

ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG



GIÁO TRÌNH
Robot công nghiệp

Nghề: Điện tử công nghiệp
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

LỜI GIỚI THIỆU

Để đáp ứng yêu cầu giảng dạy chương trình đào tạo nghề “Điện tử công nghiệp” cũng như việc cung cấp tài liệu giúp cho sinh viên học tập, khoa Điện tử chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “Rô bốt công nghiệp”.

Giáo trình này giúp các bạn có thêm kỹ năng:

- Lập trình và mô phỏng được các chuyển động của rô bốt
- Sử dụng, bảo trì được các rô bốt công nghiệp đúng qui trình kỹ thuật
- Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường trên các rô bốt công nghiệp

Đây là công trình được viết bởi đội ngũ giáo viên đã và đang công tác tại trường TCN KTCN Hùng Vương cùng với sự góp ý và phản biện của các doanh nghiệp trong lĩnh vực liên quan, tuy vậy, cuốn sách chắc chắn vẫn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

Quận 5, ngày 13 tháng 8 năm 2014

Biên soạn

Lê Bảo Khanh

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN.....	1
Bài 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP.....	3
1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp (IR : Industrial Robot).....	3
2. Ứng dụng robot công nghiệp trong sản xuất :.....	4
3. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp.....	5
3.1. Định nghĩa robot công nghiệp.....	5
3.2. Bậc tự do của robot (DOF : Degrees Of Freedom).....	6
3.3. Hệ tọa độ (Coordinate frames).....	6
3.4. Trường công tác của robot (Workspace or Range of motion).....	7
Bài 2: CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP.....	8
1. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp.....	8
1.1. Các thành phần chính của robot công nghiệp.....	8
1.2. Kết cấu của tay máy.....	9
2. Phân loại Robot công nghiệp.....	11
2.1. Phân loại theo kết cấu :.....	11
2.2. Phân loại theo hệ thống truyền động.....	11
2.3. Phân loại theo ứng dụng.....	11
2.4. Phân loại theo cách thức và đặc trưng của phương pháp điều khiển.....	11
Bài 3: TRUYỀN DẪN ĐỘNG ĐIỆN CƠ.....	12
1. Truyền dẫn động cơ khí.....	12
1.1. Bộ truyền bánh răng sóng.....	12
1.2. Bộ truyền bánh răng con lăn cycloid hành tinh.....	13
1.3. Truyền động đai ốc bi.....	13
2. Ứng dụng truyền động điện.....	13
2.1. Động cơ điện một chiều.....	14
2.2. Động cơ bước.....	15
Bài 4 : TRUYỀN DẪN ĐỘNG THỦY KHÍ.....	19
1. Các khái niệm cơ bản.....	19
1.1. Các phương trình cơ bản ở chế độ làm việc bình ổn.....	19
1.2. Các phương trình cơ bản ở chế độ làm việc chuyển tiếp.....	21
2.1. Đặc điểm chung.....	23

2.2. Tính toán và chọn lựa xy lanh khí nén	30
2.3. Sơ đồ phương pháp mạch khí nén.....	32
3. Truyền dẫn động thủy lực	32
3.1. Đặc điểm chung.....	32
3.2. Truyền động thủy lực	33
3.3. Thiết bị điều khiển thủy lực	35
Bài 5: THIẾT BỊ CẢM BIẾN.....	38
1. Giới thiệu chung	38
2. Cảm biến vị trí, vận tốc và gia tốc.....	38
2.1. Cảm biến vị trí kiểu chiết áp.....	38
2.2. Vận tốc kế	39
2.3. Cảm biến vị trí kiểu biến áp.....	40
2.4. Cảm biến điện từ	41
2.5. Cảm biến điện quang.....	42
3. Cảm biến lực và cảm biến xúc giác.....	45
3.1. Cảm biến lực	45
3.2. Cảm biến xúc giác	47
4. Cảm biến tín hiệu gần và tín hiệu xa.....	50
4.1. Cảm biến tín hiệu gần.....	50
4.2. Cảm biến tín hiệu xa.....	53
Bài 6: LẬP TRÌNH VÀ MÔ PHỎNG CÁC CHUYỂN ĐỘNG CỦA ROBOT	56
1. Khái niệm chung.....	56
1.1. Giới thiệu chung về lập trình điều khiển robot.....	56
1.2. Các mức lập trình điều khiển robot.....	56
2. Phần mềm lập trình Robot	58
3. Phương pháp lập trình Robot	60
3.1. Giới thiệu ngôn ngữ lập trình ASPECT trong Procomm	60
3.2. Kiểu dữ liệu và khai báo biến trong ASPECT :.....	61
3.3. Cấu trúc của chương trình.....	63
3.4. Một số phép tính dùng trong ASPECT	64
3.5. Một số từ lệnh trong ASPECT hay dùng khi điều khiển robot	64
4. Phần mềm mô phỏng Robot.....	66

4.1. Kỹ thuật mô phỏng Robot.....	66
4.2. Giới thiệu phần mềm EASY_ROB	66
4.3. Tìm hiểu màn hình EASY_ROB.....	67
4.4. Thao tác chuột	69
4.5. Gán hệ tọa độ.....	69
4.6. Vẽ hình dáng Robot.....	70
4.7. Lập trình điều khiển Robot mô phỏng.....	71
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	76

GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN

Vị trí, tính chất của mô đun

* Vị trí của mô đun: Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các môn học/mô đun kỹ thuật cơ sở, mô đun chuyên ngành....

* Tính chất của mô đun: Là mô đun tự chọn trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp.

Mục tiêu của mô đun

Sau khi học xong môđun này người học có năng lực:

- * Hiểu được cấu trúc của rôbốt công nghiệp
- * Mô tả được quá trình hoạt động của các rôbốt dùng trong công nghiệp
- * Lập trình và mô phỏng được các chuyển động của rô bốt
- * Sử dụng, bảo trì được các rôbốt công nghiệp đúng qui trình kỹ thuật
- * Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường trên các rôbốt công nghiệp
- * Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung của mô đư

1. Giới thiệu chung về rôbốt công nghiệp
2. Cấu trúc và phân loại rôbốt công nghiệp
3. Truyền dẫn động điện cơ
4. Truyền dẫn động thuỷ khí
5. Thiết bị cảm biến
6. Lập trình và mô phỏng các chuyển động của rô bốt

Bài 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ RÔ BÔT CÔNG NGHIỆP

1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp (IR : Industrial Robot)

Thuật ngữ “Robot” xuất phát từ tiếng Sec (Czech) “Robota” có nghĩa là công việc tạp dịch trong vở kịch Rossum’s Universal Robots của Karel Capek, vào năm 1921. Trong vở kịch này, Rossum và con trai của ông ta đã chế tạo ra những chiếc máy gần giống với con người để phục vụ con người. Có lẽ đó là một gợi ý ban đầu cho các nhà sáng chế kỹ thuật về những cơ cấu, máy móc bắt chước các hoạt động cơ bắp của con người.

Đầu thập kỷ 60, công ty Mỹ AMF (American Machine and Foundry Company) quảng cáo một loại máy tự động vạn năng và gọi là “Người máy công nghiệp” (Industrial Robot). Ngày nay người ta đặt tên người máy công nghiệp (hay robot công nghiệp) cho những loại thiết bị có dáng dấp và một vài chức năng như tay người được điều khiển tự động để thực hiện một số thao tác sản xuất.

Về mặt kỹ thuật, những robot công nghiệp ngày nay, có nguồn gốc từ hai lĩnh vực kỹ thuật ra đời sớm hơn đó là các cơ cấu điều khiển từ xa (Teleoperators) và các máy công cụ điều khiển số (NC _ Numerically Controlled machine tool).

Các cơ cấu điều khiển từ xa (hay các thiết bị kiểu chủ tớ) đã phát triển mạnh trong chiến tranh thế giới lần thứ hai nhằm nghiên cứu các vật liệu phóng xạ. Người thao tác được tách biệt khỏi khu vực phóng xạ bởi một bức tường có một hoặc vài cửa quan sát để có thể nhìn thấy được công việc bên trong. Các cơ cấu điều khiển từ xa thay thế cho cánh tay của người thao tác; nó gồm có một bộ kẹp ở bên trong (tớ) và hai tay cầm ở bên ngoài (chủ). Cả hai, tay cầm và bộ kẹp, được nối với nhau bằng một cơ cấu sáu bậc tự do để tạo ra các vị trí và hướng tùy ý của tay cầm và bộ kẹp. Cơ cấu dùng để điều khiển bộ kẹp theo chuyển động của tay cầm.

Vào khoảng năm 1949, các máy công cụ điều khiển số ra đời, nhằm đáp ứng yêu cầu gia công các chi tiết trong ngành chế tạo máy bay. Những robot đầu tiên thực chất là sự nối kết giữa các khâu cơ khí của cơ cấu điều khiển từ xa với khả năng lập trình của máy công cụ điều khiển số.

Dưới đây chúng ta sẽ đi qua một số thời điểm lịch sử phát triển của người máy công nghiệp. Một trong những robot công nghiệp đầu tiên được chế tạo là robot Versatran của công ty AMF, Mỹ. Cũng vào khoảng thời gian này ở Mỹ xuất hiện loại robot Unimate ur1900 được dùng đầu tiên trong kỹ nghệ ô tô.

Tiếp theo Mỹ, các nước khác bắt đầu sản xuất robot công nghiệp : Anh ur1967, Thụy Điển và Nhật ur1968 theo bản quyền của Mỹ; CHLB Đức _ 1971; Pháp _ 1972; ở ý _ 1973. . .

Tính năng làm việc của robot ngày càng được nâng cao, nhất là khả năng nhận biết và xử lý. Năm 1967 ở trường Đại học tổng hợp Stanford (Mỹ) đã chế tạo ra mẫu robot hoạt động theo mô hình “mắt tay”, có khả năng nhận biết và định hướng bàn kẹp theo vị trí vật kẹp nhờ các cảm biến. Năm 1974 Công ty Mỹ

Cincinnati đưa ra loại robot được điều khiển bằng máy vi tính, gọi là robot T3 (The Tomorrow Tool : Công cụ của tương lai). Robot này có thể nâng được vật có khối lượng đến 40 KG.

Có thể nói, Robot là sự tổ hợp khả năng hoạt động linh hoạt của các cơ cấu điều khiển từ xa với mức độ “tri thức” ngày càng phong phú của hệ thống điều khiển theo chương trình số cũng như kỹ thuật chế tạo các bộ cảm biến, công nghệ lập trình và các phát triển của trí khôn nhân tạo, hệ chuyên gia ...

Trong những năm sau này, việc nâng cao tính năng hoạt động của robot không ngừng phát triển. Các robot được trang bị thêm các loại cảm biến khác nhau để nhận biết môi trường chung quanh, cùng với những thành tựu to lớn trong lĩnh vực Tin học và Điện tử đã tạo ra các thế hệ robot với nhiều tính năng đặc biệt, Số lượng robot ngày càng gia tăng, giá thành ngày càng giảm. Nhờ vậy, robot công nghiệp đã có vị trí quan trọng trong các dây chuyền sản xuất hiện đại.

Một vài số liệu về số lượng robot được sản xuất ở một vài nước công nghiệp phát triển như sau :

(Bảng 1.1)

Nước SX	Năm 1990	Năm 1994	Năm 1998 (Dự tính)
Nhật	60.118	29.756	67.000
Mỹ	4.327	7.634	11.100
Đức	5.845	5.125	8.600
Ý	2.500	2.408	4.000
Pháp	1.488	1.197	2.000
Anh	510	1.086	1.500
Hàn quốc	1.000	1.200	

Mỹ là nước đầu tiên phát minh ra robot, nhưng nước phát triển cao nhất trong lĩnh vực nghiên cứu chế tạo và sử dụng robot lại là Nhật.

2. Ứng dụng robot công nghiệp trong sản xuất :

Từ khi mới ra đời robot công nghiệp được áp dụng trong nhiều lĩnh vực dưới góc độ thay thế sức người. Nhờ vậy các dây chuyền sản xuất được tổ chức lại, năng suất và hiệu quả sản xuất tăng lên rõ rệt.

Mục tiêu ứng dụng robot công nghiệp nhằm góp phần nâng cao năng suất dây chuyền công nghệ, giảm giá thành, nâng cao chất lượng và khả năng cạnh tranh của sản phẩm đồng thời cải thiện điều kiện lao động. Đạt được các mục tiêu trên là nhờ vào những khả năng to lớn của robot như : làm việc không biết mệt mỏi, rất dễ dàng chuyển nghề một cách thành thạo, chịu được phóng xạ và các môi trường làm việc độc hại, nhiệt độ cao, “cảm thấy” được cả từ trường và “nghe” được cả siêu âm ... Robot được dùng thay thế con người trong các trường hợp trên hoặc thực hiện các công việc tuy không nặng nhọc nhưng đơn điệu, dễ gây mệt mỏi, nhàm lẫn.

Trong ngành cơ khí, robot được sử dụng nhiều trong công nghệ đúc, công nghệ hàn, cắt kim loại, sơn, phun phủ kim loại, tháo lắp vận chuyển phôi, lắp ráp sản phẩm . . .

Ngày nay đã xuất hiện nhiều dây chuyền sản xuất tự động gồm các máy CNC với Robot công nghiệp, các dây chuyền đó đạt mức tự động hoá cao, mức độ linh hoạt cao . . . ở đây các máy và robot được điều khiển bằng cùng một hệ thống chương trình.

Ngoài các phân xưởng, nhà máy, kỹ thuật robot cũng được sử dụng trong việc khai thác thăm lục địa và đại dương, trong y học, sử dụng trong quốc phòng, trong chinh phục vũ trụ, trong công nghiệp nguyên tử, trong các lĩnh vực xã hội . . .

Rõ ràng là khả năng làm việc của robot trong một số điều kiện vượt hơn khả năng của con người; do đó nó là phương tiện hữu hiệu để tự động hoá, nâng cao năng suất lao động, giảm nhẹ cho con người những công việc nặng nhọc và độc hại. Nhược điểm lớn nhất của robot là chưa linh hoạt như con người, trong dây chuyền tự động, nếu có một robot bị hỏng có thể làm ngừng hoạt động của cả dây chuyền, cho nên robot vẫn luôn hoạt động dưới sự giám sát của con người.

3. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp

3.1. Định nghĩa robot công nghiệp

Hiện nay có nhiều định nghĩa về Robot, có thể điểm qua một số định nghĩa như sau :

Định nghĩa theo tiêu chuẩn AFNOR (Pháp)

Robot công nghiệp là một cơ cấu chuyên động tự động có thể lập trình, lặp lại các chương trình, tổng hợp các chương trình đặt ra trên các trục tọa độ; có khả năng định vị, định hướng, di chuyển các đối tượng vật chất : chi tiết, dao cụ, gá lắp . . . theo những hành trình thay đổi đã chương trình hoá nhằm thực hiện các nhiệm vụ công nghệ khác nhau.

Định nghĩa theo RIA (Robot institute of America)

Robot là một tay máy vạn năng có thể lập lại các chương trình được thiết kế để di chuyển vật liệu, chi tiết, dụng cụ hoặc các thiết bị chuyên dùng thông qua các chương trình chuyên động có thể thay đổi để hoàn thành các nhiệm vụ khác nhau.

Định nghĩa theo GOCT 25686w85 (Nga)

Robot công nghiệp là một máy tự động, được đặt cố định hoặc di động được, liên kết giữa một tay máy và một hệ thống điều khiển theo chương trình, có thể lập trình lại để hoàn thành các chức năng vận động và điều khiển trong quá trình sản xuất.

Có thể nói Robot công nghiệp là một máy tự động linh hoạt thay thế từng phần hoặc toàn bộ các hoạt động cơ bắp và hoạt động trí tuệ của con người trong nhiều khả năng thích nghi khác nhau.

Robot công nghiệp có khả năng chương trình hoá linh hoạt trên nhiều trục chuyên động, biểu thị cho số bậc tự do của chúng. Robot công nghiệp được trang

bị những bàn tay máy hoặc các cơ cấu chấp hành, giải quyết những nhiệm vụ xác định trong các quá trình công nghệ : hoặc trực tiếp tham gia thực hiện các nguyên công (sơn, hàn, phun phủ, rót kim loại vào khuôn đúc, lắp ráp máy . . .) hoặc phục vụ các quá trình công nghệ (tháo lắp chi tiết gia công, dao cụ, đồ gá . . .) với những thao tác cầm nắm, vận chuyển và trao đổi các đối tượng với các trạm công nghệ, trong một hệ thống máy tự động linh hoạt, được gọi là “Hệ thống tự động linh hoạt robot hoá” cho phép thích ứng nhanh và thao tác đơn giản khi nhiệm vụ sản xuất thay đổi.

3.2. Bậc tự do của robot (DOF : Degrees Of Freedom)

Bậc tự do là số khả năng chuyển động của một cơ cấu (chuyển động quay hoặc tịnh tiến). Để dịch chuyển được một vật thể trong không gian, cơ cấu chấp hành của robot phải đạt được một số bậc tự do. Nói chung cơ hệ của robot là một cơ cấu hở, do đó bậc tự do của nó có thể tính theo công thức :

$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i \quad (1.1)$$

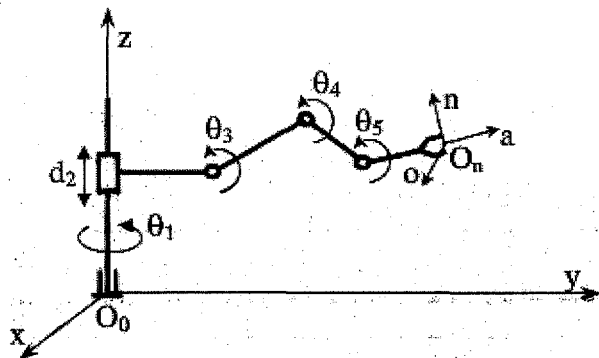
ở đây : n - Số khâu động;
 p_i - Số khớp loại i ($i = 1, 2, \dots, 5$: Số bậc tự do bị hạn chế).

Đối với các cơ cấu có các khâu được nối với nhau bằng khớp quay hoặc tịnh tiến (khớp động loại 5) thì số bậc tự do bằng với số khâu động . Đối với cơ cấu hở, số bậc tự do bằng tổng số bậc tự do của các khớp động.

Để định vị và định hướng khâu chấp hành cuối một cách tùy ý trong không gian 3 chiều robot cần có 6 bậc tự do, trong đó 3 bậc tự do để định vị và 3 bậc tự do để định hướng. Một số công việc đơn giản nâng hạ, sắp xếp... có thể yêu cầu số bậc tự do ít hơn. Các robot hàn, sơn... thường yêu cầu 6 bậc tự do. Trong một số trường hợp cần sự khéo léo, linh hoạt hoặc khi cần phải tối ưu hoá quỹ đạo,... người ta dùng robot với số bậc tự do lớn hơn 6.

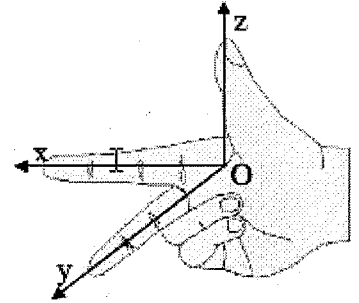
3.3. Hệ tọa độ (Coordinate frames)

Mỗi robot thường bao gồm nhiều khâu (links) liên kết với nhau qua các khớp (joints), tạo thành một xích động học xuất phát từ một khâu cơ bản (base) đứng yên. Hệ tọa độ gắn với khâu cơ bản gọi là hệ tọa độ cơ bản (hay hệ tọa độ chuẩn). Các hệ tọa độ trung gian khác gắn với các khâu động gọi là hệ tọa độ suy rộng. Trong từng thời điểm hoạt động, các tọa độ suy rộng xác định cấu hình của robot bằng các chuyển dịch dài hoặc các chuyển dịch góc của các khớp tịnh tiến hoặc khớp quay (hình 1.1). Các tọa độ suy rộng còn được gọi là biến khớp.



Hình 1.1 : Các tọa độ suy rộng của robot.

Các hệ toạ độ gắn trên các khâu của robot phải tuân theo qui tắc bàn tay phải : Dùng tay phải, nắm hai ngón tay út và áp út vào lòng bàn tay, xoè 3 ngón : cái, trỏ và giữa theo 3 phương vuông góc nhau, nếu chọn ngón cái là phương và chiều của trục z, thì ngón trỏ chỉ phương, chiều của trục x và ngón giữa sẽ biểu thị phương, chiều của trục y (hình 1.2).
xyOz

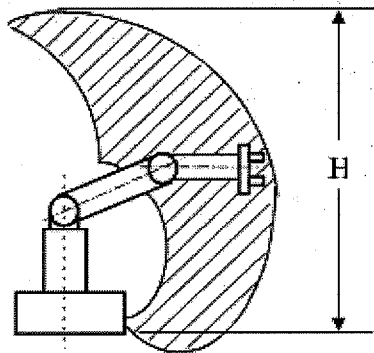


Hình 1.2 : Qui tắc bàn tay phải

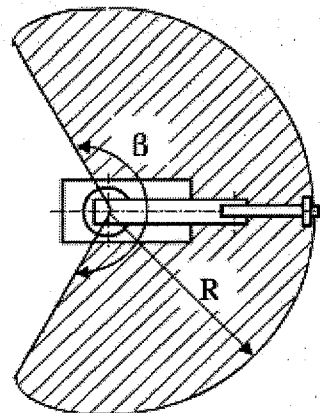
Trong robot ta thường dùng chữ O và chỉ số n để chỉ hệ toạ độ gắn trên khâu thứ n. Như vậy hệ toạ độ cơ bản (Hệ toạ độ gắn với khâu cố định) sẽ được ký hiệu là O0; hệ toạ độ gắn trên các khâu trung gian tương ứng sẽ là O1, O2,..., On-1, Hệ toạ độ gắn trên khâu chấp hành cuối ký hiệu là On.

3.4. Trường công tác của robot (Workspace or Range of motion)

Trường công tác (hay vùng làm việc, không gian công tác) của robot là toàn bộ thể tích được quét bởi khâu chấp hành cuối khi robot thực hiện tất cả các chuyển động có thể. Trường công tác bị ràng buộc bởi các thông số hình học của robot cũng như các ràng buộc cơ học của các khớp; ví dụ, một khớp quay có chuyển động nhỏ hơn một góc 360°. Người ta thường dùng hai hình chiếu để mô tả trường công tác của một robot (hình 1.3).



Hình chiếu đứng



Hình chiếu bằng

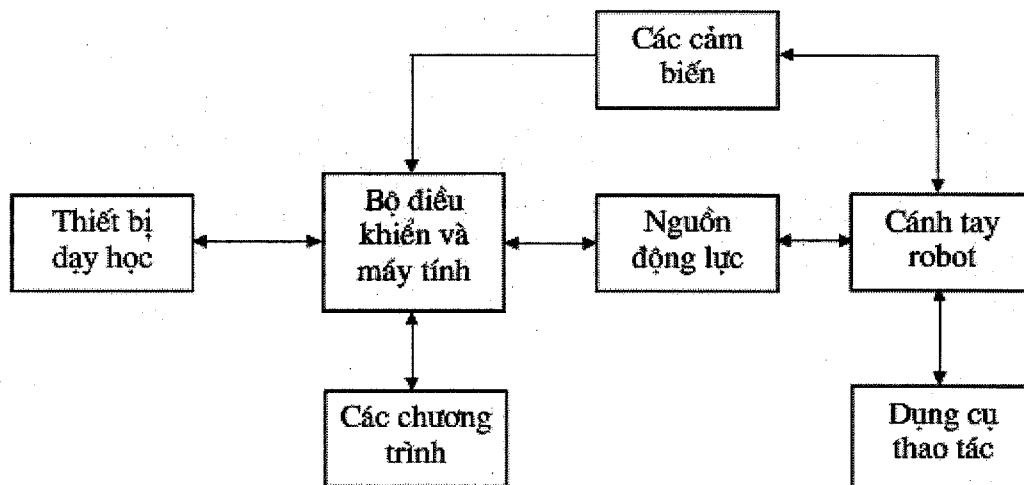
Hình 1.3 : Biểu diễn trường công tác của robot.

Bài 2: CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI RÔ BỐT CÔNG NGHIỆP

1. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp

1.1. Các thành phần chính của robot công nghiệp

Một robot công nghiệp thường bao gồm các thành phần chính như : cánh tay robot, nguồn động lực, dụng cụ gắn lên khâu chấp hành cuối, các cảm biến, bộ điều khiển , thiết bị dạy học, máy tính ... các phần mềm lập trình cũng nên được coi là một thành phần của hệ thống robot. Mỗi quan hệ giữa các thành phần trong robot như hình 1.4.



Hình 1.4 : Các thành phần chính của hệ thống robot.

Cánh tay robot (tay máy) là kết cấu cơ khí gồm các khâu liên kết với nhau bằng các khớp động để có thể tạo nên những chuyển động cơ bản của robot.

Nguồn động lực là các động cơ điện (một chiều hoặc động cơ bước), các hệ thống xy lanh khí nén, thủy lực để tạo động lực cho tay máy hoạt động.

Dụng cụ thao tác được gắn trên khâu cuối của robot, dụng cụ của robot có thể có nhiều kiểu khác nhau như : dạng bàn tay để nắm bắt đối tượng hoặc các công cụ làm việc như mỏ hàn, đá mài, đầu phun sơn ...

