết bị ngoại vi có thể có số lượng đường khác vì đòi hỏi chiều dài từ dài hơn của bộ vi xử lí.

Truyền dữ liệu nối tiếp sang song song và ngược lại: truyền dữ liệu từ bộ xử lí tới ngoại vi có thể là *truyền song song* hoặc *nối tiếp* (đường truyền điện thoại). Truyền dữ liệu nối tiếp chậm hơn truyền song song, do vậy, nếu phương pháp truyền dữ liệu nối tiếp được sử dụng, cần thiết phải chuyển dữ liệu nối tiếp vào thành dữ liệu song song cho bộ vi xử lí, và ngược lại cho các dữ liệu xuất từ bộ vi xử lí.

Chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số và ngược lại: tín hiệu ra từ các cảm biến thường là tín hiệu tương tự, yêu cầu được chuyển sang tín hiệu số cho bộ vi xử lí. Tín hiệu ra của một bộ vi xử lí là tín hiệu số và tín hiệu này có thể được chuyển sang tín hiệu tương tự để vận hành một số bộ kích truyền động.

Chuyển đổi các mức điện áp/dòng: có thể cần thiết chuyển đổi các mức điện áp/ dòng điện vào và ra thành những giá trị hợp lý hơn.

2.8.1.3. Hệ thống bản đồ nhớ (memory-mapped system)

Nhìn chung, các bộ vi xử lý sử dụng các buyt như nhau cho cả bộ nhớ và truyền xuất/nhập. Với *hệ thống bản đồ nhớ* (thuật ngữ chỉ sự phân bố tùy ý các đoạn của bộ nhớ bằng cách xác định những vùng được sử dụng cho những mục đích xác định), chức năng của các cổng xuất /nhập được coi như là bộ nhớ mà mỗi cổng được định một hay nhiều địa chỉ. Chỉ thị STA cộng một địa chỉ cổng xuất theo đó gửi dữ liệu tới một cổng xuất, chỉ thị LDA cộng một địa chỉ nhập dữ liệu từ một cổng nhập. Các giải pháp đối với bản đồ nhớ là đầu nhập/xuất được cách ly, trong đó bộ nhớ và các địa chỉ xuất nhập được giải mã riêng và gắn *đầu vào/ra* , các cổng xuất/ nhập được kích hoạt bởi các chỉ thị cụ thể. *Hệ thống bản đồ nhớ* được sử dụng phổ thông và có thể sử dụng với bất cứ bộ vi xử lý nào, còn giải pháp đầu xuất/nhập cách ly chỉ có thể áp dụng với các bộ vi xử lý được thiết kế chuyên dụng cho giải pháp có chỉ thị VÀO (IN)và RA (OUT) riêng biệt (như intel).

2.8.1.4. Các chuyển giao qua đa cổng (multiport-transfer)

Một số thiết bị ngoại vi yêu cầu vài cổng xuất/ nhập có thể do *từ dữ liệu* của ngoại vi dài hơn *từ* của CPU. Khi đó CPU phải truyền dữ liệu theo các đoạn, ví dụ, nếu yêu cầu thông tin xuất 16 bit với một CPU 8 bit thì các thủ tục là:

- + CPU chuẩn bị tám bit tín hiệu cao của dữ liệu.
- + CPU gửi tám bit dữ liệu cao đến cổng thứ nhất.
- + CPU chuẩn bị tám bit thấp còn lại của dữ liệu.
- + CPU gửi tám bit dữ liệu thấp còn lại đến cổng thứ 2.

Như vậy, sau một thời gian trễ, tất cả 16 bits dữ liệu được truyền đến thiết bị ngoại vi.

2.8.1.5. Các bộ tương hợp giao diện- ngoại vi (periferal interface adapter)

Các mạch giao diện có thể được thiết kế cho các đầu nhập/xuất cụ thể, tuy nhiên, các thiết bị giao diện khả trình đang có trên thị trường cho phép tùy chọn các đầu nhập/xuất thông qua công cụ phần mềm. Những thiết bị như vậy được biết như các *bộ tương hợp giao diện với ngoại vi (PIA)*. Một giao diện song song PIA thường được sử dụng là Motorola 6820. PIA chiếm bốn vị trí bộ nhớ

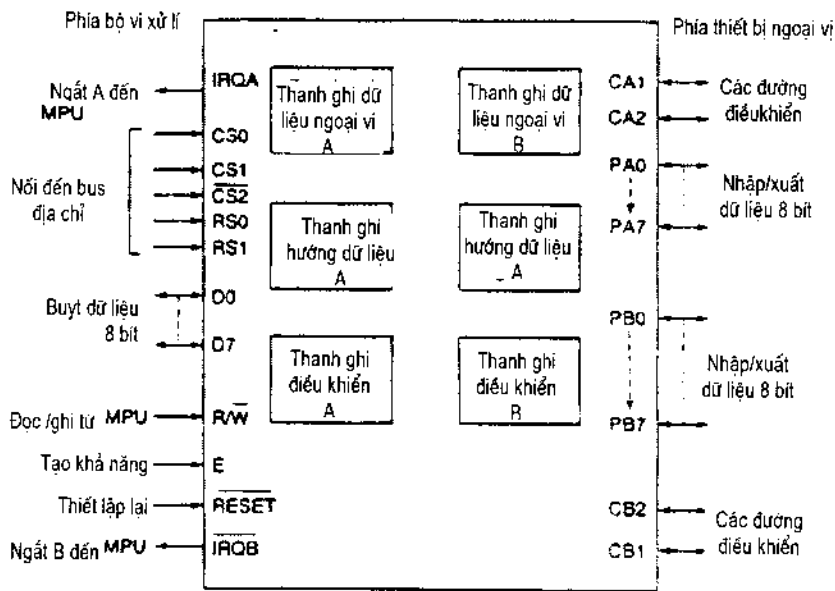
và có thể gắn liền trực tiếp tới các buyt Motorola 6800. Nó gồm hai cổng, A và B, với xu hướng đặt A - cổng nhập và B- cổng xuất. Mỗi cổng có:

+ *Một thanh ghi dữ liệu thiết bị ngoại vi*: một cổng xuất phải hoạt động theo cách thức khác với một cổng nhập do dữ liệu phải được giữ cho thiết bị ngoại vi. Vì vậy đối với đầu xuất, một thanh ghi được sử dụng để lưu tạm thời dữ liệu xuất. Thanh ghi được gọi là ghi, tức được nối khi cổng được sử dụng cho xuất và không ghi khi được sử dụng cho nhập.

+ *Một thanh ghi hướng dữ liệu* quyết định các đường nhập/xuất là các đầu vào hoặc ra.

+ *Một thanh ghi điều khiển* xác định các nối kết logic hiện thời trong ngoại vi và nó cũng chứa các bits DỮ LIỆU SẴN SÀNG hoặc NGOẠI VI SẴN SÀNG.

+ *Hai đường điều khiển*: CA1 và CA2 hoặc CB1 và CB2. Chúng là các đường thiết lập quan hệ.



Hình 2.85: Motorola 6820PIA

Hình 2.85 thể hiện kết cấu cơ sở của bộ tương hợp giao diện ngoại vi - Motorola 6820 PIA với các kết nối qua chân ghim. Mỗi một bit trong các thanh ghi điều khiển cổng A và B liên quan đến một số điểm đặc trưng hoạt động của các cổng:

+ *Bit 0 và bit 1*: điều khiển phương thức mà các đường thiết lập quan hệ đầu vào CA1 và CA2 hoạt động.

- + Bits 2 xác định liệu thanh ghi hướng dữ liệu hoặc thanh ghi dữ liệu thiết bị ngoại vi được gọi
- + Bit 3,4 và bit 5 cho phép PIA thực hiện một số chức năng.
- + Bit 5 quyết định đường điều khiển 2 là đầu nhập hay xuất. Bit 3 và bit 4 quyết định liệu đầu ra (tín hiệu ngắt) được kích hoạt và các chuyển tiếp nào thiết lập bit 6.
- + Bit 6 là cờ ngắt CA2(CB2), được thiết lập bởi chuyển tiếp trên CA2(CB2).
- + Bit 7 là cờ ngắt CA1(CB1), được xoá khi bộ vi xử lý đọc thanh ghi dữ liệu A(B).

Quá trình tuyển các lựa chọn nào được sử dụng thuật ngữ gọi là *định cấu hình* (configuring) hay *khởi chạy* (initialising) PIA. Kết nối RESET được sử dụng để xoá tất cả thanh ghi của PIA. Sau đó PIA phải được định cấu hình.

Khởi chạy PIA

Trước khi PIA được đưa vào sử dụng, một chương trình phải được ghi và sử dụng với các điều kiện được thiết lập cho dòng dữ liệu ngoại vi yêu cầu. Chương trình PIA được đặt tại bắt đầu chương trình chính, như vậy bộ vi xử lý có thể đọc dữ liệu của thiết bị ngoại vi. Chương trình khởi chạy như vậy chỉ chạy duy nhất lần đầu tiên.

Chương trình khởi chạy có thể gồm các bước sau để thiết lập cổng nào là nhập, cổng nào là xuất:

Xoá sạch bit 2 của mỗi thanh ghi điều khiển bằng một Reset, như vậy các thanh ghi hướng dữ liệu được gọi tới. Thanh ghi hướng dữ liệu A được ghi địa chỉ là XXX0 và thanh ghi hướng dữ liệu B là XXX2.

Đối với A là một cổng nhập, nạp tất cả 0s vào trong thanh ghi hướng A.

Đối với B là một cổng xuất, nạp tất cả 1s vào trong thanh ghi hướng B.

Nạp 1 vào trong bit 2 của cả hai thanh ghi điều khiển, thanh ghi dữ liệu A bây giờ được gọi là XXX0 và thanh ghi dữ liệu B là XXX2.

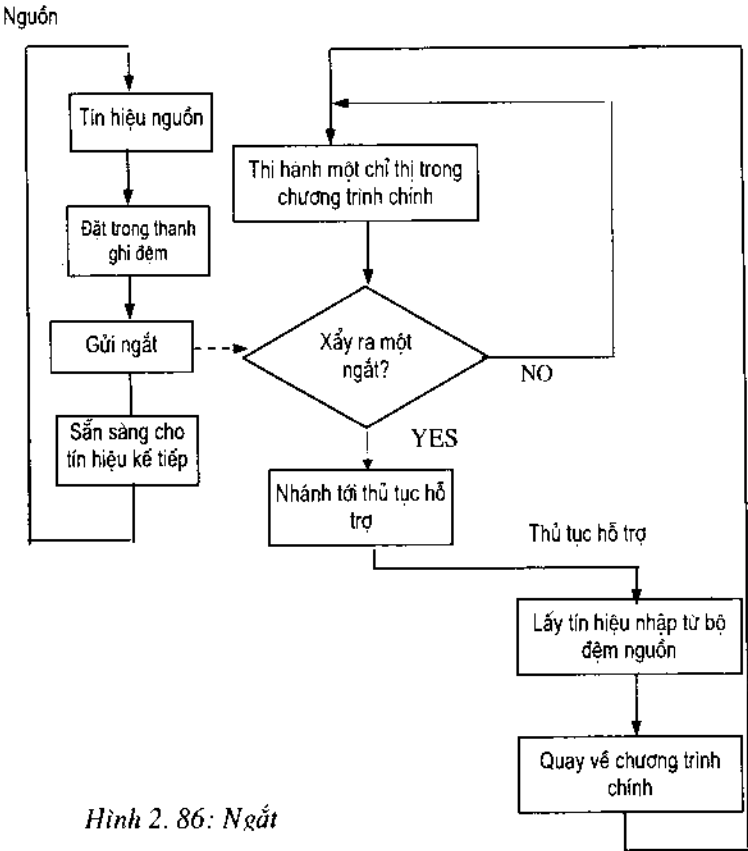
Như vậy một chương trình khởi chạy gán phía A, đầu nhập và phía B, đầu xuất, có thể được thiết lập lại (reset) như sau:

INIT	LDAA	#\$00	Nạp 0s
	STAA	\$2000	Gán phía A cổng nhập
	LDAA	#\$FF	Nạp 1s
	STAA	\$2000	Gán phía B cổng xuất
	LDAA	#\$04	Nạp 1 vào trong bit 2, tất cả còn lại là các bit 0
	STAA	\$2000	Chọn cổng A thanh ghi dữ liệu
	STAA	\$2002	Chọn cổng B thanh ghi dữ liệu

Dữ liệu thiết bị ngoại vi bây giờ có thể được đọc từ cổng nhập A với chỉ lệnh LDAA 2000 và bộ vi xử lý có thể ghi dữ liệu thiết bị ngoại vi đến cổng xuất B với chỉ lệnh STAA 2002.

2.8.1.6. Kiểm soát vòng và các ngắt

Xét trường hợp nơi các truyền dữ liệu nhập/xuất được điều khiển bởi chương trình. Khi các thiết bị ngoại vi cần sự chú ý, chúng ra hiệu cho bộ vi xử lý bằng cách thay đổi mức điện áp của một đường nhập. Khi ấy bộ vi xử lý có thể đáp ứng lại bằng cách nhảy đến một thủ tục chương trình hỗ trợ cho thiết bị, khi hoàn thành thủ tục, quay về chương trình



Hình 2. 86: Ngắt

chính. Chương trình điều khiển nhập/xuất như vậy là vòng lặp đọc tín hiệu vào và cập nhật tín hiệu ra liên tục, với các bước nhảy tới thủ tục hỗ trợ khi có yêu cầu. Quá trình này kiểm lại mỗi thiết bị ngoại vi xem nó đã sẵn sàng gửi hay chấp nhận một byte dữ liệu mới gọi là *kiểm soát vòng (polling)*.

Một giải pháp điều khiển bằng chương trình là *điều khiển ngắt (interrupt control)*. Một ngắt thể hiện một thiết bị ngoại vi đang hoạt động, thỉnh cầu một đường yêu cầu ngắt riêng biệt. Sự chấp nhận một kết quả ngắt trong bộ vi xử lý theo sự thực hiện của chương trình chính và nhảy đến một thủ tục hỗ trợ cho thiết bị ngoại vi- hình 2.86.

Ngắt không được dẫn đến mất dữ liệu và một thủ tục điều khiển ngắt phải được kết hợp chặt chẽ trong phần mềm, như thế trạng thái của các thanh ghi xử lý và địa chỉ mới nhất đã truy cập trong chương trình chính được lưu ở những vị trí

nhảy cảm của bộ nhớ. Sau các thủ tục hỗ trợ ngắt, nội dung của bộ nhớ được khôi phục và bộ vi xử lý tiếp tục thực hiện chương trình chính tại nơi đã ngắt.

Một bộ vi xử lý thông thường có ba kiểu đường ngắt khác nhau sau:

1. Thiết lập lại (RESET)
2. Yêu cầu ngắt (interrupt request)
3. Ngắt không che chắn (non- maskable interrupt)

2.8.2. Giao diện người- máy (HMI)

Giao diện người – máy chủ yếu dựa vào cơ sở giao tiếp người – hệ thống thiết bị sử dụng (hệ điều khiển, PLC, CNC) cho phép người vận hành can thiệp vào các quy trình này thông qua thao tác trên bảng điều khiển (phím, sơ đồ, hình vẽ, biểu tượng, v...v.) giúp thuận tiện cho sự vận hành và xử lý sự cố. Giao diện HMI được nhiều hãng phát triển và có thể tạm phân loại theo mức ứng dụng như sau:

+ Giao tiếp mức người-máy (machine - level HMI) xây dựng cho các ứng dụng tại chỗ như giao tiếp trực tiếp từ trên mặt máy điều khiển của thiết bị. Giao tiếp mức máy thường sử dụng công nghệ OP (operator panels) sử dụng bàn phím và màn hình; công nghệ CP (communication processors) sử dụng CPU mạnh, màn hình màu với một số giao tiếp truyền thông; công nghệ MP (monitor panel) sử dụng màn hình công nghiệp MP gá lắp ngay tại nơi vận hành.

+ Giao tiếp mức máy cục bộ (machine- level/local HMI: xây dựng ở mức hệ thống với những chức năng mạnh cho phép thực hiện công việc đa năng phức hợp, gồm 2 hệ thống chính:

- SIMATIC Win C là hệ thống phần mềm giao diện chạy trên hệ điều hành Windows 9x hoặc Windows NT trên máy PC với nhiều chức năng mở và cho phép quản lý, truy cập nhiều người dùng cùng lúc.

- COROS LS-B được xây dựng trên cơ sở phần cứng có chức năng như PC và các phần mềm chuyên dụng chạy trên hệ thống.

CHƯƠNG 3. CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN

3.1. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

3.1.1. Tổng quan

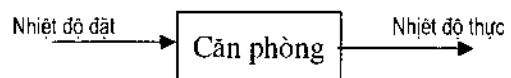
Nhiệt độ cơ thể con người, trừ khi ốm, thường được giữ ổn định cho dù bạn ở trong môi trường nóng hoặc lạnh. Để giữ nhiệt độ cố định, trong cơ thể chúng ta có một hệ thống điều khiển nó. Nếu như nhiệt độ cơ thể bạn bắt đầu cao hơn bình thường, bạn đổ mồ hôi, nếu hạ thấp, bạn sẽ run. Cả hai phản ứng đó đều được sử dụng để khôi phục cơ thể trở về nhiệt độ bình thường. Hệ thống điều khiển trong cơ thể con người cố gắng giữ nhiệt độ cố định.

Một kiểu điều khiển nhiệt độ sưởi ấm ngôi nhà bạn là bạn ngồi cạnh lò sưởi với nhiệt kế trong tay và tắt, bật lò sưởi theo nhiệt kế đo được. Đó là một kiểu điều khiển *phản hồi* (*feedback*) đơn sơ, sử dụng con người như là một yếu tố điều khiển. Thuật ngữ *phản hồi* được sử dụng vì tín hiệu từ đầu ra được cung cấp lại để thay đổi đầu vào.

Hệ thống điều khiển phản hồi có thể gặp ở khắp nơi, không chỉ trong tự nhiên, trong cuộc sống mà cả trong công nghiệp. Có rất nhiều quy trình công nghiệp và thiết bị cần có sự điều khiển, can thiệp của con người hoặc được điều khiển tự động. Ví dụ đó là những quá trình điều khiển giữ ổn định nhiệt độ, mực chất lỏng, áp suất, v...v. Trong công nghiệp hoá chất có lúc cần thiết phải giữ mực của chất lỏng trong thùng chứa tại mức chỉ định hoặc nhiệt độ cụ thể nào đó. Cũng có những hệ thống điều khiển vị trí chính xác, chuẩn mực của thành phần đang chuyển động hoặc giữ một tốc độ cố định. Ví dụ như một động cơ được thiết kế chạy với tốc độ cố định hoặc một nguyên công mà vị trí, tốc độ và hướng vận hành của dụng cụ được điều khiển tự động.

3.1.1.1. Các hệ thống điều khiển mở và hệ thống có phản hồi

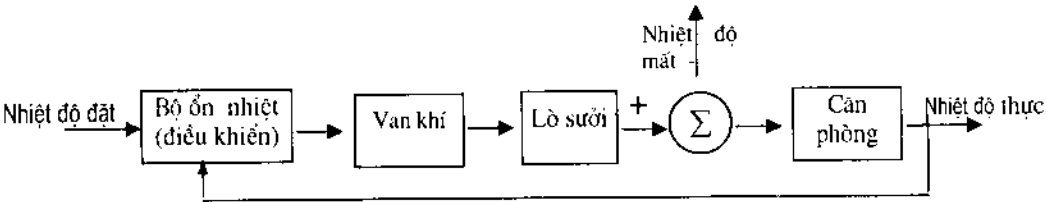
Hệ thống điều khiển có hai dạng cơ bản, một gọi là *hệ đóng* (*hệ có phản hồi*) hoặc còn gọi là *hệ vòng lặp* và một gọi là *hệ mở*. Sự khác nhau



Hình 3.1: Hệ nhiệt độ mở

giữa hai hệ thống có thể minh hoạ qua ví dụ sau: một lò sưởi điện có công tác chuyển mạch cho phép chọn phân tử nung nóng 1 kW hoặc 2 kW. Một người muốn sưởi căn phòng có thể vận 1kW nếu như không yêu cầu căn phòng quá nóng. Căn phòng nóng dần và đạt đến một nhiệt độ với công suất đặt trước là 1 kW (chứ không phải 2 kW). Nếu như ai đó mở cửa sổ, nhiệt độ trong phòng sẽ hạ vì không có sự chỉnh lại nhiệt độ. Đó là hệ thống mở (hình 3.1) , ở đây không có thông tin phản hồi để điều chỉnh và giữ nhiệt độ không đổi. Hệ thống này có thể chỉnh lại thành hệ thống vòng đóng nếu như có nhiệt kế theo dõi và có các công tác có thể tắt/ bật thành phần 1 kW và 2 kW theo chênh lệch giữa nhiệt độ yêu cầu và nhiệt độ thực, giữ nhiệt độ căn phòng cố định. Trường hợp này đã có phản hồi (feedback), đầu vào hệ thống đã được điều chỉnh phù hợp theo nhiệt độ yêu cầu của đầu ra. Điều đó có nghĩa, đầu vào tại công tác phụ thuộc vào chênh lệch của nhiệt độ thực so với nhiệt độ yêu cầu. Sự chênh lệch giữa chúng được thành phần so sánh, trong trường hợp này là con người xác định .

Vẫn là ví dụ về sưởi căn phòng, nhưng được làm ấm đến nhiệt độ đặt trước thông qua một bộ ổn định nhiệt (hình 3.2). Bộ ổn định nhiệt điều khiển van khí nóng mở, dòng khí nóng qua lò sưởi, làm ấm căn phòng tới nhiệt độ đặt. Tại nhiệt độ này van được đóng lại (lò sưởi đóng) cho đến khi phòng vẫn còn giữ được tại nhiệt độ này. Khi có sự hạ nhiệt, sự chênh lệch sẽ được gửi đến bộ ổn nhiệt để tạo thành tín hiệu vào, bật van thông khí vào lò sưởi để làm ấm căn phòng đến nhiệt độ đặt. Hệ điều khiển này là điều khiển vòng lặp (có phản hồi).