Thiết bị dạy học (TeachPendant) dùng để dạy cho robot các thao tác cần thiết theo yêu cầu của quá trình làm việc, sau đó robot tự lặp lại các động tác đã được dạy để làm việc (phương pháp lập trình kiểu dạy học).

Các phần mềm để lập trình và các chương trình điều khiển robot được cài đặt trên máy tính, dùng điều khiển robot thông qua bộ điều khiển (Controller). Bộ điều khiển còn được gọi là Modul điều khiển (hay Unit, Driver), nó thường được kết nối với máy tính. Một modul điều khiển có thể còn có các cổng Vào và Ra (I/O port) để làm việc với nhiều thiết bị khác nhau như các cảm biến giúp robot nhận biết trạng thái của bản thân, xác định vị trí của đối tượng làm việc hoặc các dò tìm khác; điều khiển các băng tải hoặc cơ cấu cấp phối hoạt động phối hợp với robot ...

1.2. Kết cấu của tay máy

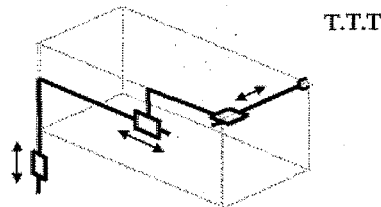
Như đã nói trên, tay máy là thành phần quan trọng, nó quyết định khả năng làm việc của robot. Các kết cấu của nhiều tay máy được phỏng theo cấu tạo và chức năng của tay người; tuy nhiên ngày nay, tay máy được thiết kế rất đa dạng, nhiều cánh tay robot có hình dáng rất khác xa cánh tay người. Trong thiết kế và sử dụng tay máy, chúng ta cần quan tâm đến các thông số hình học động học, là những thông số liên quan đến khả năng làm việc của robot như : tầm với (hay trường công tác), số bậc tự do (thể hiện sự khéo léo linh hoạt của robot), độ cứng vững, tải trọng vật nâng, lực kẹp ...

Các khâu của robot thường thực hiện hai chuyển động cơ bản

- Chuyển động tịnh tiến theo hướng x,y,z trong không gian Descartes, thông thường tạo nên các hình khối, các chuyển động này thường ký hiệu là T (Translation) hoặc P (Prismatic).

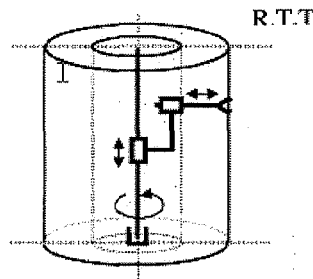
- Chuyển động quay quanh các trục x,y,z ký hiệu là R (Rotation). Tùy thuộc vào số khâu và sự tổ hợp các chuyển động (R và T) mà tay máy có các kết cấu khác nhau với vùng làm việc khác nhau. Các kết cấu thường gặp của là Robot là robot kiểu tọa độ Đề các, tọa độ trụ, tọa độ cầu, robot kiểu SCARA, hệ tọa độ góc (phỏng sinh) ...

Robot kiểu tọa độ Đề các : là tay máy có 3 chuyển động cơ bản tịnh tiến theo phương của các trục hệ tọa độ góc (cấu hình T.T.T). Trường công tác có dạng khối chữ nhật. Do kết cấu đơn giản, loại tay máy này có độ cứng vững cao, độ chính xác cơ khí để đảm bảo vì vậy nó thường dùng để vận chuyển phôi liệu, lắp ráp, hàn trong mặt phẳng ...



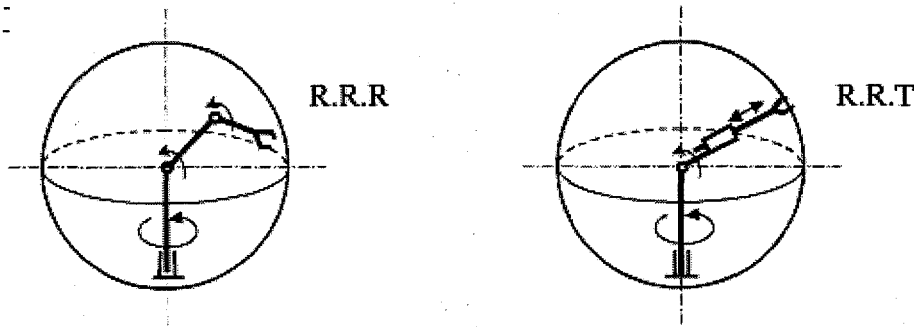
Hình 1.5 : Robot kiểu tọa độ Đề các

Robot kiểu tọa độ trụ : Vùng làm việc của robot có dạng hình trụ rỗng. Thường khớp thứ nhất chuyển động quay. Ví dụ robot 3 bậc tự do, cấu hình R.T.T như hình vẽ 1.6. Có nhiều robot kiểu tọa độ trụ như : robot Versatran của hãng AMF (Hoa Kỳ).



Hình 1.6 : Robot kiểu tọa độ trụ

Robot kiểu tọa độ cầu : Vùng làm việc của robot có dạng hình cầu. thường độ cứng vững của loại robot này thấp hơn so với hai loại trên. Ví dụ robot 3 bậc tự do, cấu hình R.R.R hoặc R.R.T làm việc theo kiểu tọa độ cầu (hình 1.7).

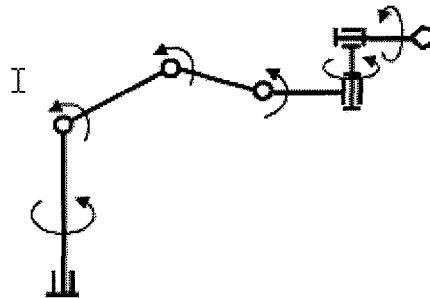


Hình 1.7 : Robot kiểu tọa độ cầu

Robot kiểu tọa độ góc (Hệ tọa độ phỏng sinh) : Đây là kiểu robot được dùng nhiều hơn cả. Ba chuyển động đầu tiên là các chuyển động quay, trục quay thứ nhất vuông góc với hai trục kia. Các chuyển động định hướng khác cũng là các chuyển động quay. Vùng làm việc của tay máy này gần giống một phần khối cầu. Tất cả các khâu đều nằm trong mặt phẳng thẳng đứng nên các tính toán cơ bản là bài toán phẳng. ưu điểm nổi bật của các loại robot hoạt động theo hệ tọa độ góc là gọn nhẹ, tức là có vùng làm việc tương đối lớn so với kích cỡ của bản thân robot, độ linh hoạt cao.

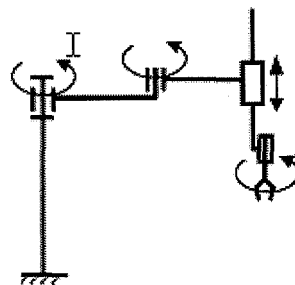
Các robot hoạt động theo hệ tọa độ góc như : Robot PUMA của hãng Unimation _ Nokia (Hoa Kỳ _ Phần Lan), IRb_6, IRb_60 (Thụy Điển), Toshiba, Mitsubishi, Mazak (Nhật Bản) .V.V...

Ví dụ một robot hoạt động theo hệ tọa độ góc (Hệ tọa độ phỏng sinh), có cấu hình RRR.RRR



Hình 1.8 : Robot hoạt động theo hệ tọa độ góc.

Robot kiểu SCARA : Robot SCARA ra đời vào năm 1979 tại trường đại học Yamanashi (Nhật Bản) là một kiểu robot mới nhằm đáp ứng sự đa dạng của các quá trình sản xuất. Tên gọi SCARA là viết tắt của "Selective Compliant Articulated Robot Arm" : Tay máy mềm dẻo tùy ý. Loại robot này thường dùng trong công việc lắp ráp nên SCARA đôi khi được giải thích là từ viết tắt của "Selective Compliance Assembly Robot Arm". Ba khớp đầu tiên của kiểu Robot này có cấu hình R.R.T, các trục khớp đều theo phương thẳng đứng. Sơ đồ của robot SCARA như hình 1.9. Hình 1.9 : Robot kiểu SCARA



Hình 1.9 : Robot kiểu SCARA

2. Phân loại Robot công nghiệp

Robot công nghiệp rất phong phú đa dạng, có thể được phân loại theo các cách sau

2.1. Phân loại theo kết cấu :

Theo kết cấu của tay máy người ta phân thành robot kiểu tọa độ Đề các, Kiểu tọa độ trụ, kiểu tọa độ cầu, kiểu tọa độ góc, robot kiểu SCARA như đã trình bày ở trên.

2.2. Phân loại theo hệ thống truyền động

Có các dạng truyền động phổ biến là : Hệ truyền động điện : Thường dùng các động cơ điện 1 chiều (DC : Direct Current) hoặc các động cơ bước (step motor). Loại truyền động này dễ điều khiển, kết cấu gọn.

Hệ truyền động thủy lực : có thể đạt được công suất cao, đáp ứng những điều kiện làm việc nặng. Tuy nhiên hệ thống thủy lực thường có kết cấu cồng kềnh, tồn tại độ phi tuyến lớn khó xử lý khi điều khiển.

Hệ truyền động khí nén : có kết cấu gọn nhẹ hơn do không cần dẫn ngược nhưng lại phải gắn liền với trung tâm tạo ra khí nén.

Hệ này làm việc với công suất trung bình và nhỏ, kém chính xác, thường chỉ thích hợp với các robot hoạt động theo chương trình định sẵn với các thao tác đơn giản “nhấc lên và đặt xuống” (Pick and Place or PTP : Point To Point).

2.3. Phân loại theo ứng dụng

Dựa vào ứng dụng của robot trong sản xuất có Robot sơn, robot hàn, robot lắp ráp, robot chuyển phôi .v.v...

2.4. Phân loại theo cách thức và đặc trưng của phương pháp điều khiển

Có robot điều khiển hở (mạch điều khiển không có các quan hệ phản hồi), Robot điều khiển kín (hay điều khiển servo) : sử dụng cảm biến, mạch phản hồi để tăng độ chính xác và mức độ linh hoạt khi điều khiển. Ngoài ra còn có thể có các cách phân loại khác tùy theo quan điểm và mục đích nghiên cứu

Bài 3: TRUYỀN DẪN ĐỘNG ĐIỆN CƠ

1. Truyền dẫn động cơ khí

Truyền dẫn động cơ khí có rất nhiều loại hình. Chúng được dùng rộng rãi trong kỹ thuật máy nói chung và trong kỹ thuật rôbot nói riêng. Ngoài những loại truyền dẫn động cơ khí phổ thông ở đây chúng ta đề cập đến một số thiết bị hay dùng trong kỹ thuật rôbot còn tương đối mới mẻ.

1.1. Bộ truyền bánh răng sóng

Bộ truyền bánh răng sóng (The harmonic drive) khác biệt so với các loại truyền động bánh răng khác ở chỗ nó có một bánh răng mềm truyền sóng biến dạng và nhờ vậy mà truyền được chuyển động quay.

Bộ truyền bánh răng sóng gồm 3 bộ phận cơ bản bánh răng mềm 1, bánh răng cứng 2 và phần tạo sóng b. Bánh răng mềm có dạng ống vỏ mỏng. Một đầu ống nối với trục quay ω_1 , còn đầu kia được cắt răng với số răng Z_1 , vành răng này được biến.

dạng đi một đại lượng $2W_0$ do cần tạo sóng gây nên. như mô tả trên sơ đồ tiết diện cắt ngang hình vẽ 8.1. Do tác động của cần tạo sóng vành răng mềm từ hình tròn biến dạng thành hình elip. Chu vi vành răng khi biến dạng so với chu vi vành răng khi chưa biến dạng tạo ra hai sóng. Phương a là phương biến dạng lớn, còn phương b là phương biến dạng nhỏ. Đỉnh sóng biến dạng nằm trên phương A, còn đáy sóng biến dạng nằm trên phương B. Tùy theo cách tạo sóng, số sóng biến dạng có thể là 1, 2, 3...thông thường là bộ truyền hai sóng và quan hệ số răng giữa bánh răng mềm và bánh răng cứng là $Z_2 - Z_1 = 2$.

Bộ truyền bánh răng sóng còn dùng để truyền chuyển động qua vách ngăn kín, cho nên vỏ mỏng một thường làm kín một đầu. Cần tạo sóng dùng để hình thành và truyền sóng biến dạng trên bánh răng mềm. Có thể tạo sóng bằng phương pháp cơ khí, điện từ, khí nén. Theo phương pháp cơ khí có thể dùng hai con lăn, bốn con lăn, đĩa lăn, vòng lăn hoặc cam lăn.

Sử dụng truyền động bánh răng.

Do có các tính chất nói trên, truyền động bánh răng sóng được dùng chủ yếu ở các bộ truyền có tỷ số truyền cao, các bộ truyền đòi hỏi độ chính xác cao, các cơ cấu có quán tính nhỏ và yêu cầu tác động nhanh trong hệ thống điều khiển tự động, các khớp động trong tay máy. Ngoài ra còn dùng để truyền chuyển động xuyên qua vách ngăn và kín khít đối với môi trường hoá chất hoặc phóng xạ.

Trong thân hộp 1 đặt động cơ điện 3 và bộ phận 2 nhận tín hiệu phản hồi liên hệ với trục động cơ bằng các bánh răng 4, 5, 6. Bánh răng 5 gắn liền với trục 10 đầu vào bộ truyền bánh răng sóng. Trục 10 là trục khuỷu, trên đó gắn các đĩa chính để tạo sóng biến dạng cho bánh răng mềm 8. Bánh răng 8 này ăn khớp với bánh răng cứng 7 cố định và gắn với trục đầu ra của bộ truyền bánh răng sóng.

1.2. Bộ truyền bánh răng con lăn cycloid hành tinh

Trong những năm gần đây truyền động bánh răng *cycloid* lại được quan tâm, nghiên cứu rộng rãi ở các bộ truyền dẫn trong rôbot. Truyền động này có nhiều ưu điểm như: Đạt được tỷ số truyền cao, gọn nhẹ, độ bền và chính xác đều cao hơn so với nhiều loại truyền động khác. Tuy nhiên lại yêu cầu cao về độ chính xác chế tạo và lắp ráp. Là sơ đồ một hộp giảm tốc bánh răng *cycloid* hành tinh. Bánh răng b có số răng Z_1 , bánh răng a có số răng $Z_2 = Z_1 + 1$. Khi quay cần h bánh răng vệ tinh b có chuyển động song phẳng và nhờ cơ cấu tay quay d làm cho bánh răng c quay theo. Tỷ số truyền cần quay đến trục của bánh răng c là $u_{TC} = -Z_1$.

Đối với hộp giảm tốc một cấp tỷ số truyền đạt tới 87 còn đối với hộp giảm tốc hai cấp hoặc 3 cấp có thể đạt được tỷ số truyền rất cao.

Trong bánh răng *cycloid* hành tinh một bánh răng có răng hình con lăn, còn bánh răng ăn khớp với nó có dạng răng họ đường epicyloid.

1.3. Truyền động đai ốc bi

Truyền động vít đai ốc bi (ball screws) được dùng đầu tiên trong cơ cấu tay lái ô tô hãng General motors. Những năm đầu của thập niên 50, Beaver Precision là hãng đầu tiên thiết kế và chế tạo bộ truyền đai ốc bi cho các máy điều khiển số. Ngày nay đã rất nhiều hãng sản xuất bộ truyền vít đai ốc bi, nhiều cải tiến mới và ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, trong đó có kỹ thuật rôbot. Công dụng chủ yếu của bộ truyền vít đai ốc bi là để biến chuyển động quay sang chuyển động tịnh tiến. Nhiệm vụ này có thể được thực hiện bằng bộ truyền thanh răng, bánh răng hoặc bộ truyền vít bi đai ốc thường. Ở đây ta cho chen vào giữa mặt tiếp xúc của đai ốc và vít me là những viên bi dẫn đến hiệu suất của bộ truyền đạt giá trị rất lớn. Tuy nhiên diện tiếp xúc lại bé đi nên khả năng chịu tải thấp hơn. Vì vậy phải chọn lựa quan hệ hợp lý giữa đường kính viên bi và đường kính tiết diện cắt ngang của các danh lăn, phù hợp với các điều kiện ứng dụng cụ thể như tốc độ dy chuyển, hiệu ứng màng dầu thủy động và kích cỡ bộ truyền.

2. Ứng dụng truyền động điện

Truyền động điện được dùng khá nhiều trong kỹ thuật rôbot, vì có những ưu điểm như điều khiển đơn giản, không phải dùng các bộ biến đổi phụ thêm, không gây bẩn cho môi trường, các loại động cơ hiện đại có thể lắp trực tiếp trên các khớp quay.

Tuy nhiên so với truyền động thủy khí thì truyền động điện có tỷ lệ thấp giữa công suất truyền trên một đơn vị khối lượng và thông thường đòi hỏi kèm theo hộp giảm tốc công kênh vì trong tay máy có tốc độ quay rất chậm.

Trong kỹ thuật rôbot về nguyên tắc có thể dùng động cơ điện các loại khác nhau nhưng trong thực tế chỉ có hai loại được dùng nhiều hơn cả đó là động cơ điện một chiều và động cơ bước.

Ngày nay do những thành công mới trong nghiên cứu điều khiển động cơ xoay chiều nên cũng có xu hướng chuyển sang sử dụng động cơ xoay chiều để tránh phải trang bị thêm bộ nguồn điện một chiều. Ngoài ra loại động cơ điện một chiều không cổ góp cũng bắt đầu được ứng dụng nhiều.

2.1. Động cơ điện một chiều

Khái niệm về động cơ điện một chiều

Động cơ điện một chiều gồm có hai phần:

a) Stator cố định với các cuộn dây có dòng điện cần hoặc dùng nam châm vĩnh cửu. Phần này còn gọi là phần cảm. Phần cảm tạo nên từ thông trong khe hở không khí.

b) Roto với các thanh dẫn. Khi có dòng điện một chiều chạy qua và với dòng từ thông xác định, rôto sẽ quay. Phần này gọi là phần ứng.

Do khác nhau khi bố trí dây trên cuộn phần cảm so với phần ứng ta có những loại động cơ điện một chiều khác nhau:

- Động cơ kích từ song song.
- Động cơ kích từ nối tiếp.
- Động cơ kích từ hỗn hợp.

Các đại lượng chủ yếu xác định sự làm việc của động cơ một chiều là:

U - Điện áp cung cấp của phần ứng.

I - Cường độ dòng điện trong phần ứng.

R - Điện trở trong của phần ứng.

ϕ - Từ thông trong khe hở.

E - Sức phản điện động phần ứng.

Các quan hệ cơ bản khi làm việc là:

$$E = U - rI = k\phi \quad (8.1)$$

K phụ thuộc vào đặc tính của dây cuốn và số thanh dẫn tác dụng của phần ứng.

Từ (8.1) có các nhận xét sau:

- Khởi động E bằng 0 khi mở máy, chỉ có điện trở phần ứng R rất nhỏ hạn chế dòng điện. Vì thế cần phải có biến trở mở máy để duy trì I ở giá trị thích hợp.

- Số vòng quay

$$n = \frac{U - Ir}{k\phi} \quad (8.2)$$

Vậy điều chỉnh tốc độ có thể tiến hành bằng cách tác động vào điện áp U hoặc tác động vào từ thông Φ .

- Mô men động C xác định từ phương trình cân bằng công suất.

$$EI = 2\pi nC \quad (8.3)$$

Kết hợp ta có :

$$C = 2 \frac{k\phi I}{\pi} \quad (8.4)$$

Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Về phương diện điều chỉnh tốc độ thì động cơ điện một chiều có nhiều ưu việt hơn hẳn các động cơ khác. Khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng trong dải động và có cấu trúc mạch lực và mạch điều khiển đơn giản.

Như đã nói ở trên, có hai phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều:

- Tác động lên từ thông ϕ thông qua việc điều chỉnh điện áp dòng kích từ.
- Điều chỉnh điện áp phần ứng .

Khi điều chỉnh tốc độ từ 0 đến tốc độ định mức bằng cách giữ từ thông không đổi và tác động điện áp phần ứng U thì mô men sẽ không đổi còn công suất tăng theo tốc độ.

Khi điều chỉnh tốc độ từ 0 đến tốc độ định mức bằng cách tác động lên từ thông và giữ điện áp phần ứng không đổi thì mô men không đổi còn công suất giảm theo tốc độ.

Khi từ thông tiến về 0 thì tốc độ tiến đến vô cùng vì vậy khi không tải động cơ kích từ nối tiếp có tốc độ quá lớn, các loại động cơ kích từ song song hoặc hỗn hợp đều quá tốc độ nếu cắt mạch từ của nó.

Đảo chiều quay

Chiều quay của phần ứng phụ thuộc vào chiều dòng điện trong dây quấn phần ứng và chiều quay của từ trường. Để đổi chiều quay của động cơ điện một chiều cần đổi hoặc chiều của từ thông hoặc chiều của dòng điện phần ứng.

2.2. Động cơ bước

Nguyên tắc hoạt động.

Đơn giản nhất là động cơ bước loại đơn dùng nam châm vĩnh cửu gồm stator có 4 cực và rotor có hai cực. Nếu cấp điện cho cuộn dây α và α' thì rotor sẽ dừng ở vị trí mà dòng từ qua cuộn là lớn nhất. Nếu cấp điện cho cuộn dây β và β' thì rotor sẽ quay đi $\pm 90^\circ$ (phụ thuộc vào chiều dòng điện cấp vào). Khi đồng thời cấp điện cho cả hai cuộn dây α và β thì rotor sẽ dừng ở vị trí giữa 0° và 90° và nếu dòng điện vào hai cuộn dây hoàn toàn như nhau thì rotor sẽ dừng ở vị trí.

Như vậy vị trí của rotor phụ thuộc vào số cực được cấp trên stator và chiều của dòng điện cấp vào.

Ưu nhược điểm

Việc sử dụng chúng trong hệ thống điều khiển có nhiều thuận lợi.

- Không cần mạch phản hồi cho cả điều khiển vị trí và vận tốc.
- Thích hợp với điều khiển số.

Ưu điểm lớn nhất của động cơ bước trong điều khiển vị trí là không cần phản hồi và điều khiển số trực tiếp (ghép nối trực tiếp với máy tính). Với khả năng điều khiển số trực tiếp, động cơ bước trở thành rất thông dụng trong các thiết bị hiện đại như rôbốt công nghiệp, máy công cụ điều khiển số, các thiết bị ngoại vi của máy tính như trong máy in kim, bộ điều khiển ổ đĩa máy vi tính, máy vẽ...

Tuy vậy phạm vi ứng dụng của động cơ bước vẫn là ở vùng công suất nhỏ và trung bình. Việc nghiên cứu nâng công suất của động cơ bước đang là vấn đề rất được quan tâm hiện nay. Ngoài ra nói chung hiệu suất của nó vẫn thấp hơn so với nhiều loại động cơ khác.

Các thông số của động cơ bước

Góc quay:

Động cơ bước quay 1 góc xác định ứng với mice xung kích. Góc bước θ càng nhỏ thì độ phân giải càng cao. Số bước s là một thông số quan trọng $s = 360^\circ/\theta$.

Tốc độ quay và tần số xung

Tốc độ quay của động cơ phụ thuộc vào số bước trong một giây. Đối với hầu hết các động cơ bước số xung cung cấp cho động cơ bằng số nên tốc độ có thể tính theo tần số xung f . Tốc độ quay của động cơ được tính theo công thức sau.

$$n = \frac{60f}{s} \quad (8.5)$$

Trong đó: n - tốc độ vòng quay (vòng/giây)

f - tần số bước.

S – số bước.

Ngoài ra còn các thông số quan trọng khác như độ chính xác vị trí vị trí, tỷ số mô men và quán tính. Độ chính xác vị trí của động cơ bước phụ thuộc vào đặc tính của động cơ, vào độ chính xác chế tạo. . . vv. Tỷ số truyền mô men và quán tính rôbốt có ảnh hưởng quyết định đến khả năng dừng ngay khi chuỗi xung điều khiển đã ngắt.

Các loại động cơ bước.

Rôbốt, động cơ bước được chia làm các loại:

- Động cơ bước loại trừ biến đổi (VR).
- Động cơ bước nam châm vĩnh cửu (PM).
- Động cơ bước kiểu lai (hybrid).

Tùy theo số cuộn dây độc lập trên stator động cơ bước được chia thành các loại: 2 pha, 3pha hoặc 4 pha.

Động cơ bước có thể được chia theo cách đấu dây, không liên quan đến số pha có các dạng nối dây:

a/ 2 pha: 4 đầu dây.

b/2 6 đầu dây.

c/2 pha :8 đầu dây.