Hình 3.2. Hệ thống nhiệt độ vòng phản hồi

Hệ thống mở có lợi thế so với hệ thống đóng là kết cấu tương đối đơn giản, theo đó là giá thấp và thường có độ bền tốt và đáng tin cậy. Tuy nhiên chúng cũng thiếu chính xác hơn do không có thành phần hiệu chỉnh cho sai lệch. Một hệ thống vòng đóng có lợi thế vì tương đối chính xác phù hợp với giá trị thực yêu cầu. Tuy nhiên chúng lại thường có kết cấu phức tạp, đắt giá hơn và dễ hỏng do là tập hợp của nhiều thành phần.

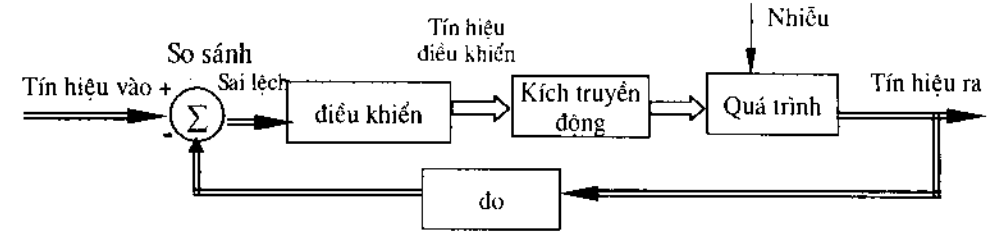
3.1.1.2. Các thành phần cơ bản của một hệ thống điều khiển có phản hồi (đóng)

Hình 3.3 thể hiện sơ đồ chung của một hệ thống đóng, thường bao gồm các thành phần sau:

1. *Phần tử so sánh* (comparision) so sánh giá trị yêu cầu (tức giá trị chuẩn) trong điều kiện thay đổi đang được điều khiển với giá trị đo đạt được và sinh một tín hiệu sai lệch. Tín hiệu sai lệch là đại lượng bổ sung vào tín hiệu chuẩn.

Tín hiệu sai lệch = Tín hiệu giá trị chuẩn - tín hiệu giá trị đo

Thuật ngữ *vòng phản hồi* (feedback loop) có nghĩa là ở đó một tín hiệu đang đạt trạng thái thực được cấp quay lại để thay đổi tín hiệu đầu vào của một quá trình. Phản hồi gọi là hồi tiếp âm (negative feedback) khi tại phần tử so sánh nó được trừ khỏi tín hiệu vào và hồi tiếp dương khi được tín hiệu vào cộng với.



Hình 3.3 : Sơ đồ khối của một sản phẩm cơ điện tử đơn

2. *Phần tử điều khiển* (control element) là thành phần đưa quyết định tác động khi nó nhận được một tín hiệu sai lệch, ví dụ, sinh tín hiệu để đóng/ngắt một công tắc hoặc để mở một van. Sơ đồ điều khiển có thể là hệ *gắn cứng* (hard-wired systems), trong đó cách tiến hành điều khiển luôn cố định theo cách các phần tử được kết nối với nhau hoặc là hệ thống *khả lập trình* (programmable systems), ở đó dự kiến điều khiển được lưu trong một bộ nhớ và có thể thay đổi bằng cách lập chương trình lại.

3. *Phần tử hiệu chỉnh* (correction element) là phần tử tạo ra một thay đổi trong quá trình để hiệu chỉnh hoặc thay đổi trạng thái được điều khiển. Thuật ngữ cơ cấu kích truyền động (actuator) được sử dụng cho phần tử của bộ hiệu chỉnh, phần tử cấp năng lượng để thực hiện hành động điều khiển.

4. *Yếu tố quá trình* (process element) là những gì đang được kiểm soát, ví dụ là một căn phòng trong một ngôi nhà mà nhiệt độ của nó đang được kiểm

soát, hoặc một bể chứa mà mực nước của nó đang được kiểm soát, hoặc một diễn biến đang được thực hiện dưới sự giám sát của hệ điều khiển.

5. *Phần tử đo* (measurement element) sinh ra một tín hiệu liên quan tới trạng thái thay đổi của một quá trình đang được điều khiển. Ví dụ, một công tắc được bật khi một vị trí cụ thể đạt được hoặc một cặp nhiệt điện cho một suất điện động (e.m.f.) tương ứng với một nhiệt độ thiết lập trước.

Nhiễu (disturbance) là những yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến hoạt động của thiết bị.

Tín hiệu vào (input) còn gọi là tín hiệu chuẩn, đó là các giá trị mong muốn của các biến điều khiển được sinh bởi thiết bị.

Tín hiệu ra (output) là biến đang được kiểm soát, ví dụ là nhiệt độ thực của căn phòng.

Như vậy đối với một hệ thống điều khiển nhiệt độ có phản hồi, được thể hiện ở hình 3.2, có các phần tử sau:

- Đầu ra (biến đang được kiểm soát): nhiệt độ căn phòng.
- Đầu vào (giá trị chuẩn): nhiệt độ yêu cầu cho căn phòng.
- Phần tử so sánh: sensor thuộc bộ ổn định nhiệt.
- Tín hiệu sai lệch: chênh lệch giữa giá trị thực và giá trị yêu cầu.
- Phần tử điều khiển: bộ ổn định nhiệt.
- Phần tử điều chỉnh: van khí.
- Quá trình: sưởi căn phòng.

3.1.2. Hệ điều khiển tuần tự

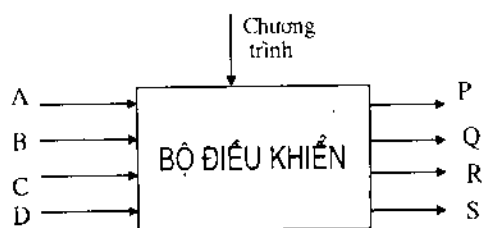
Trong một số trường hợp, bộ điều khiển thi hành những hạng mục được đóng/mở tại những thời điểm đặt trước hoặc những giá trị liên quan tuần tự đến các bước vận hành. Sau khi bước 1 hoàn thiện, thì bước 2 bắt đầu, khi bước 2 hoàn thiện bước 3 bắt đầu. Thuật ngữ điều khiển tuần tự được sử dụng khi *điều khiển quá trình có những hoạt động tuyệt đối theo thứ tự trong một chuỗi thời gian*. Việc này có thể thực hiện bằng cách đặt các role. Các công tác cơ khí như vậy ngày càng được thay thế bằng các bộ vi xử lý (microprocessors), loại có thể hoạt động tương tự nhưng có khả năng lập trình bởi người sử dụng.

Ví dụ về loại điều khiển như vậy là loại trong máy giặt. Máy giặt thực hiện một loạt nguyên công theo đúng thứ tự thời gian, gồm một chương trình về chu

kì giặt sơ bộ, khi quần áo được giặt nước lạnh. Tiếp theo là chu kì giặt chính trong nước nóng; sau đó là chu kì rũ quần áo trong nước lạnh vài lần, sau đó vắt nước. Mỗi một nguyên công bao gồm một số bước chẳng hạn như chu kì giặt sơ bộ gồm mở van để nước chảy vào đến mức định sẵn, đóng van, mở động cơ trong để quay trống theo một thời gian quy định và rút nước khỏi trống. Tuần tự hoạt động của hệ thống được gọi là chương trình và sẽ có một số chương trình có thể được chọn, phụ thuộc vào loại quần áo được giặt trong máy. Tuần tự chỉ thị trong mỗi chương trình được xác định và xây dựng trước, nằm trong bộ điều khiển.

3.1.2.1. Điều khiển trên cơ sở bộ vi xử lí.

Bộ vi xử lí ngày nay thay thế nhanh chóng các bộ điều khiển cơ hoạt động theo nguyên tắc cam để thực hiện các chức năng điều khiển. Chúng có lợi thế rất lớn vì chỉ thay đổi chương trình là có thể thay đổi cách điều khiển. Thuật ngữ *bộ điều khiển khả trình* (programmable logic



Hình 3.4: Điều khiển số và cổng logic

controller) để chỉ các bộ điều khiển trên cơ sở bộ vi xử lí, sử dụng bộ nhớ lập trình để lưu các hướng dẫn và để thực hiện các chức năng logic, trình tự, đếm thời gian và số học để điều khiển các sự kiện. Hình 3.4 thể hiện hành động điều khiển của bộ điều khiển khả trình (programmable logic controller), đầu vào là những tín hiệu từ các công tắc đang được đóng, chương trình sử dụng để quyết định đáp ứng đối với đầu vào của bộ điều khiển và cho tín hiệu đầu ra.

Bộ điều khiển PDI, điều khiển vòng lặp xác định chênh lệch trạng thái thực và trạng thái yêu cầu, đưa ra một lệnh điều chỉnh để loại bỏ chênh lệch ấy. Điều khiển số (numerical controller), dạng điều khiển sử dụng xử lí với toán học dấu phẩy cố định (Fixed-Point Mathematics) cũng đều là các bộ điều khiển trên cơ sở vi xử lí.

3.1.2.2. Điều khiển số và các cổng logic (digital control and logic gates)

Điều khiển tương tự (analogue control) là điều khiển liên tục với tín hiệu đầu vào từ các cảm biến và đầu ra tới cơ cấu kích truyền động (actuator) đang

được thay đổi liên tục. Các cơ cấu kích động bản thân cũng có thể là những biến liên tục ví dụ như là van hoặc là những công tắc bật/ tắt đơn sơ. Tuy nhiên nhiều hệ thống điều khiển lại hoạt động với tín hiệu số, chỉ có khả năng thể hiện ở 2 mức đó là bật/tắt, đóng/mở, vâng /không, đúng/sai hoặc +5V/0V, v...v. Hai mức này có thể thể hiện bằng số nhị phân với trạng thái: bật, mở, vâng, đúng và +5V biểu hiện bởi 1 và tắt, đóng, không, sai và 0V thể hiện bởi 0. Đó là đại số Boolean.

Điều khiển số là điều khiển không liên tục, ví dụ, nước vào máy giặt chỉ khi cửa máy đã đóng và sau một thời gian cụ thể trong chu kỳ giặt đã đạt. Như vậy có hai tín hiệu đầu vào là *yes*, hoặc *no* và một tín hiệu ra là chỉ *yes* hoặc chỉ *no*. Ở đây bộ điều khiển được lập trình cho một tín hiệu ra *yes* chỉ khi cả hai tín hiệu đầu vào là *yes*, nghĩa là nếu đầu vào A và đầu vào B đều là 1 thì tín hiệu đầu ra là 1. Một điều khiển như vậy được gọi là điều khiển bởi cổng logic. Và ví dụ trên là **cổng AND**. Có rất nhiều thiết bị và quy trình được điều khiển theo cách này.

Cổng logic: mối quan hệ giữa đầu vào và đầu ra thường được thể hiện dưới dạng bảng ở hình 3.22. Bảng này thể hiện mối quan hệ giữa đầu vào và đầu ra (xem mục 3.4).

3.2. CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN CÓ PHẢN HỒI

3.2.1. Quá trình liên tục và rời rạc

Các bộ điều khiển quá trình được xem xét trong phạm vi liên quan đến điều khiển *quá trình liên tục* và *điều khiển quá trình rời rạc*.

Quá trình liên tục (continuous processes) là loại có xuất/nhập liên tục. Bộ điều khiển trong một *hệ thống điều khiển có phản hồi* với quá trình liên tục phát hiện sai lệch và thực hiện một số phương pháp điều khiển, chuyển đổi sai lệch, tức là chênh lệch giữa các điều kiện yêu cầu và điều kiện thực vào hành vi điều chỉnh được thiết kế để làm giảm sai lệch. Những bộ điều khiển loại này đã từng là các hệ thống điều khiển thủy lực hoặc các hệ thống khuếch đại thuật toán, tuy nhiên ngày nay hệ thống máy tính đã nhanh chóng thay thế chúng. Thuật ngữ *điều khiển số trực tiếp* (direct digital control) được sử dụng khi máy tính ở trong vòng lặp có phản hồi và thực hiện điều khiển theo cách này.

Quá trình rời rạc (discrete processes) là loại điều khiển các hoạt động nối tiếp. Sự nối tiếp các hoạt động có thể trên *cơ sở - thời gian* (clock- based) hoặc trên *cơ sở-sự kiện* (event- based) hoặc kết hợp hai loại này. Với hệ thống trên *cơ sở-thời gian* các hoạt động được thực hiện tại các thời gian cụ thể. Trong một số hệ thống các hoạt động không thực hiện tại thời gian cụ thể mà đáp ứng theo sự kiện. Những hệ thống như vậy được gọi là trên *cơ sở -sự kiện*. Thời gian đáp ứng xảy ra được quyết định bởi quá trình chứ không bởi đồng hồ của hệ thống điều khiển. Có một số hệ thống được gọi là hệ thống *tương tác(interactive)*. Trong những hệ thống này, các mối quan hệ phân định không thật chặt chẽ như trong hệ thống cơ sở -thời gian hoặc cơ sở - sự kiện. Những hệ thống như vậy không đồng bộ hoá chặt chẽ đối với một quá trình bên ngoài, cho đáp ứng đối với tín hiệu từ quá trình nhưng tại một thời gian được xác định bởi hệ thống điều khiển. Thuật ngữ *thời gian thực (real time)* được sử dụng cho hệ thống điều khiển bằng máy tính trong đó sự trễ từ thời gian nhập đến thời gian xuất là đủ nhỏ để đáp ứng được chấp nhận là hiệu quả ngay sau khi nhập. Các hệ thống thời gian thực thường chứa một hỗn hợp các hoạt động, một số trong đó được phân loại trên cơ sở- thời gian, một số trên cơ sở -sự kiện và một số tương tác. Hình 3.3 thể hiện sơ đồ khối của hệ thống điều khiển vòng lặp cơ bản.

Thuật ngữ *điều khiển khả trình (PLC)* được sử dụng cho bộ điều khiển đơn giản trên cơ sở một bộ vi xử lý. Bộ điều khiển này hoạt động trên cơ sở phân tích các tín hiệu từ các senso và thực hiện các chỉ thị logic đã được lập trình vào trong bộ nhớ của bộ điều khiển. Đầu ra sau xử lý là các tín hiệu được cấp đến bộ kích truyền động hoặc cơ cấu chấp hành. PLC thực hiện tuần tự các hoạt động theo cách đó. Sự khác nhau cơ bản của PLC với máy tính là lập trình của PLC liên quan chính đến logic và các hoạt động đóng/ngắt và giao diện cho thiết bị nhập và thiết bị xuất nằm trong bộ điều khiển.

3.2.2. Phương thức điều khiển

Trong một quá trình liên tục, một bộ điều khiển có thể phản ứng đối với một tín hiệu sai lệch theo các cách sau:

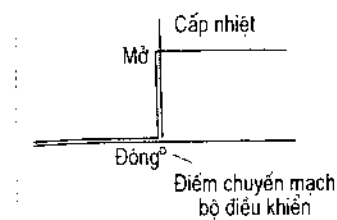
3.2.2.1. Phương thức hai bước (two- step mode)

Trong *phương thức hai bước* thì bộ điều khiển chính là một công tắc được kích hoạt bởi tín hiệu sai lệch, hành vi điều khiển là đóng-mở (on-off).

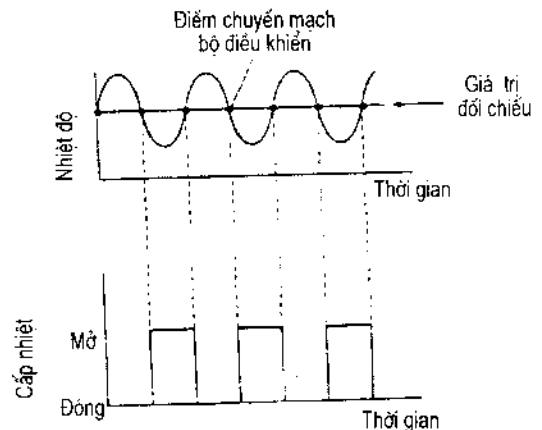
Ví dụ về phương thức điều khiển hai bước là bộ ổn định nhiệt bimetal (hình 3.5), được sử dụng trong hệ thống sưởi trung tâm. Đó là cơ cấu đóng/ngắt theo nhiệt độ, nếu nhiệt độ căn phòng cao hơn nhiệt độ yêu cầu dải bimetal sẽ ở vị trí ngắt và bộ nung sẽ ngắt. Nếu nhiệt độ căn phòng rơi xuống nhiệt độ thấp hơn yêu cầu, dải bimetal dịch chuyển đến vị trí đóng và bộ nung lại được đóng. Như vậy điều khiển chỉ có ở 2 vị trí đóng-mở.

Theo phương thức này bộ điều khiển chỉ có thể ở vị trí đóng hoặc mở. Hành động điều khiển là không liên tục, kết quả là xảy ra những dao động quanh trạng thái yêu cầu (hình 3.6 thể hiện dao động điều khiển 2 bước). Nguyên do là có sự trễ trong thời gian đáp ứng của bộ điều khiển và quá trình trao đổi nhiệt. Theo phương thức 2 bước, đầu ra của bộ điều khiển là tín hiệu bật hoặc tắt tương ứng với độ lớn của tín hiệu sai lệch.

Bộ điều khiển hai bước thường được sử dụng cho các quá trình có sự thay đổi rất chậm, không yêu cầu độ chính xác cao, do vậy được sử dụng trong các bộ điều khiển đơn giản, rẻ.



Hình 3.5: Điều khiển 2 bước



Hình 3.6. Dao động ở điều khiển 2 bước

3.2.2.2. Phương thức tỉ lệ (proportional mode-P)

Trong *phương thức tỉ lệ* bộ điều khiển sinh ra hành động điều khiển tỉ lệ với sai lệch, nghĩa là độ lớn đầu ra bộ điều khiển tỉ lệ thuận với độ lớn sai lệch. Hình 3.7 thể hiện đầu ra của bộ điều khiển tỉ lệ thay đổi như thế nào với độ lớn và dấu của sai lệch. Mối quan hệ tuyến tính giữa đầu ra bộ điều khiển và sai lệch thường tồn tại chỉ trong một phạm vi nào đó của sai lệch. Phạm vi này gọi là *dải tỉ lệ*. Trong vùng dải tỉ lệ, phương trình đường thẳng quan hệ có thể biểu diễn:

$$\text{Thay đổi ở đầu ra bộ điều khiển khỏi điểm thiết lập} = K_p e$$

Với: e là sai lệch, K_p là hằng số, là độ dốc trong hình 3.7. Vì đầu ra bộ điều khiển thường được thể hiện theo % của toàn thang các giá trị có thể (ví dụ, trong hình 3.7: 4mA tương ứng với 0% và 20mA tương ứng với 100%); tương tự sai lệch cũng được thể hiện theo phần trăm toàn thang, nên phần trăm (%) thay đổi trong đầu ra bộ điều khiển khởi điểm thiết lập là bằng K_p nhân với phần trăm (%) thay đổi trong sai lệch. Như vậy 100% đầu ra bộ điều khiển thì tương ứng với một phần sai lệch bằng *dải tỉ lệ*:

$$K_p = 100/\text{dải tỉ lệ}$$

$$\text{Hay} \quad I_{ra} - I_0 = K_p e$$

$$I_{ra} = K_p e + I_0$$

Với I_0 là phần trăm đầu ra bộ điều khiển tại sai lệch zero, I_{ra} là phần trăm đầu ra tại sai lệch e .

Trong vùng dải tỉ lệ, K_p là hàm truyền của bộ điều khiển, lấy từ chuyển đổi Laplace:

$$\text{Thay đổi ở đầu ra } (s) = K_p E(s)$$

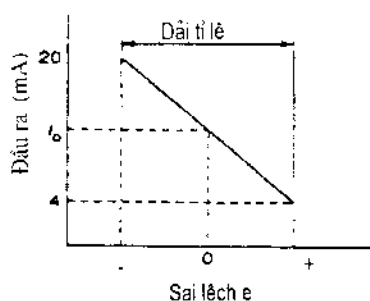
Với *thay đổi đầu ra* (s) là hàm thời gian, $E(s)$ là *thay đổi trong tín hiệu sai lệch*, cũng là hàm của thời gian.

$$\text{Hàm truyền} = K_p = \frac{\text{Thay đổi ở đầu ra } (s)}{E(s)}$$

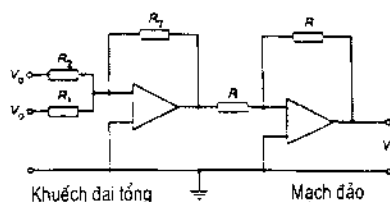
Trên nguyên tắc này bộ khuếch đại tổng với bộ đảo có thể được sử dụng là bộ điều khiển tỉ lệ -điện tử (hình 3.8). Đối với một bộ khuếch đại tổng, ta có:

$$V_{ra} = R_f \left(\frac{V_0}{R_2} + \frac{V_e}{R_1} \right)$$

Với V_0 là giá trị điện áp đầu vào qua R_1 có sai lệch bằng không, V_e là tín



Hình 3.7: Điều khiển tỉ lệ



Hình 3.8 : Bộ điều khiển tỉ lệ - điện tử

hiệu đầu vào qua R_2 có sai lệch, và khi có phản hồi, điện trở phản hồi $R_f=R_2$ khi đó

$$V_{ra} = -\frac{R_2}{R_1}V_e - V_0$$

Nếu đầu ra từ bộ khuếch đại tổng này truyền qua một bộ đảo, tức một bộ khuếch đại thuật toán với điện trở đường phản hồi bằng điện trở đầu vào, thì:

$$V_{ra} = -\frac{R_2}{R_1}V_e - V_0$$

$$V_{ra} = K_p V_e + V_0$$

Kết quả là một bộ điều khiển tỉ lệ với K_p là hằng tỉ lệ

Phương thức điều khiển tỉ lệ thường được sử dụng trong quá trình, nơi hàm truyền K_p được sinh đủ lớn để giảm sự hiệu chỉnh (offset) tới một mức chấp nhận được. Tuy nhiên cần chú ý, hàm truyền lớn hơn đồng nghĩa với sự dao động của hệ thống cao hơn vì vậy dễ tạo nên sự không ổn định trong hệ thống.