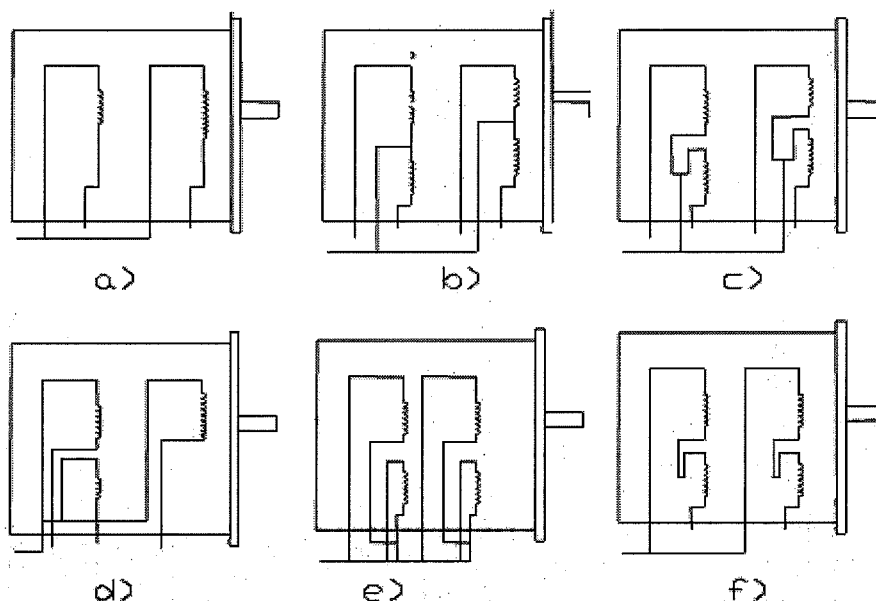
d/2 : 4 đầu dây.

e/4 pha: 8 đầu dây.

f/4 pha: 8 đầu dây.

Rotor có nhiều cực, còn gọi là răng. Số cực của rotor phối hợp với số cực của stato xác định giá trị góc bước θ . Như biểu thức (10.22) có góc bước θ bằng 360° chia cho số bước. Góc bước lớn nhất là 90° ứng với động cơ có 4 bước. Phần lớn những động cơ hiện nay có số bước $s = 200$, nên $\theta = 1,8^\circ$.

Số bước càng lớn, độ phân giải càng cao và định vị càng chính xác. Trong thực tế cũng không thể tăng số bước lên quá cao. Tuy nhiên, công nghệ tạo bước nhỏ để chia thành 2 nửa bước hoặc từ 10 đến 125 bước nhỏ.



Hình 8.1 sơ đồ đấu dây

Động cơ bước loại từ trở biến đổi.

Rotor của động cơ bước VR làm bằng sắt non có nhiều răng. Stato cũng có các răng cùng cuộn cảm. Khi dòng điện chạy qua một cuộn cảm trên stator sinh ra một từ trường làm cho răng trên rotor bị hút thẳng hàng với răng tương ứng trên stator. Khi dòng điện được cấp sang một cuộn cảm khác, rotor chuyển dịch một góc. Góc bước của động cơ VR thường là $7,5^\circ$ hoặc 15° . Đặc điểm của động cơ bước VR là do stator sắt non có quán tính nhỏ hơn các loại khác nên cho phép đáp ứng nhanh hơn. Tuy nhiên do rotor không có từ trường nên không mô men dư do đó khi ngừng kích thích động cơ sẽ còn quay tự do.

Động cơ bước nam châm vĩnh cửu.

Động cơ bước PM có từ trường trong rotor nên có mô men giữ khi động cơ không kích hoạt. Mỗi răng của từ trường đều hướng trực tiếp tính làm nam hoặc bắc. Trong kỹ thuật hiện đại rotor được làm ở dạng đĩa mỏng bằng vật liệu từ tính đặc biệt. Đĩa được nhiễm từ đến 50 cặp cực nam- bắc xen lẫn nhau. Một số động cơ bước có từ trường được đưa vào stator để tăng từ trường và tạo mô men lớn hơn. Động cơ bước PM đòi hỏi ít năng lượng kích hoạt hơn các loại động cơ khác. Chúng còn có đặc tính tắt dao động tốt hơn. Góc bước của chúng bao gồm tất cả các bước chuẩn $1,8^\circ$; $7,5^\circ$; 15° ; 30° ; 45° và 90° . Trên hình vẽ là sơ đồ động cơ bước PM 4 pha.

Động cơ bước kiểu lai (hybrid).

Động cơ bước kiểu lai kết hợp các đặc tính của động cơ bước VR và động cơ bước PM. Động cơ bước kiểu lai có nhiều răng rotor hơn và mô men lớn hơn. Các góc bước thông dụng của động cơ bước kiểu lai là $0,9^\circ$ và $1,8^\circ$.

Bài 4 : TRUYỀN DẪN ĐỘNG THỦY KHÍ

1. Các khái niệm cơ bản

Trong kỹ thuật người máy công nghiệp rất hay dùng các hệ thống truyền dẫn thủy lực hoặc khí nén. Trong các hệ thống này năng lượng được truyền đi bằng chất lỏng hoặc chất khí dưới tác dụng của áp lực tạo ra từ các nguồn máy bơm, máy nén.

Áp suất P của chất lỏng hoặc chất khí có thể hiểu như nội thế năng e_p trong một đơn vị thể tích. Thường dùng đơn vị đo là Pascal (P_a) hoặc bar ($1 \text{ bar} = 10^5 P_a$).

Ngoài ra còn phần thế năng e_g phụ thuộc độ cao của chất lỏng hoặc chất khí dưới tác dụng của sức hút trọng trường. Tuy nhiên trong tay máy sự thay đổi độ cao này không lớn nên có thể bỏ qua e_g .

Mặt khác chất lỏng hoặc chất khí chuyển động trong hệ thống với vận tốc u tạo ra một động năng tính trên một đơn vị thể tích là $e_c = 1/2 \sigma u^2$ (σ là mật độ).

Như vậy có thể xem xét hai nhóm phương pháp biến đổi năng lượng của chất lỏng hoặc của chất khí thành cơ năng: Phương pháp tĩnh và phương pháp động.

Đối với các phương pháp động, đều cho rằng thế năng của chất lỏng hoặc chất khí thoát đầu sẽ biến thành động năng tạo nên sự chuyển dịch với vận tốc nhanh dần. Do vậy tạo nên những hiệu ứng động lực chẳng hạn như tuabin.

Trong kỹ thuật người máy công nghiệp các cơ cấu thủy khí thường có chuyển động không liên tục, vận tốc thấp và thường gia tăng những lực phanh hãm. Bởi vậy khi khảo sát các truyền động thủy khí trong tay máy thường dùng các phương pháp tĩnh.

Đối với các phương pháp tĩnh năng lượng được biến đổi trực tiếp từ thế năng của chất lỏng hoặc chất khí. Do vậy có thể tính lực F (hoặc mômen động M) của chất lỏng hoặc chất khí tác động lên phần động của cơ cấu, tỷ lệ với độ chênh lệch áp suất:

$$F = S(P_1 - P_2) \quad (8.6)$$

$$M = C(P_1 - P_2) \quad (8.7)$$

Với S : diện tích; C : thể tích.

1.1. Các phương trình cơ bản ở chế độ làm việc bình ổn

1: quy luật bảo toàn khối lượng

Theo quy luật này thì khối lượng chất lỏng hoặc chất khí chuyển qua các đoạn ống dẫn chỗ có diện tích S_1 với lưu lượng Q_1 và chỗ có diện tích S_2 với lưu lượng q_2 đều như nhau, tức là:

$$\sigma_1 q_1 = \sigma_2 q_2$$

Bởi vì chất lỏng không nén được nên xem mật độ $\sigma_1 = \sigma_2 = \text{const}$.

Do vậy ta có $q_1 = q_2$.

Còn đối với chất khí, mật độ chất khí phụ thuộc vào áp suất, bởi thế $q_1 \neq q_2$.

2: Quy luật bảo toàn năng lượng.

Theo quy luật này đối với chất lỏng lý tưởng không nén được thì trên mỗi đoạn của hệ thủy lực (nếu ở đây không có nguồn bổ xung hệ thêm hoặc nối thất thoát đi) đều có giá trị năng lượng ứng với một đơn vị thể tích là không đổi (phương trình Bernoulli).

$$p_1 + \frac{1}{2}\sigma u^2_1 = p_2 + \frac{1}{2}\sigma u^2_2$$

hoặc là

$$p_1 + \frac{1}{2}\sigma \left(\frac{q_1^2}{s_1^2} \right) = p_2 + \frac{1}{2}\sigma \left(\frac{q_2^2}{s_2^2} \right)$$

Đối với môi trường chất nén được, nhưng nếu chênh lệch áp suất gây ra nội lực ma sát là không đáng kể thì có thể sử dụng phương trình trên như phép tính gần đúng.

3: Tổn thất năng lượng.

Trong thực tế năng lượng của dòng chất lỏng hoặc chất khí không được bảo toàn hoàn toàn vì có tổn thất dọc đường đi hoặc do ma sát với thành ống, hoặc do thay đổi dòng chảy vv... Năng lượng tổn thất Δp trên mỗi đoạn ống có tiết diện không đổi phụ thuộc vào đặc tính của dòng chảy:

Khi chảy tầng các đường dòng đều song song với thành ống. Tuy nhiên chất lỏng thực tế có độ nhớt (đặc trưng bằng hệ số nhớt μ) cho nên khi chuyển động có xuất hiện nội lực ma sát đó là một phần năng lượng bị biến thành nhiệt. Năng lượng tổn thất này tỷ lệ thuận với lưu lượng:

$$\Delta p = Rq.$$

Ví dụ đối với ống dẫn hình trụ chiều dài L thì.

$$R = 32\mu\pi(L/s^2)$$

Khi chảy rối thì các đường dòng không còn song song với đường ống nữa mà có thể phân bố lung tung quanh một đường trục trung bình nào đó với vận tốc U. Sự va chạm giữa các phân tử chất lỏng (hoặc chất khí) với nhau hoặc với thành ống sẽ sinh nhiệt làm mất mát năng lượng. Năng lượng tổn thất này không phụ thuộc vào hệ số nhớt μ mà xác định bởi động năng của dòng chảy.

$$\Delta p = 1/2\xi\sigma(q^2/s^2) = rq^2.$$

Với ξ là hệ số không thứ nguyên.

Việc chuyển từ chảy tầng sang chảy rối sẽ xảy ra khi lưu lượng q vượt quá một giá trị q^* , ứng với một đại lượng R_c không thứ nguyên nào đó, R_c gọi là hệ số reynolds. Đối với ống dẫn hình trụ đường kính D:

$$R_c = \frac{4pq}{\pi D\mu} \quad (8.7)$$

1.2. Các phương trình cơ bản ở chế độ làm việc chuyển tiếp

1. Phương trình trạng thái khí.

$$\frac{P}{\rho^k} = \text{const} \quad 1 \leq k \leq \gamma \quad (8.8)$$

Phương trình đặc trưng trạng thái nhiệt động của chất khí là phương trình liên hệ giữa mật độ ρ và áp suất p .

Trường hợp $k = 1$ quá trình là đẳng nhiệt. Khi chất khí chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác một cách chậm chạp thì qua trình trao đổi nhiệt với môi trường hoàn toàn thực hiện được và nhiệt độ của chất khí xem như không đổi. Việc chuyển tiếp đó ứng với định luật Boyle – Mariotte:

$$\frac{P}{\rho} = RT \quad (8.9)$$

Trường hợp $k = \gamma$ quá trình là đoạn nhiệt. Khi chất khí chuyển trạng thái tương đối nhanh thì quá trình trao đổi nhiệt với môi trường hầu như không cảm thấy. Việc chuyển tiếp đó ứng với định luật Laplace :

$$\frac{P}{P^\gamma} = \text{const} \quad (8.10)$$

Đối với khí nén $\gamma \cong 1,404$.

Từ trường hợp chung có thể viết :

$$\frac{\rho \rho}{\rho t} = \frac{\rho}{\rho.K} \frac{dP}{dt} \quad (8.11)$$

2: Phương trình lưu lượng:

Khảo sát một bình chứa có thể tích V , chịu áp suất đồng nhất P . Gọi q_1 và q_2 là lưu lượng ở đầu vào và đầu ra. Điều kiện bảo toàn khối lượng bên trong bình giữa hai thời điểm t và $t + dt$ có thể biểu diễn dưới dạng:

$$\rho q_1 dt - \rho q_2 dt = d(\rho V) = V d\rho$$

Từ đó:

$$q_1 - q_2 = \frac{V}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \quad (8.12)$$

thay vào ta có:

$$q_1 - q_2 = \frac{V}{\rho.K} \frac{dP}{dt} \quad (8.13)$$

Ở chế độ làm việc bình ổn về phải của biểu thức se bằng không .

3: Độ chịu nén của chất lỏng.

Chất lỏng có thể xem như môi trường không nén được. Tuy nhiên ở nhiệt độ và áp suất nào đó thì mật độ của chất lỏng thay đổi. Có thể đánh giá độ chịu nén của chất lỏng bằng chế độ nén thể tích β . Đặc trưng cho sự thay đổi thể tích tương đối khi áp lực biến đổi một đại lượng $d\rho$:

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{dV}{dp} \quad (8.14)$$

Vì khi thể tích thay đổi một đại lượng dV thì mật độ ρ cũng thay đổi một đại lượng $d\rho$.

$$\frac{dV}{V} = \frac{d\rho}{\rho} \quad (8.15)$$

Gọi modul chịu nén B là hệ số nghịch đảo của β :

$$B = \frac{\rho}{d} \frac{dP}{\rho} \quad (8.16)$$

Như vậy thứ nguyên của B trùng với thứ nguyên của áp suất thường $B \approx 1500$ Mpa. Khi áp suất tăng thì B tăng chậm, còn khi nhiệt độ tăng thì B giảm. Đặc biệt B phụ thuộc vào lượng khí lẫn vào chất lỏng.

Trong trường hợp này phương trình lưu lượng có dạng:

$$q_1 - q_2 = \frac{V}{B} \frac{dP}{dt} \quad (8.17)$$

4: Ảnh hưởng do thay đổi hình học:

Xét phương trình lưu lượng khi thể tích thay đổi theo thời gian. Ví dụ, thay đổi thể tích chứa trong xylanh do vị trí của piston hoặc trong ống xếp do sự đàn hồi của ống vv ... trong các trường hợp đó thì:

$$D(pV) = Vd\rho + \rho dV \quad (8.18)$$

Khi thay thế cho biểu thức ta có:

$$q_1 - q_2 = \frac{V}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \rho \frac{dV}{dt} \quad (8.19)$$

Gọi $q_v = \frac{dV}{dt}$ là lưu lượng biến dạng. Trong đa số trường hợp thể tích các loại xylanh có quan hệ tuyến tính với độ dịch chuyển hoặc dịch chuyển góc θ .

$$V = s(x_0 + x) \quad (8.20)$$

Hoặc $V = C(\theta_0 + \theta)$. (8.21)

Do vậy : $q_d = S \frac{dx}{dt}$ (8.22)

Hoặc $q_d = C \frac{d\theta}{dt}$ (8.23)

Từ các phương trình trên ta có:

$$(p_1 - p_2)q_d = F \frac{dX}{dt} \quad (8.24)$$

$$(p_1 - p_2)q_d = M \frac{d\theta}{dt} \quad (8.25)$$

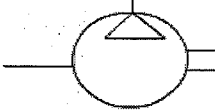
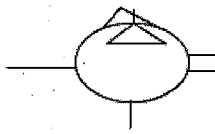
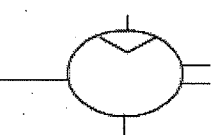
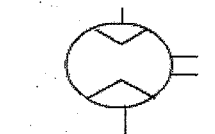
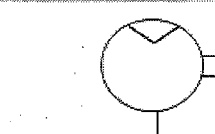
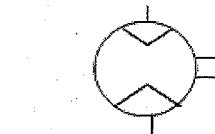
2. Truyền dẫn động khí nén

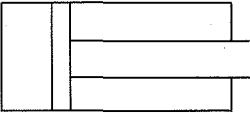
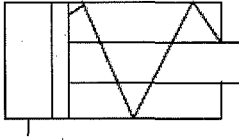
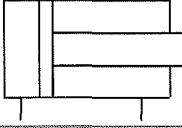
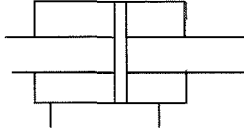
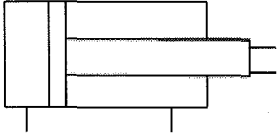
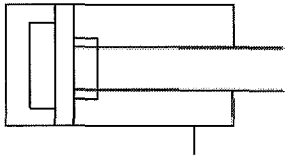
2.1. Đặc điểm chung

Dùng khí nén trong hệ truyền dẫn rôbot có nhiều thuận lợi. Trước hết do các phân xưởng công nghiệp thường có mạng lưới khí nén chung, cho nên đơn giản giản hóa được phân thiết bị nguồn động lực cho rôbot. Vì khí nén có thể xảy ra không khí nên đòi hỏi hệ thống đưa khí nén trở lại như đối với dầu ép. Hệ thống truyền dẫn khí nén tương đối gọn nhẹ, dễ sử dụng, dễ đảo chiều và không qua nhạy với nhiệt độ khi làm việc.

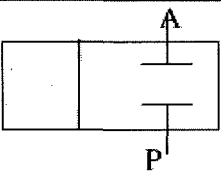
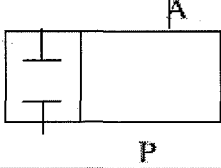
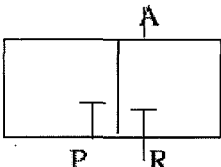
Tuy nhiên, dùng hệ truyền dẫn khí nén cũng không ít nhược điểm. Trước hết là do đặc điểm nén của chất khí nên chuyển động do chúng thực hiện thường kèm theo dao động, không chính xác lúc dừng, nhất là ở vị trí trung gian. Ngoài ra còn dùng biện pháp phun dầu bôi trơn, lọc bụi, lọc ẩm và giảm ồn.

Modul truyền dẫn động khí nén cho một bậc tự do của cơ cấu tay máy thường bao gồm các bộ phận chủ yếu như động cơ, bộ phận phân phối, bộ phận điều chỉnh vận tốc. Các phần tử và thiết bị khí nén đều được tiêu chuẩn hoá. Bảng dưới đây giới thiệu cá phần tử và thiết bị khí nén đều được tiêu chuẩn hoá. Bảng dưới đây giới thiệu các phần tử, thiết bị chủ yếu của hệ thống truyền dẫn động khí nén và các ký hiệu cơ bản. Ngày nay đã có những chung trình máy tính vẽ các phần tử và các mạch khí nén. Dưới đây ta sử dụng các chung.

N ^o	Tên phần tử và thiết bị	Sơ đồ
1	Máy nén khí	
2	Bơm chân không	
3	Động cơ nén khí tốc độ không đổi với một dòng khí	
4	Động cơ khí nén tốc độ không đổi với hai dòng khí nén.	
5	Động cơ khí nén với thể tích chuyển dịch điều chỉnh được một dòng	
6	Động cơ khí nén với thể tích chuyển dịch điều chỉnh được hai dòng khí.	

7	Xilanh tác động đơn, chuyển động lùi nhờ lực bên ngoài.	
8	Xilanh các động đơn, chuyển động lùi nhờ lò xo.	
9	Xylanh tác động kép với piston một đầu cần.	
10	Xilanh tác động kép với piston hai đầu cần.	
11	Xylanh vi sai với piston hai đầu cần.	
12	Xylanh tác động kép hai đầu có gối đệm điều chỉnh được.	

Các thiết bị điều chỉnh năng lượng

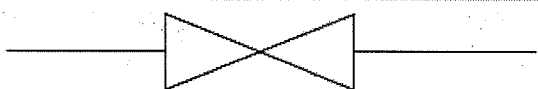
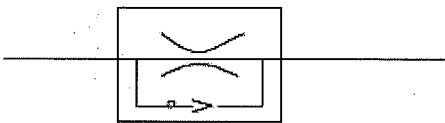
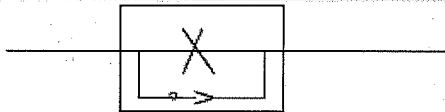
N ^o	Các van điều khiển hướng	Sơ đồ
I 1	Van dẫn hướng 2/2 thường đóng	
I 2	Van dẫn hướng 2/2 thường mở	
3	Van dẫn hướng 3/2 thường mở	

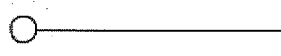
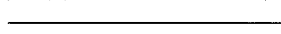
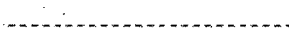

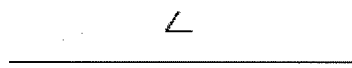

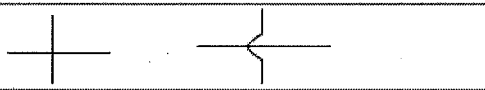



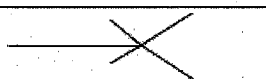
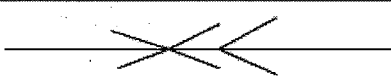
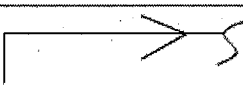
4	Van dẫn hướng 3/2 thường đóng	
5	Van dẫn hướng 3/3 ở vị trí giữa đóng	
6	Van dẫn hướng 4/2	
7	Van dẫn hướng 4/3 vị trí giữa đóng	
8	Van dẫn hướng 4/3 Vị trí thả nổi	
9	Van dẫn hướng 5/2	
10	Van dẫn hướng 5/3 Vị trí giữa đóng	



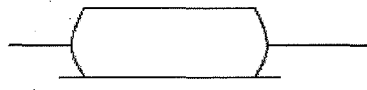

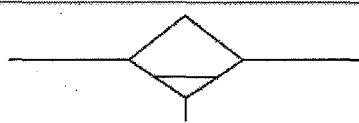
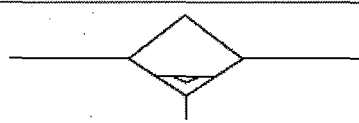
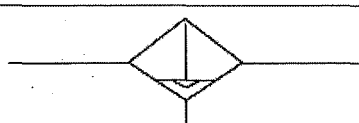

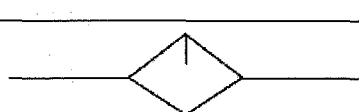
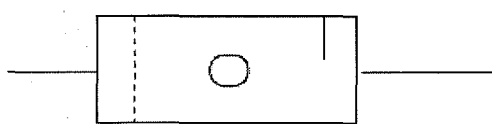
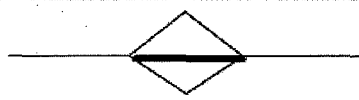
<i>N^o</i>	<i>Van một chiều</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Van khoá không lò xo	
2	Van khoá lò xo	
3	Van khoá phụ trợ	

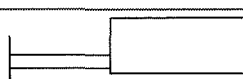
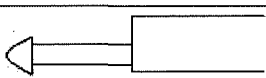
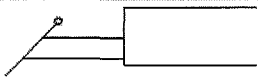
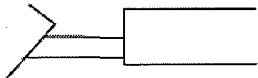
4	Van con thoi	
	Van xả nhanh	

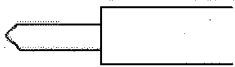


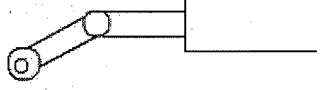
<i>N^o</i>	<i>Van điều áp</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Van không chế áp, điều chỉnh được	
2	Van đặt nối tiếp, điều chỉnh được, có lỗ xả	
3	Van chỉnh áp không lỗ xả, điều chỉnh được	
4	Van chỉnh áp, có lỗ xả, điều chỉnh được	
<i>N^o</i>	<i>Van tiết lưu</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Van tiết lưu với mức không chế không đổi.	
2	Van màng với mức không chế không đổi	
3	Van tiết lưu điều chỉnh được, tác động bất kỳ	
4	Van tiết lưu điều chỉnh được, tác động cơ học chống lại lò xo tự hồi	


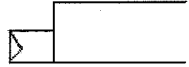
<i>N^o</i>	<i>Van đóng kín (van khoá)</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Van đóng kín biểu diễn đơn giản hoá	
<i>N^o</i>	<i>Van tiết lưu với van khoá mắc song song</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Van tràn điều chỉnh được I	
2	Van màng tràn, điều chỉnh được	

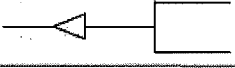
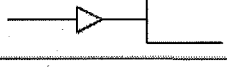
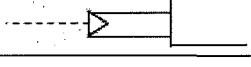
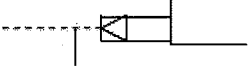
<i>N^o</i>	<i>Nguồn truyền năng lượng</i>	<i>Sơ đồ</i>
1	Nguồn áp suất	
2	Đường làm việc	
3	Đường điều khiển	
4	Ống dẫn mềm	
5	Đường điện	
6	Điểm nối cố định	
7	Các đường giao nhau	
8	Điểm xả	
9	Lỗ ra không nối ống dẫn	
10	Lỗ ra có ống dẫn	
11	Điểm tiếp nối với áp suất đã đóng	
12	Điểm tiếp nối với áp suất có đường nối	
13	Khớp nối ngắt nhanh, đã tách, van đóng kín ống dẫn	


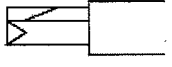
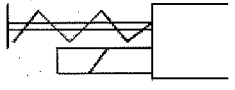
14	Khớp nối ngắt nhanh đã tách, ống dẫn đóng	
15	Thiết bị giảm âm	
16	Bình tích khí	
17	Bộ lọc	
18	Bộ phân ly nước được thao tác bằng tay	
19	Bộ phân ly nước thoát nước tự động	
20	Bộ phân ly lọc nước tự động	
21	Thiết bị sấy	
22	Thiết bị bôi trơn	
23	Thiết bị phụ trợ (bộ lọc, van chỉnh áp, thiết bị bôi trơn, áp kế) biểu diễn đơn giản hoá	
24	Thiết bị làm mát	

N ^o	Thiết bị điều khiển bằng tay, chân	Ký hiệu
1	Chuông	
2	Nút bấm	
3	Tay cầm	
4	Bàn đạp	

<i>N^o</i>	<i>Điều khiển cơ</i>	<i>Ký hiệu</i>
1	Con trượt	
2	Lò xo	
3	Cần con lăn	
4	Cần con lăn tự hồi	

<i>N^o</i>	<i>Điều khiển điện</i>	<i>Ký hiệu</i>
1	Ống dây 1 cuộn tác dụng	
2	Ống dây 2 cuộn tác dụng ngược chiều	

<i>N^o</i>	<i>Điều khiển điện</i>	<i>Ký hiệu</i>
1	Trực tiếp bằng tràn áp	
2	Trực tiếp bằng tràn áp	
3	Gián tiếp bằng cấp áp	
4	Gián tiếp bằng tràn áp	

<i>N^o</i>	<i>Điều khiển điện</i>	<i>Ký hiệu</i>
1	Ống dây và van điều khiển	
2	Ống dây hoặc van điều khiển	
3	Ống dây và van điều khiển bằng tay có lò xo tự hồi	

<i>N^o</i>	<i>Các ống nối</i>	<i>Ký hiệu</i>
1	Các đường làm việc	A, B, C...
2	Đường tiếp khí, tiếp nối khí nén	P R, S, T...
3	Điểm xả, thối	L
4	Đường điều khiển	Z, Y, X

2.2. Tính toán và chọn lựa xy lanh khí nén

Khi thiết kế hệ thống truyền dẫn khí nén thì xy lanh là phần tử cần tính toán nhất. Gọi chung tên gọi là xy lanh cho cả hai trường hợp năng lượng khí nén được chuyển thành chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay. Trường hợp thứ hai còn gọi là xy lanh quay hoặc động cơ khí nén. Trong bảng 1.1 có các loại xy lanh tác động đơn và xy lanh tác động kép.