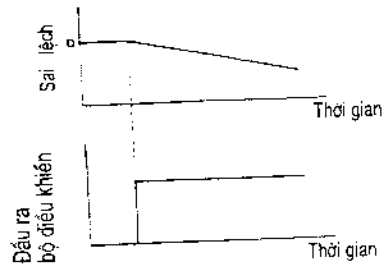
3.2.2.3. Phương thức vi phân (derivative mode-D)

Trong phương thức vi phân bộ điều khiển sinh ra hành động điều chỉnh, tỉ lệ với tốc độ tín hiệu sai lệch thay đổi. Hình 3.9 thể hiện phương thức điều khiển vi phân.

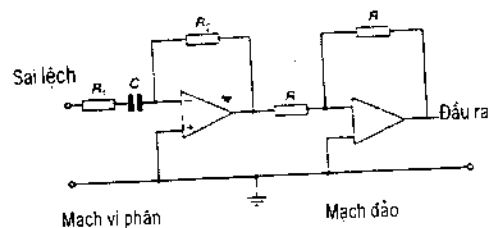
Sự thay đổi trong tín hiệu đầu ra bộ điều khiển khỏi giá trị điểm thiết lập tỉ lệ với tốc độ thay đổi theo thời gian của tín hiệu sai lệch và được xác định theo công thức:

$$I_{ra} - I_0 = K_D \frac{de}{dt}$$

Với: I_0 là giá trị đầu ra tại điểm thiết lập; I_{ra} là giá trị đầu ra khi sai lệch e thay đổi với tốc độ de/dt , thường được thể hiện bằng phần trăm trên toàn thang; K_D , hằng số tỉ lệ



Hình 3.9: Điều khiển vi phân



Hình 3.10: Bộ điều khiển vi phân -điện tử

và được quy về như thời gian vi phân (vi

có đơn vị đo là thời gian).

Một bộ điều khiển vi phân điện tử được thể hiện ở hình 3.10. Hàm truyền của bộ điều khiển vi phân thu được từ chuyển đổi Laplace:

$$I_{ra} - I_0 = K_D s E(S)$$

Với: hàm truyền $= K_p s$

Điều khiển tỉ lệ cộng vi phân (PD)

Với điều khiển tỉ lệ cộng vi phân, thay đổi trong đầu ra khỏi điểm thiết lập sẽ là: $I_{ra} - I_0 = K_p(e + K_D \frac{de}{dt})$

Vì vậy:

$$I_{ra} = K_p(e + K_D \frac{de}{dt}) + I_0$$

Với I_0 là đầu ra tại điểm thiết lập, I_{ra} là đầu ra khi có sai lệch bằng e, K_p là hằng số tỉ lệ, K_D là hằng số vi phân, de/dt là tốc độ thay đổi sai lệch.

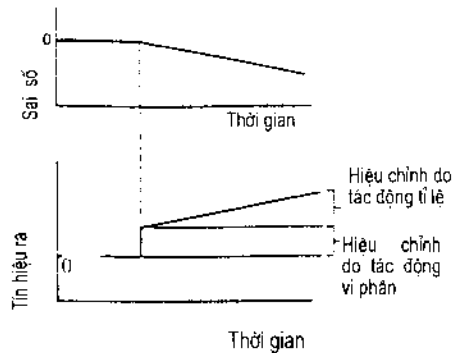
Như vậy hệ thống có hàm truyền được cho bởi phương trình:

$$(I_{ra} - I_0)(s) = K_p E(s) + K_p K_D s E(s)$$

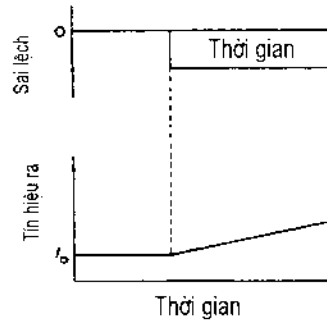
Hay:

$$\text{Hàm truyền} = K_p(1 + K_D s)$$

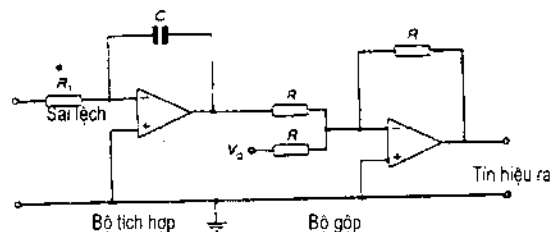
Hình 3.11 thể hiện sự thay đổi tín hiệu ra của bộ điều khiển khi có một sai lệch thay đổi liên tục. Đầu tiên có một thay đổi nhanh trong tín hiệu ra do tác động vi phân, tiếp theo là sự thay đổi dốc do hoạt động tỉ lệ. Dạng điều khiển này có thể sử dụng cho các bộ xử lí cho quá trình có sự thay đổi nhanh, tuy vậy một thay



Hình 3.11: Điều khiển tỉ lệ theo vi phân



Hình 3.12 Điều khiển tích phân



Hình 3.13: Bộ điều khiển tích phân điện tử

đổi trong giá trị thiết lập sẽ yêu cầu một sai lệch bù.

3.2.2.4. Phương thức tích phân (integral mode-I)

Phương thức tích phân đem lại hành động điều chỉnh liên tục tăng khi sai lệch vẫn còn. Như vậy ở *điều khiển tích phân* tốc độ thay đổi của tín hiệu ra bộ điều khiển I là tỉ lệ với tín hiệu sai lệch đầu vào e .

$$\frac{dI}{dt} = K_i e$$

K_i là hằng số tỉ lệ, có đơn vị đo là s^{-1} khi đầu ra bộ điều khiển và sai lệch được thể hiện bằng phần trăm (%). Số nghịch đảo của K_i gọi là *thời gian tích phân* T_i (giây). Tích phân công thức trên có:

$$\int_{I_0}^{I_{ra}} dI = \int_0^t K_i e dt$$

$$I_{ra} - I_0 = \int_0^t K_i e dt$$

I_0 là tín hiệu ra bộ điều khiển tại thời gian 0, I_{ra} là tín hiệu ra tại thời gian t .

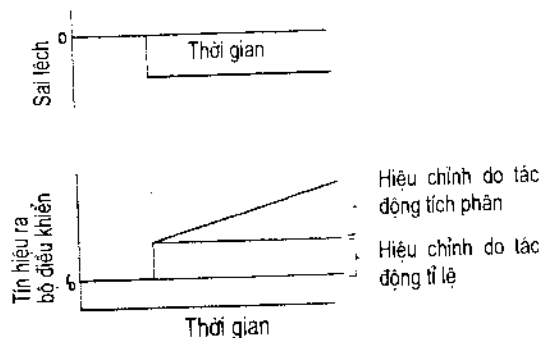
Từ chuyển đổi theo Laplace: $(I_{ra} - I_0)(s) = \frac{1}{s} K_i E(s)$

$$\text{Hàm truyền} = \frac{1}{s} K_i$$

Khi sai lệch không thay đổi với thời gian, phương trình trên trở thành:

$$I_{ra} = K_i e t + I_0$$

Hình 3.12 thể hiện quá trình điều khiển tích phân và hình 3.13 thể hiện mạch sử dụng cho bộ điều khiển tích phân điện tử, bao gồm một bộ khuếch đại thuật toán được nối như bộ tích hợp, tiếp theo là bộ khuếch đại thuật toán khác được nối như bộ gộp để làm tăng thêm tín hiệu



Hình 3.14: Điều khiển tỉ lệ theo tích phân

ra bộ tích hợp tới giá trị đầu ra của bộ điều khiển tại thời gian zero. K_i ở đây bằng $1/R_1C$.

Điều khiển tỉ lệ cộng tích phân

Điều khiển tích phân thường không đi riêng mà hay được sử dụng nối với điều chỉnh tỉ lệ. Khi hoạt động, bộ tích phân được thêm vào một bộ điều khiển tỉ lệ, đầu ra bộ điều khiển I_{ra} khi ấy sẽ là:

$$I_{ra} = K_p(e + K_i \int edt) + I_0$$

Với: K_p là hằng số điều khiển tỉ lệ, K_i là hằng số điều khiển tích phân, I_{ra} là tín hiệu ra khi có sai lệch e và I_0 là tín hiệu ra tại điểm thiết lập khi sai lệch là 0.

Hình 3.14 thể hiện phản ứng của một hệ thống điều khiển tỉ lệ theo tích phân khi có thay đổi đột ngột tới một sai lệch cố định. Sai lệch làm tăng tín hiệu ra của bộ điều khiển tỉ lệ (tín hiệu ra giữ không thay đổi nếu sai lệch không thay đổi). Sự tăng này chồng lên phần tín hiệu ra do tác động tích phân.

3.2.2.5. Phương thức kết hợp PID

Kết hợp tất cả 3 phương thức điều khiển (tỉ lệ, vi phân, tích phân) để tạo ra bộ điều khiển không có sai lệch bù và giảm các dao động. Bộ điều khiển theo 3 phương thức trên có thể coi như là một bộ điều khiển tỉ lệ điều chỉnh theo tích phân để loại sai số dịch chuyển và điều chỉnh theo vi phân để giảm thời gian trễ.

Bộ điều khiển PDI:

Kết hợp tất cả 3 phương thức điều khiển (tỉ lệ, vi phân, tích phân) tạo ra bộ điều khiển không có sai lệch dịch chuyển và giảm các dao động. Phương trình thể hiện hành động này là:

$$I_{ra} = K_p(e + K_i \int edt + K_D \frac{de}{dt}) + I_0$$

Với: I_{ra} là tín hiệu ra khỏi bộ điều khiển khi có một sai lệch e thay đổi với thời gian t , I_0 là tín hiệu ra tại điểm thiết lập khi không có sai lệch, K_p là hằng số tỉ lệ, K_i là hằng số tích phân và K_D là hằng số đạo hàm.

Từ chuyển đổi Laplace:

$$(I_{ra} - I_o)(s) = K_p (E(s) + \frac{1}{s} K_i E(s) + sK_D E(s))$$

Ta có hàm truyền $= K_p (1 + \frac{1}{s} K_i + sK_D)$.

Trễ (lag)

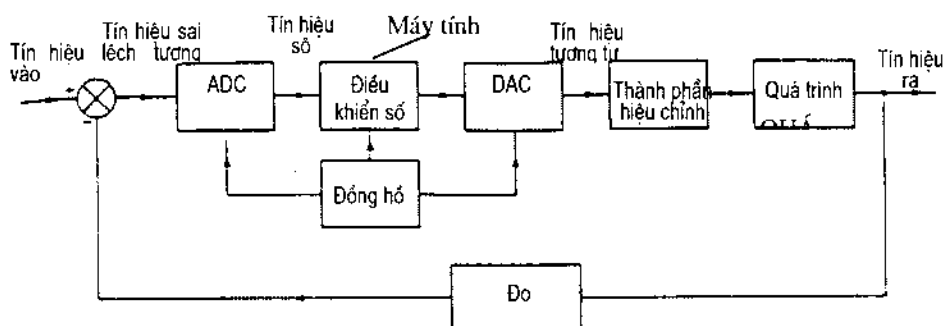
Hiện tượng trễ có trong tất cả các bộ điều khiển. Đó là khi có một thay đổi trong trạng thái nhưng bộ điều khiển chưa tạo ra được điều chỉnh đáp ứng ngay, do hệ thống yêu cầu có thời gian để tạo ra các đáp ứng cần thiết.

Sai lệch ở trạng thái ổn định (steady-state error)

Có thể có sai lệch xảy ra, đó là kết quả của việc thay đổi biến được điều khiển hoặc một thay đổi trong giá trị đầu vào thiết lập. Khi đó bộ điều khiển sẽ có một sai lệch đầu vào và sẽ sinh ra một đáp ứng, cố gắng giảm sai lệch. Thuật ngữ *sai lệch ở trạng thái ổn định (steady-state error)* được sử dụng cho sai lệch đầu vào bộ điều khiển đang tồn tại trong các trạng thái ổn định và sẽ mất sau một thời gian ngắn. Đó là độ sai lệch giữa giá trị thiết lập đầu vào và giá trị đầu ra đã được điều khiển. Sai lệch ở trạng thái ổn định là đại lượng thể hiện tính chính xác của hệ thống nhạy đối với sự thay đổi của biến được điều khiển hoặc sự tự hiệu chỉnh giá trị đầu vào thiết lập.

3.2.2.6. Điều khiển số trực tiếp

Hình 3.15 thể hiện cơ sở của một *điều khiển số trực tiếp* có thể được sử dụng để điều khiển một quá trình liên tục. Các bộ điều khiển trên cơ sở bộ vi xử lý yêu cầu các đầu vào là số, xử lý thông tin dưới dạng số và cho đầu ra dưới dạng số. Do vậy nhiều bộ điều khiển, trước và sau máy tính thường có các bộ chuyển



Hình 3.15 : Hệ thống điều khiển số cơ sở

đổi tương tự-số (analogue-to-digital converter - ADC) và số-tương tự ((digital-to-analogue-converter DAC) tương ứng. Một đồng hồ cấp xung tại những khoảng thời gian đều và ra lệnh ADC lấy mẫu các biến được điều khiển. Các mẫu này sau đó được chuyển thành tín hiệu số và được bộ vi xử lý so sánh với giá trị điểm thiết lập để cho tín hiệu chênh lệch (tín hiệu sai lệch). Bộ vi xử lý khi đó bắt đầu một phương thức điều khiển để xử lý tín hiệu chênh lệch và đưa ra một đầu ra dạng số. Phương thức điều khiển được bộ vi xử lý sử dụng được quyết định bởi các chỉ lệnh của chương trình, gọi là *phần mềm (software)*. Các tín hiệu ra dạng số sau đó thường được xử lý bởi bộ chuyển đổi số-tương tự (DAC) nếu các thành phần kích truyền động yêu cầu các tín hiệu tương tự.

Sử dụng bộ vi xử lý như bộ điều khiển có lợi thế so với các bộ điều khiển tương tự vì mọi phương thức điều chỉnh có thể thay đổi đơn giản bằng thay đổi phần mềm máy tính mà không yêu cầu thay đổi phần cứng hoặc đặt lại hệ thống dây điện. Chiến lược điều khiển có thể thay đổi qua chương trình máy tính trong khi hoạt động điều chỉnh đáp ứng với các tình huống tiến triển.

Điều khiển bằng vi xử lý còn có những lợi thế khác: những quá trình riêng biệt có thể được điều khiển bởi các quá trình lấy mẫu với một bộ dồn (multiplexer). Điều khiển số cho độ chính xác cao hơn, vì các bộ khuếch đại và các thành phần khác được sử dụng trong các hệ thống tương tự thay đổi các đặc tính của nó với thời gian và nhiệt độ nên có hiện tượng trôi, trong khi điều khiển số do hoạt động với tín hiệu chỉ theo phương thức đóng-mở nên không chịu sự trôi nói trên.

Hệ thống điều khiển bằng máy vi tính là hệ thống điều khiển số, thường có các thành phần đặc trưng như trong hình 3.15 với các điểm thiết lập và các tham số điều khiển được nhập vào từ bàn phím. *Phần mềm* sử dụng cho hệ thống sẽ cung cấp các chỉ lệnh chương trình cần thiết, ví dụ, một máy tính thực hiện phương thức điều khiển PID cung cấp hiển thị - người vận hành (thông tin về điểm thiết lập, giá trị đang đo, vùng lấy mẫu, sai lệch, v...v.), nhận biết và xử lý các chỉ lệnh do người vận hành nhập, cung cấp thông tin về hệ thống, chỉ thị khởi động, thoát và cung cấp thông tin về thời gian ngày, tháng.

3.2.3. Điều khiển thích nghi

Hệ thống điều khiển thích nghi là một hệ thống điều khiển có khả năng đạt tự động một đáp ứng mong muốn lúc có các thay đổi cực trị ở các tham số hệ thống được điều khiển và các nhiễu ngoài đáng kể khác. Hệ điều khiển thích nghi sử dụng bộ vi xử lý làm bộ điều khiển. Một thiết bị như vậy cho phép sử

dụng phương thức và tham số điều khiển thích nghi tương ứng với tình huống, thay đổi chúng khi tình huống thay đổi.

Một hệ thống điều khiển thích nghi có thể có 3 giai đoạn hoạt động:

1. Khởi hoạt động với thiết lập các điều kiện của bộ điều khiển trên cơ sở một điều kiện thừa nhận.

2. Thực hiện theo yêu cầu được so sánh liên tục với thực hiện thực của hệ thống.

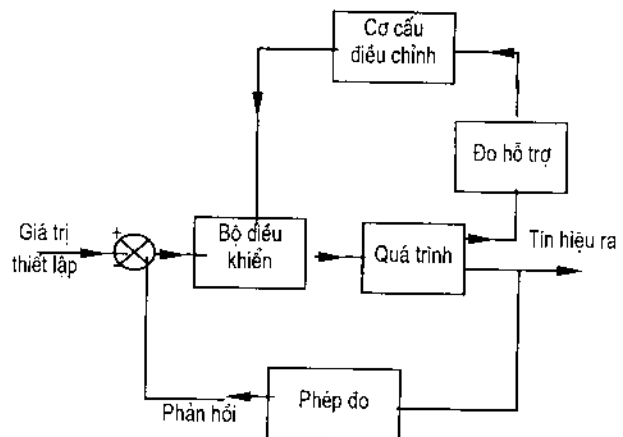
3. Phương thức hệ thống điều khiển và các tham số được tự động hiệu chỉnh liên tục để giảm tối thiểu chênh lệch giữa thực hiện hệ thống thực và yêu cầu.

Các hệ thống điều khiển thích nghi có một số dạng, nhưng thường được sử dụng dưới 3 dạng sau:

- Điều khiển đạt lịch trình.
- Tự điều chỉnh.
- Thích nghi tham chiếu –mẫu.

3.2.3.1. Điều khiển đạt lịch trình (gain-schedule control)

Điều khiển đạt lịch trình còn được gọi là điều khiển thích nghi được lập trình trước. Ở đây các thay đổi được đặt trước trong các tham số của bộ điều khiển trên cơ sở của một số phép đo hỗ trợ cho một số biến quá trình, hình 3.16. Trong loại điều khiển này, đại lượng đạt được là tham số gốc đã được thiết lập trước, ví dụ như hằng số tỉ lệ K_p . Nhược điểm của hệ

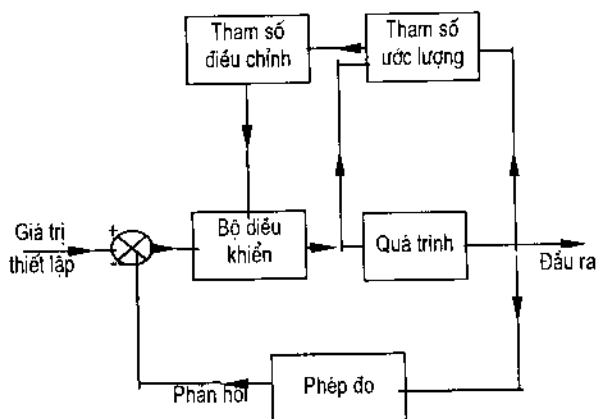


Hình 3.16: Điều khiển đạt lịch trình

thống này là các tham số điều khiển phải được xác định cho một số điều kiện chức năng, để bộ điều khiển có thể chọn một tham số phù hợp với các trạng thái chung. Tuy nhiên ưu điểm của phương pháp này là các tham số có thể thay đổi nhanh khi thay đổi các điều kiện.

3.2.3.2. Điều khiển tự điều chỉnh (self-tuning control)

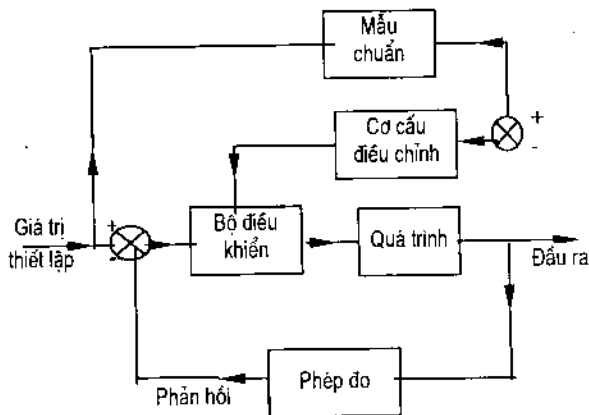
Điều khiển tự điều chỉnh là điều hoà liên tục các tham số của nó trên cơ sở giám sát các biến hệ thống đang điều chỉnh và các tín hiệu ra từ bộ điều khiển, hình 3.17. Các bộ điều khiển PID lưu hành trên thị trường hiện nay là loại điều khiển này.



Hìn3.17: Điều khiển tự điều chỉnh

3.2.3.3. Hệ thống thích nghi tham chiếu - mẫu (model-reference adaptive systems)

Trong hệ thống thích nghi tham chiếu- mẫu, một hệ thống mẫu chính xác (gọi là mẫu chuẩn) được phát triển. Khi đó giá trị thiết lập được sử dụng như là đầu vào của cả hệ thống thực và hệ thống mẫu. Chênh lệch giữa đầu ra của hai hệ thống này được so sánh và được sử dụng để chỉnh tham số của bộ điều khiển nhằm giảm tối thiểu sự chênh lệch. Hình 3.18 minh hoạ sơ đồ khối cấu trúc của hệ thống này.

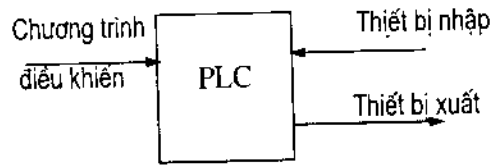


Hình 3.18: Hệ thống thích nghi tham chiếu- mẫu

3.3. BỘ ĐIỀU KHIỂN LOGIC KHẢ TRÌNH (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER- PLC)

Bộ điều khiển logic khả trình được (PLC) là bộ điều khiển trên cơ sở một bộ vi xử lí (hình 3.19), sử dụng bộ nhớ khả trình để lưu các chỉ lệnh và thực hiện các chức năng như : logic, sắp thứ tự, đặt thời gian, đếm và thực hiện các phép tính số học để điều khiển thiết bị và quá trình. Thuật ngữ logic được sử dụng vì

việc lập trình liên quan trước hết đến thực hiện logic và chuyển mạch các hoạt động. Các thiết bị đầu vào (ví dụ, các công tắc) và các thiết bị đầu ra (ví dụ, động cơ) trong hệ thống



Hình 3.19 : Bộ điều khiển logic khả trình

được nối với PLC. Người vận hành đưa tuần tự các chỉ lệnh của chương trình vào bộ nhớ của PLC. Bộ điều khiển giám sát các đầu xuất/nhập theo chương trình, qua đó điều khiển thiết bị hoặc quá trình.

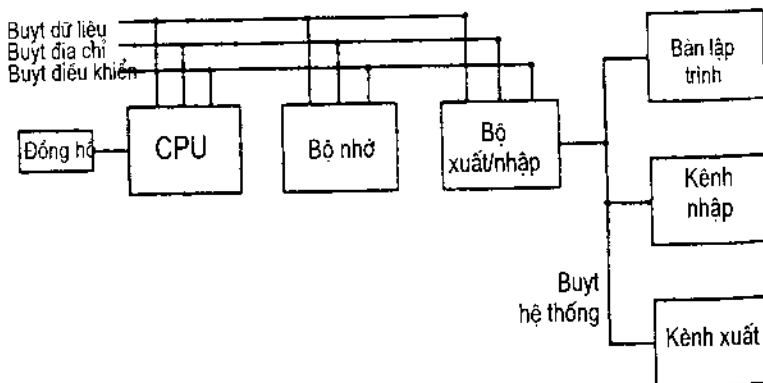
PLC được thiết kế xuất phát từ ý muốn thay thế hệ thống rơ le dây cứng và hệ thống điều khiển logic bấm giờ. Lợi thế của PLC là có khả năng thay đổi cả hệ thống điều khiển không cần phải đi lại dây cho thiết bị xuất/nhập mà chỉ cần nâng cấp bằng một bộ lệnh khác. Kết quả là một hệ thống linh hoạt có thể được sử dụng để điều khiển hệ thống, làm thay đổi trạng thái và tính phức tạp của hệ.

PLC tương tự như máy vi tính nhưng có những đặc điểm sử dụng sau:

1. Khỏe và được thiết kế cho môi trường rung, nhiệt, ẩm và ồn.
2. Giao diện đầu nhập và đầu xuất nằm trong bộ điều khiển.
3. Dễ lập trình và trình ngôn ngữ dễ hiểu. Lập trình liên quan chủ yếu tới các hoạt động logic và chuyển mạch.

3.3.1. Kết cấu cơ sở của PLCs

Hình 3.20 thể hiện kết cấu cơ sở phía trong của một bộ PLC, chủ yếu gồm một hệ xử lý trung tâm (CPU), bộ nhớ và mạch xuất/nhập.



Hình 3.20: Cấu trúc của bộ điều khiển khả trình (PLC)

CPU điều khiển và xử lý tất cả các hoạt động trong PLC, được cấp với một đồng hồ tần số thường trong khoảng $1 \div 8$ MHz. Tần số này quyết định tốc độ hoạt động của PLC, định thời gian và đồng bộ hoá (synchronisation) tất cả các thành phần trong hệ thống. Một hệ thống buyt chuyển thông tin và dữ liệu tới và từ CPU, bộ nhớ và khối xuất/nhập.

Bộ nhớ của PLC:

- + ROM để lưu vĩnh cửu hệ thống vận hành và dữ liệu cố định.
- + RAM để lưu chương trình người sử dụng và lưu đệm tạm thời những thông tin từ các kênh nhập/xuất. Các chương trình trong RAM có thể thay đổi bởi người sử dụng, tuy nhiên để tránh mất các chương trình này khi ngắt điện, một nguồn pin được sử dụng trong PLC để giữ nội dung của RAM trong một thời gian. Sau khi một chương trình được phát triển trong RAM, nó có thể được tải vào một chip nhớ EPROM và để luôn ở đó. Đặc tính kĩ thuật của những bộ PLCs cỡ nhỏ là dung tích bộ nhớ theo giới hạn số bước chương trình lập có thể được lưu. Bước của chương trình là một chỉ lệnh cho một số sự kiện xảy ra. Một thao tác của chương trình có thể bao gồm một số các bước.

Bộ xuất/nhập cung cấp giao diện giữa hệ thống và thế giới bên ngoài. Chương trình được đưa vào bộ xuất/nhập từ một panen như bàn phím với màn hình tinh thể lỏng hay khối hiển thị trực quan (VDU). Chương trình cũng có thể đưa vào hệ thống thông qua máy tính PC trung gian có phần mềm thích hợp. Các kênh xuất/nhập cung cấp cả các chức năng điều hoà tín hiệu và bảo vệ, như vậy các cảm biến và cơ cấu chấp hành có thể nối trực tiếp vào chúng mà không cần thiết qua các mạch trung gian khác. Thường điện áp đầu vào là 5V và 24V, điện áp đầu ra là 24V và 240V. Các đầu ra thường được định cụ thể là loại role, tranzito hoặc triac. Với loại role, tín hiệu ra của PLC được sử dụng để vận hành role, có khả năng chuyển dòng chỉ vài ampe trong một mạch ngoài. Role cách ly PLC khỏi mạch ngoài, tuy nhiên chúng lại thường thao tác chậm. Đầu ra loại tranzito sử dụng một tranzito để chuyển dòng thông mạch ngoài, cho khả năng chuyển mạch nhanh hơn. Các khoang cách ly (optoisolator) được sử dụng với các bộ chuyển mạch tranzito để tạo cách ly giữa mạch ngoài và PLC. Các đầu ra triac có thể được sử dụng để điều khiển tải ngoài, loại được nối với nguồn cấp AC. Trong trường hợp này, optoisolator cũng được sử dụng làm bộ cách ly.

3.3.2. Xử lý đầu xuất/nhập:

PLC thực hiện một chương trình theo thứ tự tóm tắt sau :

1. Quét các dữ liệu nhập kết hợp lại với một nấc của thang chương trình.
2. Giải quyết hoạt động logic liên quan đến các dữ liệu nhập đó.
3. Thiết lập/ thiết lập lại các dữ liệu xuất cho nấc thang đó.
4. Chuyển sang nấc tiếp theo và lặp lại bước 1,2,3.
5. Chuyển sang nấc tiếp theo và lặp lại bước 1,2,3.
6. Chuyển sang nấc tiếp theo và lặp lại bước 1,2,3.

Cứ như vậy cho đến nấc cuối của thang, kết thúc chương trình.

Có hai phương pháp để xử lý đầu xuất/nhập: cập nhật liên tục và sao chép lượng lớn tín hiệu xuất nhập.

Cập nhật liên tục:

CPU quét các kênh nhập khi chúng xuất hiện trong chỉ lệnh chương trình. Mỗi điểm vào được phân tích riêng và tác động của chúng thuộc chương trình được xác định. Một trì hoãn (thường khoảng 3 ms) sẽ được cài khi thực hiện phân tích mỗi đầu vào để đảm bảo rằng chỉ các tín hiệu vào hợp lệ được bộ vi xử lý đọc. Sự trễ này cho phép bộ vi xử lý tránh đếm một tín hiệu hai lần. Một lượng các tín hiệu vào phải được quét, mỗi tín hiệu vào với 3 ms trễ, trước khi chương trình có chỉ lệnh cho thực hiện một hoạt động logic và xuất một tín hiệu ra. Các đầu ra bị chốt như vậy, giữ trạng thái của chúng cho đến lần cập nhật tiếp theo.

Sao chép lượng tín hiệu xuất/nhập:

Vì xử lý cập nhật liên tục có 3 ms trễ đối với mỗi đầu vào nên thời gian để phân tích cho hàng nghìn điểm nhập/xuất có thể trở nên khá dài. Để thực hiện một chương trình nhanh hơn, một vùng đặc biệt của RAM được sử dụng làm vùng lưu đệm (buffer store) giữa điều khiển logic và thiết bị xuất/nhập. Mỗi một đầu vào /ra, có một địa chỉ trong bộ nhớ này. Tại bắt đầu mỗi chu kỳ chương trình, CPU quét toàn bộ tín hiệu vào và chép trạng thái của chúng vào các địa chỉ nhập/xuất trong RAM. Khi thực hiện chương trình, dữ liệu nhập đã lưu được đọc từ RAM theo yêu cầu và các thao tác logic được thực hiện. Kết quả, các tín hiệu xuất được lưu lại vùng nhập/xuất của RAM. Tại cuối mỗi chu kỳ chương trình, tất cả các tín hiệu xuất được chuyển từ RAM tới các kênh xuất thích hợp.

Các đầu xuất bị chốt như vậy, chúng giữ trạng thái của mình cho tới lần cập nhật tiếp theo.

3.3.3. Các loại PLC

PLC nhỏ

- PLC gọn, độc lập, có thể có các môđun I/O mở rộng (trong một giới hạn).
- Các điểm nhập/xuất max: 40/40.
- Bộ nhớ dành cho người sử dụng: max 1k (lượng chỉ lệnh).
- Bộ xử lí đơn.

Ví dụ, PLC nhỏ loại Misubishi F2-20MR-ES, có các đặc điểm kỹ thuật sau:

Nguồn : (Power supply)	110-120V/220-240V AC, 1 pha 50/60Hz.
Ngôn ngữ lập trình: (Program language)	Thang logic.
Dung lượng lập trình: (Programming capacity)	1000 bước.
Tốc độ thực hiện: (Execution speed)	Trung bình 7 μ s/bước.
Bộ nhớ chương trình: (Program memory)	CMOS RAM build in, có thể bổ sung EPROM.
Pin: (Battery back-up)	Pin Lithium, tuổi thọ khoảng 5 năm.
Bộ bấm thời gian: (timers)	0,1 s timer, 24 điểm on-delay timer (0,1 đến 999s). 0,01 s timer, 8 điểm on-delay timer (0,01 đến 99,9s).
Bộ đếm có khả năng nhớ: (Counter-retentive)	32 điểm, đếm thuận (down counter 0 đến 999).
Số lượng đầu vào: (Number of input)	12 điểm, tất cả được cách li.
Điện áp nhập: (Input voltage)	Build-in 24V DC, 24VDC ngoài.
Số lượng đầu ra: (Number of output)	8 điểm.
Chọn lựa đầu ra (Choice of output)	Đầu xuất role: role được cách li. Đầu xuất transito: cách li bởi opstoisolator. Đầu xuất triac: cách li bởi opstoisolator.

PLC loại trung:

- Kết cấu môđun với các môđun cắm thêm vào gá lắp ráp, được sử dụng cho lượng I/O phức tạp hoặc cho các hệ thống điều khiển liên tục
- Điểm nhập/xuất max. > 128/128
- Bộ nhớ người sử dụng > 4K (lượng chỉ lệnh)
- Các bộ điều khiển giám sát trong một hệ thống điều khiển phân quyền PLC lớn

3.3.4. Lập trình

Chương trình của PLC là một bộ chỉ thị kết hợp theo một thứ tự để cung cấp chức năng điều khiển hoặc các hoạt động trong một quá trình hoặc trong 1 thiết bị.

Loại ngôn ngữ lập trình sử dụng trong PLC được chia ra làm hai bậc: bậc cơ sở và bậc cao.

- Bậc cơ sở:

- Thuật nhớ logic (boolean mnemonics).
- Biểu đồ thang (ladder diagram).

- Bậc cao:

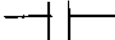
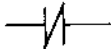
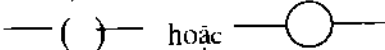
- Khối chức năng (function blocks).
- Biểu đồ tuần tự chức năng (sequential function chart), dùng chỉ cho một số PLC nhất định.

Ngôn ngữ thường có sẵn trong một PLC gồm:

- Thuật nhớ logic
- Biểu đồ thang
- Biểu đồ thang & khối chức năng
- Boolean, Biểu đồ thang & khối chức năng
- Biểu đồ thang & biểu đồ tuần tự chức năng

Kí hiệu của mạch cơ bản

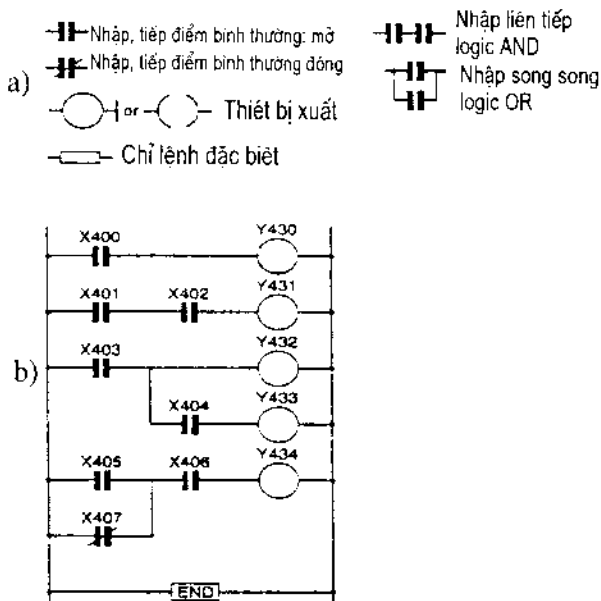
Trong biểu đồ thang thường dùng 3 mạch cơ bản là:

- Tiếp điểm mở 
- Tiếp điểm đóng 
- Đầu xuất  hoặc 

3.3.4.1. Biểu đồ thang

Lập trình PLC dựa vào việc sử dụng các biểu đồ thang, viết một chương trình tương đương với vẽ một mạch chuyển. Biểu đồ thang (hình 3.21b) được

đọc từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, bao gồm hai đường thẳng đứng thể hiện rào cấp năng lượng. Các mạch được nối là những đường ngang tựa như các nấc của cái thang. Hình 3.21a thể hiện các ký hiệu chuẩn sử dụng trong một biểu đồ thang. Các đầu nhập luôn đứng trước các đầu xuất và mỗi đường ít nhất phải có một đầu xuất. Mỗi nấc thang phải bắt đầu với một hoặc một loạt các đầu nhập và kết thúc với một đầu xuất. Các đầu nhập/ xuất được đánh địa chỉ theo nhà



Hình 3.21: Bộ điều khiển PLC (Misubishi)

a) ký hiệu tiêu chuẩn.

b) biểu đồ thang.

sản xuất PLC. Ví dụ, ở PLC của Hãng Misubishi loạt F thì các PLCs được đánh chữ X cho các thành phần đầu nhập và Y cho các thành phần đầu xuất. Địa chỉ hệ thống cho Matshushita PLC: Xn là đầu nhập, Yn là đầu xuất, Rn là role trong, Cn là counter, Tn là timer với n là địa chỉ bit.

Các chức năng logic cơ bản:

Mối quan hệ giữ giữa tín hiệu vào/ra được điều khiển bởi cổng logic (qua bảng chân lí- hình 3.22a). Các cổng này có thể là cổng AND đầu ra =1 khi tất cả các tín hiệu vào =1; OR đầu ra=1 khi một đầu vào =1; NOT chỉ có một đầu vào và một đầu ra, đầu ra =1 khi đầu vào =0 và ngược lại; NAND (kết hợp cổng NOT tiếp theo cổng AND; NOR (kết hợp cổng NOT tiếp theo cổng OR); EXCLUSIVE-OR (XOR) là một cổng OR với một cổng NOT áp lên một trong các đầu vào, đảo ngược chúng trước khi các đầu vào đến cổng OR, hoặc là một cổng AND với một cổng NOT tác động vào một trong các đầu vào để đảo ngược nó trước khi các đầu vào cổng AND, hoặc các cổng kết hợp. Trong biểu đồ thang, các hàm logic để thực hiện các nhiệm vụ được nối mạch liên tục hoặc

song song. Hình 3.22a thể hiện các mạch logic (cổng logic) cơ bản như: AND, OR, NOR, NAND, XOR bên cạnh các bảng chân lí của nó, 3.22a .

Cổng AND

Nhập		Xuất
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Cổng OR

Nhập		Xuất
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Cổng NOR

Nhập		Xuất
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

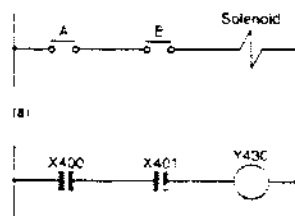
Cổng NAND

Nhập		Xuất
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

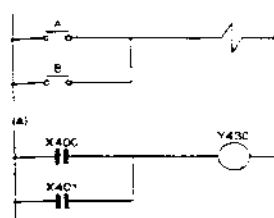
Cổng EXCLUSIVE (XOR)

Nhập		Xuất
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

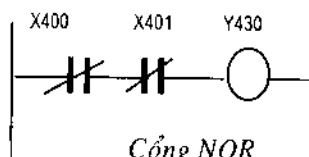
a) Bảng chân lí



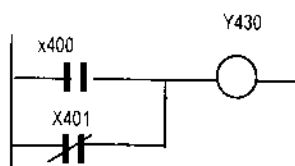
cổng AND



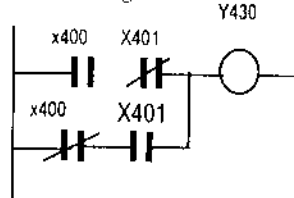
Cổng OR



Cổng NOR



Cổng NAND

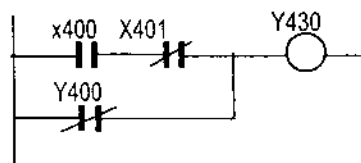


Cổng XOR

b) Hình thang- các cổng logic

Hình 3.22: Bảng chân lý - các cổng logic

Mạch nhớ (latch) là một mạch được sử dụng để chuyển tín hiệu đầu ra thành một tín hiệu liên tục nhờ hoạt động khởi xướng các tiếp điểm. Mạch nhớ đạt được khi lập trình tiếp điểm kết hợp với cuộn đầu ra song song với các đầu vào bằng cách lưu năng lượng cho một cuộn khi nguồn vào đã ngắt. Mạch này tự duy trì giữ trạng thái năng lượng như được nạp cho đến khi mạch nhận được đầu nhập khác (hình 3.23).



Hình 3.23 : Mạch nhớ

3.3.4.2. Nhập chương trình

Mỗi đường ngang (nấc của thang) thể hiện một dòng trong chương trình và toàn bộ thang có thể chuyển thành một chương trình. Chương trình có thể nạp thủ công, hoặc nạp vào bằng bàn phím có các kí hiệu dành cho các thành phần thang và bảng chương trình, sau đó các kí hiệu này được chuyển thành ngôn ngữ máy và lưu lại trong bộ nhớ của PLC.

Đối với một PLC nhỏ để nhập một chương trình thang vào trong PLC người ta sử dụng các mã gọi trí nhớ, mỗi mã tương ứng với một thành phần thang. Ví dụ: với các PLCs loại F của Mitsubishi các mã này là:

- LD: Bật đầu một nấc với một tiếp điểm mở.
- OUT: Một đầu ra.
- AND: Một thành phần nối tiếp/ chỉ lệnh logic AND.
- OR: Các thành phần song song/ chỉ lệnh logic OR.
- I: Chỉ lệnh logic NOT, I được sử dụng trong liên kết với các chỉ lệnh khác để hiển thị sự ngược lại.
- ORI: Chức năng logic OR NOT.
- ANI: Chức năng logic AND NOT.
- LDI: Khởi đầu một nấc thang với tiếp điểm đóng.
- ANB: AND được sử dụng với hai mạch nhỏ.
- ORB: OR được sử dụng với hai mạch nhỏ.
- RST: Đặt lại thanh ghi dịch chuyển /bộ đếm.
- SHF: Chuyển dịch
- K: Chèn một hằng số
- END: Kết thúc thang.

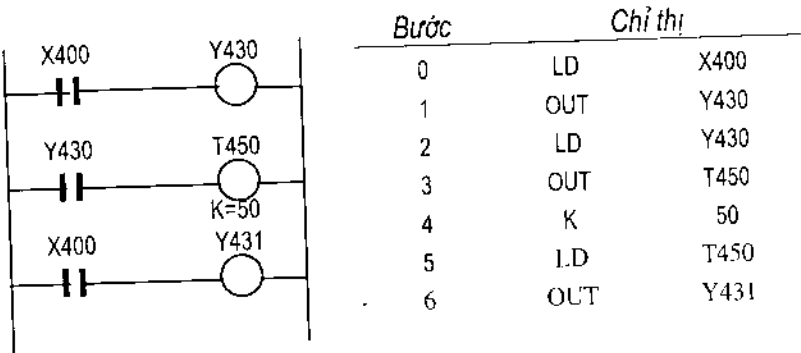
Mã thuật nhớ của các nhà sản xuất khác nhau là khác nhau nhưng không khác nhiều. Ngày nay các bộ điều khiển PLC được cấp kèm theo thiết bị lập trình (lập trình thủ công, thiết bị lập trình công nghiệp, lập trình trên cơ sở máy tính)

Các mạch bấm thời gian, đánh dấu, đếm (timer, marker and counter): Nhiều công việc cần đến trì hoãn thời gian hoặc đếm sự kiện. Những yêu cầu này có thể thoả mãn được bởi các mạch bấm thời gian (timer), đếm (counter), hoặc đánh dấu (marker). Những mạch này tạo nên đặc trưng của PLC. Chúng có thể được điều khiển bởi các chỉ lệnh logic và thể hiện trên biểu đồ thang. Hệ thống đánh số sử dụng cho các chức năng này khác nhau tùy theo các nhà sản xuất. Ví dụ, Timer/T, Marker/M, Counter/C.