Trong các xy lanh tác động đơn, khí nén vào một phía đẩy piston theo chiều ngược lại, trở về vị trí ban đầu với vận tốc đủ nhanh. Hành trình của piston phải nhỏ hơn hoặc bằng chiều dài của lò xo khi chưa bị nén. Các xy lanh đơn cũng có nhiều kiểu khác nhau tùy theo công dụng. Các loại xy lanh đơn dùng chủ yếu kẹp, phun, nén, nâng và cấp liệu... Lớp vật liệu phủ ngoài piston ví dụ như teflon, đảm bảo vừa kín khít, vừa ít ma sát và lâu mòn.

Trong các xy lanh tác động kép, khí nén có thể đẩy piston chuyển động tịnh tiến và cả chuyển động lùi. Hành trình piston không bị hạn chế nhưng phải tính tới tốc độ uốn võng của cần piston.

Xy lanh tác động kép của loại piston với một đầu cần hoặc hai đầu cần. Loại hai đầu cần là loại piston kéo dài cả hai phía chạy dọc suốt chiều dài xy lanh.

Loại này có ưu điểm như :

- Lực tác động bằng nhau cả hai chiều chuyển động vì diện tích hữu ích của piston cả hai phía đều như nhau

- Có thể chịu được tải ngang nhỏ vì cần piston xem như một trục lắp trên hai ổ tựa. Xy lanh tác động kép thường có kết cấu hai đầu có giảm chấn điều chỉnh được. Để tránh va trạm mạnh, nhất là khi dịch chuyển khối lượng lớn, người ta tạo ra những cái đệm ở cuối hành trình. Khi đến vị trí cuối, piston đệm chặn đường ra của khí nén và thay vào đó có một lỗ thoát rất nhỏ điều chỉnh được. Khí nén ở phần cuối xy lanh được nén và thoát ra từ từ qua van tiết lưu một chiều. Vì thế piston chuyển động từ từ đến vị trí tận cùng.

Có loại xy lanh nối tiếp và xy lanh nhiều vị trí.

Cơ cấu xy lanh tiếp đôi gồm hai xy lanh tác động kép ghép nối tiếp nhau thành một khối duy nhất. Khi tác động đồng thời thì lực trên cần piston tăng gấp đôi. Người ta dùng loại xy lanh này khi cần lực lớn mà đường kính xy lanh bị giới hạn. Hình vẽ 8.1 là sơ đồ cơ cấu xy lanh tiếp đôi.

Xy lanh nhiều vị trí gồm hai hoặc nhiều xy lanh tác động kép nối tiếp nhau. Tùy theo từng xy lanh hoạt động riêng rẽ mà tổ hợp chúng sẽ đạt được nhiều vị trí khác nhau. Với hai xy lanh như hình 1.2 có bốn vị trí khác nhau. Loại xy lanh nhiều vị trí thường được dùng để phục vụ các cơ cấu phân loại sản phẩm. Ở mỗi vị trí ứng với mỗi loại sản phẩm.

Để thực hiện nhiều vị trí còn có thể dùng các xy lanh lỏng tác động đơn hoặc tác động kép. Chúng có kết cấu như là các xy lanh lỏng vào nhau.

Các xy lanh có sơ đồ kết cấu tương tự như là một rotor cánh gạt nằm trong một thân hộp chính. Khí nén đưa vào thân hộp làm cho rotor quay.

Chuyển động quay có thể tạo từ các xy lanh tịnh tiến tác động kép. Trong trường hợp này trên một đầu hoặc một đoạn cần piston được tạo hình như thanh răng hoặc trục vít, ăn khớp với bánh răng hoặc bánh vít. Góc quay có thể thay đổi theo thông số ăn khớp bánh răng. Thường dùng các góc quay 45° , 90° , 180° , 270° đến 720° . Loại này dùng trong các khớp quay của rôbốt, trong cơ cấu đóng mở van.

Tính toán lực piston

Lực tác động vào piston phụ thuộc vào áp suất khí nén, đường kính trong của xy lanh và ma sát ở các bộ phận tiếp xúc động:

$$F_L = A.p \quad (8.26)$$

Với F_L – lực piston lý thuyết (N)

A – Diện tích hữu ích của piston (m^2)

P – áp suất làm việc (pa)

Trong thực tế còn có lực ma sát nên lực piston hữu dụng F_N sẽ là:

- Đối với xy lanh công tác đơn:

$$F_N = A.p - (F_r + F_f) \quad (8.27)$$

- Đối với xy lanh tác động kép:

Khi tiến: $F_N = A.p - F_r$ (8.28)

Khi lùi: $F_N = A.p - F_r$ (8.29)

Trong công thức trên

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (8.30)$$

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} (m^2) \quad (8.31)$$

F_r : lực lò xo phản hồi (N).

F_f : lực ma sát, thường $F_f = (3\%-20\%)F_L$

D: đường kính trong của xy lanh (m)

d: đường kính của piston (m).

Vận tốc của piston

Vận tốc di chuyển của piston là hàm của áp suất tác động lên bề mặt của piston, lực cản do ma sát giữa piston, mặt trụ trong xy lanh và sự giảm chấn cuối hành trình vv... Vận tốc thường thay đổi từ 0,1- 1,5 m/s

Tính lưu lượng khí.

Có thể dùng các giản đồ lập sẵn của hãng sản xuất để tính lưu lượng khí, hoặc tính theo công thức sau:

Đối với xy lanh tác động đơn:

$$Q = S.n \frac{d^2 \pi}{4} K_p \quad (8.32)$$

Đối với xy lanh tác động kép:

$$Q = S.n \pi \left(\frac{D^2}{4} + \frac{D^2 - d^2}{4} \right) K_p \quad (8.33)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng khí (l/phút)

S: hành trình piston (cm)

n: số hành trình trong một phút

K_p : tỷ số nén

Tỷ số nén được tính theo công thức sau.

$$K_p = \frac{101,3 + \text{apsuatcungap}(K_{P_0})}{101,3} \quad (8.31)$$

2.3. Sơ đồ phương pháp mạch khí nén

Người ta dùng hai phương pháp cấu tạo mạch khí nén:

Theo phương pháp thứ nhất các sơ đồ mạch khí nén được cấu tạo chủ yếu dựa trên cơ sở kinh nghiệm với trực giác của người thiết kế. Phương pháp này đòi hỏi tích lũy kinh nghiệm, phân tích mức độ phù hợp của những sơ đồ tương tự trước đây mà quyết định giải pháp. Trong trường hợp này ảnh hưởng chủ quan của người thiết kế thường không nhỏ. Tuy nhiên, trong thực tế đôi khi các giải pháp như thế là cần thiết và phương pháp vẫn được áp dụng như một phương pháp truyền thống. Theo phương pháp thứ hai, còn gọi là phương pháp “hệ thống tầng” sơ đồ cấu tạo một cách logic. Chỉ khi nào các mạch cơ bản đảm bảo chức năng hoạt động thì mới xem xét đến các yêu cầu khác. Những yêu cầu này được xem xét kết hợp với nhau và sơ đồ mở rộng từng bước một.

3. Truyền dẫn động thủy lực

3.1. Đặc điểm chung

Hệ truyền dẫn thủy lực có nhiều ưu điểm, chủ yếu là gọn nhẹ, chịu được tải nặng, quán tính bé. Để thay đổi chuyển động người ta dùng các van điều chỉnh áp lực và lưu lượng, tương đối thuận tiện khi sử dụng.

Tuy nhiên chúng cũng có không ít nhược điểm. Trước hết là hệ thủy lực luôn luôn đòi hỏi có bộ nguồn bao gồm bơm thủy lực, thiết bị lọc, thiết bị điều chỉnh áp suất, thiết bị làm mát, bình tích dầu vv... Ngoài ra hệ thống kiểm tra đường ống, các đường hồi dầu và thùng dầu cũng làm phức tạp thêm cho hệ thiết bị thủy lực dùng trong tay máy. Nhiệt độ làm việc có ảnh hưởng đến độ nhớt và áp suất của dầu ép.

Nhìn chung, hệ truyền dẫn thủy lực trong tay máy vẫn được sử dụng rộng rãi hơn cả, nhất là trong trường hợp tải trọng nặng. Hệ truyền dẫn thủy lực dùng trong tay máy có những yêu cầu cao về độ chính xác, ma sát thấp, giảm độ chênh lệch giữa ma sát động và ma sát tĩnh để tăng độ nhạy mới khi ngừng hoặc thay đổi chuyển động, tăng mức điều hoà làm việc nhất là khi chuyển động chậm. Về tốc độ làm việc đòi hỏi phạm vi rộng và nhanh. Về kích thước đòi hỏi gọn nhẹ độ cứng vững cao, vv ..

Đối với tay máy truyền dẫn thủy lực thường áp dụng hệ điều khiển theo vị trí hoặc theo chu kỳ khép kín.

3.2. Truyền động thủy lực

Xylanh tịnh tiến dùng dầu ép cũng tương tự như xylanh tịnh tiến dùng khí nén, nhưng gọn nhẹ hơn nhiều khi có cùng một cỡ công suất. Trên hình là sơ đồ kết cấu của xylanh thủy lực tác động hai phía với hai buồng áp suất p_1 và p_2 . Bởi vì cần piston có tiết diện ngang là nằm về một phía nên tác dụng lên tác dụng vào piston từ hai phía là không đối xứng.

$$F = (S + s)p_1 - Sp_2 \quad (8.32)$$

Có thể khắc phục nhược điểm đó bằng cách tạo ra cần piston nằm về cả hai phía. Tuy nhiên như thế khi chuyển động cần piston lại chiếm nhiều không gian hơn. Trong trường hợp này.

$$F = S(p_1 - p_2) \quad (8.33)$$

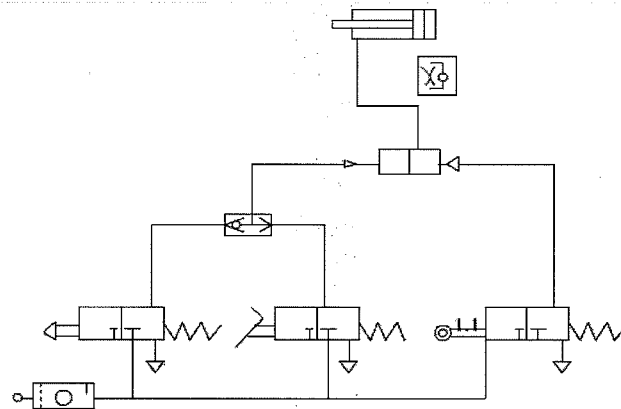
Để lập mô hình hoá cho quá trình hoạt động của xylanh thủy lực tác động từ hai phía và đối xứng về hình học, ký hiệu x là tọa độ chuyển dịch của piston tính từ vị trí trung bình, v - vận tốc, $2h$ - hành trình. Trên cơ sở các biểu thức đã nhận được ở trên ta viết:

Phương trình lưu lượng.

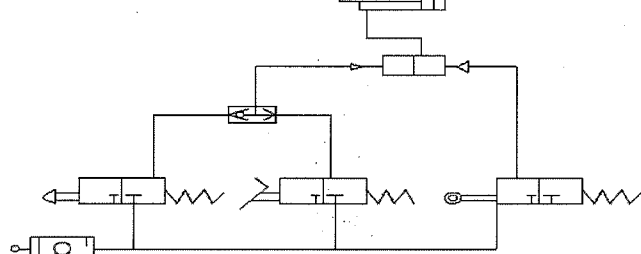
$$\frac{S(h+x)}{B} \frac{dp_1}{dt} = q_1 - q_d - q \quad (8.34)$$

$$\frac{S(h-x)}{B} \frac{dp_2}{dt} = q_1 + q_d - q_2 \quad (8.35)$$

Phương trình năng lượng tổn thất từ 8.32 và 8.33



Hình 8.1. Sơ đồ mạch khí nén



Hình 8.2. Ký hiệu chữ số trên mạch khí nén

Khi chảy tầng: $p_1 - p_2 = Rq$ (8.36)

Khi chảy rối: $p_1 - p_2 = rq^2$ (8.37)

Từ 11.11 ta có: $q_d = Sv$ (8.38)

Phương trình dịch chuyển một khối lượng m với gia tốc dv/dt có lực cản tác dụng F_c và hệ số nhớt động lực φ như sau:

$$m \left(\frac{dv}{dt} \right) = F - \varphi v - F_c \quad (8.39)$$

Trên cơ sở (8.22) đến (8.28) dẫn đến hệ phương trình vi phân mô tả quan hệ giữa các biến số về trạng thái bên trong: p_1 ; p_2 ; u ; x với các thông số bên ngoài: q_1 , q_2 , F_c .

$$\left. \begin{aligned} \frac{S(h+x)}{B} \frac{dp_1}{dt} &= -\frac{P_1}{R} + \frac{P_2}{R} - Sv + q_1 \\ \frac{S(h-x)}{B} \frac{dp_2}{dt} &= \frac{P_1}{R} - \frac{P_2}{R} + Sv - q_2 \\ m \left(\frac{dv}{dt} \right) &= Sp_1 - Sp_2 - \varphi v - F_c \\ \frac{dx}{dt} &= v \end{aligned} \right\} \quad (8.40)$$

Để thực hiện các chuyển dịch gốc trong tay máy có thể dùng các loại xylanh tịnh tiến. Ví dụ, xylanh thủy lực gắn liền với cơ cấu thanh răng bánh răng hoặc gắn liền với cơ cấu tay quay- thanh truyền hoặc là dùng piston chuyển động song song là các xylanh quay. Phương án hình 11.31, 8.31 a có một cánh gạt tĩnh gắn với hộp hình trụ và một cánh gạt gắn với trục ra. Còn phương án 11.31 b có hai cánh gạt tĩnh và hai cánh gạt động. Trong xylanh này thì góc quay nhỏ hơn một nửa nhưng mômen tạo ra lớn gấp đôi khi có cùng kích thước bên ngoài xylanh. Tương tự như đã làm với xylanh tịnh tiến ta lập mô hình toán đối với xylanh thủy lực.

$$\left. \begin{aligned} \frac{C(\theta_0 + \theta)}{B} \frac{dp_1}{dt} &= -\frac{p_1}{R} + \frac{p_2}{R} - C\omega + q_1 \\ \frac{C(\theta_0 + \theta)}{B} \frac{dp_2}{dt} &= \frac{p_1}{R} - \frac{p_2}{R} + C\omega - q_2 \\ J \frac{d\omega}{dt} &= Cp_1 - Cp_2 - \varphi\omega - M_c \\ \frac{d\theta}{dt} &= \omega \end{aligned} \right\} \quad (8.41)$$

Với θ góc quay của xylanh, $2\theta_0$ góc hành trình, ω : vận tốc góc, J : mômen quán tính, M_c : mômen cân, C : thể tích chất lỏng khí xylanh quay đi một Radial. Như vậy thể tích trung bình của chất lỏng là $C\theta_0$.

Để thực hiện chuyển động mà không hạn chế phạm vi góc quay có thể dùng một số thể loại mô tơ thủy lực có tác động thuận nghịch vừa là bơm, vừa là mô tơ. Mô tơ thủy lực chia thành hai loại: chiều trục và hướng kính.

Là một loại mô tơ thủy lực nhiều trục có đĩa nghiêng của hàm REXROTH-SIGMA. Trục quay nối liền với block với xylanh. Thường có 7 hoặc 9 lỗ với xylanh dọc theo chiều trục nằm dưới các góc đều nhau trong thân block đó. Các piston chuyển động trong các xylanh tận cùng là các khớp cầu. Các khớp cầu này nằm trong các khối tỳ. Chúng tạo với một đĩa nghiêng thành các ổ đỡ thủy tĩnh nhờ các lỗ khoan dẫn dầu xuyên qua các chốt tỳ. Toàn bộ block các xylanh và đĩa nghiêng đều nằm trong một thân hộp chứa các gối tựa của trục quay.

Áp lực của dầu tác dụng lên piston hướng dọc trục được phân ra hai thành phần: một thành phần thẳng góc với mặt đĩa nghiêng và thành phần kia theo phương tiếp tuyến. Nhờ vậy mà tạo ra mômen quay. Nếu thay đổi góc nghiêng giữa mặt đĩa với trục quay sẽ thay đổi quy luật biến thiên thể tích dầu chứa trong các xylanh ứng với một vòng quay của trục.

Mô tơ thủy lực hướng kính của hãng SAMM. Trong thân của rôbôt thường chứa 7 hoặc 9 xylanh, trục của chúng đều hướng tâm. Các xylanh được thông với đường dầu áp suất cao hoặc áp suất thấp nhờ vị trí tương đối của mặt phân phối được gia công rất chính xác. Phần đầu của các piston chuyển động trong các xylanh đó đều có con lăn. Chúng tỳ vào các biên dạng Cam phía trong của stator. Biên dạng có nhiều dạng khác nhau: Ở đoạn a xylanh thông với đường dầu áp suất cao đẩy piston tác dụng lên con lăn F. Hợp lực này với phản lực R của biên dạng Cam tác dụng lên con lăn tạo ra lực vòng T.

Chính do lực T này có mômen quay của mô tơ. Qua đoạn biên dạng chuyển tiếp b rồi đến đoạn c. Lúc này xylanh được thông với đường dầu áp suất thấp. Tiếp theo là đoạn d chuyển tiếp trung gian và cứ thế chuyển sang một chu kỳ mới lặp lại. Số lượng xylanh và số chu kỳ thay đổi của biên dạng phải chọn sao cho ở bất kỳ vị trí tương đối nào giữa rotor và stator đều có ít nhất một con lăn tiếp giáp ở biên dạng a để đảm bảo cho rotor quay liên tục.

3.3. Thiết bị điều khiển thủy lực

Đặc tính của van phân phối kiểu con trượt.

Trong kỹ thuật tay máy thường gặp loại van phân phối thủy lực kiểu con trượt như trên hình 11.35

Tùy vị trí của con trượt dịch chuyển trong thân van mà lưu lượng dầu thông vào các buồng được nhiều hay ít. Vì vậy cần chú ý đến quan hệ hình học giữa con trượt và thân van ở vùng các cửa đường dẫn. Ví dụ: để khảo sát giữa cửa bên phải của van phân phối trên hình 11.35 sẽ xét ba trường hợp sau:

**Trường hợp 1 (hình 11.36a) – con trượt che vừa cửa van.*

Gọi u là là thông số biểu thị độ chuyển dịch của con trượt và e là chiều rộng rãnh trên thân van.

Nếu $e \leq u$ thì lưu lượng qua cửa đạt giá trị lớn nhất $q = q_M$:

$$q_M = Ke\sqrt{p_a - p_b} = Ge \quad (8.42)$$

với p_a, p_b - áp suất ở buồng xilanh;

K và G - các hệ số biến đổi.

Nếu $0 \leq u < e$ ta có:

$$q = Ku\sqrt{2(p_a - p_b)} = Gu \quad (8.43)$$

với $p = 0.5(P_a + P_b)$ - áp lực trong buồng van.

Nếu $-e \leq u < 0$ ta có ;

$$q = Ku\sqrt{2(p - p_b)} \rightarrow q \leq Gu \quad (8.44)$$

Nếu $u \leq -e$ thì $q = -q_M$.

Từ đó xây dựng đường đặc tính $q(u)$

**Trong trường hợp 2 (hình 11.37) – con trượt che cửa van có dư. Lúc này ta có*

:

- 1) $e + r \leq u \rightarrow q = q_M = Ge$;
- 2) $r \leq u \leq e + r \rightarrow q = G(u - r)$
- 3) $-r \leq u \leq e + r \rightarrow q = 0$;
- 4) $-e - r \leq u \leq -r \rightarrow q = G(u + r)$;
- 5) $u \leq -e - r \rightarrow q = -q_M = -G_e$.

Đường đặc tính $q(u)$ của trường hợp này biểu thị trên hình (11.37b).

**Trường hợp 3 . Con trượt che chưa khít cửa van (lượng thiếu - 2d). Nếu gọi q là phần lưu lượng từ cửa áp suất cao p_a đến buồng đang có áp suất thấp p_b , thì lưu lượng hữu dụng $q = q' - q''$ và lưu lượng tổn thất q sẽ bằng q'' hoặc q' tùy thuộc dấu của q . Ta xét;*

- 1) $e - d \leq u \rightarrow q' = q_M, \quad q'' = 0, \quad q = q_M, \quad q^* = 0$
- 2) $d \leq u \leq e - d \rightarrow q' = G(u + d), \quad q'' = 0, \quad q = q', \quad q^* = 0$
- 3) $-d \leq u \leq +d \rightarrow q' = G(u + d), \quad q'' = -G(u - d)$
 $q = 2Gu, \quad q^* \neq 0$
- 4) $-e + d \leq u \leq -d \rightarrow q' = 0, \quad q'' = -G(u - d)$
 $q = G(u - d), \quad q^* = 0$
- 5) $u \leq -e + d \rightarrow q' = 0, \quad q'' = +q_M, \quad q = -q_M$.

Hệ thống trợ động thuỷ lực.

Hệ thống trợ động thuỷ lực có đặc điểm là cơ cấu chấp hành (đầu ra) tái hiện các quy luật chuyển động từ cơ cấu điều khiển (đầu vào), đồng thời luôn luôn giữ liên hệ phản hồi giữa đầu ra và đầu vào.

Là sơ đồ hệ thống bán thuỷ lực gồm van phân phối, con trượt và xy lanh động. Ở đây thân van con trượt gắn liền với thân xy lanh động tạo nên một mối liên hệ cần thiết. Khi con trượt ở vị trí trung gian, dầu ép thông qua các khe có tiết diện như nhau và do vậy áp lực trong hai buồng xy lanh cũng bằng nhau. Khi dịch con trượt về phía bên này hoặc bên kia so với vị trí trung gian thì áp lực trong hai buồng sẽ chênh lệch nhau làm cho thân xy lanh và thân van con trượt đều dịch chuyển. Các thông số dịch chuyển được xác định bởi tỷ lệ diện tích các khe dầu. Tỷ lệ này do vị trí con trượt (so với vị trí trung gian) định đoạt và bản thân vị trí con trượt lại phụ thuộc vào tín hiệu điều khiển. Tín hiệu điều khiển có thể là tín hiệu điện hoặc tín hiệu cơ ... và thường hơn là tín hiệu điện. Vấn đề là độ chính xác định lượng giữa tín hiệu điện và tỷ lệ diện tích các khe dầu vào xy lanh.

Vì thế xuất hiện nhiều phương pháp khác nhau. Trong đó van trợ động thuỷ lực được quan tâm đặc biệt. Hệ thống trợ động thuỷ lực được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật, nhất là trong kỹ thuật tự động hoá quá trình công nghệ. Liên hệ phản hồi giữa đầu ra và đầu vào của hệ thống có thể là liên hệ theo vị trí, theo vận tốc chuyển động, hoặc theo lực tải. Thường dùng hơn cả là liên hệ phản hồi theo vị trí vì nhờ liên hệ này có thể đạt được độ chính xác cao khi tái hiện quy luật điều khiển và độ ổn định chuyển động.