Thuật ngữ *điểm* (point) được sử dụng cho một điểm dữ liệu là thành phần đếm, ghi hoặc trì hoãn thời gian. Như vậy 16 điểm (points) cho timer có nghĩa là có 16 mạch timer. Thuật ngữ *trì hoãn* (delay-on) được sử dụng để thể hiện kiểu mạch bấm giờ chờ cho đến một thời gian trễ cụ thể trước khi được mở.

Mạch bấm thời gian (timer)

Mạch bấm thời gian (timer) là các chỉ thị đầu ra, được sử dụng để kích hoạt hoặc huỷ kích hoạt một thiết bị sau một khoảng thời gian hết hiệu lực. Mạch timer được coi là mạch đầu ra bên trong PLC, được định bằng khoảng được tính thời gian và các điều kiện khởi động và/hoặc dừng chức năng timer. Ví dụ, mạch bấm giờ được yêu cầu đóng một số đầu xuất sau 5 phút kể từ khi nhận được tín hiệu bắt đầu (start sign). Đa số các timer là loại tính thời gian giảm dần (tính thời gian giảm dần đến giá trị đặt). Hình 3.24 thể hiện một mạch thang 3 bậc

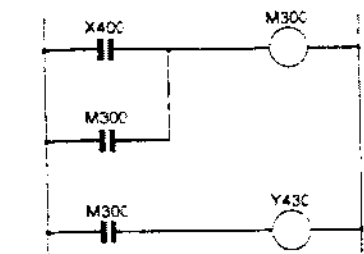


Hình 3.24: Mạch bấm thời gian và chương trình của mạch

cho timer và các dòng lệnh của chương trình tương ứng. Khi tiếp điểm X400 đóng, đầu ra Y430 được cấp năng lượng; khi đóng kết hợp tiếp điểm Y430, khởi động bộ bấm thời gian (timer) T450, nó sẽ đóng tiếp điểm T450 (bình thường ở trạng thái mở) chậm 5 giây (k=50). Khi mở tiếp điểm của timer, Y431 được đóng mạch.

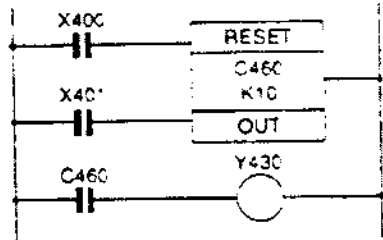
Mạch đánh dấu (marker):

Maker có thể coi như một cờ (flag) hoặc một role trong (internal relay) PLC. Các mạch maker được sử dụng để xác định logic điều khiển, bổ sung để thực hiện tuần tự đóng mạch và đơn giản hoá những mạch logic phức tạp. Một số maker được cấp pin nuôi (battery back-up) để khởi động hoặc đóng an toàn thiết bị trong trường hợp khẩn cấp (lỗi nguồn cấp). Hình 3.25 thể hiện sơ đồ thang sử dụng maker và các khối lệnh chương trình tương ứng: khi tiếp điểm X400 đóng, cuộn dây role trong M300 (địa chỉ của một role nuôi pin M300) được cấp năng lượng. Như vậy tiếp điểm M300 được đóng và ngay cả khi X400 mở do có sự cố nguồn, tiếp điểm M300 vẫn được cấp năng lượng. Điều này có nghĩa rằng, đầu ra được điều khiển bởi M300 được cấp năng lượng cho dù có sự cố nguồn.



Bước	Chỉ thị	
0	LD	X400
1	OR	M300
2	OUT	M300
3	LD	M300
4	OUT	Y300

Hình3.25: Maker và text chương trình



Bước	Chỉ thị	
0	LD	X400
1	RST	C460
2	LD	X401
3	OUT	C460
4	K	10
5	LD	C460
6	OUT	Y430

Hình 3.26 : Counter và text chương trình

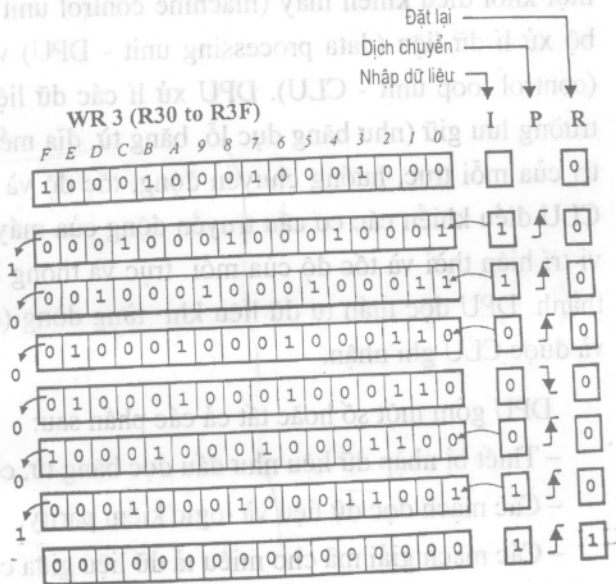
Mạch (bộ) đếm (Counter)

Counter được sử dụng khi có yêu cầu đếm một số lượng cụ thể các hoạt

động tiếp xúc (ví dụ , thường hoạt động theo kiểu đếm thuận (down counter), tức đếm từ giá trị thiết lập trước đến 0, tức các kết quả được trừ dần khỏi giá trị đặt. Khi đạt giá trị 0, tiếp điểm counter thay đổi trạng thái. Hình 3.26 thể hiện sơ đồ thang sử dụng counter và các khối lệnh chương trình tương ứng. Ngay tức khắc khi tiếp điểm X430 đóng, counter được đặt một giá trị, bộ đếm sẽ đếm số xung từ tiếp điểm X401. Khi đạt được giá trị đặt (trường hợp này là 10), tiếp điểm của counter đóng. Đầu ra Y430 được bật sau khi X401 đã đạt 10 xung . Nếu ngay khi tiếp điểm X400 đóng khi bộ đếm đang đếm, counter sẽ đặt lại về 10.

Các thanh ghi dịch chuyển(shift registers)

Một số các role hỗ trợ có thể nhóm cùng nhau để hình thành thành ghi, cấp vùng lưu các bit đơn. Như vậy thanh ghi 8 bit thì sử dụng 8 thanh ghi phụ. Thanh ghi dịch chuyển được sử dụng vì các bit có thể dịch chuyển dọc theo từng bit một về bên trái khi có một tín hiệu thích hợp nhập vào thanh ghi. Một thanh ghi dịch chuyển thường có 3 đường điều khiển sau (hình 3.27):



Hình 3.27 : Thanh ghi

- Đường nhập dữ liệu (data input line-I) cho phép bit dữ liệu theo tuần tự vào thanh ghi.
- Đường dịch chuyển (shift line-P) dịch chuyển dữ liệu dọc theo thanh ghi.
- Đường đặt lại dữ liệu (reset line-R) đặt lại tất cả dữ liệu trong thanh dịch chuyển trong lúc hoạt động.

Trong đồ thị thang, thanh ghi dịch chuyển được lập trình với lệnh SFT (shift). Sự tiện ích của thanh ghi dịch chuyển là nó có khả năng kiểm soát các mạch hoặc các thiết bị khác thông qua các tiếp điểm thanh ghi dịch chuyển được kết hợp, tác động bởi dịch chuyển dữ liệu qua thanh.

3.4. ĐIỀU KHIỂN CNC

3.4.1. Nguyên lí của điều khiển số (numerical control)

Bộ điều khiển NC là bộ điều khiển trên cơ sở máy tính (computer numerical control- CNC) được sử dụng nhiều trong điều khiển máy công cụ. Từ nguyên lí điều khiển số (numerical control) tức điều khiển trực tiếp hành động của máy công cụ bằng dữ liệu số, bộ điều khiển phải có khả năng tự động biên dịch ít nhất là một số đoạn của dữ liệu đó. Dữ liệu số chính là chương trình người sử dụng lập để gia công chi tiết.

Một hệ thống điều khiển số máy công cụ bao gồm một khối máy công cụ và một khối điều khiển máy (machine control unit - MCU). MCU phân tiếp thành bộ xử lí dữ liệu (data processing unit - DPU) và bộ điều khiển vòng phản hồi (control loop unit - CLU). DPU xử lí các dữ liệu mã hoá được đọc từ các môi trường lưu giữ (như băng đục lỗ, băng từ, đĩa mềm...) chuyển các thông tin về vị trí của mỗi trục, hướng chuyển động, tốc độ và các chức năng hỗ trợ tới CLU. CLU điều khiển các cơ cấu truyền động của máy, nhận các tín hiệu phản hồi về vị trí hiện thời và tốc độ của mỗi trục và thông báo khi một hoạt động đã hoàn thành. DPU đọc tuần tự dữ liệu khi từng dòng (chương trình) đã thi hành xong và được CLU ghi nhận.

DPU gồm một số hoặc tất cả các phần sau:

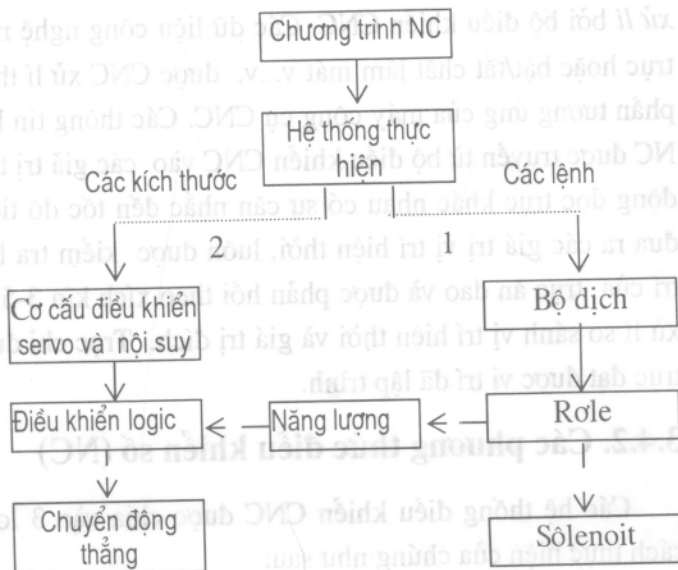
- Thiết bị nhập dữ liệu như đầu đọc băng từ, cổng RS-232.
- Các mạch đọc dữ liệu và logic kiểm parity.
- Các mạch giải mã cho miêu tả dữ liệu giữa các trục điều khiển.
- Một trình soạn thảo.

CLU gồm:

- Bộ nội suy, cấp các lệnh chuyển động máy giữa các điểm dữ liệu để cho chuyển dịch dụng cụ.
- Phần cứng của vòng phản hồi có điều khiển vị trí cho tất cả các trục chuyển động, ở đó mỗi trục có một vòng lặp điều khiển riêng biệt.
- Các vòng lặp điều khiển tốc độ, ở đó yêu cầu điều khiển tốc độ tiến.
- Các mạch giảm gia tốc và khử rơ.
- Điều khiển chức năng hỗ trợ như đóng/ngắt, làm mát, thay đổi chuyển động bánh răng, điều khiển đóng/ngắt trục chính.

Điều khiển máy công cụ NC thực hiện được bằng cách biên dịch mã NC thành các lệnh máy. Các mã NC có thể chia ra thành 2 nhóm lớn như thể hiện trong hình 3.28.

1. Các lệnh điều khiển các thành phần máy đơn như điều khiển động cơ, chọn tốc độ trục chính, thay dao, điều khiển đóng/ngắt tưới mát (những nhiệm vụ này được thực hiện bằng gửi xung điện tới hệ thống role hoặc mạng điều khiển logic).

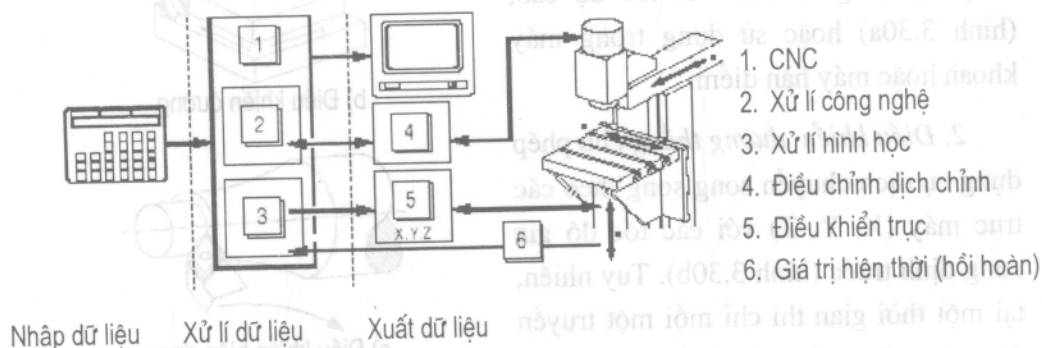


2. Các lệnh điều khiển chuyển vị tương

đối của dụng cụ đối với chi tiết. Những lệnh này bao gồm các thông tin như vị trí trục và khoảng cách phải dịch chuyển tại một đơn vị thời gian cụ thể. Chúng được biên dịch thành các lệnh máy điều khiển chuyển động, máy có thể thực hiện được. Các lệnh này được thực hiện bởi hệ thống điều khiển cơ điện tử.

Hình 3.28. Phân loại lệnh điều khiển chuyển động NC

Một minh họa được phân tích qua hệ thống điều khiển số của máy phay CNC, hình 3.29.



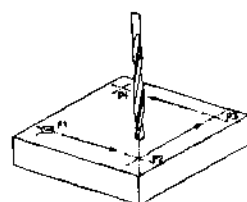
Hình 3.29. Điều khiển CNC của máy phay

Các dữ liệu mà máy công cụ cần để hoạt động và gia công chỉ tiết được viết thành chương trình NC *nhập từ bàn phím* (hình 3.29). Các dữ liệu này được xử lý bởi bộ điều khiển CNC. Các dữ liệu công nghệ như chọn dao, hướng quay trục hoặc bật/tắt chất làm mát v...v. được CNC xử lý theo xích hồ 2- 4 tới thành phần tương ứng của máy công cụ CNC. Các thông tin hình học của chương trình NC được truyền từ bộ điều khiển CNC vào các giá trị thiết lập cho các bộ truyền động dọc trục khác nhau có sự cân nhắc đến tốc độ tiến dao. Các chuyển dịch đưa ra các giá trị vị trí hiện thời, luôn được kiểm tra liên tục bởi vòng kiểm vị trí của trục ăn dao và được phản hồi theo xích kín 3-5; trục dụng cụ 6 –3, bộ vi xử lý so sánh vị trí hiện thời và giá trị đích. Trục chỉ được dừng lại khi vị trí của trục đạt được vị trí đã lập trình.

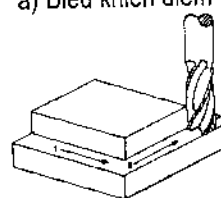
3.4.2. Các phương thức điều khiển số (NC)

Các hệ thống điều khiển CNC được chia vào 3 loại cơ bản, khác nhau ở cách thực hiện của chúng như sau:

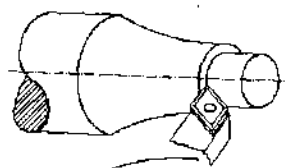
1. *Điều khiển điểm* là điều khiển chạy nhanh đến một điểm đã lập trình. Phụ thuộc vào kiểu bộ điều khiển, các truyền động trục được khởi động đồng thời hoặc tuần tự cho đến khi vị trí điểm được thiết lập (không có quan hệ hàm). Điều khiển điểm thường hay được sử dụng để định vị nhanh dụng cụ (tức di chuyển không ăn dao với tốc độ cao, (hình 3.30a) hoặc sử dụng trong máy khoan hoặc máy hàn điểm.



a) Điều khiển điểm



b) Điều khiển đường



c) Điều khiển biên dạng

2. *Điều khiển đường thẳng* cho phép dụng cụ dịch chuyển song song theo các trục máy (X, Y, Z) với các tốc độ gia công định trước (hình 3.30b). Tuy nhiên, tại một thời gian thì chỉ mỗi một truyền động trục được đưa vào hoạt động. Điều khiển đường thẳng được sử dụng để gia công các đường thẳng và các rãnh song song với các trục chính và các bộ điều khiển cắt đường thẳng thường được sử

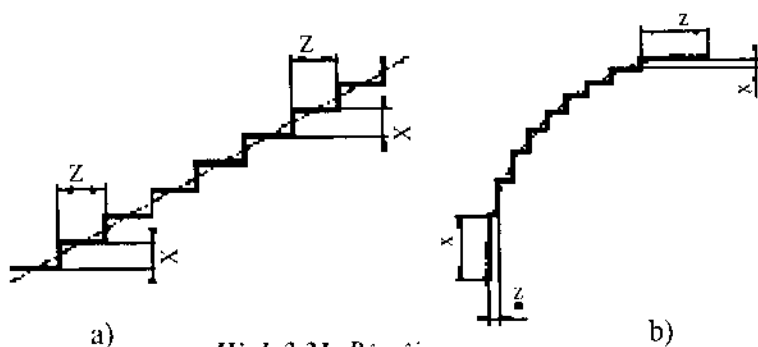
Hình 3.30: Các phương thức điều khiển

dụng trong các máy phay và máy tiện đơn giản. Các bộ điều khiển đường luôn có khả năng điều khiển điểm.

3. Điều khiển biên dạng (contur) cho phép:

- Định vị, khi di chuyển nhanh không ăn dao.
- Ăn dao theo chiều trục song song.
- Di chuyển ăn dao tới bất cứ điểm nào trên chi tiết, như theo quỹ đạo thẳng hoặc tròn (hình 3.30c).

Điều khiển contur có các mức điều khiển phụ thuộc trước hết là các kích thước trong không gian, quan hệ hàm giữa các trục để tạo nên quỹ đạo dụng cụ. Đó là điều khiển contur 2D, $2\frac{1}{2}$ D và 3D, tiếp theo là số trục có khả năng đồng thời điều khiển, từ đó CNC có thể là bộ điều khiển 4 trục hoặc 5 trục. Các bộ điều khiển sử dụng cho các máy phay CNC ngày nay là các bộ 3D.



Hình 3.31: Bộ nội suy

a) nội suy đường thẳng

b) nội suy cung tròn

Bộ nội suy

Để thực hiện dịch chuyển đồng thời các trục máy, các giá trị trung gian trên đường bao giữa điểm đầu và điểm điểm cuối phải được bộ điều khiển nội suy.

Bộ nội suy có cấu trúc của một máy tính đơn chức năng, được lắp trong CLU, tính toán theo chương trình được cài đặt sẵn trên cơ sở của giá trị tọa độ điểm đầu (xác định bởi dòng lệnh trên) và tọa độ giá trị điểm đích (xác định bởi dòng lệnh hiện thời) để nội suy các giá trị trung gian ứng với quỹ đạo dịch chuyển bởi dụng cụ. Quỹ đạo gia công thực luôn được CNC so sánh với quỹ đạo chuẩn và được hiệu chỉnh tức thời trong quá trình gia công. Bộ nội suy thực hiện 2 phép nội suy cơ bản sau:

+ Nội suy đường thẳng (tuyến tính)

Bộ điều khiển CNC sẽ tính toán chuỗi các điểm theo đường thẳng nối vị trí bắt đầu và vị trí cuối của dụng cụ. Các điểm trung gian sẽ được tính theo: $Y=Xt+b$. Trong khi dụng cụ chuyển động từ điểm này tới điểm khác thì các chuyển động chiều trục luôn được điều chỉnh sao cho dụng cụ không đi lệch so với điểm đó nhiều hơn dung sai cho phép (hình 3.31 a). Các điểm trung gian sẽ được tính bằng cách cộng liên tục các đoạn thẳng tăng thêm bằng nhau vào giá trị toạ độ của điểm đầu tiên.

+ Nội suy đường tròn (phi tuyến)

Hệ thống CNC tính toán chuỗi các điểm theo quỹ đạo đường tròn yêu cầu với phép nội suy tích phân: $Y = \int_{t_0}^{t_1} X(t)dt$ trên cơ sở toạ độ điểm đầu tiên đã xác định. Các điểm này được sử dụng để sửa các chuyển động hướng trục sao cho chuyển động tròn không đi lệch so với quỹ đạo đường tròn chính xác và không vượt quá dung sai cho trước (hình 3.31 b).

3.4.3. Lập trình NC

Chương trình NC là một văn bản (text) có cấu tạo bởi các câu chương trình (lệnh, từ, địa chỉ, giá trị) theo một dạng thức (format) xác định, chỉ thị máy công cụ NC thực hiện các nguyên công cụ thể để gia công một chi tiết.

3.4.3.1. Các phương pháp lập trình NC

❖ Lập trình thủ công

- Thực hiện tại bàn giấy, với công cụ tối thiểu (giấy, bút...).
- Chỉ lập trình được cho máy công cụ NC cụ thể (bộ điều khiển cụ thể).
- Sử dụng sổ tay công nghệ, sổ tay toán học và kinh nghiệm bản thân.

❖ Lập trình công xưởng (bán thủ công)

- Lập trình với sự hỗ trợ của bảng máy (control panel) bộ điều khiển cụ thể.
- Sử dụng bộ soạn thảo chương trình “Programeditor”.
- Sử dụng trợ giúp của kỹ thuật đồ hoạ, các menu, hội thoại và khả năng mô phỏng của bộ điều khiển.

❖ Lập trình máy, tức là lập trình với sự hỗ trợ của máy tính.

- Hệ thống được sử dụng để lập trình là hệ thống CAD/NC (tức phần mềm CAD/CAM), gồm các tích hợp giao diện CAD và bộ tiền xử lý (preprozessor), bộ vi xử lý (processor), bộ hậu xử lý (postprocessor).

- Xuất phát từ CAD-3D, preprozessor chuẩn bị thông tin hình học dưới dạng các tệp CAD (CAD- file) cho prozessor.

- Prozessor biên dịch dữ liệu hình học và công nghệ thành tệp chương trình NC nguồn (NC source program).

- Postprozessor sinh chương trình NC với ngôn ngữ tương thích bộ điều khiển cụ thể theo postprozessor được chọn lựa.

3.4.3.2. Mã G

Mã G là các chức năng chuẩn bị, được gán bởi chữ G và 2 ký tự số. Đây là mã quan trọng nhất trong lập trình NC vì hệ thống CNC có thể xử lý trực tiếp dữ liệu tọa độ theo mã G. Một số, ví dụ như định vị nhanh, nội suy chuyển động thẳng/tròn, gia công khoan đã được mã hoá công nghiệp (ISO 6983). Các mã G được phân thành loại như sau:

- G-modal (hiệu quả cho đến khi có G mới được đọc) G-nonmodal (hiệu quả chỉ trong khối).

- Chia thành các nhóm, ví dụ: nhóm chuyển động nội suy, nhóm chọn mặt phẳng, nhóm lệnh chuyển động...

Ghi chú: ngoài mã G, thường được sử dụng lập trình thủ công, một số ngôn ngữ bậc cao khác được sử dụng để lập trình công xưởng như HEIDENHAIM, ANILAM..., hoặc lập trình máy như: APT, AUTOPOST, ADAPT, EXAP v...v.

Cấu trúc chương trình NC

Tuỳ bộ điều khiển mà chương trình NC có những cấu trúc khối mang đặc điểm riêng, tuy nhiên cấu trúc một chương trình luôn như sau:

- Chương trình bao gồm các khối.
- Khối bao gồm các từ, ví dụ, N5 G1 X10 Y15 F60 M8, khối này có 6 từ.
- Từ gồm một địa chỉ và một giá trị số, ví dụ, X10 gồm địa chỉ X và giá trị 10.

Các từ được phân biệt theo:

- Số hiệu khối (con số hoặc N1 v...v.).
- Mã G (G1,G2,G3 v...v.), còn được gọi là chức năng chuẩn bị, thường thể hiện các lệnh hình học.

- Lệnh công nghệ (F, S, T).
- Mã M (M3, M6...), còn được gọi là chức năng bổ sung, thường thể hiện các lệnh máy.

Các địa chỉ thường được sử dụng trong lập trình NC, được gán bởi các chữ cái theo tiêu chuẩn DIN 66025 (tương đương ISO 6983) được liệt kê trong bảng 3.1. Mã G và các mã M theo tiêu chuẩn DIN 66025 được thể hiện trong bảng 3.2 và 3.3.

Bảng 3.1 : Các địa chỉ được sử dụng trong lập trình NC

Địa chỉ	Ý nghĩa	Địa chỉ	Ý nghĩa
A	Quay quanh trục X	M	Chức năng bổ sung
B	Quay quanh trục Y	N	Số khối (block)
C	Quay quanh trục Z	O	-
D	Bù hiệu chỉnh dao	P	Dịch chuyển lần 3 song song X
E	Lượng chạy dao lần hai	Q	Dịch chuyển lần 3 song song Y
F	Lượng chạy dao	R	Dịch chuyển nhanh theo hướng Z hoặc Dịch chuyển lần 3 song song Z
G	Chức năng chuẩn bị		
H	-	S	Tốc độ trục chính
I	Tham số nội suy hoặc bước ren song song X	T	Dụng cụ
		U	Dịch chuyển lần 2 song song trục X
J	Tham số nội suy hoặc bước ren song song Y	V	Dịch chuyển lần 2 song song trục Y
		W	Dịch chuyển lần 2 song song trục Z
K	Tham số nội suy hoặc bước ren song song Z	X	Chuyển dịch theo hướng trục X
		Y	Chuyển dịch theo hướng trục Y
L	-	Z	Chuyển dịch theo hướng trục Z

Bảng 3.2: Mã G theo DIN 66025

Mã G	Ý nghĩa
G00	Nội suy chạy thẳng nhanh
G01	Nội suy ăn dao chạy thẳng
G02	Nội suy chạy vòng, theo chiều kim đồng hồ (CW)
G03	Nội suy chạy vòng, ngược chiều kim đồng hồ (CCW)
G04	Thời gian duy trì
G09	Lập trình tại vị trí (giảm gia tốc)

Tiếp bảng 3.2

Mã G	Ý nghĩa
G10	Chuyển động thẳng, định vị nhanh trong hệ tọa độ cực
G11	Nội suy chạy thẳng trong tọa độ cực
G12	Nội suy chạy vòng trong tọa độ cực, theo CW
G13	Nội suy chạy vòng trong tọa độ cực, CCW
G20/G21	Chuyển đơn vị đo sang inch/ milimét
G22	Gọi chương trình con
G23	Phản chương trình lặp lại
G24	Lệnh nhảy vô điều kiện
G25	Chuyển động tới điểm chuẩn
G26	Chuyển động tới vị trí thay dao
G40	Tắt lệnh bù dao
G41/G42	Bù bán kính trái/ Bù bán kính phải (CRC)
G50/G51	Miêu tả quỹ đạo cuối cùng bắt đầu/kết thúc (cho tiện)
G53	Hủy bỏ dịch chuyển điểm không
G54	Dịch chuyển điểm không (theo hệ tọa độ tuyệt đối)
G55	Dịch chuyển điểm không tuyệt đối lần 1
G56	Dịch chuyển điểm không tuyệt đối lần 2
G57	Dịch chuyển điểm không tuyệt đối lần 3
G58	Dịch chuyển điểm không tuyệt đối lần 4
G59	Dịch chuyển điểm không, gia số
G90	Đo theo tuyệt đối
G91	Đo theo gia số
G92	Giới hạn tốc độ quay
G94	Tốc độ ăn dao tính bằng mm/phút
G95	Tốc độ ăn dao tính bằng mm/l vòng quay
G96	Tốc độ cắt không đổi bật/tắt (chỉ cho tiện)

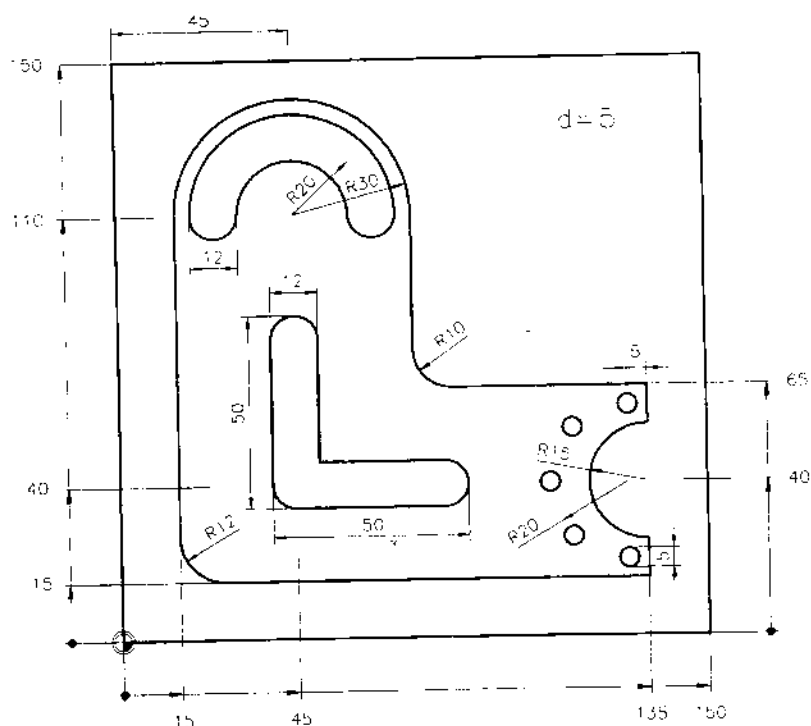
Bảng 3.3: Các từ về các chức năng bổ sung

Mã M	Ý nghĩa
M00	Dừng chương trình (ví dụ, để đo kiểm chi tiết)
M02	Kết thúc chương trình
M03	Đóng mạch trục chính, quay theo chiều kim đồng hồ
M04	Đóng mạch trục chính, quay ngược chiều kim đồng hồ
M05	Tắt quay trục chính

Tiếp bảng 3.3

Mã G	Ý nghĩa
M06	Thay dao đã được chuẩn bị sẵn (khả năng lập trước)
M07	Bật bơm chất làm mát số 1
M08	Bật bơm chất làm mát số 2
M09	Tắt bơm chất làm mát
M30	Kết thúc lập trình
M80	Huỷ tất cả các đối xứng
M81	Đối xứng theo trục Y
M82	Đối xứng theo trục X
M83	Thay đổi dấu toạ độ trục Z
M84	Đối xứng qua trục X và Y
M85	Đối xứng qua trục Y và đổi dấu trục Z
M86	Đối xứng qua trục Y và đổi dấu trục Z
M99	Kết thúc chương trình con

3.4.3.3. Ví dụ về lập trình NC



Hình 3.32: Ví dụ chi tiết để lập trình gia công.

Một ví dụ về lập trình NC cho chi tiết ở hình 3.32 được thực hiện với bộ điều khiển MillPlus, với các điều kiện sau:

- + Kích thước phôi: 150x150x15
 - + Sử dụng các dụng cụ gia công sau:
 - T1: dao phay mặt đầu $\Phi 15$
 - T2: dao phay ngón $\Phi 10$
 - T3: mũi khoan $\Phi 4$
 - T4: mũi khoan $\Phi 5$
 - + Giả thiết là phôi đã được phay phá ; các lỗ đều bằng nhau và bằng $\Phi 5$.
- Chương trình NC có thể viết như sau:

N9000	Tên chương trình
N1 G17	Xác định mặt phẳng công tác (X,Y)
N2 G54	Chuyển toạ độ máy $\rightarrow$ phôi
N3 G98 X-10 Y-10 Z10 I170 J170 K-35	Định nghĩa cửa sổ mô phỏng
N4 G99 X0 Y0 Z0 I150 Z150 K-15	Khai báo kích thước phôi
N5 F350 S2500 T1 M6	Tốc độ tiến, quay trục chính, gọi dao 1
N6 G0 X165 Y0 Z2 M3	Định vị nhanh đến vị trí (165,0,2)
N7 G1 Z-5	Dao chạy thẳng -5mm theo trục Z
N8 G43	Áp sát dao vào toạ độ
N9 Y15	Y15 tức đến điểm (165,15,-5)
N10 G41	Bù dao trái
N11 G1 X27	Phay thẳng đến X27
N12 G2 X15 Y27 R12	Phay cung đến điểm đích (15,27) theo CW
N13 G1 Y110	Phay thẳng đến Y110
G14 G2 X75 Y110 R30	Phay cung R30 đến điểm (75,110) theo CW
N15 G1 Y75	Thẳng đến Y95
N16 G3 X85 Y65 R10	Phay cung R10 đến điểm (X85,65) theo CCW
G17 G1 X135	Phay thẳng đến X135
G18 Y55	Phay thẳng đến Y55
G19 G3 X135 Y25 R15	Phay cung R15, CCW đến điểm (135,25)
N12 G1 Y0	Chạy thẳng đến Y0
N21 G40	Hủy bù dao
N22 T2 M6 F350 S 3000	Chế độ công nghệ cho T2 và gọi T2
N23 G88 X50 Y12 Z-5 B2	Định nghĩa chu kì phay rãnh then
N24 G79 X45 Y40 Z0	Xác định điểm xuống dao then ngang
N25 G79 B1=90	Xác định điểm xuống dao then dọc

N26 G0 X65 Y110 Z2	Định vị dao nhanh về vị trí (65,110,2)
N27 G1 Z-5	Ăn dao sâu 5mm
N28 G3 X25 Y110 R20	Chạy dao theo cung R20 đến (25,110)
N29 G43	Áp dao vào điểm N30 (thực hiện bù)
N30 G1 X31	Thực hiện áp dao vào X31
N31 G41	Bù dao trái
N32 G2 X59 Y110 R14	Gia công rãnh cong theo phương pháp phay
N33 G3 X71 Y110 R6	Bao hình theo biên dạng
N34 G3 X19 Y110 R26	
N35 G3 X31 Y110 R6	
N36 G40	Hủy bù bán kính
N37 F150 S2500 T3 M6	Gọi T3 và chế độ gia công với T3
N38 G81 Y2 Z-3	Định nghĩa chu kỳ khoan nông
N39 G77 X130 Y40 Z0 I90 J5 K270 R20	Xác định vị trí xuống dao và tâm các lỗ trên đường tròn R20
N40 F250 S2500 T4 M6	Gọi T4 và chế độ công nghệ
N41 G83 Y2 Z-18 I2 J1 K8	Chu kỳ khoan sâu
N42 G14 N1=39	Sử dụng lại câu lập NC ở khối N39
N43 G0 Z100 M30	Dao chạy nhanh về Z100, kết thúc chương trình.

CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ VÀ CÔNG CỤ THIẾT KẾ SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ

Các kiểu điều khiển cơ ngày nay được thay thế bằng vi xử lý. Đó có thể coi như ví dụ về giải pháp cơ điện tử (mechatronics) trong đó hệ thống cơ khí được tích hợp với hệ thống điều khiển điện tử. Kết quả là một hệ thống điều khiển cơ khí công kênh được thay thế bằng một hệ thống vi xử lý gọn hơn nhiều và có thể dễ dàng điều chỉnh thông qua các chương trình đa dạng.

Mechatronics là tập hợp một lượng công nghệ: kỹ thuật cơ khí, kỹ thuật điện tử, kỹ thuật điện, công nghệ máy tính và kỹ thuật điều khiển. Có thể coi đó là sự ứng dụng kỹ thuật điều khiển số trên cơ sở máy tính với giao diện điện và điện tử cho các vấn đề kỹ thuật cơ khí. Mechatronics tạo cơ hội để kỹ sư cơ khí có cái nhìn mới tới những vấn đề mà không phải chỉ nằm trong nguyên lý cơ khí mà phải nhìn tổng quát trong một phạm vi các công nghệ. Trước đây điện tử, v.v, đã không được coi là thành phần trụ cột trong các phần cứng cơ khí đang tồn tại. Ngày nay cần thiết phải có một cách tư duy lại về cách giải quyết yêu cầu thiết kế các sản phẩm cơ điện tử.

4.1. THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ

4.1.1. Phát triển và đánh giá sản phẩm cơ điện tử

Nguyên tắc phát triển sản phẩm

Trước tiên cần xác định *chiến lược sản phẩm*, xác định loại sản phẩm cơ điện tử mới muốn phát triển. Xét sự khác biệt so với các sản phẩm cạnh tranh, cách thức đưa công nghệ mới vào sản phẩm và các ưu tiên để phát triển.

Tiêu chí trong hình thành chiến lược sản phẩm là xem xét cẩn thận quy mô của công nghệ mới để phát triển loại sản phẩm xác định và cách quản lý công nghệ. Tiêu chí này nhận dạng các cơ hội áp dụng công nghệ mới, xác định các công nghệ trọng tâm đưa tới thành công và khởi xướng các dự án phát triển công nghệ sẽ dẫn đầu trong thị trường.

Sự phát triển công nghệ hiệu quả đúng lúc đối với thị trường có ảnh hưởng to lớn. Trong một số dự án, các công nghệ quen thuộc được ứng dụng thì được gọi là “lượng sáng tạo thấp”, trong một số dự án khác công nghệ đang ứng dụng là công nghệ đang phát triển, đòi hỏi nhiều sáng tạo được gọi là “lượng sáng tạo cao”. Cùng ngân sách và kế hoạch dự kiến tương tự thì chu kỳ phát triển của dự án “lượng sáng tạo cao” cao gấp 3 lần so với dự án “lượng sáng tạo thấp”.

Nguyên lý đánh giá

Sự đánh giá đúng đắn sẽ đưa đến khoản đầu tư phù hợp. Sự đánh giá bao gồm:

- Cơ hội thị trường và tính thích hợp của chiến lược.
- Xác định mâu thuẫn giữa phát triển sản phẩm và các chức năng kinh doanh khác để có những giải pháp trước đầu tư.

Kế hoạch sản phẩm và đặc điểm kỹ thuật

Mục đích của đặt kế hoạch và đặc điểm kỹ thuật cụ thể của sản phẩm là:

- Xác định rõ sản phẩm cơ điện tử.
- Nhận dạng các lợi thế cạnh tranh.
- Làm rõ các khả năng về chức năng.
- Xác định tính khả thi phát triển sản phẩm.
- Kiểm thử ở mức cao hơn độ chính xác dự đoán được thực hiện khi đánh giá nguyên lý.
- Lập kế hoạch cho sự nỗ lực phát triển .

Ở giai đoạn này phải làm rõ các thành phần thiết kế “ khó” để phân tích tính khả thi của chúng.

Các hoạt động đưa kế hoạch vào thực hiện là xem xét kỹ lại đặc tính kỹ thuật, các hệ thống trợ giúp sản xuất, các hệ thống dịch vụ sau sản xuất, hoàn thiện mẫu đầu tiên (prototype), xem xét tính hợp lý của kế hoạch thông qua đánh giá phê chuẩn prototype.

4.1.2. Thiết kế sản phẩm và quá trình phát triển

Quan niệm thiết kế

Thiết kế sản phẩm cơ điện tử phải tuân thủ các bước thiết kế sau:

Sự cần thiết. Xuất phát từ nhu cầu của khách hàng, thông qua nghiên cứu thị trường xây dựng thành nhu cầu của nhóm khách hàng tiềm năng.

Phân tích vấn đề. Tìm ra được bản chất thật của vấn đề thông qua phân tích. Xác định vấn đề thiếu chính xác có thể dẫn tới việc lãng phí thời gian.

Chuẩn bị đặc điểm kỹ thuật. Nêu rõ vấn đề, mọi sự thúc ép đặt trong giải pháp và các tiêu chí được sử dụng để xét chất lượng thiết kế. Khi nêu vấn đề, tất cả các chức năng được yêu cầu của thiết kế cùng mọi đặc trưng mong muốn phải được xác định rõ (như bảng kê khối lượng kích thước, loại và phạm vi chuyển động yêu cầu, độ chính xác, các yêu cầu nhập/xuất của các thành phần, giao diện, yêu cầu về năng suất, môi trường hoạt động, các tiêu chuẩn liên quan

và các quy chuẩn thực tiễn, v.v.v.).

Tạo ra giải pháp khả thi. Các giải pháp vạch ra được chuẩn bị và tiến hành đủ cụ thể để biểu lộ cách thức thu được từng chức năng được yêu cầu. Xem xét các khả năng thay thế cơ- điện tử trên mọi khía cạnh kinh tế – kĩ thuật.

Lựa chọn các giải pháp phù hợp. Đánh giá các giải pháp khác nhau để chọn ra giải pháp phù hợp nhất.

Thiết kế chi tiết. Cụ thể hoá thiết kế đã chọn. Có thể cần sản xuất mẫu thử (prototyping) hoặc mô hình hoá để xác định các chi tiết tối ưu của một thiết kế.

Thiết kế gia công. Chuyển bản vẽ đã chọn thành bản vẽ gia công, biểu đồ mạch, v.v.v, sao cho các chi tiết có thể chế tạo được.

Các xu hướng thiết kế

Thiết kế cơ khí, phần cứng, mạch, phần mềm đồng thời là đặc điểm trong phát triển sản phẩm cơ điện tử. Các xem xét cho *thiết kế đồng thời (concurrent design)* là:

+ *Khả năng lắp ráp:* tạo cho sản phẩm khả năng lắp ráp dễ dàng, giảm thời gian chu kì trong sản xuất, điều này gồm:

- Tránh lắp ráp chặt. Cần trọng với dung sai tích lũy tại các chi tiết ghép nối.
- Thiết kế các chi tiết định hướng để tối thiểu hoá các động tác thủ công.
- Tránh sử dụng các chi tiết làm rối, nêm cứng hoặc mất phương hướng.
- Kết hợp chắc chắn đối xứng, trọng tâm thấp, các bề mặt dẫn hướng, các đặc tính dễ nhận dạng, các điểm nắm và điều khiển trong thiết kế chi tiết.
- Xem xét các loại chuyển động của người và thiết bị lắp sản phẩm, đơn giản hoá các chuyển động đó.
- Thiết kế đồng thời sản phẩm và quy trình.
- Cố gắng đưa sản phẩm về dạng lắp ráp trực.
- Tạo khả năng điều chỉnh dễ dàng hoặc loại bỏ việc điều chỉnh hoàn toàn.

* Thiết kế khả năng lắp ráp là nhiệm vụ của các nhà thiết kế mỹ thuật công nghiệp theo tư vấn của các nhà thiết kế mạch điện, thử nghiệm, kỹ thuật công nghiệp và chế tạo.

+ *Khả năng chế tạo.* Tìm kiếm giải pháp tối thiểu hoá mức phức tạp chế tạo thông qua giảm số lượng chi tiết. Điều này đồng nghĩa với giảm sai sót lắp ráp, nâng cao chất lượng sản phẩm. Ngoài ra còn cho độ tin cậy cao hơn, chi phí tuổi thọ thấp hơn, tiết kiệm sức lao động thiết kế; giảm khâu mua bán, vận chuyển, lưu kho, chờ.