Bài 5: THIẾT BỊ CẢM BIẾN

1. Giới thiệu chung

Các thiết bị cảm biến (sensors) trang bị cho robot để thực hiện việc nhận biết và biến đổi thông tin về hoạt động của bản thân robot và của môi trường, đối tượng mà robot phục vụ. Theo phạm vi ứng dụng các loại cảm biến dùng trong kỹ thuật robot, có thể phân ra 2 loại:

- Cảm biến nội tín hiệu (internal sensors) đảm bảo thông tin về vị trí, về vận tốc, về lực tác động trong các bộ phận quan trọng của robot. Các thông tin này là những tín hiệu phản hồi phục vụ cho việc điều chỉnh tự động các hoạt động của robot.

- Cảm biến ngoại tín hiệu (external sensors) cung cấp thông tin về đối tác và môi trường làm việc, phục vụ cho việc nhận dạng các vật xung quanh, thực hiện di chuyển hoặc thao tác trong không gian làm việc. Để làm được các việc đó, cần có các loại cảm biến tín hiệu xa, cảm biến tín hiệu gần, cảm biến "xúc giác" và cảm biến "thị giác" v.v...

Để thực hiện nhiệm vụ của các loại cảm biến nội tín hiệu và ngoại tín hiệu nói trên có thể dùng nhiều kiểu cảm biến thông dụng hoặc chuyên dụng. Các kiểu cảm biến thông dụng không chỉ dùng cho kỹ thuật robot mà còn dùng nhiều trong các thiết bị kỹ thuật khác. Có nhiều tài liệu kỹ thuật về các kiểu cảm biến này.

Tùy theo các dạng tín hiệu cần nhận biết mà phân thành các kiểu cảm biến khác nhau: cảm biến lực, vận tốc, gia tốc, vị trí, áp suất, lưu lượng, nhiệt độ v.v.

Tùy theo cách thức nhận tín hiệu lại phân ra các kiểu khác nhau. Ví dụ, cũng là cảm biến vị trí nhưng có kiểu cảm ứng, kiểu điện dung, kiểu điện trở, kiểu điện quang v.v.

Dưới đây giới thiệu một số kiểu cảm biến thường dùng trong kỹ thuật robot.

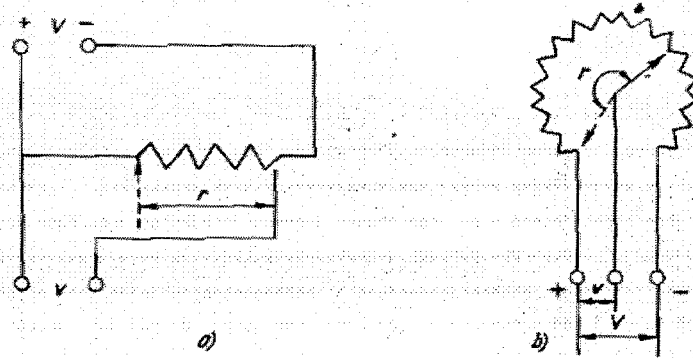
2. Cảm biến vị trí, vận tốc và gia tốc

2.1. Cảm biến vị trí kiểu chiết áp

Đây là loại cảm biến vị trí kiểu điện trở thay đổi theo nguyên lý chiết áp rất quen biết. Nguyên lý hoạt động của chiết áp được mô tả trên sơ đồ mạch cơ bản (hình 11.1a) hoặc là sơ đồ bố trí mạch thực tế (hình 12.1b) và thể hiện bằng quan hệ sau:

$$v \pm V \frac{r}{R} \quad (12.1)$$

Giá trị điện áp đầu vào v sẽ thay đổi từ $v = 0$ khi $r = 0$ đến giá trị bằng điện áp cấp vào V khi $r = R$. Nếu gắn sự chuyển dịch vị trí cần đo với đầu trượt r của chiết áp thì thông qua giá trị điện áp v sẽ biến đổi tỷ lệ thành giá trị chuyển dịch vị trí cần đo.



Hình 12.1. Sơ đồ mạch chiết áp

Kiểu cảm biến này hay được dùng để xác định độ dịch chuyển góc của các trục quay. Người ta lại có thể dùng nó để xác định vận tốc góc bằng cách vi phân bậc nhất và xác định gia tốc bằng cách vi phân bậc 2 đại lượng dịch chuyển.

Kiểu cảm biến chiết áp được dùng rất rộng rãi trước hết là vì giá thành thấp, độ bền sử dụng tương đối cao (nhờ áp dụng công nghệ vật liệu chất dẻo cải tiến bộ phận đầu trượt r nên có thể đạt tới độ bền 10^7 chu kỳ), độ tuyến tính khá cao v.v. Tuy nhiên lại có các hạn chế như làm việc với tốc độ thấp (10 vòng/phút đối với trường hợp quay và 1 m/s đối với trường hợp tịnh tiến), chất lượng chỗ tiếp xúc của bộ phận trượt có thể gây nhiễu và giảm độ nhạy.

2.2. Vận tốc kế

Phạm vi sử dụng vận tốc kế (tachometers) và gia tốc kế (accelerometers) ngày nay trở nên thu hẹp, mà thông dụng hơn là xác định theo số gia của các thông tin cảm biến vị trí bằng kỹ thuật số hay kỹ thuật vi mạch. Cách làm đó đạt được độ chính xác cao hơn và ngày càng rẻ hơn.

Thường dùng các thiết bị sau để thực hiện chức năng của vận tốc kế:

- Phát tốc (tachogenerator) dùng một chiều

Khi stato được kích từ tạo nên từ thông thì trong các cuộn cảm trên roto có suất điện động từ cảm với giá trị trung bình tỷ lệ với góc quay của roto.

- Phát tốc không đồng bộ đồng xoay chiều

Khi dòng điện xoay chiều chạy qua cuộn dây sơ cấp của stato thì điện áp trên các đầu dây cuộn thứ cấp của stato sẽ có cùng tần số, biên độ và tỷ lệ thuận với vận tốc góc của roto.

- Phát tốc đồng bộ

Nam châm vĩnh cửu trên stato gây dòng điện cảm trong cuộn dây của stato. Tần số và giá trị điện áp của nó tỷ lệ thuận với vận tốc của roto.

- Phát tốc xung

Đĩa quay có khe rãnh đặt trước nguồn sáng tạo ra các xung có tần số tỷ lệ với vận tốc góc quay.

2.3. Cảm biến vị trí kiểu biến áp

Cảm biến kiểu này hoạt động theo nguyên lý của một biến áp sai động (differential transformer): lõi từ chuyển động tương đối với 2 cuộn dây cố định và làm việc thay đổi dòng cảm ứng giữa chúng.

Trên hình 12.2 là sơ đồ biến áp xoay. Roto có một cuộn dây, còn stato có một hoặc một vài cuộn dây cảm ứng đồng bộ.

Giả thiết cấp vào cuộn dây của roto một điện áp:

$$u_r = U \sin \omega t \quad (12.2)$$

thì trong các cuộn dây trên stato sẽ xuất hiện các điện áp cảm ứng:

$$u_{s1} = KU_r \cos r \sin (\omega t + \varphi) \quad (12.3)$$

$$u_{s2} = KU_r \cos r \sin (\omega t + \varphi) \quad (12.4)$$

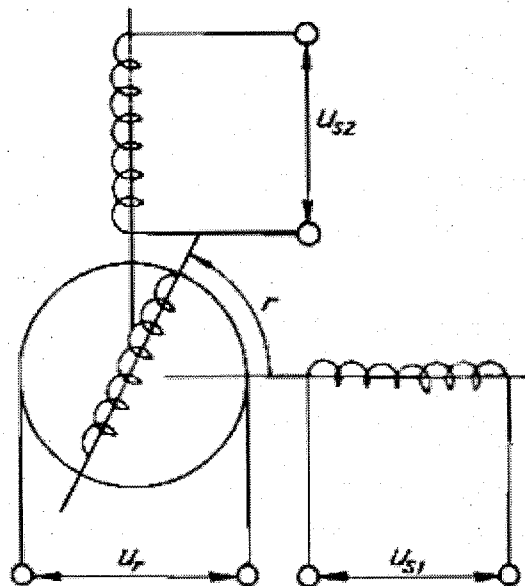
trong đó:

K - hệ số biến áp

φ - độ lệch pha

Từ các công thức trên có thể xác định được góc r.

Tuy nhiên sự biến động biên độ điện áp làm giảm độ chính xác tính toán. Bởi thế người ta sử dụng phương pháp giải điều biến đồng bộ (synchronous demodulation) trên cơ sở đối chiếu với tín hiệu chuẩn (không trùng với điện áp cấp vào roto). Trong trường hợp



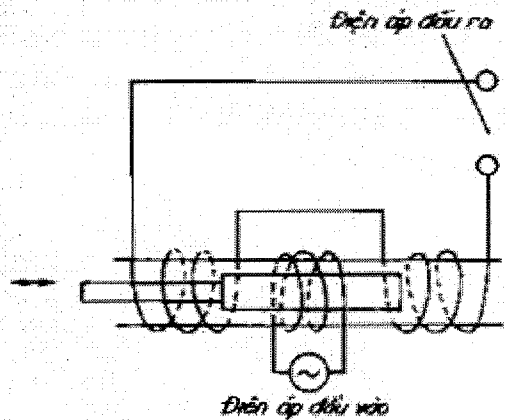
Hình 12.2 Sơ đồ biến áp xoay

biến áp xoay nhiều cực (không phải 2 cực như hình 12.2) thì độ chính xác có thể tăng lên. Người ta thường sử dụng kết hợp bộ biến áp xoay với bộ biến đổi điện tử số để nâng cao độ chính xác.

Cảm biến vị trí kiểu biến áp làm việc tin cậy, chính xác và phù hợp với dải rộng vận tốc quay. Vì không dùng đến vòng tiếp điểm như kiểu chiết áp nên chúng có thể làm việc với vận tốc cao (đến 9000 vòng/phút). Tuy nhiên lại đòi hỏi độ chính xác cao về chế tạo và lắp ráp, nên giá thành cũng cao hơn nhiều.

Tương tự, đối với trường hợp tịnh tiến có cảm biến vị trí kiểu biến áp sai động thay đổi tuyến tính LVDT (Linear Variable Differential Transformer), như trên hình 12.3. Bao bọc xung quanh lõi từ là một cuộn

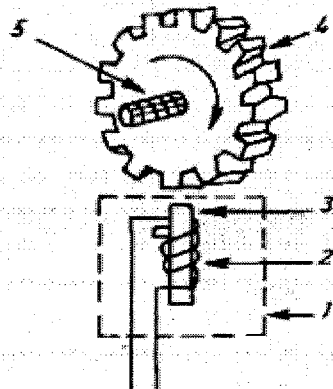
dây sơ cấp và hai cuộn dây thứ cấp giống hệt nhau. Khi dịch chuyển lõi từ độ từ cảm tương hỗ giữa cuộn dây sơ cấp và các cuộn dây thứ cấp sẽ biến đổi tuyến tính theo độ dịch chuyển đó.



Hình 12.3. Sơ đồ cảm biến vị trí kiểu LVDT

2.4. Cảm biến điện từ

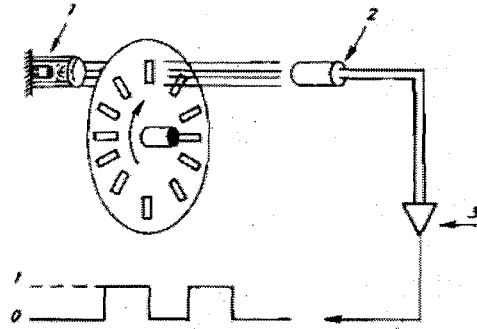
Trên hình 12.4, giới thiệu sơ đồ cảm biến điện từ (magnetic tachometer) đo vận tốc hoặc độ dịch chuyển. Đầu đo 1 gồm cuộn dây cảm 2 cuộn xung quanh lõi nam châm vĩnh cửu 3. Trên đầu trục quay 5 gắn một đĩa có vấu 4. Khi trục quay, khoảng cách tương đối giữa đỉnh vấu hoặc chân vấu so với vị trí lõi nam châm là khác nhau nên tạo ra sự thay đổi từ thông và gây ra xung điện đầu ra.



Hình 12.4. Sơ đồ cảm biến điện từ

2.5. Cảm biến điện quang

Trên hình 12.5 giới thiệu sơ đồ cảm biến điện quang, gồm các đĩa (đối với trường hợp quay) hoặc các thước (đối với trường hợp tịnh tiến) có vạch tối sáng điều nhau. Một bên đặt nguồn sáng 1, một bên đặt các quang trở 2. Do thay đổi vị trí tương đối của các phần di động so với phần cố định nên tần số và lượng ánh sáng lọt vào quang trở cũng thay đổi. Tín hiệu qua bộ khuếch đại 3 và tạo các xung, từ đó suy ra độ dịch chuyển hoặc vận tốc.



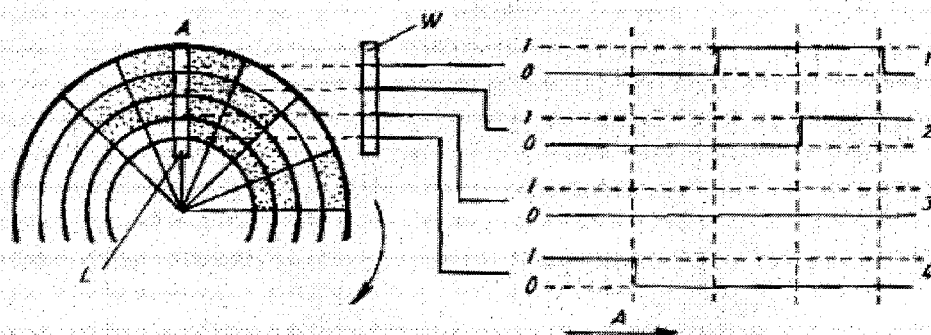
Hình 12.5. Sơ đồ cảm biến điện quang

Thiết bị cảm biến mã hoá quang học là một kiểu cảm biến điện quang có nguyên lý làm việc như đã trình bày ở trên, nhưng đã được đầu tư và chế tạo chuyên dụng thành những thương phẩm quen biết với tên gọi là optical encoders.

Thiết bị cảm biến mã hoá quang học là thiết bị biến dịch chuyển góc điện hình. Tín hiệu đầu ra của cảm biến loại này là tín hiệu số nên rất thuận tiện khi nối ghép với máy tính mà không cần thêm bộ chuyển đổi A/D nào.

Người ta phân ra 2 loại chính: cảm biến mã hoá giá trị tuyệt đối (absolute encoders) và giá trị số gia (incremental encoders). Loại thứ 2 được dùng rộng rãi hơn vì giá thành thấp hơn. Nếu khi cần số liệu đọc ra là vận tốc thì chỉ dùng loại thứ 2 này.

Cảm biến mã hoá tuyệt đối có bộ phận chính là đĩa trong suốt. Trên đó có từ 2 đến 30 dải đường riêng biệt chiếu rộng như nhau và các đoạn sáng, tối tạo nên đĩa vạch chuẩn. Nguồn sáng sẽ chiếu lọt vào các cảm biến quang (thường dùng phototransistor hoặc photovoltaic). Do vậy cảm biến lần lượt tạo ra các xung như trên hình 12.6.

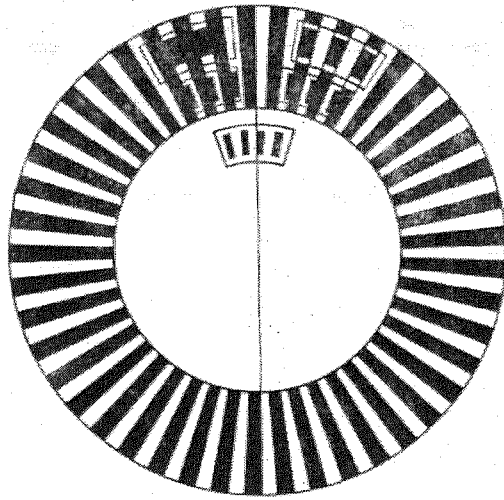


Hình 12.6. Tín hiệu đầu ra dạng sóng của thiết bị cảm biến mã hoá tuyệt đối

Như trên hình 12.6, trên đĩa có 4 dải đường, với 16 vị trí chia hình tròn ra 16 hình rẻ quạt, góc đỉnh là $360^\circ/16 = 22,5^\circ$. Phía bên phải hình 12.6 là các tín hiệu trong 1/4 vòng quay đã số hoá: số 0 ứng với khi quay qua đoạn tối, số 1 - khi quay qua đoạn sáng. Ở đây đã mã hoá theo hệ Gray Code. A là vị trí xuất phát để tính toán và cũng là nơi đặt hệ thống cảm biến quang và nguồn sáng L, còn W là bộ khuếch đại và xử lý tín hiệu dạng sóng.

Cảm biến mã hoá số gia có cấu tạo đơn giản. Bộ phận chính là đĩa gắn liền với trục quay, chế tạo từ loại thủy tinh đặc biệt, có hệ số giãn nở nhiệt rất thấp, nên còn gọi là đĩa kính. Trên mặt đĩa kính được chia vạch đen trắng đều nhau. Đĩa kính có bán kính càng lớn thì khả năng chia độ càng cao. Khi đĩa kính quay, ánh sáng từ nguồn truyền qua những khoảng trắng đến các quang trở đặt đối diện tạo ra những tín hiệu điện. Tín hiệu nhận được là tín hiệu thay đổi có quy luật, được cho qua bộ biến đổi đưa về dạng tín hiệu hình sin hoặc tín hiệu dạng xung cơ bản.

Để tạo ra sự thay đổi quang thông khi cho luồng ánh sáng qua đĩa kính quay, người ta dùng một mặt chắn đứng yên có cấu tạo như hình 12.7. Trên mặt chắn có 4 ô cửa sổ, mỗi ô có vạch đen trắng giống hệt trên đĩa kính, nhưng bố trí sao cho vạch khắc trên 4 ô cửa sổ này lệch nhau 1/4 chu kỳ vạch khắc.



Hình 11.7. Đĩa kính và bố trí các ô cửa sổ trên mặt chắn

Mỗi dịch chuyển góc quay của đĩa kính tạo ra sự thay đổi diện tích phân ánh sáng lọt qua, do vậy thay đổi quang thông dẫn tới sự thay đổi tín hiệu điện.

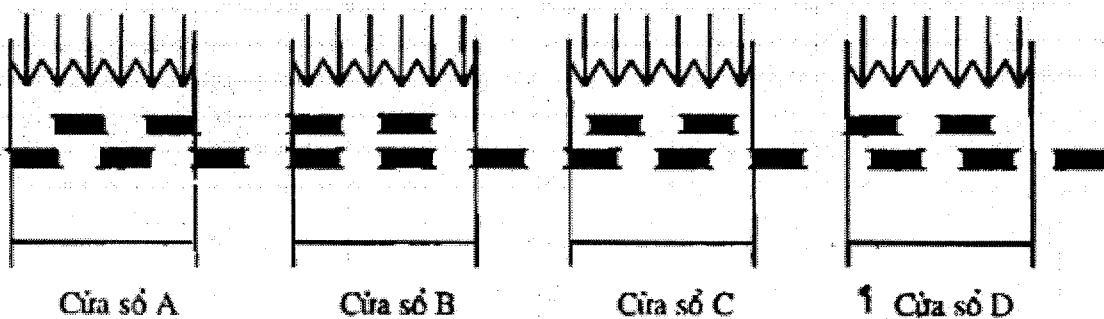
Hình 12.8 cho thấy:

- Tại cửa sổ A: các vạch trên cửa sổ che kín các khoảng trống trên đĩa kính nên ánh sáng không lọt qua. Lúc này điện trở là R_{max} .

- Tại cửa sổ B: các vạch trên cửa sổ trùng khít với các vạch trên đĩa kính và khoảng trống được mở hết cỡ cho ánh sáng đi qua. Lúc này điện trở là R_{min} .

- Tại cửa sổ C: các vạch trên cửa sổ đi vào đến giữa khoảng trống trên đĩa kính nên diện tích phân ánh sáng lọt qua chỉ một nửa. Đây là vị trí trung hoà và có điện trở là $R_0 = (R_{max} - R_{min})/2$.

- Tại cửa sổ D: các vạch trên cửa sổ chớm vào nửa vạch khắc tiếp theo. Lúc này, giống như cửa sổ C, diện tích cho ánh sáng đi qua chỉ còn một nửa và điện trở là R_0 .



Hình 12.8. Vị trí tương đối ở các cửa sổ

Như thế, khi mặt chắn quay tương đối so với đĩa nửa chu kỳ thì:

- Tại A: R_{max} giảm đến R_0
- Tại B: R_{min} tăng đến R_0
- Tại C: R_0 tăng đến R_{max}
- Tại D: R_0 giảm đến R_{min}

Và nửa chu kỳ tiếp theo:

- Tại A : R_0 giảm đến R_{min}
- Tại B: R_0 tăng đến R_{max}
- Tại C: R_{max} giảm đến R_0
- Tại D: R_{min} tăng đến R_0

Quá trình này liên tục diễn ra tạo nên các tín hiệu chu kỳ.

Ngày nay, trên cơ sở phát triển kỹ thuật vi xử lý người ta còn dùng một số phương pháp chia nhỏ khoảng cách. Trong đó có phương pháp nhân xung và phương pháp nội suy điện tử dùng mạng điện trở thích hợp.

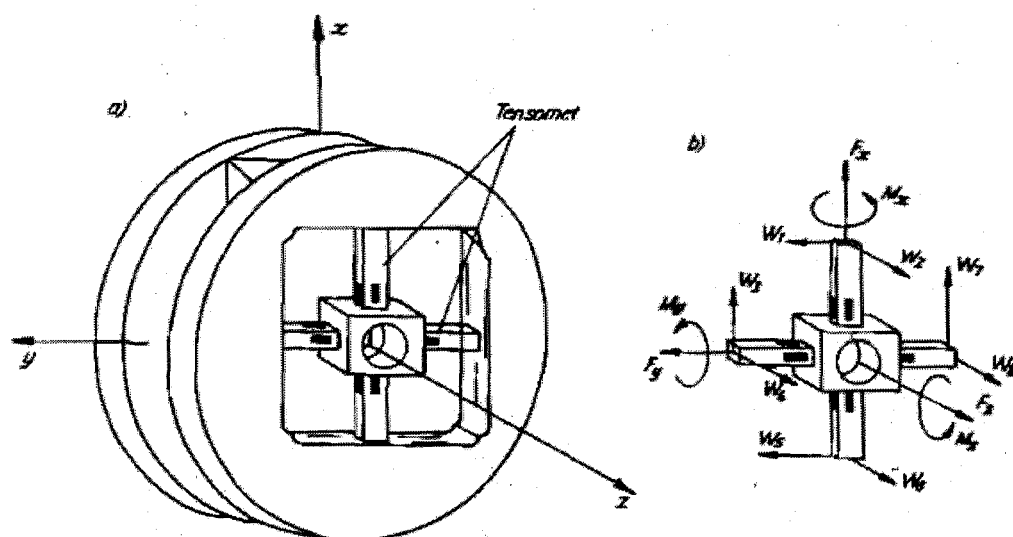
3. Cảm biến lực và cảm biến xúc giác

3.1. Cảm biến lực

Cảm biến lực chủ yếu dùng để nhận biết phản lực xuất hiện trong khi lắp ráp các chi tiết máy. Đôi khi cũng dùng để nhận tín hiệu lực trong các khớp động. Thường thường các cảm biến lực được lắp ở các khớp quay, khớp cổ tay hoặc trực tiếp trên bàn kẹp. Có nhiều phương pháp nhận biết lực dùng trong cơ cấu cảm biến. Ví dụ, trực tiếp suy ra từ sự biến thiên dòng điện ở động cơ một chiều lắp ở các khớp quay. Nhưng phổ biến là dùng phương pháp quen biết đo biến dạng dùng các tensomet. Chúng còn được gọi là các "tem biến dạng", vì trông giống như những con tem nhỏ chứa bên trong một dây điện trở và được dán trên các thanh biến dạng. Dưới đây giới thiệu một kiểu cảm biến lực thường được lắp ở khớp quay cổ tay, chỗ nối với bàn kẹp và gọi tắt là cảm biến lực chữ thập.

Cảm biến lực chữ thập.

Trên hình 12.9. mô tả một kiểu cảm biến lực khớp quay bàn kẹp, với bộ phận chủ yếu có hình chữ thập. Trên mỗi nhánh của hình chữ thập được dán 2 cặp tensomet. Qua những câu đo, sẽ nhận biết được lực tác động lên mỗi nhánh chữ thập.



Hình 1.9. Cảm biến lực chữ thập

Giả sử rằng ảnh hưởng qua lại giữa các tensomet là rất nhỏ, có thể bỏ qua. Như vậy từ các số đo của 8 cặp tensomet, bằng cách cộng hoặc trừ giữa chúng tùy theo các trường hợp cụ thể, có thể xác định được 3 thành phần lực F (F_x, F_y, F_z) và 3 thành phần mômen M (M_x, M_y, M_z). Gọi chung F_M là một vectơ mở rộng bao gồm 6 thành phần nói trên và W có thành phần là 8 số liệu đo được ($W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7, W_8$)

$$F_M = R_F W \quad (12.5)$$

với:

$$R_F = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{18} \\ & \dots & \\ r_{61} & & r_{68} \end{bmatrix} \quad (12.6)$$

Các phần tử $r_{ij} \neq 0$ của ma trận R_F là các hệ số tương ứng để biến đổi các số đo theo đúng thứ nguyên của chúng: W (von), F (N), M (Nm).

Theo bố trí các tensomet như trên hình 12.9 thì một số phần tử r_{ij} sẽ bằng 0 và ma trận (12.6) sẽ như sau:

$$R_F = \begin{bmatrix} 0 & 0 & r_{31} & 0 & 0 & 0 & r_{17} & 0 \\ r_{21} & 0 & 0 & 0 & r_{25} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & r_{32} & 0 & r_{34} & 0 & r_{36} & 0 & r_{38} \\ 0 & 0 & 0 & r_{44} & 0 & 0 & 0 & r_{48} \\ 0 & r_{52} & 0 & 0 & 0 & r_{56} & 0 & 0 \\ r_{61} & 0 & r_{63} & 0 & r_{65} & 0 & r_{67} & 0 \end{bmatrix} \quad (12.7)$$

Từ (12.5) và (12.7) có các thành phần của F_M , ví dụ:

$$F_x = r_{13}W_3 + r_{17}W_7. \quad (12.8)$$

Biểu thức (12.8) hoàn toàn phù hợp với hình 12.9b.

Để xác định các hệ số r_{ij} trong (12.7) người ta thường chuẩn mức hoá (calibration) kết hợp tính toán và thực nghiệm. Bản chất việc chuẩn hoá mức hoá ở đây là thiết lập một ma trận R_F^* thoả mãn điều kiện sau:

$$W = R_F^* F_M \quad (11.9)$$

R_F^* là ma trận 8×6 .

Nhân 2 vế (12.9) với $(R_F^*)^T$, ta có:

$$(R_F^*)^T W = [(R_F^*)^T R_F^*]^{-1} F_M. \quad (12.10)$$

Từ đó:

$$F_M = [(R_F^*)^T R_F^*]^{-1} (R_F^*)^T W. \quad (12.11)$$

So sánh (11.5) và (11.11), ta có:

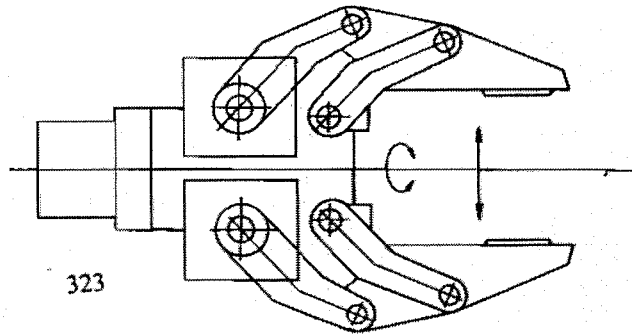
$$R_t \approx [(R_F^*)^T R_F^*]^{-1} (R_F^*)^T. \quad (12.12)$$

Ma trận R_F^* được thiết lập trên cơ sở các công thức trên và các kết quả thực nghiệm khi cho trước các giá trị của F_M .

3.2. Cảm biến xúc giác

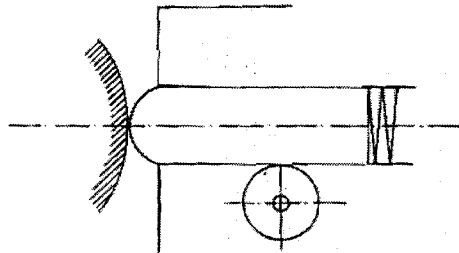
Trong kỹ thuật người máy thường dùng các cảm biến xúc giác để nhận thông tin về sự tiếp xúc của bàn kẹp với đối tượng. Những thông tin đó bao gồm vị trí, hình thù của đối tượng hoặc lực cần kẹp v.v.

Có thể phân cảm biến xúc giác ra hai nhóm cơ bản: cảm biến có ngưỡng tín hiệu rời rạc và cảm biến có tín hiệu tương tự. Cảm biến xúc giác có ngưỡng tín hiệu rời rạc. Đây thực chất là những công tắc tinh vi được lắp đặt ở phía bên trong của các ngón bàn kẹp (hình 12.10) để cho biết thông tin đã có vật kẹp giữa các ngón chưa, cần kẹp vào vị trí nào của vật v...v.



Hình 12.10. Cảm biến xúc giác kiểu công tắc lắp bên trong bàn tay kẹp

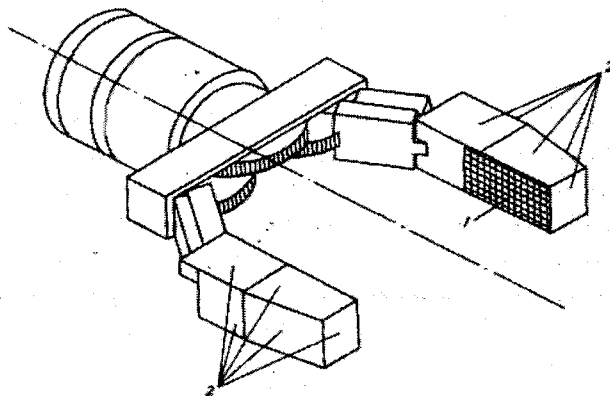
Các công tắc tinh vi có thể lắp đặt trên bề mặt tiếp xúc phía trong của bàn kẹp. Ngoài ra còn có thể lắp đặt ở phía ngoài bàn kẹp hoặc ở các đầu dò của cơ cấu tay máy để nhận biết thông tin về các chướng ngại vật trên đường di chuyển.



Hình 12.11. Cảm biến xúc giác dùng tín hiệu tương tự

Cảm biến xúc giác dùng tín hiệu tương tự loại đơn giản nhất có sơ đồ như trên hình 12.11. Nó gồm một thanh tỷ vào vật nhờ lực lò xo. Lực ngang từ phía vật tác dụng vào thanh làm chuyển động đi một góc quay (ví dụ, bằng cơ cấu thanh răng - bánh răng). Góc quay này tỷ lệ với lực ngang và được liên tục ghi đo bằng cơ cấu chiết áp. Ứng với độ cứng vững đã biết của lò xo, có thể xác định được lực theo độ dịch chuyển của góc để ghi đo.

Trong những năm gần đây một vấn đề rất được chú ý là tạo ra các bề mặt xúc giác có khả năng thu nhận cùng một lúc một lượng lớn thông tin. Trên hình 12.12 là một ví dụ minh họa. Phía bên trong các ngón của

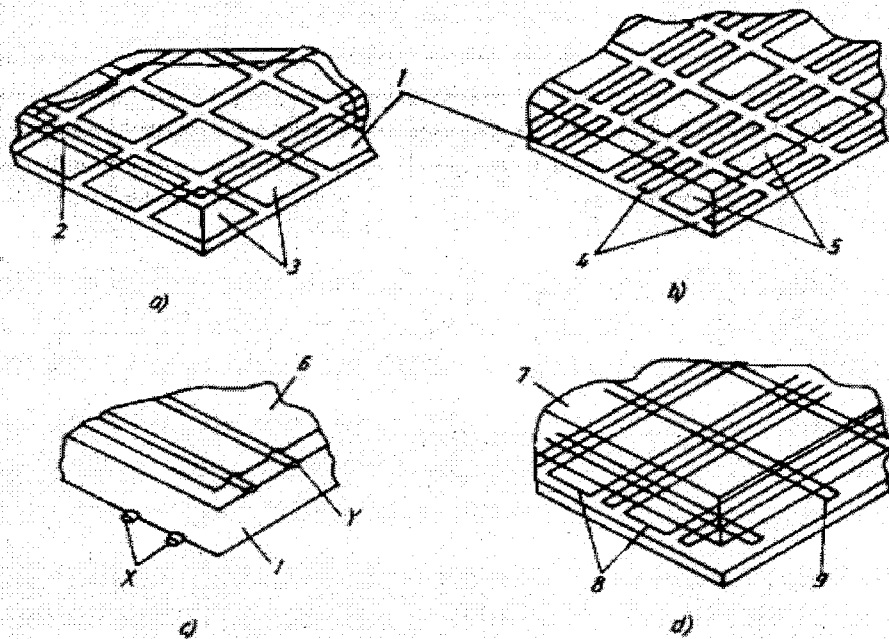


Hình 12.12. Bàn kẹp có trong bị bề mặt xúc giác

bàn kẹp được gắn các mặt xúc giác (1). Các mặt phía bên ngoài (2) của bàn kẹp có thể gắn cả các cảm biến tín hiệu rời rạc.

Mặc dù mặt xúc giác thường là tổ hợp nhiều loại cảm biến riêng lẻ, nhưng một hướng có triển vọng là dùng dùng các tấm vật liệu bán dẫn, ví dụ, trên nền grafit có điện trở thay đổi theo áp lực. Sự thay đổi điện trở dễ dàng biến thành dao động tín hiệu điện. Biên độ của nó tỷ lệ với lực tác động lên bề mặt vật kẹp tại điểm tiếp xúc. Để tạo các mặt xúc giác mà đôi khi còn gọi là "lớp da nhân tạo" có thể có các phương pháp chủ yếu như trên hình 12.13.

Phương pháp ở hình 11.13a tạo ra các "cửa sổ" giữa khối vật liệu dẫn (1) nằm giữa thân vỏ (2) và hệ thống điện cực (3). Mỗi điện cực là một ô vuông "cửa sổ" tiếp nhận tín hiệu tại một điểm tiếp xúc với vật. Tùy thuộc vào áp lực lên vật liệu bán dẫn, dòng điện từ thân vỏ đến điện cực sẽ biến đổi. Theo phương pháp ở hình 12.13b có các cặp điện cực (4) trên các tấm mạch điện (5) thì vật liệu dẫn nằm phía trên và cách điện với tấm này trừ các chỗ tiếp xúc với điện cực. Áp lực từ đối tượng làm thay đổi điện trở và nhờ các mạch điện tử biến đổi thành các tín hiệu khác nhau.



Hình 12.13. Phương pháp tạo các mặt xúc giác

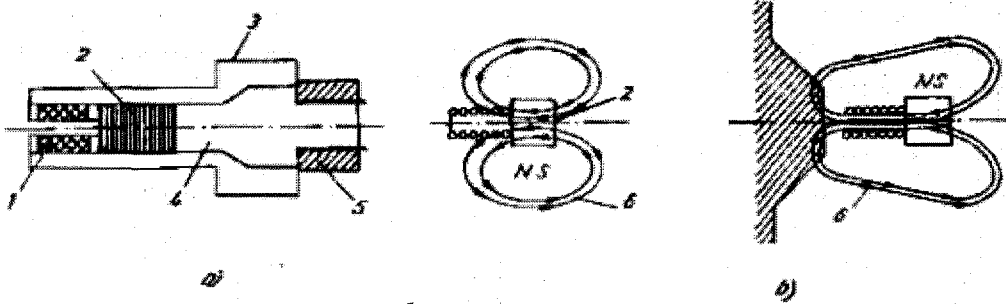
Trong các phương pháp hình 12.13c vật dẫn điện (1) đặt giữa 2 bộ điện cực ngang (X), dọc (Y) vuông góc với nhau. Điểm chéo nhau giữa hai thanh điện cực X, Y có vật dẫn điện chen giữa thành một điểm nhạy cảm. Bộ điện cực có lớp vỏ cao su (6) chuyển dịch tạo lực từ phía ngoài tác động lên mỗi điểm nhạy cảm làm thay đổi điện trở của vật dẫn và do vậy làm thay đổi dòng điện.

4. Cảm biến tín hiệu gần và tín hiệu xa

4.1. Cảm biến tín hiệu gần

Trong kỹ thuật người máy thường dùng các cảm biến tín hiệu gần để xác định sự có mặt của đối tượng trong phạm vi không gian ngay sát bên chỗ thao tác để kẹp vật hoặc di chuyển vòng qua chướng ngại, v.v... Thường sử dụng một số cảm biến chủ yếu sau đây:

Cảm biến từ cảm dựa trên nguyên tắc thay đổi độ từ cảm khi thay đổi cự ly giữa các vật thể kim loại và cảm biến.



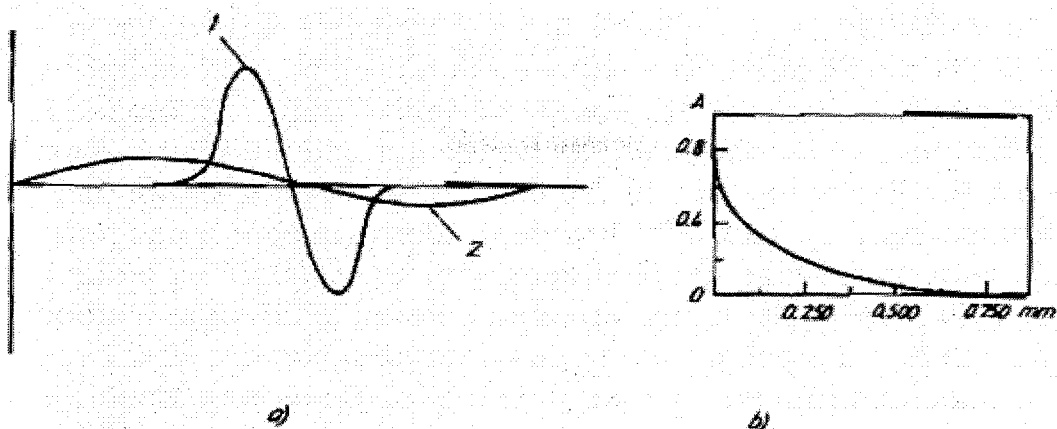
Hình 12.14. Cảm biến từ cảm.
a) Sơ đồ cấu tạo; b) Sơ đồ nguyên lý làm việc.

Trên hình 12.14 là sơ đồ cấu tạo một kiểu cảm biến từ cảm. Nó gồm cuộn cảm (1) đặt sau nam châm vĩnh cửu (2) nằm trong thân vỏ (3) với phân cách điện (4) và đầu nối (5). Khi đặt cảm biến gần với vật thể nhiễm từ thì các đường sức (6) sẽ thay đổi và khi có chuyển động tương đối của chúng trong từ trường thì dòng điện cảm trong cuộn dây sẽ thay đổi cường độ, biên độ và tần số tỷ lệ với mức thay đổi từ trường.

Trên hình 12.15a. biểu diễn sự biến thiên theo thời gian t của điện thế V đầu ra cuộn cảm phụ thuộc vào vận tốc (1 - vận tốc cao, 2 - vận tốc thấp) dịch chuyển tương đối trong từ trường giữa cảm biến và đối tượng.

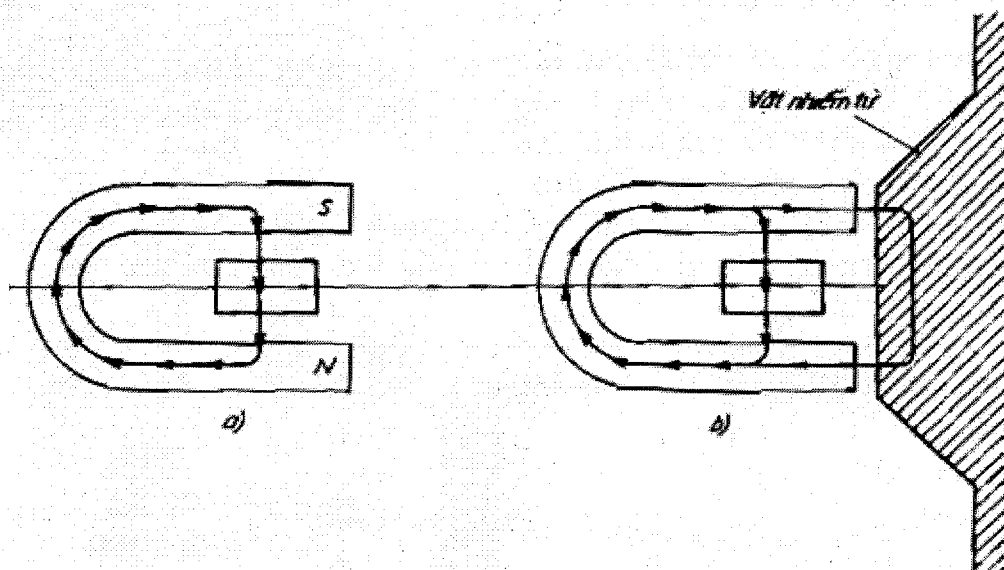
Trên hình 12.15b là quan hệ giữa biên độ A của điện thế và cự ly giữa cảm biến và đối tượng. Đồ thị cho thấy khoảng cách càng xa nhau thì độ nhạy càng giảm và cảm biến chỉ có hiệu lực trong cự ly dưới 1mm.

Như vậy, để nhận được tín hiệu ra từ cảm biến loại này cần có sự chuyển động tương đối giữa cảm biến và đối tượng. Thông thường trong kỹ thuật người máy khi dùng cảm biến tín hiệu gần chỉ cần tín hiệu ngưỡng không liên tục. Có thể nhận được tín hiệu loại này bằng cách tích phân tín hiệu ra.



Hình 12.15. a) Quan hệ giữa điện thế V và thời gian, 1. vận tốc cao; 2. vận tốc thấp; b) Quan hệ giữa biên độ dòng điện và khoảng cách từ cảm biến đến đối tượng.

Cảm biến Hall dựa trên nguyên tắc của hiệu ứng Hall. Như trong vật lý đã biết hiệu ứng Hall liên hệ giữa điện thế hai đầu dây dẫn (hoặc bán dẫn) với từ trường. Nếu sử dụng cảm biến Hall này cùng với một nam châm vĩnh cửu, chúng sẽ nhận biết được sự có mặt của các vật thể nhiễm từ đặt sát bên cạnh. Như trên hình 12.16, khi có vật thể nhiễm từ sát bên cạnh thì từ lực (các mũi tên) chạy qua cảm biến Hall sẽ giảm đi rõ rệt. Nếu dùng chất bán dẫn, ví dụ, silic chẳng hạn, thì có thể giảm nhỏ đi kích cỡ của cảm biến, tăng độ chính xác, tăng độ ổn định và nhất là có thể cấy trực tiếp trên cảm biến một mạch khuếch đại.



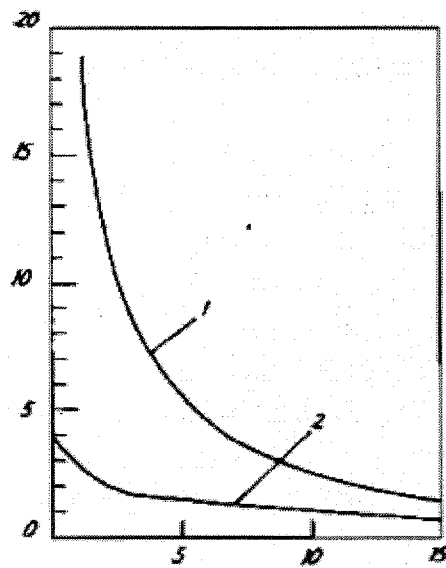
Hình 12.16. a) Cảm biến Hall;
b) Cảm biến Hall và vật nhiễm từ.

Cảm biến điện dung. Khác với các loại cảm biến từ cảm và cảm biến Hall là chỉ có thể nhận dạng các vật thể nhiễm từ, cảm biến điện dung phát hiện được tất cả các vật liệu rắn cũng như lỏng. Cảm biến này hoạt động theo nguyên tắc nhận biết các vật thể qua sự biến đổi của điện dung phụ thuộc vào khoảng cách tới vật đó. Có nhiều phương pháp nhận biết tín hiệu gần bằng các cảm biến điện dung. Đơn giản nhất là dùng bản tụ của cảm biến có thể rung khi điện dung vượt qua một giá trị ngưỡng nào đó. Dao động chuyển thành tín hiệu điện ở đầu ra. Cách phức tạp hơn là dùng phân tử điện dung luôn luôn có dao động hình sin. Khi điện dung thay đổi sẽ xuất hiện lệch pha. Độ lệch pha này tỷ lệ với điện dung cần nhận biết.

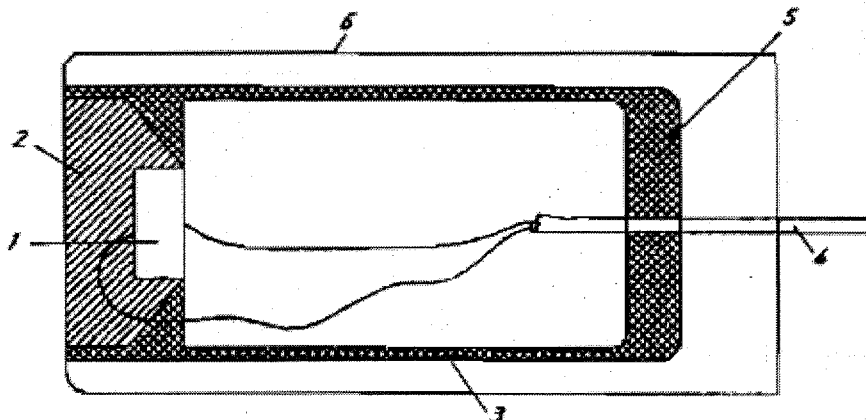
Hình 12.17 là đồ thị về sự thay đổi điện dung ΔC phụ thuộc vào khoảng cách tới vật tự do. Khi khoảng cách này vượt quá vài mm thì độ nhạy của cảm biến giảm đi rõ rệt. Độ nhạy đó còn phụ thuộc vào vật liệu đo như trên hình 12.17 (đường cong số 1 đối với thép, số 2 - đối với polyme).

Cảm biến siêu âm. Các loại cảm biến giới thiệu ở trên đều phụ thuộc vào vật liệu của vật thể được đo. Mức độ phụ thuộc này có thể giảm đi nhiều khi dùng cảm biến siêu âm.

Trên hình 12.18 mô tả cấu tạo một loại cảm biến siêu âm dùng trong kỹ thuật người máy để nhận biết tín hiệu gần. Phần chủ yếu là bộ biến âm dùng chất gốm điện (1) được bảo vệ bằng chất nhựa tổng hợp (2). Tiếp theo là phân giảm âm (3), cáp điện (4), vỏ kim loại (5) và vỏ bọc (6).

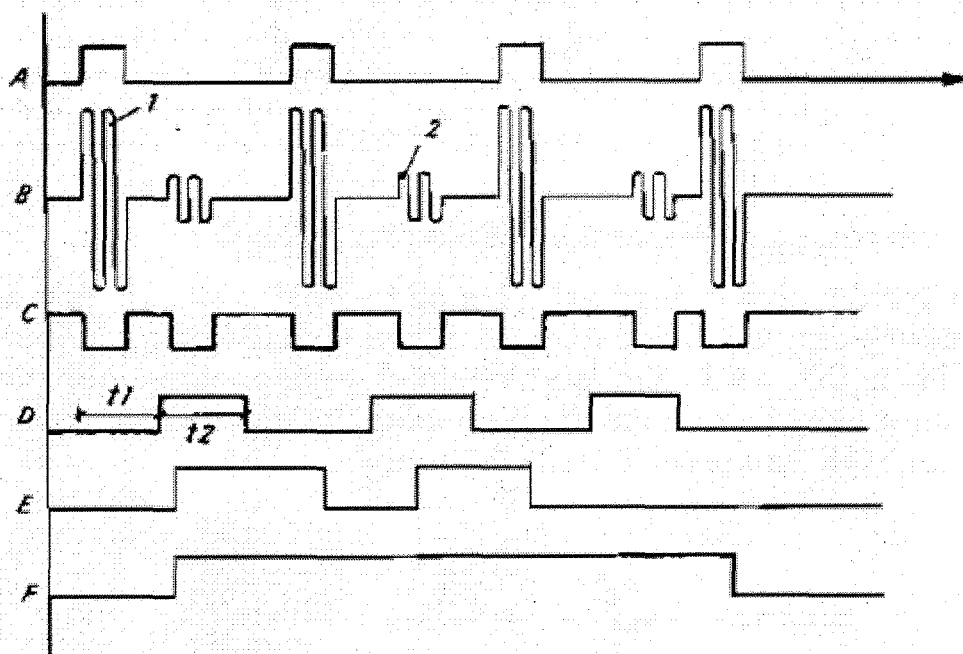


Hình 12.17. Quan hệ giữa điện dung và khoảng cách đến vật đo.



Hình 12.18.
Cảm biến siêu âm.

Để tìm hiểu hoạt động của cảm biến siêu âm, cần phân tích các tín hiệu khi nhận cũng như khi truyền âm lượng. Dạng điển hình của các tín hiệu này cho trên hình 12.19. A là tín hiệu mang, B là các tín hiệu phát ra (1) và tín hiệu phản lại (2). Các xung C tách biệt tín hiệu truyền và tín hiệu nhận. Để phân biệt sự khác nhau giữa các xung, tương ứng với tín hiệu mang và tín hiệu phản lại, tạo ra tín hiệu D. Δt là khoảng thời gian đo nhỏ nhất, còn $t_1 + t_2$ là khoảng đo lớn nhất. Các khoảng thời gian này tương ứng với khoảng truyền sóng trong môi trường khi nhận được tín hiệu phản lại (lúc đó tín hiệu D có giá trị lớn nhất) sẽ hình thành tín hiệu E và sẽ có giá trị bằng không khi kết thúc xung tín hiệu A. Cuối cùng tín hiệu F sẽ hình thành khi xuất hiện xung tín hiệu E và sẽ là tín hiệu ra của cảm biến siêu âm hoạt động theo chế độ nhị phân.