* Kỹ sư chế tạo có ảnh hưởng lớn tới các kỹ sư thiết kế mỹ thuật công nghiệp, kỹ sư điện tử trong quá trình thiết kế để tối ưu hoá số lượng chi tiết trong sản phẩm cơ điện tử cuối cùng.

+ *Khả năng kiểm*: thiết kế sản phẩm sao cho có thể thử nghiệm dễ và hiệu quả. Khả năng thử nghiệm của thiết kế thể hiện bằng số phần trăm của các chức năng được phủ bởi các mũi kiểm. Các yếu tố đặc biệt để thiết kế cho khả năng kiểm là:

- Tính toán độ phủ thử nghiệm và các yêu cầu về thời gian.
- Sử dụng các thành phần kiểm gắn liền vào sản phẩm.
- Phân chia, ngăn mạch để đạt được hiệu quả kiểm cao nhất.
- Thiết kế điểm truy cập kiểm.
- Thiết kế thành phần truy cập.
- Thiết kế mạch và phân cứng.
- Thiết kế phản hồi thị nếu có sự cố.
- Cân đối thiết bị kiểm hiện có với khả năng kiểm các thiết kế.
- Nắm vững khả năng xảy ra sai sót có thể chấp nhận và thời gian để sửa chữa.
- Triển khai trong chế tạo các vectơ kiểm nghiệm tương thích.
- Thiết kế các công cụ có thể kết hợp trợ giúp kiểm nghiệm.

* Kỹ sư phân mềm, kỹ sư thiết kế mạch và kỹ sư thử nghiệm cùng làm việc để tối ưu hoá khả năng thử nghiệm của thiết kế với sự giúp đỡ và tư vấn của kỹ sư công nghiệp.

+ *Khả năng dịch vụ*. Xem xét khả năng dịch vụ đối với sản phẩm trong chu kỳ sống của nó. Đối với sản phẩm cơ điện tử giá thấp (low cost mechatronics) vấn đề này không cần chú ý vì phương án thay mới có thể là tiết kiệm hơn. Một số thành phần đặc biệt cho thiết kế khả năng dịch vụ là:

- Thiết kế hiển thị sự cố.
- Thiết kế chẩn đoán từ xa.
- Xét độ phủ chuẩn đoán và khả năng thực hiện, làm báo cáo.
- Xác định các yêu cầu về khả năng cụm thay thế.
- Tối thiểu hoá thời gian sửa chữa.
- Tăng thời gian trung bình của các cuộc gọi vì sự cố.
- Thiết kế phục vụ cho khả năng kết nối trong trường hợp khẩn.
- Thiết kế dễ tháo rời.

* Chịu trách nhiệm thiết kế phần này là kỹ sư kiểm nghiệm và kỹ sư phân mềm kết hợp với kỹ sư tiếp thị.

+ *Thiết kế quốc tế*. Thiết kế sao cho không những được chấp nhận ở thị trường nước chủ nhà mà còn có thể tối thiểu được giá cả theo yêu cầu khách hàng ngoài nước. Đó là cách thiết kế theo môđun, dễ tích hợp theo yêu cầu của quốc gia mua sản phẩm. Các chi tiết và các tùy chọn được kết hợp chặt chẽ trong thiết kế để dễ chuyển đổi từ nước này sang nước khác. Các tham số tác động đến thiết kế quốc tế là:

- Tiêu chuẩn khác nhau giữa các nước.
- Các yêu cầu khác nhau về năng lượng.
- Các vấn đề bản quyền. Các tiêu chuẩn đa dạng về an toàn và môi trường.
- Giao diện với người sử dụng đối với các chuẩn văn hoá khác nhau.
- Rào cản ngôn ngữ và các khó khăn giao tiếp khác.

Thiết kế xanh. Thiết kế sản phẩm chú ý đến tác động của nó đến môi trường. Giảm thiểu tác động thông qua giải phóng bao gói, sử dụng vật liệu có thể tái sử dụng v...v.

4.2. MỘT SỐ CÔNG CỤ CHỦ YẾU THIẾT KẾ SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ.

4.2.1. Công cụ thiết kế cơ khí

Công cụ thiết kế ngày càng trở nên quan trọng, đặc biệt ở những lĩnh vực sản phẩm cơ điện tử thay đổi nhanh theo yêu cầu sử dụng (ví dụ, trong công nghiệp tiêu dùng, một của sản phẩm có xu hướng thay đổi trong khoảng 6÷12 tháng). Các công cụ này đẩy nhanh đáng kể quá trình thiết kế cơ khí. Mỗi kiểu thiết kế có thể được môđun hoá và lưu lại trong một thư viện chi tiết cơ khí. Khi phát triển một sản phẩm cơ điện tử mới, kỹ sư cơ khí có thể rút những môđun yêu cầu từ cơ sở dữ liệu và thay đổi chúng phù hợp cho sản phẩm cơ điện tử mới. Công cụ thiết kế ngày nay còn có khả năng tạo ra các loại khuôn mẫu cho sản phẩm. Sau đó chúng có thể được trang bị điện tử bởi các hệ thống có bán sẵn để xem xét và chỉnh đổi trong chu kỳ phát triển công cụ, khả năng này có thể giảm được 2÷3 tuần tiến trình hiệu chỉnh sản phẩm cơ điện tử.

4.2.2. Tạo mẫu nhanh (rapid prototyping)

Tạo mẫu nhanh là một công cụ thiết kế phát triển rất mạnh, sử dụng để chế tạo mẫu vật lí trong vài giờ hoặc vài ngày (tùy theo độ phức tạp và kích thước) thậm chí trong vài tháng. Tạo mẫu nhanh cho phép người thiết kế quan sát và vận hành các thành phần rất gần với sản phẩm cuối. Tạo mẫu nhanh hay

được sử dụng khi sản phẩm cơ điện tử mới sẽ được sản xuất loạt lớn. Mục đích của tạo mẫu nhanh là:

- Gỡ lỗi cho sản phẩm cuối.
- Kiểm hình dáng và khớp các chi tiếp lắp ghép, mối nối.
- Kiểm dòng khí và chất lỏng, nhiệt, độ cứng và tính chất cơ học.
- Làm mẫu những bộ phận khó hình dung của thiết kế.
- Làm sáng tỏ các lỗi kích thước.
- Minh chứng khả năng chế tạo.
- Kiểm nghiệm phản ứng của khách hàng đối với sản phẩm.

4.2.3. Công cụ thiết kế điện

Công cụ thiết kế điện chuyển các đặc tính thiết kế thành gói đầu ra để phát triển các bảng mạch. Các công cụ kiểu này có thể áp dụng cho hầu hết các công việc trong quá trình thiết kế phần cứng: phân tích chọn lựa chi tiết, lập các sơ đồ, mô phỏng thiết kế, phát triển danh sách các mạch và lập danh sách các chi tiết.

4.2.4. Công cụ phát triển các mạch in

Công cụ phát triển mạch in thường được các kỹ sư điện trong trung tâm CAD sử dụng. Đầu vào của những công cụ này là đầu ra của gói công cụ thiết kế kỹ thuật như: các sơ đồ, danh sách mạch và các đồ thị khối logic. Các công cụ phát triển được sử dụng để đưa các thông tin đó vào tư liệu phát triển bản mạch in hoàn chỉnh dùng cho chế tạo. Các công cụ phát triển này tự động việc thay thế các thành phần trên bản mạch hoặc lớp cơ sở, sau đó vạch tuyến các chỗ nối giữa các thành phần và các mối nối đầu nhập/xuất trên bảng hoặc con chip. Các công cụ này cũng được sử dụng để phân tích tiêu thụ năng lượng và mức nhiệt chấp nhận của các thành phần và các mạch kết hợp để tránh các vấn đề xảy ra trong thiết kế.

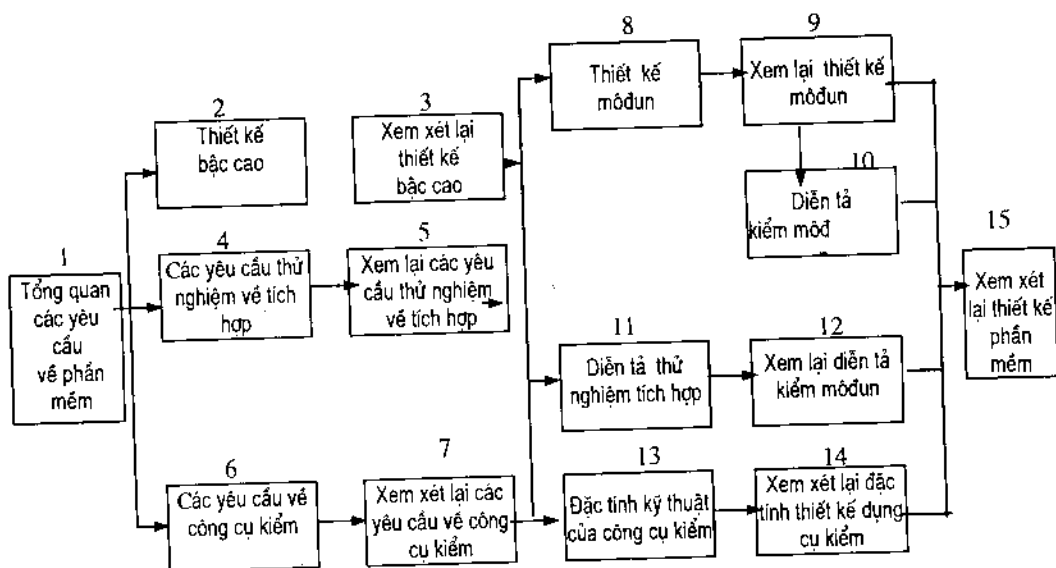
4.2.5. Công cụ mô phỏng

Mô phỏng phần cơ hoặc điện của thiết kế để phân tích và đánh giá đặc tính hoạt động xem thiết kế có hoạt động như mong muốn không. Công cụ mô phỏng được thực hiện bởi một mô hình phần mềm, thể hiện phần hệ thống sản phẩm dự định xây dựng. Mô phỏng rút ngắn được chu kỳ thiết kế, loại trừ sự cần thiết tạo mẫu nhanh mở rộng, giảm thời gian lập và thử nghiệm chương trình, giảm thời gian gỡ lỗi khi kiểm tích hợp phần cứng và mềm. Thiết kế một sản phẩm điện tử có thể mô phỏng tại nhiều lớp: thành phần, mạch, bảng mạch hoặc hệ thống.

4.2.6. Kỹ thuật phần mềm được hỗ trợ bởi máy tính

Các công cụ kỹ thuật phần mềm có trợ giúp của máy tính là các phương tiện giúp ứng dụng các phương pháp làm việc khoa học vào quá trình phát triển phần mềm, chúng là các công cụ tự động để hoạch định, phân tích và thiết kế phần mềm. Chúng loại bỏ các mức thấp (các mức này được tự động sinh theo lịch trình thường lệ), các công việc vất vả mất thời gian như lập cơ sở dữ liệu v.v, cho phép kỹ sư chú trọng vào công việc thiết kế phần mềm trước khi viết mã, tập trung vào những vấn đề trọng tâm của họ, tăng thời gian để để làm rõ những vấn đề thiết kế hệ thống, giải pháp phù hợp thay vì bắt tay ngay vào công việc viết mã.

Hình 4.1 thể hiện lưu đồ công việc của các bước thiết kế phần mềm. Thiết kế bậc cao được thực hiện và kiểm tra trước khi thiết kế môđun. Sau đó thiết kế và kiểm tra môđun được thực hiện. Lưu đồ cũng thể hiện rằng kế hoạch hợp lý cho thử nghiệm được tiến hành song song chứ không phải sau khi đã hoàn thiện mã hoá chương trình.



Hình 4.1. Các công việc cho các bước thiết kế phần mềm

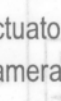
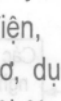
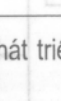
4.3. THỦ TỤC THIẾT KẾ ĐỒNG THỜI CHO HỆ THỐNG CƠ ĐIỆN TỬ

Các bước thiết kế

Bảng 4.1 thể hiện 5 bước phát triển quan trọng cho hệ thống cơ điện tử, xuất phát từ hệ thống cơ khí thuần túy và kết quả là hệ thống cơ điện tử tích hợp.

Cường độ của từng bước phát triển phụ thuộc vào hệ thống cơ khí ! Ví dụ như đối với cơ khí chính xác, hệ thống tích hợp cơ điện tử hoàn toàn rõ rệt. Còn ở máy móc/thiết bị thì đầu tiên, thiết kế cơ điện tử cho các thành phần của nó, tiếp theo thiết kế lại các chi tiết của kết cấu toàn bộ .

Bảng 4.1. Năm bước phát triển quan trọng của hệ thống cơ điện tử

TT	Miêu tả	Cơ khí chính xác	Các bộ phận khí	Máy/thiết bị
	Hệ thống thuần cơ khí			
1	Bổ sung sensor, actuator, các vi điện tử, các chức năng điều khiển			
2	Tích hợp các thành phần (tích hợp cứng)			
3	Tích hợp bởi sự xử lí thông tin (tích hợp phần mềm)			
4	Thiết kế lại hệ thống cơ khí			
5	Tạo các tác động đồng vận			
	Hệ thống cơ điện tử tích hợp			
	Các ví dụ	Sensors, actuators, camera	Giảm chấn, phanh truyền động, li hợp	Truyền dẫn điện, động cơ, dụng cụ, rôbôt
Ghi chú: Các đường tròn thể hiện cường độ phát triển cơ điện tử tương ứng : đường tròn to, nhỏ, bé thể hiện cường độ mạnh, vừa và nhỏ .				

Sử dụng các công cụ CAD/CAE

Sự phát triển với sự trợ giúp của máy tính cho các hệ thống cơ điện tử bao gồm:

- Sử dụng công cụ CAD và CAE định rõ kết cấu trong giai đoạn phát triển kỹ thuật.
- Xây dựng các mô hình cho quá trình động và tĩnh.
- Chuyển đổi thành các mã của máy tính cho mô phỏng hệ thống.
- Lập trình và thi hành phần mềm cuối cho hệ thống cơ điện tử .

Trên thị trường hiện đang có khá nhiều phần mềm thiết kế CAD/CAE để thiết kế 2D, 3D-cơ khí như Autocad hoặc kết nối với các hệ thống CAM (chế tạo với sự trợ giúp của máy tính) như PRO/E, CATIA, ALFA-CAM., thiết kế bố trí

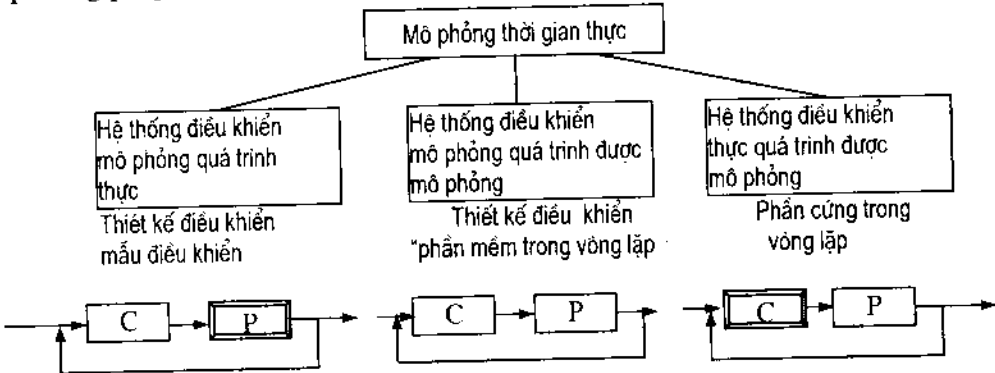
mạch in như PADS. Tuy nhiên kỹ thuật vẽ mô hình hóa với sự trợ giúp của máy tính chưa có nhiều tiến bộ. Để mô phỏng hệ thống (và thiết kế bộ điều khiển) hiện đang có một số chương trình như ACSL, SIMPACK, MATLAB/SIMULINK và MATRIX-X. Đó là các kỹ thuật mô phỏng, các công cụ rất có giá trị để thiết kế. Chúng cho phép người thiết kế nghiên cứu giao diện của các thành phần và sự thay đổi của các tham số trước khi chế tạo. Tuy nhiên đa số các chương trình này không phù hợp cho mô phỏng thời gian thực.

Mô hình hóa quá trình

Mô hình toán học cho hoạt động động học và tuyến tính của hệ thống được yêu cầu cho những bước thiết kế cơ điện tử như mô phỏng, thiết kế điều khiển và tái thiết các tham số. Có hai phương pháp để thu được các mô hình này là thực hiện mô hình lý thuyết trên các nguyên lý vật lý và thực hiện mô hình thực nghiệm với các biến đầu ra, đầu vào được đo. Vấn đề chính về mô hình lý thuyết của hệ thống cơ điện tử là các thành phần có gốc từ các miền khác nhau. Hiện đã có những kiến thức phát triển khá tốt cho những miền mô hình các mạch điện, các hệ thống cơ đa chi tiết, hoặc các hệ thống thủy/khí... và các gói phần mềm tương ứng. Tuy nhiên, nhìn chung các công cụ để thực hiện mô hình và mô phỏng các thành phần ở các miền khác nhau hiện vẫn đang còn thiếu, chưa đáp ứng nhu cầu sử dụng.

Mô phỏng thời gian thực

Mô phỏng thời gian thực được ứng dụng ngày càng nhiều vào thiết kế hệ thống cơ điện tử. Điều này đặc biệt phù hợp nếu quá trình, phần cứng và phần mềm được phát triển đồng thời để tối thiểu các chu kỳ phát triển lặp lại, rút ngắn thời gian từ thiết kế đến thị trường. Trên cơ sở tốc độ tính toán yêu cầu của các phương pháp mô phỏng (simulation methods), có thể chia chúng như sau:



Hình 4.2: Phân loại mô phỏng thời gian thực

1. Mô phỏng không giới hạn thời gian.
2. Mô phỏng thời gian thực.
3. Mô phỏng nhanh hơn thời gian thực.

Mô phỏng thời gian thực có nghĩa là mô phỏng một thành phần được thực hiện sao cho các tín hiệu đầu vào và đầu ra thể hiện là các giá trị phụ thuộc cùng thời gian như thành phần hoạt động thực.

Các phương pháp mô phỏng thời gian thực được thể hiện ở hình 4.2. Lí do yêu cầu thời gian thực là vì gần như các thành phần của hệ thống được khảo sát không phải được tái tạo bằng mô hình mà là thực. Ta có thể chia thành 3 trường hợp:

- *Quá trình thực* (real process) có thể được vận hành cùng với *điều khiển được mô phỏng* (simulated control) bằng sử dụng phần cứng không là phần cứng cuối, được gọi là “mẫu điều khiển” (control prototyping).
- *Quá trình được mô phỏng* (simulated process) được vận hành với *phần cứng điều khiển thực* (real control hardware), được gọi là mô phỏng phần cứng trong mạch lặp (hardware in- the- loop simulation).
- *Quá trình được mô phỏng chạy với điều khiển được mô phỏng* trong thời gian thực. Điều này có thể được yêu cầu nếu chưa có phần cứng cuối hoặc nếu xem xét bước thiết kế trước mô phỏng phần cứng trong mạch lặp.

Mô phỏng phần cứng trong mạch lặp (hardware in- the- loop simulation).

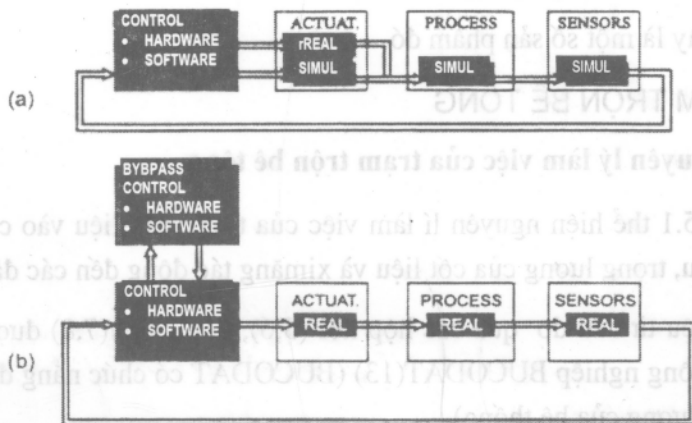
Mô phỏng phần cứng trong mạch lặp (HIL) thể hiện đặc tính hoạt động các thành phần thực trong kết nối với các thành phần được mô phỏng thời gian thực. Thường các phần cứng hệ thống điều khiển và phần mềm là hệ thống thực. Quá trình được điều khiển (gồm actuators, các quá trình vật lí và sensor) có thể có các thành phần được mô phỏng hoặc các thành phần thực (hình 4.3). Nhìn chung, có thể thực hiện các trường hợp kết hợp như thể hiện trong hình 4.3. Nhưng thường actuators là thực còn quá trình và sensor được mô phỏng.

Mô phỏng phần cứng trong mạch lặp (HIL) mang lại những lợi ích sau:

- Thiết kế và kiểm nghiệm phần cứng và phần mềm điều khiển không cần vận hành một quá trình thực (thực hiện trong phòng thí nghiệm).
- Kiểm nghiệm phần cứng điều khiển và phần mềm trong điều kiện môi trường khắc nghiệt trong phòng thí nghiệm (nhiệt độ quá cao/thấp, gia tốc cao và biến động cơ học mạnh, môi trường nhạy cảm, khả năng tương thích điện-từ).
- Kiểm các tác động lỗi và thiếu năng lực của các actuator, sensor và máy tính trên toàn thể hệ thống.