Hình 12.19. Tín hiệu siêu âm

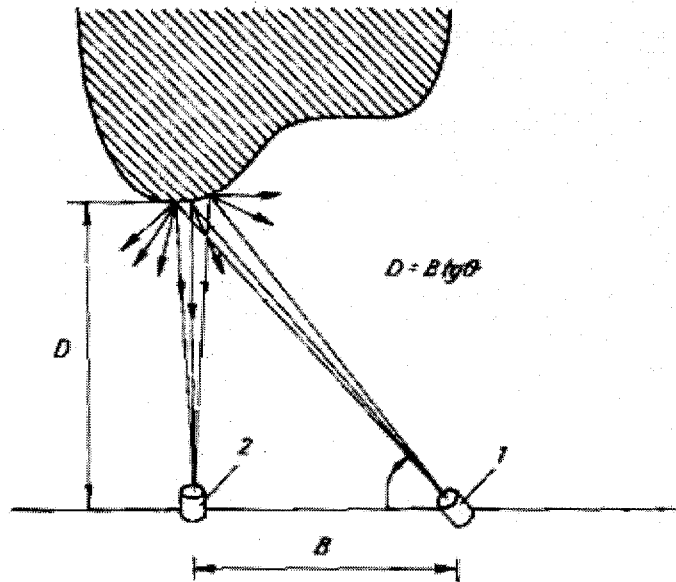
4.2. Cảm biến tín hiệu xa

Trong kỹ thuật người máy thường trang bị các cảm biến tín hiệu xa để xác định khoảng cách từ chỗ lắp đặt cảm biến đến đối tượng. Khoảng cách có thể đo được theo thời gian phát đi và nhận lại tín hiệu xa dùng để dẫn đường cho người máy, giúp nó xác định các vị trí, hình thể của đối tượng và tìm cách vòng qua chướng ngại. Dưới đây giới thiệu một vài phương pháp nhận tín hiệu xa.

- Đo tam giác là phương pháp đơn giản đo tín hiệu xa (hình 12.20). Đối tượng được chiếu sáng bằng một chùm tia của nguồn sáng (1), chùm tia này tác động vào bề mặt đối tượng và phản xạ vào đầu thu

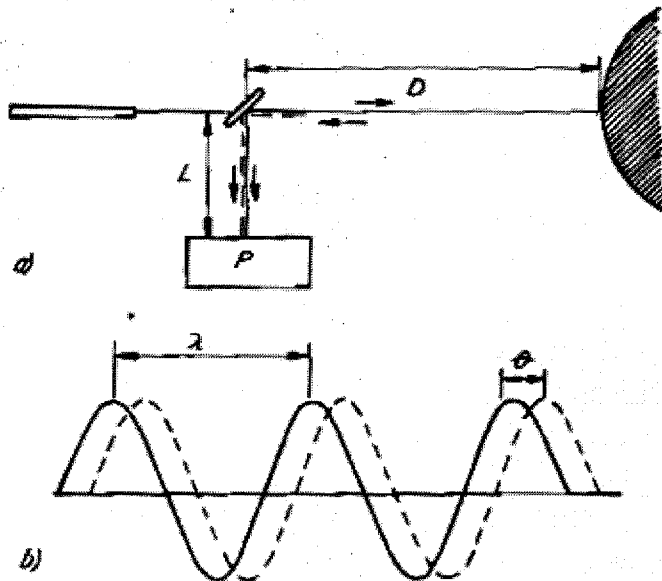
(2). Như vậy có thể xác định khoảng cách D từ quan hệ kích thước của tam giác đo, hình 12.20.

Hình 12.20.
Phương pháp đo tam giác



- Đo khoảng cách theo thời gian truyền tín hiệu.

+ Cách thứ nhất là xung ánh sáng chiếu tới và phản lại cùng dọc theo một đường. Khi đó khoảng cách tới bề mặt đối tượng được tính theo công thức $D = c \cdot T/2$, với T - thời gian truyền tín hiệu, c - tốc độ ánh sáng. Hệ thống dùng xung lade có thể thu được đồng thời tín hiệu hai chiều tỷ lệ với khoảng cách, nên tạo ra ảnh của đối tượng.



Hình 12.21. Đo khoảng cách theo thời gian truyền tín hiệu.

+ Cách thứ hai là dùng tín hiệu tia lade.

Trong cách thứ hai thay tín hiệu xung ánh sáng bằng tia lade liên tục và khoảng cách được tính toán qua độ lệch pha giữa tia tới và tia phản hồi (hình 12.21a).

Giả thiết các tia lade với bước sóng λ được tách hàng hai: một tia hướng về thiết bị đo pha (P) đặt cách khoảng L, còn tia kia chiếu vào bề mặt đối tượng đặt cách khoảng D. Như vậy quãng đường tổng cộng chiếu tới và phản hồi từ bề mặt đối tượng $D' = L + 2D$. Nếu $D = 0$ thì $D' = L$ và lúc đó hai tia tới thiết bị đo pha cùng một lúc. Hai tia này sẽ càng lệch pha nhau (hình 11.21b) nếu D càng tăng lên. Trong trường hợp này ta có:

$$D' = L \frac{\theta}{360} \lambda$$

với θ - độ lệch pha.

Để tách biệt được hai tia, tức là để hai sóng không trùng nhau thì $\theta < 360^\circ$ hoặc $2D < \lambda$.

Từ hai biểu thức đối với D' suy ra:

$$D = \frac{\theta \lambda}{360 \cdot 2} \quad (12.13)$$

Vậy có thể xác định khoảng cách qua độ lệch pha (θ) nếu đã biết bước sóng (λ).

+ Một phương pháp điển hình khác để đo khoảng cách theo thời gian truyền tín hiệu là phương pháp siêu âm. Ý tưởng cơ bản của phương pháp này cũng tương tự như trong phương pháp dùng tín hiệu xung lade.

Tín hiệu siêu âm được truyền đi trong một khoảng thời gian ngắn và vận tốc truyền âm trong môi trường coi như đã biết. Qua việc tính toán quãng thời gian giữa tín hiệu truyền tới và tín hiệu phản hồi sẽ đánh giá được khoảng cách đến bề mặt đối tượng đo./.

Bài 6: LẬP TRÌNH VÀ MÔ PHỎNG CÁC CHUYỂN ĐỘNG CỦA ROBOT

1. Khái niệm chung

1.1. Giới thiệu chung về lập trình điều khiển robot

Lập trình điều khiển robot thể hiện mối quan hệ giữa người điều khiển và robot công nghiệp. Tính phức tạp của việc lập trình càng tăng khi các ứng dụng công nghiệp đòi hỏi sử dụng đồng thời nhiều robot với các máy tự động khả lập trình khác tạo nên hệ thống sản xuất tự động linh hoạt.

Robot khác với các máy tự động cố định ở tính “linh hoạt”, nghĩa là có thể lập trình được (Programmable : khả lập trình). Không những chỉ có các chuyển động của robot mà ngay cả việc sử dụng các cảm biến cũng như những thông tin quan hệ với máy tự động khác trong phân xưởng cũng có thể lập trình. Robot có thể dễ dàng thích nghi với sự thay đổi của nhiệm vụ sản xuất bằng cách thay đổi chương trình điều khiển nó.

Khi xem xét vấn đề lập trình cho robot, chúng ta nên nhớ rằng robot là một thành phần của một quá trình được tự động hoá. Thuật ngữ, workcell được dùng để mô tả một tập hợp các thiết bị mà nó bao gồm một hoặc nhiều robot, hệ thống băng chuyền, các cơ cấu cấp phôi và đồ gá. ở mức cao hơn, Workcell có thể được liên kết trong mạng lưới các phân xưởng vì thế máy tính điều khiển trung tâm có thể điều khiển toàn bộ các hoạt động của phân xưởng. Vì vậy, việc lập trình điều khiển robot trong thực tế sản xuất cần phải được xem xét trong mối quan hệ rộng hơn.

Để bước đầu làm quen với việc lập trình điều khiển robot, chương này cũng giới thiệu tóm tắt phương pháp lập trình điều khiển robot TERGANu45 thông qua ngôn ngữ ASPECT của phần mềm Procomm Plus for Window

1.2. Các mức lập trình điều khiển robot

Người sử dụng có thể có nhiều kiểu giao diện lập trình điều khiển robot. Trước sự phát triển nhanh chóng của các loại máy vi tính dùng trong công nghiệp và các ngôn ngữ lập trình ngày càng có nhiều tiện ích cao, việc lập trình điều khiển robot ngày càng dễ dàng và thuận tiện hơn.

1.2.1. Lập trình kiểu “Dạy _ Học”

Các robot thế hệ đầu tiên đã được lập trình bằng một phương pháp mà chúng ta gọi là : dạy bằng chỉ dẫn (Teach by showing), robot được điều khiển để di chuyển đến các điểm mong muốn và các vị trí đó được ghi lại trong bộ nhớ của máy tính, sau đó các dữ liệu sẽ được đọc tuần tự và robot thực hiện lại các động tác đã được học. Để dạy robot, người sử dụng có thể hướng dẫn robot bằng tay hoặc thông qua một thiết bị dạy học gọi là Teach pendant. Thiết bị dạy học gồm một hộp nhỏ cầm tay (teaching box) có các nút bấm và card điều khiển mà nó cho phép điều khiển các khớp của robot đạt được các giá trị mong muốn.

1.2.2. Dùng các ngôn ngữ lập trình

Cùng với quá trình phát triển ngày càng rõ hơn và mạnh hơn của máy tính,, chương trình điều khiển robot được phát triển theo hướng viết các chương trình

bằng các ngôn ngữ lập trình của máy tính. Thường các ngôn ngữ lập trình này có những đặc điểm mà chúng ta có thể ứng dụng để viết các phần mềm hay chương trình điều khiển robot, và chúng được gọi là “ngôn ngữ lập trình robot”. Hầu hết các hệ thống điều khiển dùng ngôn ngữ lập trình robot vẫn duy trì kiểu giao diện Teach pendant (dạy học).

Ngôn ngữ lập trình robot có nhiều dạng khác nhau. Chúng ta phân chúng thành ba loại như sau :

a) Ngôn ngữ robot chuyên dùng : những ngôn ngữ lập trình robot này được xây dựng bằng cách tạo ra một ngôn ngữ mới hoàn toàn. Cú pháp (Syntax) và ngữ nghĩa (Semantics) của các ngôn ngữ này cần phải rất đơn giản vì người lập trình cho các ứng dụng công nghiệp không phải là một chuyên gia về lập trình. Ví dụ như ngôn ngữ VAL (VAL 2) được dùng để điều khiển các robot công nghiệp của hãng Unimation (Hoa kỳ); hoặc một ngôn ngữ robot chuyên dùng khác gọi là AL được xây dựng ở Đại học Stanford (hoa kỳ)...

b) Tạo ra các thư viện robot cho một ngôn ngữ lập trình cấp cao đã có sẵn : Những ngôn ngữ lập trình robot này được xây dựng bằng cách dựa trên các ngôn ngữ lập trình cấp cao thông dụng (ví dụ như Pascal) và thêm vào một thư viện các thủ tục và hàm đặc biệt dùng cho robot. Khi viết các chương trình Pascal để điều khiển robot, người sử dụng sẽ gọi các hàm hoặc thủ tục đã định nghĩa trước trong thư viện để xử lý các nội dung có liên quan đến việc tính toán hoặc điều khiển robot.

Ví dụ PASRO (Pascal for Robot) là một thư viện dùng cho lập trình robot, cung cấp nhiều thủ tục và hàm đặc biệt để tính toán và điều khiển robot dùng trong môi trường ngôn ngữ Turbo Pascal, hoặc PASRO/C là phát triển của PASRO, nhưng được viết trên cơ sở của ngôn ngữ Turbo C.

c) Tạo ra các thư viện robot cho một ngôn ngữ hoặc phần mềm đa dụng (Robot library for a new general purpose language) : Những ngôn ngữ lập trình robot này được xây dựng bằng cách sử dụng các ngôn ngữ hoặc phần mềm dùng chung cho nhiều mục đích như là một chương trình cơ bản, sau đó cung cấp thêm một thư viện chứa các thủ tục đặc biệt dùng cho robot. Ví dụ như ngôn ngữ lập trình robot AML của hãng IBM và RISE của hãng Silma, ngôn ngữ Aspect của phần mềm Procomm Plus ...

1.2.3. Ngôn ngữ lập trình theo nhiệm vụ (Taskulevel programming language)

Mức thứ ba của phương pháp lập trình robot là tạo ra các ngôn ngữ lập trình theo nhiệm vụ. Những ngôn ngữ này cho phép người sử dụng ra các lệnh để robot thực hiện một công việc mong muốn một cách trực tiếp mà không cần xác định một cách chi tiết các hoạt động của robot như các ngôn ngữ lập trình thông thường. Một hệ thống lập trình robot theo nhiệm vụ phải có khả năng thể hiện nhiều công việc một cách tự động. Chẳng hạn, nếu một chỉ thị “Grasp the bolt” (cầm lấy bulong) được tạo ra, hệ thống phải vạch ra được một quỹ đạo của tay máy mà nó tránh được sự va chạm với bất kỳ chướng ngại vật nào chung quanh, chọn được vị trí tốt nhất để cầm lấy bulong một cách tự động. Ngược lại, trong ngôn ngữ lập

trình robot thông thường tất cả những sự lựa chọn này phải được thực hiện bởi người lập trình. Trong thực tế, ngôn ngữ lập trình theo nhiệm vụ chưa được dùng trong sản xuất, nó còn là một lĩnh vực đang được nghiên cứu.

Sau đây ta sẽ nghiên cứu một phần mềm đa dụng dùng truyền dữ liệu và điều khiển thiết bị có thể dùng để điều khiển robot.

2. Phần mềm lập trình Robot

Procomm Plus là phần mềm dùng để truyền dữ liệu và điều khiển trực tiếp các thiết bị qua cổng COM của máy tính cá nhân. Với Procomm Plus ta có thể sử dụng máy tính như một Terminal hoặc thực hiện các Scrip files viết bằng ngôn ngữ lập trình Aspect.

Để chạy phần mềm Procomm Plus ở chế độ Terminal ta có thể dùng một số cách sau :

a) Sử dụng Desktop Windows : ấn đúp chuột trên biểu tượng của Procomm Plus terminal Windows.

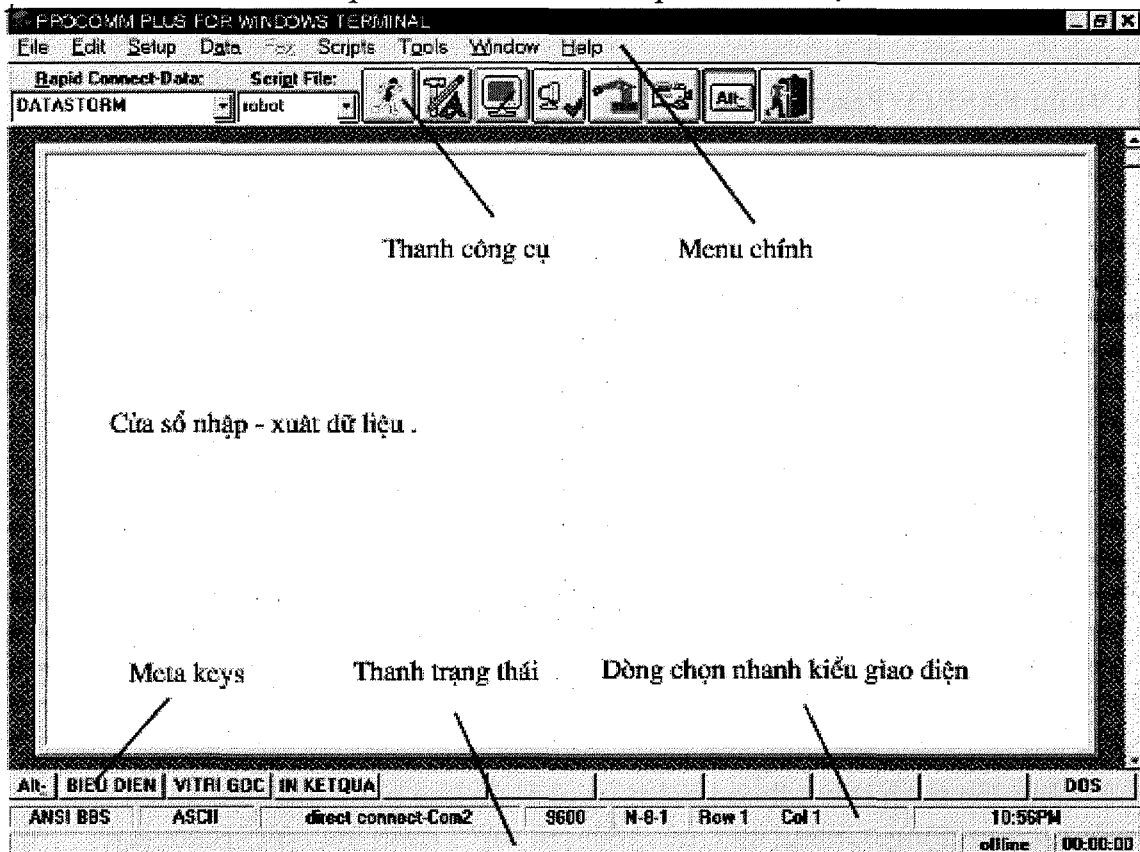
b) Từ mục Run... trong Start của Windows, gõ lệnh : pw3 , chọn OK.

c) Vào Start của Windows, chọn Programs, chọn Procomm Plus 3, chọn

Data Terminal...

Menu chính của Procomm Plus có nhiều tiện ích, rất thuận tiện khi điều khiển các thiết bị giao diện với máy tính kiểu RS 232.

Cửa sổ chính của phần mềm Procomm plus ở chế độ Terminal như hình 5.1.



Hình 5.1 : Cửa sổ chính của Procomm Plus for Windows, Version 3.0

Menu chính : Cung cấp các tiện ích cần thiết trong quá trình sử dụng, menu chính có các menu kéo xuống (Pull-down) tương tự như nhiều phần mềm thông dụng khác. Nội dung của Menu chính có thể thay đổi được theo mục đích sử dụng.

Một số nội dung của menu chính có thể dùng trong quá trình điều khiển robot như sau :

Menu Setup : Dùng để xác định cấu hình của Terminal Windows và chế độ giao diện giữa máy tính với thiết bị. Trong menu này còn có thể sử dụng mục con Action Bars để chọn file chứa nội dung của thanh công cụ và cho thể hiện trên màn hình.

Menu Data : Trong menu này ta có thể dùng các menu con sau : + Clear screen (Alt+C): Xoá màn hình nhập xuất dữ liệu; + Reset terminal (Alt+U): Xoá màn hình và bộ đệm (buffer) của Procomm.

Menu Scripts : Trong menu này ta có thể dùng các menu con sau :

+ Start scrips (Alt+.) : Thực hiện một Aspect scrips file, có tên được thể hiện trên thanh công cụ.

+ Run... (Alt+F5) : Mở hộp hội thoại Run ASPECT file , chúng ta có thể chọn tên file, thực hiện việc dịch các file nguồn trước khi chạy chương trình.

+ Compile / Edit... (Alt+F3) : Mở hộp hội thoại soạn thảo và dịch các file nguồn.

+ Start recorder... : bắt đầu tự động tạo ra một scrips file bằng các ghi lại tất cả các lệnh thể hiện trên màn hình (nhập từ bàn phím). Khi chọn mục này sẽ xuất hiện mục Stop recorder, dùng khi muốn kết thúc việc ghi tự động scrips file.

Có thể chọn mục này trên thanh công cụ bằng cách ấn chuột vào biểu tượng .

Menu Tools : Trong menu này ta có thể dùng các menu con sau :

+ Action bar Edition : Dùng để soạn thảo hay thay đổi nội dung thanh công cụ cho phù hợp với mục đích sử dụng.

+ Aspect Editor : Mở cửa sổ để soạn thảo script files bằng ngôn ngữ Aspect, chúng ta có thể tạo mới, xem hoặc sửa đổi nội dung của một file (dạng Text).

+ Dialog Editor : Mở cửa sổ soạn thảo hộp hội thoại, cho phép ta tạo ra các hộp hội thoại bằng phương pháp trực quan (Visual).

Thanh công cụ (Tool bar) : có nhiều Icon (biểu tượng) giúp người sử dụng có thể thực hiện nhanh một công việc bằng cách bấm chuột trên biểu tượng tương ứng, thay vì phải vào Menu chính. Nội dung của thanh công cụ cũng có thể thay đổi dễ dàng để phù hợp với mục đích sử dụng (mục Action bar Edition).

Cửa sổ nhập u xuất dữ liệu : là phần màn hình để người sử dụng nhập vào các dữ liệu, các lệnh điều khiển và các thể hiện thông báo trả về từ các thiết bị được điều khiển.

Meta Keys : Dùng để cài đặt sẵn các ứng dụng thường hay thực hiện. Nội dung của các Meta Keys có thể thay đổi được để phù hợp với từng mục đích sử dụng. Khi muốn thực hiện một công việc đã gán cho Meta Key chỉ cần ấn chuột vào Meta key đó. Muốn soạn thảo hay thay đổi nhiệm vụ của Meta Keys ta thực hiện như sau :

Cách 1 : ấn phím ALT+M .

Cách 2 : Chọn mục Meta Keys Editor từ Tool menu .

Dòng chọn nhanh kiểu giao diện : Cho phép người sử dụng chọn nhanh kiểu thông số giao diện giữa thiết bị điều khiển và máy tính như : công giao diện, tốc độ truyền thông tin, kiểu xử lý dữ liệu ... bằng cách ấn nút chuột trái lên các mục.

3. Phương pháp lập trình Robot


3.1. Giới thiệu ngôn ngữ lập trình ASPECT trong Procomm

Một ASPECT script file là một file dạng text được tạo ra để chứa các lệnh được thực hiện bởi Procomm Plus.

Giống như nhiều ngôn ngữ lập trình khác, ASPECT yêu cầu phải dịch chương trình soạn thảo. Một script file chưa dịch, hay còn gọi là file nguồn, có đuôi là .was (Windows Aspect Source); còn một script file đã dịch có đuôi là .wax (Windows Aspect eXecutable). Khi một script đã được dịch, thì các dữ liệu và các câu lệnh chứa trong file nguồn sẽ được chuyển sang mã mà Procomm có thể đọc và xử lý một cách nhanh chóng. Sau khi dịch thì file dịch (.wax) có kích thước nhỏ hơn so với file nguồn.

Tóm lại : một script file phải được dịch trước khi có thể thực hiện. Một file đã được dịch không thể dịch ngược trở lại thành file nguồn

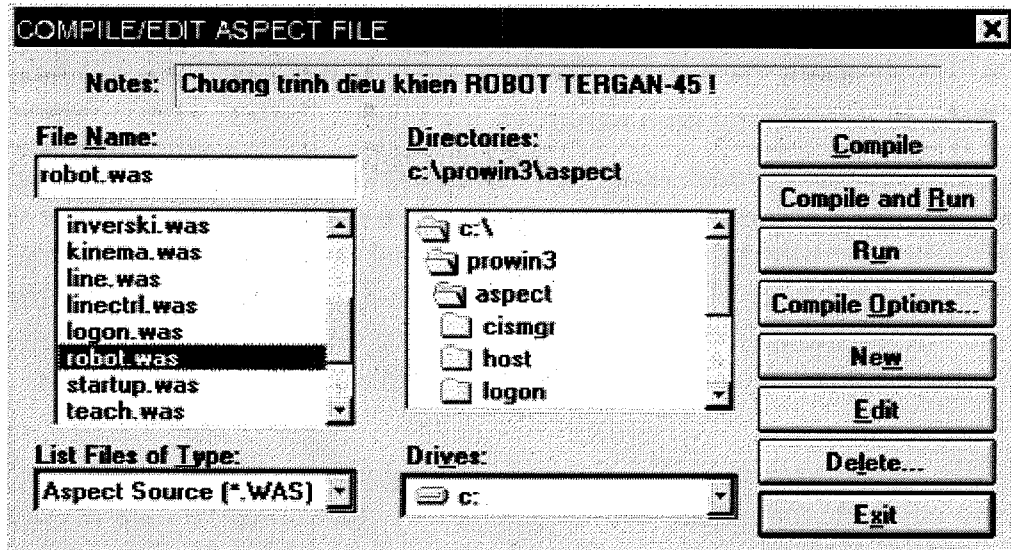
Chúng ta có thể tạo mới và soạn thảo file nguồn (.was) bằng trình ASPECT Editor hay bất kỳ một trình soạn thảo dạng text nào khác, nhưng phải đặt tên tệp có đuôi là . was.

Để tạo mới một file nguồn hoặc thay đổi bổ sung nội dung của một file đã có, từ menu chính của Procomm, chọn Scripts | Compile/Edit... hoặc ấn chuột vào biểu tượng  trên thanh công cụ. Hộp hội thoại dùng để soạn thảo và dịch các script files như hình 5.3.

Muốn tạo một file mới ta chọn nút lệnh New; muốn sửa đổi nội dung một file đã có (tên file đã chọn trước trong mục File name) ta chọn nút lệnh Edit; muốn thoát khỏi cửa sổ soạn thảo ta chọn nút lệnh Exit.