- Vận hành và kiểm nghiệm các điều kiện làm việc nguy hiểm /thái quá.
- Thử nghiệm các khả năng thường lặp lại.
- Vận hành dễ dàng với các giao diện người-máy khác nhau.
- Tiết kiệm thời gian và kinh phí phát triển.

Thực hiện nguyên mẫu điều khiển (control prototyping)



Hình 4.3: Mô phỏng thời gian thực: các cấu trúc lai

a) mô phỏng hardware-in-the loop

b) control prototyping

Để thiết kế và kiểm nghiệm các hệ thống điều khiển phức tạp và thuật toán của chúng theo ràng buộc thời gian thực, một mô phỏng bộ điều khiển thời gian thực có thể được thực hiện với phần cứng khác với phần cứng cuối cùng. Khi ấy quá trình, actuator và sensor phải là thực. Như thế gọi là nguyên mẫu điều khiển (hình 4.3b). Tuy nhiên các phần của quá trình hoặc sensor có thể được mô phỏng, tạo nên mô phỏng pha trộn HIL và **control prototyping**. Lợi thế sử dụng **control prototyping** và HIL hoặc kết hợp giữa chúng là:

- Phát triển sớm các phương pháp xử lý tín hiệu, các mô hình quá trình và cấu trúc hệ điều khiển kể cả thuật toán với phần mềm bậc cao và các phần cứng có tính thực hiện cao.
- Kiểm nghiệm và xử lý tín hiệu và các hệ thống điều khiển, cùng với các thiết kế khác của actuator, các phần của quá trình và công nghệ sensor để tạo các tác động đồng vận.
- Rút gọn mô hình và thuật toán để thỏa mãn các yêu cầu của phần cứng cho sản xuất loạt lớn với giá rẻ hơn.

CHƯƠNG 5. MỘT SỐ SẢN PHẨM CƠ ĐIỆN TỬ TIÊU BIỂU CỦA VIỆN MÁY VÀ DỤNG CỤ CÔNG NGHIỆP - IMI

Một số sản phẩm cơ điện tử tiêu biểu trong lĩnh vực máy và thiết bị công nghiệp được Viện Máy và Dụng cụ công nghiệp (IMI) nghiên cứu, thiết kế và đưa vào sản xuất công nghiệp từ 1996 đến 2002.

Sau đây là một số sản phẩm đó.

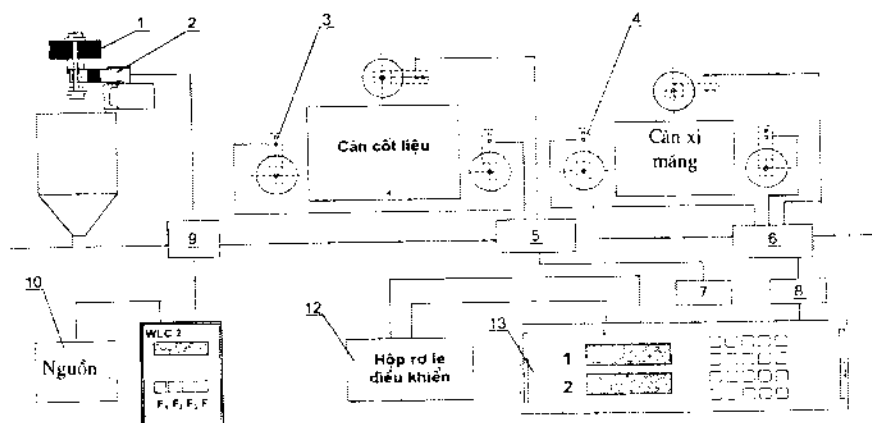
5.1. TRẠM TRỘN BÊ TÔNG

1. Nguyên lý làm việc của trạm trộn bê tông

Hình 5.1 thể hiện nguyên lý làm việc của trạm: cấp liệu vào cân xi măng và cân cốt liệu, trọng lượng của cốt liệu và xi măng tác động đến các đầu đo (4,3).

Tín hiệu từ đầu đo qua các hộp nối (5,6), hộp chỉnh(7,8) được đưa về một máy tính công nghiệp BUCODAT(13) (BUCODAT có chức năng điều khiển quá trình định lượng của hệ thống).

BUCODAT sẽ tính toán xử lý dữ liệu nhận được, sau đó đưa dữ liệu ra hộp role (12). Các tín hiệu này được đưa tới hệ thống động lực để điều khiển hệ thống hoạt động.



Hình 5.1: Sơ đồ nguyên lý trạm trộn bê tông

Hệ thống cân nước (1-giảm chấn, 2- đầu đo cân nước, 9- hộp nối cân nước, 10- hộp nguồn cân nước, 11-cân nước), được điều khiển bởi một hệ điều khiển định lượng đơn giản hơn (WLC2 hoặc WE31) cũng có cơ chế hoạt động

tương tự như BUCODAT ở trên.

Cả hai bộ điều khiển định lượng trên đều có cổng nối ghép với máy tính PC qua giao diện RS232. Khi được nối ghép, chương trình viết trên máy tính cho phép điều khiển tổng thể hệ thống, nhờ đó có thể dễ dàng lưu trữ, thống kê dữ liệu và đặc biệt là có thể thiết lập các giao diện người dùng một cách thân thiện (thường máy tính công nghiệp có giao diện không thân thiện với người sử dụng).

2. Đặc tính kỹ thuật

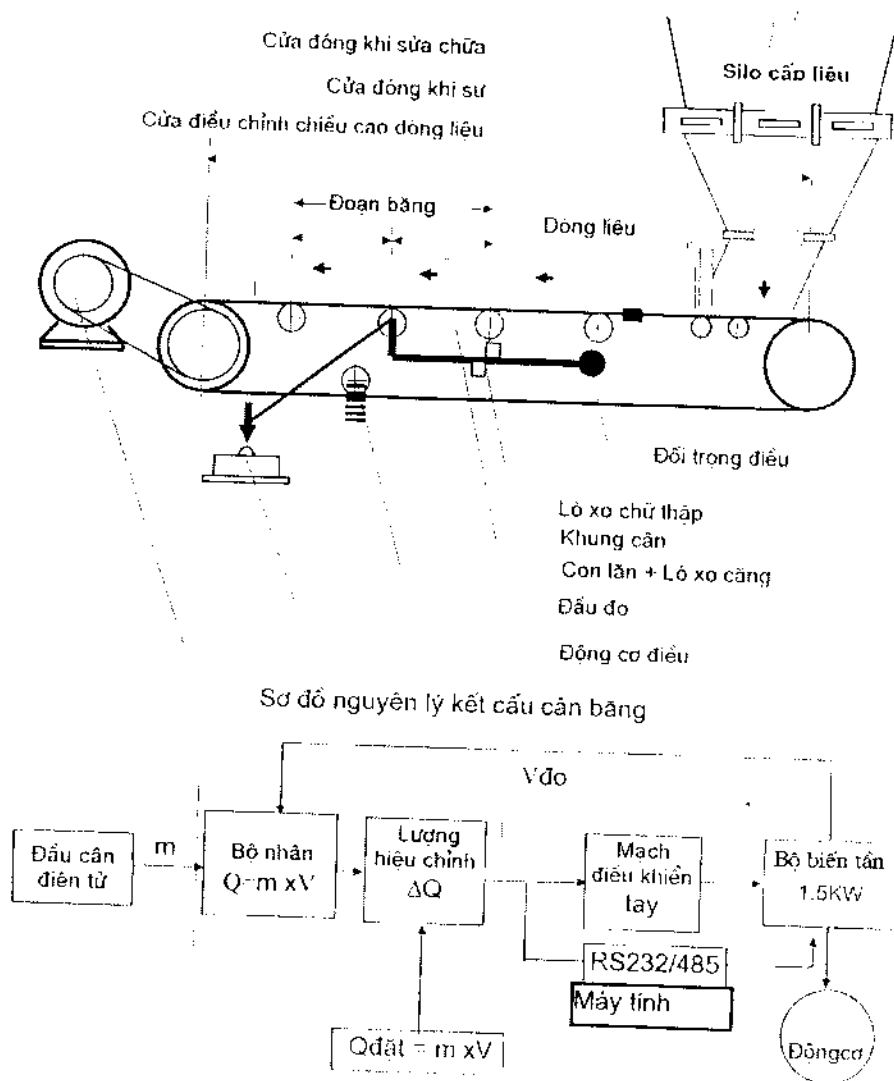
Đặc tính kỹ thuật	Đơn vị	BM-30	BM-45	BM-60
Năng suất	1	750	1000	1500
Độ cao phun xi măng	mm	3920	3920	3920
Chiều cao bể trộn	mm	4480	4480	4480
Tổng trọng lượng	kg	1500	2200	2800
Lượng xi măng	kg	400	500	600
Lượng nước	m ³	15	20	20
Silo xi măng	T	40	40	40
	T/h	20	25	30
Cấp độ trộn		1	1	1
Cấp độ xi măng	2	2	2	2
Mức tiêu thụ điện	kW	52	70	85

5.2. HỆ THỐNG CÂN BĂNG PHỐI LIỆU NHIỀU THÀNH PHẦN

Nguyên lý làm việc

Phối liệu được đưa xuống băng tải qua xilô cấp liệu, các tín hiệu m (khối lượng), V (tốc độ) băng tải được đọc vào máy tính theo các đường khối lượng (sử dụng card chuyển đổi A/D 6 kênh), đường tốc độ (cổng COM1, từ bộ chuyển đổi RS 232/RS-485), máy tính sẽ tính năng suất thực của các cân $Q_t=mV$, so sánh với năng suất định mức Q_{dat} của chúng, từ đó đưa ra tín hiệu điều khiển U_{dk} để điều khiển các động cơ thông qua các bộ biến tần (inverter). Mục đích là điều chỉnh tốc độ hợp lý cho băng tải cân, sao cho sai lệch giữa năng suất thực với năng suất định mức $\leq 1\%$. Trong hệ thống này cứ mỗi chu kỳ 100 ms $\div$ 200ms, máy tính lại đọc các số liệu m, V một lần, sau đó tính trung bình trong $1s \div 2s$, từ đó đưa ra tín hiệu điều khiển mới. Như vậy, cứ $1s \div 2s$ hệ thống lại

điều chỉnh tốc độ của băng tải cân một lần. Năng suất thực của các cân cũng được thông báo trên màn hình với chu kỳ 10s một lần để người điều khiển kịp theo dõi. Số liệu này là năng suất trung bình của cân trong 10s đó.



b) Sơ đồ khối

Hình 5.2. Sơ đồ cân băng phối liệu nhiều thành phần.

Các kết quả về tổng năng suất và tổng thời gian thực của hệ thống làm việc trong ngày, trong ca cũng được thông báo trên màn hình và lưu trữ trong máy để khi cần có thể xem lại trên màn hình hoặc từ kết quả in.

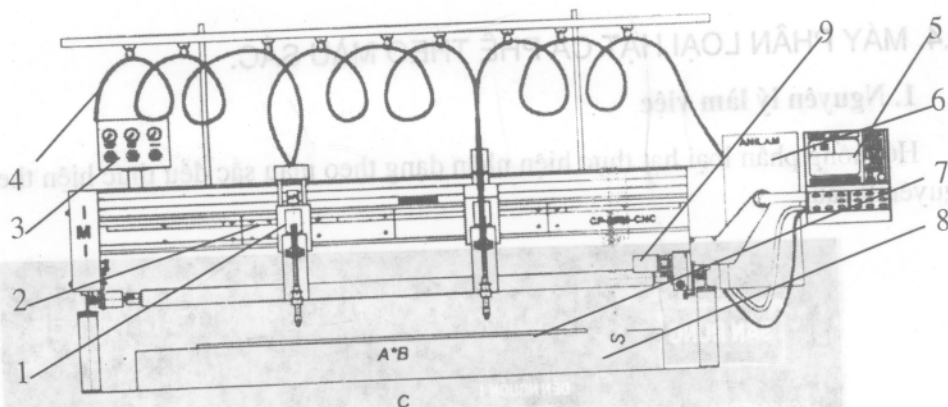
Hình 5.2 thể hiện sơ đồ nguyên lý cân băng phối liệu nhiều thành phần.

5.3. MÁY CẮT KIM LOẠI TẮM- ĐIỀU KHIỂN CNC

1. Nguyên lý làm việc

Sơ đồ nguyên lí hoạt động của máy cắt kim loại tắm thể hiện ở hình 5.3.

Chương trình cắt của chi tiết có thể được lập theo GRAPHIC MENU, thông qua hệ bàn điều khiển- màn hình của hệ ANILAM. Chương trình cũng có thể được lập thông qua phần mềm CAD/CAM-IMI. Trên cơ sở bản vẽ CAD (được thiết kế bởi kỹ sư), người vận hành có thể sử dụng phần mềm nêu trên để tạo tự động chương trình NC gia công kim loại tắm. Quá trình cắt có thể được mô phỏng trên màn hình để kiểm lỗi hình học trước khi chạy máy và trong khi thực hiện cắt. Người sử dụng có thể thay đổi dễ dàng các thông số hình học của biên dạng cắt và các chế độ công nghệ theo yêu cầu.



- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Bộ truyền thanh răng | 6. Tủ điều khiển |
| 2. Giá đỡ thanh răng | 7. Ống cắt |
| 3. Bộ điều tiết khí | 8. Giá đỡ phôi |
| 4. Ống dẫn khí | 9. Động cơ |
| 5. Màn hình điều khiển | |

Hình 5.3. Máy cắt plasma và bộ điều khiển

Khi chương trình được đọc vào bộ điều khiển thông qua các phím chức năng trên bàn điều khiển, hoặc được tạo bởi CAM, bộ điều khiển đưa các tín hiệu điều khiển các động cơ để điều khiển các trục vị trí và các hệ thống van điều tiết khí thông qua bộ chuyển đổi DA (tương tự-số). Sự phối hợp chuyển động của các trục và đóng/ mở hệ thống ga-ôxy hoặc plasma theo các dòng lệnh trong

chương trình cho phép thực hiện cắt các biên dạng hình học phức tạp với độ chính xác cao.

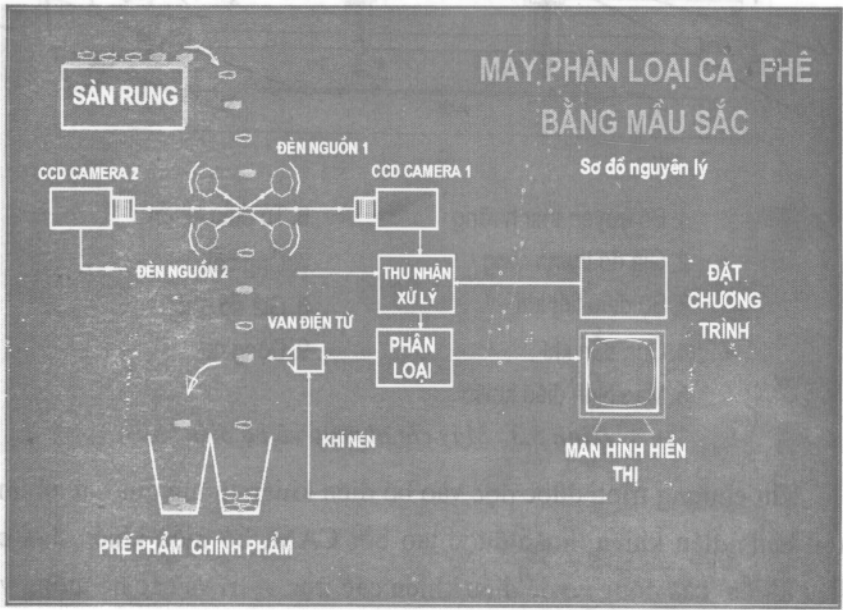
2. Thông số kỹ thuật

Tốc độ chạy nhanh(rapid):	8 m/phút
Tốc độ làm việc:	0 ÷ 2m/phút
Hành trình lên xuống của đầu cắt:	200 mm
Số lượng đầu cắt gas (plasma):	2 ÷ 4
Hệ điều khiển CNC được lắp đồng bộ của hãng :	ANILAM(Mỹ) hoặc Heidenhain(Đức)
Động cơ điều khiển :	Servo motor
Ổ đĩa mềm :	1,44 Mb
Cổng nối ghép :	RS 232 hoặc RS432

5.4. MÁY PHÂN LOẠI HẠT CÀ PHÊ THEO MÀU SẮC.

1. Nguyên lý làm việc

Hệ thống phân loại hạt thực hiện nhận dạng theo màu sắc đều thực hiện theo nguyên lí sau:



Hình 5.4: Sơ đồ khối máy phân loại cà phê hạt bằng màu sắc

Sản phẩm cần phân loại (hạt) được cấp từ hệ thống cấp liệu nhờ sàng rung, rơi xuống máng liệu với vận tốc xấp xỉ 4m/s qua một hệ thống đèn nguồn 1. Tại đây tong hạt cà phê được hệ thống nhận dạng thu nhận màu sắc (theo thang xám)- Nhờ hệ thống camera. Tín hiệu của các hạt được đưa vào bộ xử lý của máy tính, điều khiển để quyết định hạt cà phê đang xử lý là hạt thành phẩm hoặc phế phẩm (thông qua so sánh với mẫu màu đặt trước, thường là màu các hạt phế phẩm). Khi so sánh tín hiệu màu của sản phẩm với mẫu nếu màu trùng nhau bộ vi xử lý gửi tín hiệu đến bộ điều khiển van điện từ, van điện từ mở, một luồng khí được phun ra đẩy hạt phế phẩm sang khoang đựng phế phẩm, còn các hạt có giải màu khác với mẫu màu được rơi thẳng vào khoang chính phẩm. Xem hình 5.4.

Bảng điều khiển và màn hình hiển thị là giao diện giữa người sử dụng và máy tính. Được dùng để cài đặt máy, cài đặt chương trình, giám sát tiến độ truy xuất của các tiện ích kỹ thuật và hiển thị lỗi.

Các điều khiển chính được chia thành điều khiển chuẩn và điều khiển giám sát được dùng để thay đổi *tỉ suất nạp* và *độ nhảy*. Các điều chỉnh này được thực hiện bởi các phím chức năng trên bảng điều khiển.

2. Đặc tính kỹ thuật

- Kích thước hạt: 2÷12 mm
- Năng suất: 2÷5 tấn/giờ
- Tốc độ phân loại đến : 10.000 sản phẩm/ giây
- Hai kênh điều khiển riêng biệt cho phép đồng thời phân loại và phân loại theo yêu cầu sản xuất.
- Một, hai hoặc ba dãy CCD camera (số lượng phụ thuộc vào số môđun hạ liệu) có lượng senso lớn, độ nhảy cao cho phép tăng độ phân giải và độ nhảy của hệ thống kiểm soát màu sắc. Bộ đẩy khí nén có thời gian đóng mở ngắn cho phép giảm sai lệch phân loại.
- Tự động làm sạch hệ thống quang học.
- Tự động làm lạnh hệ thống nhờ khí làm lạnh tuần hoàn khép kín.

Thay đổi độ nhảy mẫu, thay đổi năng suất, hiển thị tham số hệ thống bằng đồ thị hoặc giá trị số trên màn hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] NANYANG POLYTECHNIC, SINGAPORE
Mechtronic system technology
Phát hành nội bộ cho khoá đào tạo mechantronics, 1995
- [2] PROF. DR. ING R. NORDMAN, PROF. DR. ING H. BIRKHOFFER
Maschinenelemente und Mechantronik I
Shaker Verlag GmbH 2002
- [3] Prof. Dr. Ing R. NORDMAN
Mechatronische Systeme im Maschinenbau I
Shaker Verlag GmbH 2002
- [4] W. BOLTON
Mechatronics- Electronics control systems in mechanical engineering
Longman Group limited 1995
- [5] ROBERT H.BISHOP
The mechatronics handbook
CRC Press 2002
- [6] YUSUF ALTINAS
Manufacturing automation
Cambridge University Press, 2000
- [7] GEORGE C, STANTON
Numerical Control Programing
John Wiley&Son Inc.
- [8] TIEN-CHIEN CHANG, RICHARD A. WYSK, HSU-PIN WANG
Computer-aided Manufacturing
Prentice Hall International, 1998
- [9] Một số trang chủ w.w.w

[10] PHẠM THƯỢNG HÀN, NGUYỄN TRỌNG QUẾ,
NGUYỄN VĂN HOÀ

Kỹ thuật đo lường và các đại lượng vật lý

Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1996

[11] NGÔ DIỄN TẬP

Đo lường và điều khiển bằng máy tính

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1996

[12] ĐỖ XUÂN THỤ, NGUYỄN ĐỨC THUẬN, NGUYỄN HỮU SƠN

Kỹ thuật điện tử

Nhà xuất bản Giáo dục 1997

[13] PGS. TS. VŨ HOÀI ÂN

Nền sản xuất CNC

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2003

[14] TS. VÕ THỊ RY,

Tổng quan về cơ điện tử-

- Khả năng thực hiện trên cơ sở vật chất của Viện IMI

Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học công - nghệ cấp bộ, 2001

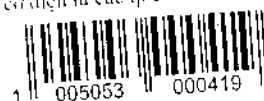
Tác giả: TS. Trương Hữu Chí
TS. Võ Thị Ry

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản:</i>	<i>PGS.TS Tô Đăng Hải</i>
<i>Biên tập và sửa chế bản:</i>	<i>Nguyễn Thị Diệu Thuý</i>
<i>Trình bày và chế bản:</i>	<i>Lê Thụy Anh</i>
<i>Vẽ bìa:</i>	<i>Hương Lan</i>

In 700 cuốn, khổ 16 x 24 cm, tại Xí nghiệp in 19 - 8
Giấy phép XB số: 1527-18 cấp ngày 30/12/2004.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2005.

205047

chợ điện tử các tp cũ



1 005053 000419
22.000 VNĐ

00 930048 943304

Giá: 22.000đ