Khi chọn nút lệnh New hoặc Edit, trên màn hình sẽ xuất hiện cửa sổ soạn thảo để ta viết hoặc sửa đổi chương trình.

Sau khi soạn thảo xong, muốn ghi vào đĩa ta chọn File | Save hoặc File | Save as ... Ta cũng có thể chọn biểu tượng “Ghi và dịch” (Save and Compile) trên thanh công cụ để ghi vào đĩa đồng thời dịch thành file .wax.




Hình 5.3 : Cửa sổ soạn thảo và dịch các script file

Để chạy một Aspect script file có thể thực hiện bằng nhiều cách :

+ Chọn mục Script trên Menu chính, tiếp theo chọn mục Run... Lúc này sẽ xuất hiện hộp hội thoại để chọn file muốn thực hiện.

+ ấn chuột trên mục Script file của thanh công cụ, sau đó chọn tên file muốn thực hiện.

Nếu một file đã chạy, tên vẫn còn trong mục Script file, muốn chạy lại thì ấn chuột vào biểu tượng  trên thanh công cụ.

+ Có thể chạy một script file từ cửa sổ Compile/Edit ASPECT file (Chọn mục RUN) (hình 5.3)

3.2. Kiểu dữ liệu và khai báo biến trong ASPECT :

a) Kiểu dữ liệu : ASPECT cung cấp các kiểu dữ liệu như sau :

integer (kiểu nguyên) : Có giá trị từ $u32768$ đến 32767 .

float (kiểu số thực) : Có giá trị từ $2.22507385072014e-308$ đến

$1.797693134862315e+308$.

long (kiểu nguyên dài) : Có giá trị từ $u2147483648$ đến 2147483647 .

String (kiểu chuỗi) : Có thể chứa từ 0 đến 256 ký tự.

Tất cả tên của các phân tử trong ASPECT, như tên từ lệnh, tên hàm và thủ tục, tên nhãn (label) và biến ... có chiều dài không quá 30 ký tự.

b) Các loại biến : Trong ASPECT có các loại biến sau :

+ Biến hệ thống : Biến hệ thống là các biến “chỉ đọc” (readonly) mà ASPECT và Procomm Plus có thể ấn định các giá trị đặc biệt. Ví dụ : chúng ta không thể thay đổi giá trị của biến hệ thống \$ROW mà nó luôn luôn bằng vị trí

dòng hiện tại của con trỏ trên màn hình, ta chỉ có thể đọc giá trị của nó bất kỳ nơi nào trong chương trình và xử lý khi cần thiết. Biến hệ thống luôn có dấu \$ ở đầu.

+ Biến do người dùng định nghĩa, có hai loại :

* Biến toàn cục (Global variables) : Biến toàn cục có thể được định nghĩa ở bất kỳ nơi nào trong chương trình nhưng phải ở bên ngoài các khối Thủ tục và Hàm. Phổ biến, các biến toàn cục thường được khai báo ở đầu chương trình. Biến toàn cục có thể được tham chiếu đến từ bất cứ hàm hay thủ tục nào của chương trình, Nếu một thủ tục hoặc hàm làm thay đổi giá trị của một biến toàn cục thì giá trị đó vẫn được duy trì cho đến khi nào có một lệnh khác làm thay đổi giá trị của nó.

* Biến địa phương (Local variables) : Không giống như biến toàn cục, biến địa phương chỉ được tham khảo đến trong phạm vi của thủ tục và hàm mà nó được định nghĩa. Giá trị của nó sẽ bị xoá khi ra khỏi thủ tục và hàm đó. Ta có thể đặt tên các biến địa phương giống nhau trong các thủ tục và hàm khác nhau của chương trình, nhưng điều đó không có nghĩa là giá trị của biến được ghi nhớ giữa các thủ tục hoặc hàm khác nhau.

+ Tham biến (Parameter variables):

Bất cứ thủ tục nào, ngoại trừ chương trình chính (Proc main) đều có thể khai báo (định nghĩa) đến 12 tham biến. Các tham biến tương tự như các biến địa phương, nghĩa là nó chỉ được tham chiếu đến trong phạm vi thủ tục hoặc hàm mà nó được định nghĩa, tuy nhiên khác với biến địa phương, các tham biến nhận các giá trị ban đầu một cách tự động khi các thủ tục hoặc hàm được gọi, các giá trị sử dụng được cung cấp bởi câu lệnh gọi. Các tham biến phải được khai báo ở đầu mỗi thủ tục hoặc hàm, trước bất cứ lệnh nào hoặc các biến địa phương. Một tham biến được khai báo giống như biến địa phương. Thứ tự mà các tham biến được định nghĩa xác định thứ tự mà chúng sẽ được gọi bởi các thủ tục hoặc hàm.

c) Khai báo (định nghĩa) các biến : Tất cả các loại biến dùng trong chương trình phải được khai báo (định nghĩa) trước. Nếu các biến có cùng kiểu dữ liệu, ta có thể khai báo trên một dòng cách nhau bởi dấu phẩy (,).

Ví dụ :

Integer sokhop, Tong, i = 1

Float Goc

Integer A[4][4]

Trong ví dụ trên ta khai báo các biến : sokhop, Tong, i là các biến nguyên, trong đó biến i được gán giá trị ban đầu là 1. Goc là biến thực. A là biến mảng (array) có kích thước 4x4, các phần tử của mảng kiểu nguyên.

Cách khai báo tham biến trong thủ tục và hàm như sau :

param (kiểu dữ liệu) (tên) [, tên] ...

Ví dụ : param Integer X, Y, Z

Chương trình ví dụ :

; Vi du ve khai bao bien.

Proc main

integer A,B,C

integer Tong

; Chương trình chính.

; Khai báo 3 biến nguyên.

; Tổng của 3 số (biến nguyên).

```

A=2, B=4, C=8 ; Gán giá trị cho các biến.
Tong = Sum(A,B,C) ; Gọi hàm Sum để cộng các số.
Usermsg " Tong = %d." Tong ; Cho hiện tổng của các số lên màn hình
Endproc ; Hết chương trình chính.

Func Sum : Integer ; Định nghĩa hàm Sum để tính tổng.
  Param integer X, Y, Z ; Khai báo các tham biến kiểu nguyên.
  integer Tong ; Khai báo biến Tong (biến địa phương).
  Tong= X+Y+Z ; Tổng của 3 số.
  return Tong ; Trả về giá trị của tổng của 3 số.
Endfunc ; hết phân định nghĩa hàm
  (Ghi chú : dấu ";" dùng để ghi chú trong chương trình, các nội dung sau dấu
";" không được dịch).

```

3.3. Cấu trúc của chương trình

Cấu trúc chương trình của một ASPECT script file gần giống như một file viết bằng ngôn ngữ Pascal, nghĩa là có một chương trình chính và các thủ tục hoặc hàm khác. Chỗ khác nhau cơ bản là chương trình chính được viết trước, chương trình chính có thể gọi đến các hàm hoặc thủ tục được định nghĩa sau đó.

Trong chương trình chính không được khai báo các tham biến. Khi thực hiện chương trình, nó sẽ lần lượt thực hiện các lệnh từ dòng đầu tiên đến hết chương trình.

Khi kết thúc một hàm hoặc thủ tục được gọi, nó tự động trả về dòng lệnh tiếp theo. Cấu trúc chung của một chương trình như sau :

; Dòng đầu tiên dùng ghi chú về nội dung chương trình, dòng này sẽ thể hiện trong
; hộp hội thoại Compile/Edit để người sử dụng dễ nhận biết về nội dung của
chương ; trình.

```
Proc main ; bắt đầu chương trình chính
```

(Khai báo biến)

(các câu lệnh thể hiện nội dung chương trình)

.....

```
Endproc ; hết chương trình chính.
```

```
Proc (tên thủ tục) ; Bắt đầu một thủ tục
```

(khai báo các tham biến nếu có)

(khai báo các biến địa phương)

(các câu lệnh thể hiện nội dung thủ tục)

.....

```
Endproc ; hết một thủ tục
```

Func (tên hàm) ; Bắt đầu một hàm
 (khai báo các tham biến nếu có)
 (khai báo các biến địa phương)
 (các câu lệnh thể hiện nội dung của hàm)

 return (biến) ; trả giá trị của biến về thủ tục gọi
 Endproc ; kết thúc hàm

3.4. Một số phép tính dùng trong ASPECT

ASPECT sử dụng nhiều phép tính số học và logic khác nhau, dưới đây giới thiệu một số phép tính hay dùng :

+, -, *, / Phép toán cộng, trừ, nhân, chia.
 >, <, >=, <= Lớn hơn, nhỏ hơn, lớn hơn hoặc bằng, nhỏ hơn hoặc bằng.
 != Khác với
 ! NOT && AND
 || OR
 ++, -- Tăng hoặc giảm một đơn vị.
 ?: Thực hiện một điều kiện .v.v...

Ví dụ 1 : Cho A=2, B=4

A+Burr = 6 : A được cộng với B trước, và rồi B giảm đi 1 (B=3).

A+uurB = 5 : Trước tiên B giảm đi 1, sau đó cộng A với B.

Ví dụ 2 :

```
Proc main
  integer A,B,C,D
  integer Tong
  A=2, B=4
  C=A+B
  Tong = A+ --B
  D=(tong < C) ? tong : C ; nếu Tong < C thì D=Tong, nếu sai D=C
  Usermsg " D = %d , C = %d" D,C
Endproc
```

Kết quả D = 5 và C = 6.

3.5. Một số từ lệnh trong ASPECT hay dùng khi điều khiển robot

Ngôn ngữ ASPECT có hơn 600 từ lệnh, dùng với nhiều mục đích khác nhau. Phần này chỉ giới thiệu sơ lược một số lệnh hay dùng khi lập trình điều khiển robot.

Người đọc có thể sử dụng mục Help trên menu cửa sổ soạn thảo để biết thêm chi tiết.

* Các lệnh căn bản :

call :

Gọi một thủ tục hoặc hàm từ chương trình chính hoặc từ một thủ tục khác.

Cú pháp :

Khi gọi một hàm :

call <tên> [WITH <danh sách tham biến>] [INTO <biến>]

Khi gọi một thủ tục :

call <tên> [WITH <danh sách tham biến>]

tên : tên thủ tục hoặc hàm được gọi.

Danh sách tham biến : Tên các tham biến trong thủ tục hoặc hàm.

INTO <biến> : Chỉ dùng khi gọi một hàm, biến sẽ chứa giá trị trả lại của hàm.

case/endcase :

Câu lệnh lựa chọn, dùng với từ lệnh **Switch**.

Cú pháp :

switch <biến> (string | integer | long)

case <giá trị so sánh> (string | integer | long)

...

[exitswitch]

; thoát khỏi khối lệnh switch không điều kiện.

...

[endcase]

[default]

; thực hiện khi các trường hợp so sánh đều không đúng.

...

endcase

endswitch

Ví dụ :

proc main

integer Alpha = 2

; gán giá trị ban đầu cho biến Alpha=2.

switch Alpha

; tìm giá trị của biến số

case 0

; Trường hợp biến có giá trị bằng 0.

usermsg "Alpha = 0"

; Xuất kết quả trên cửa sổ màn hình.

Endcase

; Hết trường hợp so sánh thứ nhất.

case 1

; tương tự như trên . . .

usermsg "Alpha = 1"

endcase

case 2

usermsg "Alpha = 2"

endcase

endswitch

; luôn đi kèm với switch để kết thúc khối lệnh switch.

endproc

if / endif : Câu lệnh điều kiện.

Cú pháp :

if <điều kiện 1>

...

[elseif <điều kiện 2>

...

[else]

...

endif ; kết thúc khối lệnh if.

(Lệnh này gần giống như lệnh if trong Pascal, không có từ then).

while/endwhile :

Lặp lại một số câu lệnh cho đến khi điều kiện kiểm tra là sai.

Ví dụ :

```
proc main
```

```
integer SoLanLap = 0 ; Biến nguyên dùng để đếm số lần lặp
```

4. Phần mềm mô phỏng Robot

4.1. Kỹ thuật mô phỏng Robot

Mô phỏng là một kỹ thuật hiện đại, được áp dụng trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu và sản xuất.

Khi nghiên cứu về điều khiển robot, ta có thể thực hiện điều khiển trực tiếp robot hoặc điều khiển mô phỏng. Điều khiển mô phỏng là dùng các mô hình tính toán động học và động lực học của robot kết hợp với các phương pháp đồ họa trên máy vi tính để mô tả về kết cấu và hoạt động của cánh tay robot.

Nghiên cứu về mô phỏng hoạt động của robot trên máy tính giúp cho các nhà thiết kế nhanh chóng lựa chọn được phương án hình - động học của robot, có thể kiểm tra khả năng hoạt động của robot trên màn hình, kiểm tra sự phối hợp của robot với các thiết bị khác trong dây chuyền. Điều này rất có ý nghĩa trong quá trình thiết kế chế tạo robot mới hoặc bố trí dây chuyền sản xuất.

Qua mô phỏng người thiết kế có thể đánh giá tương đối đầy đủ khả năng làm việc của phương án thiết kế mà không cần chế thử. Nó cũng được xem là phương tiện đối thoại, hiệu chỉnh thiết kế theo yêu cầu đa dạng của người sử dụng.

Phương pháp lập trình mô phỏng cũng giúp người thiết kế chọn được quỹ đạo công nghệ hợp lý của robot trong quá trình làm việc với một đối tượng cụ thể hay phối hợp với các thiết bị khác trong một công đoạn sản xuất được tự động hoá.

Hiện nay có nhiều phần mềm công nghiệp và các phần mềm nghiên cứu khác nhau để mô phỏng robot, phạm vi ứng dụng và giá thành của chúng cũng khác nhau. Ở đây chúng ta nghiên cứu phương pháp mô phỏng robot dùng phần mềm EASY-ROB.

4.2. Giới thiệu phần mềm EASY_ROB

EASY-ROB là công cụ mô phỏng robot sử dụng đồ họa trong không gian 3 chiều (3D) và các hình ảnh có thể hoạt động được. Một hệ thống 3D-CAD đơn giản cho phép tạo ra các khối hình học cơ bản như khối trụ, khối cầu, khối chữ nhật, khối tam giác ... để vẽ kết cấu của robot. Trong EASY-ROB chúng ta có thể dùng chuột để quay hoặc tịnh tiến robot đến một toạ độ tùy ý. EASY-ROB cũng có các chức

năng phóng to, thu nhỏ đối tượng vẽ như nhiều phần mềm thiết kế khác... Chương trình cho phép thiết kế các robot đến 12 bậc tự do. Chuyển động của Robot có thể được điều khiển theo các biến khớp hoặc các tọa độ Đề-cát. Chúng ta cũng có thể mô tả động học của robot theo kiểu DH hoặc trong hệ tọa độ toàn cục (Universal Coordinates). Easy-Rob đã có sẵn các trình điều khiển động học thuận và ngược của các cấu hình robot thông dụng, khi thiết kế ta chỉ cần khai báo kiểu động học thích hợp. Trong trường hợp robot có kết cấu đặc biệt hoặc có các khâu bị động gắn với các chuyển động của các khớp thì cần phải giải bài toán động học ngược hoặc xác định hàm toán học mô tả sự phụ thuộc của khâu bị động đối với khớp quay, viết chương trình xác định sự phụ thuộc đó bằng ngôn ngữ C và sau đó dùng tập tin MAKE.EXE trong C để dịch thành tập tin thư viện liên kết động er_kin.dll (Easy-Rob kinematic Dynamic link library), khi chạy chương trình, EASY-ROB sẽ liên kết với tập tin này và thực hiện kiểu động học đã được khai báo trong chương trình điều khiển.

Easy-ROB có một số các lệnh điều khiển riêng, Chương trình được viết theo kiểu xử lý tuần tự, tập tin dạng Text, có thể soạn thảo chương trình trong bất kỳ trình soạn thảo nào. Các công cụ gắn trên khâu chấp hành cuối có thể thay đổi được. Chúng ta có thể viết một chương trình chuyển động cho một robot theo một quỹ đạo mong muốn, có thể kiểm tra khả năng vươn tới của cánh tay, xác định vùng làm việc của robot... Robot mô phỏng có thể cầm nắm hoặc thả các đối tượng làm việc. Các chuyển động của robot có thể ghi vào một tập tin và có thể thực hiện lại.

Phần mềm cho phép ta xem được các hệ tọa độ đã gắn trên các khâu của robot, xem được quỹ đạo chuyển động của điểm cuối công cụ gắn trên khâu chấp hành cuối. Phần mềm còn có nhiều tiện ích khác như : cho phép ta lập trình điều khiển robot bằng phương pháp dạy học, thiết kế các đối tượng làm việc của robot, có các cửa sổ về tọa độ và giá trị góc quay của các khớp tại từng thời điểm khi robot hoạt động...

Việc sử dụng phần mềm EASY-ROB để mô phỏng robot giúp chúng ta hai khả năng nghiên cứu :

a/ Mô phỏng lại một robot đã có và các đối tượng làm việc của nó. Đánh giá khả năng làm việc và mức độ linh hoạt của robot, xác định các thông số điều khiển, quỹ đạo chuyển động để dùng trong điều khiển thực.

b/ Nghiên cứu thiết kế động học, các kích thước và kết cấu của robot trên máy tính để có thể chọn được phương án động học tốt nhất, đảm bảo cho robot hoàn thành các nhiệm vụ yêu cầu.

4.3. Tìm hiểu màn hình EASY_ROB

a- Menu chính :

Menu chính của phần mềm EASY-ROB cung cấp các nội dung hoạt động khác nhau của phần mềm. Bước đầu làm quen, ta cần quan tâm các Menu sau :

Menu FILE : Xử lý các tác vụ trên File. Trong Easy-Rob có nhiều loại file được qui định bởi phần mở rộng (đuôi của File), ví dụ :

File có dạng *.Cel : (Cellfile) để mô tả kết cấu Robot, công cụ làm việc và đối tượng làm việc của robot. Đây là một File tổng hợp, bao gồm cả chương trình dùng để điều khiển robot.

File có dạng *.Rob : (Robotfile) để mô tả riêng kết cấu của một robot.

File có dạng *.Bod : (Bodyfile) để mô tả các đối tượng làm việc của robot.

File có dạng *.Tol : (Toolfile) để mô tả công cụ gắn trên khâu chấp hành cuối của robot.

File có dạng *.Vie : (Viewfile) để xác định góc nhìn trong không gian.

File có dạng *.igp : (Igrip Partfile) lưu trữ một bộ phận kết cấu.

File có dạng *.Prg : (Programm) Chương trình điều khiển.

V.V....

Menu Robotics : Dùng để nhập các thông số DH, xác định vị trí của dụng cụ, xác định vị trí robot và các thông số khác.

Menu 3D-CAD : Cung cấp các công cụ để vẽ kết cấu robot trong không gian 3 chiều (3D) cũng như để thiết kế các công cụ, các đối tượng làm việc. Để vẽ được kết cấu của robot, dựa vào các khối hình học đơn giản ta có thể lắp ghép chúng lại để tạo nên các hình dáng khác nhau của robot.

b- Các thanh công cụ :

Các nút trên thanh công cụ dùng để thực hiện các thao tác như của menu chính (mà không cần vào menu). Sử dụng các nút trên thanh công cụ cho phép ta thao tác nhanh hơn là phải vào menu chính. Chức năng của các nút chính trên thanh công cụ như sau :

Thanh công cụ nằm ngang phía trên, tính từ trái sang phải :

1. Bật tắt chế độ chiếu sáng các đối tượng vẽ.
2. Chuyển tất cả các đối tượng sang dạng lưới.
3. Chuyển đối tượng dạng trụ / khối phức tạp.
5. Thể hiện/không thể hiện sàn.
6. Thể hiện sàn ở dạng lưới.
7. Reset vị trí robot trên màn hình.
8. Chuyển đổi của sổ khi mở Cellfile hoặc igip partfile (kết
9. Chạy chương trình.
10. Tạm dừng chương trình.
11. Tiếp tục chạy chương trình.
12. Kết thúc chương trình.
13. Chạy chương trình theo từng bước.
14. Lập lại chương trình sau khi kết thúc.
15. 16. Giảm và tăng tốc độ điều khiển.
17. Đánh giá sai số và xem các giá trị động học.

Thanh công cụ nằm ngang phía dưới, tính từ trái sang ph

1. Thấy hoặc không thấy kết cấu robot.
2. Thấy hoặc không thấy dụng cụ.
3. Thấy hoặc không thấy các đối tượng làm việc.
4. Thể hiện/không thể hiện hệ tọa độ gắn với dụng cụ.
5. Thể hiện/không thể hiện hệ tọa độ gắn trên các khâu của 1
6. Thể hiện vị trí điều khiển.
7. Mô phỏng động lực học.

8. Thể hiện quỹ đạo chuyển động.
9. Sử dụng các giới hạn của khớp.
10. Soạn thảo chương trình và dạy học.
12. Thể hiện hoặc không thể hiện Hệ tọa độ gắn trên đối tượng hiện thời.
13. Chuyển đến đối tượng tiếp theo (khi thiết kế).
14. Xác định vị trí tuyệt đối của đối tượng hiện tại.
15. Xác định vị trí tương đối của đối tượng hiện tại.
16. Reset vị trí của đối tượng hiện tại.
17. Ghi lại vị trí của đối tượng sau khi điều chỉnh.
18. Đưa robot về vị trí dừng (Home position).
19. Điều khiển robot theo khớp quay.

Thanh công cụ thẳng đứng (Thao tác bằng chuột), tính từ trên xuống :

1. Dùng chuột để view, zoom và Pan.
- 2.3. Điều khiển hướng của khâu chấp hành cuối bằng chuột.
4. Điều khiển các khớp 1,2,3 (Dùng các phím chuột).
5. Di chuyển thân robot. (hệ tọa độ cơ sở)
6. Di chuyển các đối tượng (body) bằng chuột.
7. Di chuyển tất cả các đối tượng bằng chuột.
9. Chuyển đổi chuyển động là quay hoặc tịnh tiến (Dùng khi hiệu chỉnh đối tượng vẽ).
- 11.12. Tăng giảm tốc độ điều khiển bằng chuột.

4.4. Thao tác chuột

EasyRob cho phép dùng chuột với nhiều chức năng như

Khi nút lệnh số 1 của thanh công cụ thẳng đứng được chọn :

zoom (Phóng to, thu nhỏ) : ấn nút chuột phải, rê chuột lên xuống theo phương thẳng đứng của màn hình.

Pan (thay đổi vị trí của đối tượng so với khung màn hình) : ấn đồng thời hai nút chuột phải và trái, rê chuột trên màn hình.

Rotate (quay robot để nhìn ở các góc độ khác nhau) : ấn chuột trái, rê chuột.

Khi nút lệnh số 4 của thanh công cụ thẳng đứng được chọn :

Quay khớp 1: ấn nút chuột phải, rê chuột (nếu là khớp tịnh tiến sẽ làm khâu chuyển động tịnh tiến).

Quay khớp 2: ấn đồng thời 2 nút chuột phải và trái, rê chuột.

Quay khớp 3: ấn nút chuột trái, rê chuột.

4.5. Gắn hệ tọa độ

Muốn xác định hệ tọa độ của robot trước hết phải thực hiện bằng tay các công việc sau:

Vẽ sơ đồ động robot ở vị trí dừng, gắn hệ tọa độ của các khâu lên hình vẽ trên giấy, xác định các thông số DH.

Các bước tiếp theo :

- 1- Bật nút lệnh số 5 trên menu ngang, dưới.
 - 2- Vào menu chính : FILE -> LOAD -> ROBOTFILE chọn DHTempl -> OPEN.
 - 3- Vào menu chính : ROBOTICS -> ROBOTMOTION + KINEMATICS -> KINEMATICS DATA.
 - 4- Chọn Active Join -> Ok -> Activ Joint (1) RZ (hoặc chọn TZ nếu là khớp tịnh tiến) -> Ok -> Nhập các thông số DH của khâu thứ nhất.
 - 5- Chọn Quit -> Ok.
- Vào lại bước 4 -> Number Active Joint(1) -> Ok -> ấn đúp chuột vào vết xanh hoặc đưa con trỏ vào phần nhập dữ liệu (text box) ấn 2 (Bây giờ số khâu động là 2), nhập các thông số DH cho khâu số 2 ...

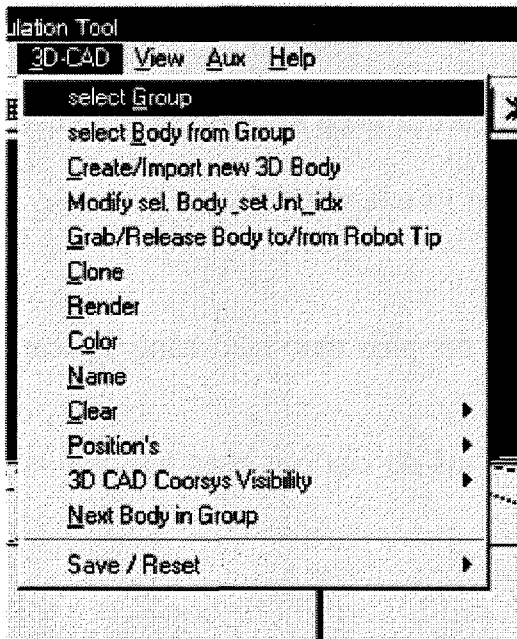
Làm tương tự cho đến khi đủ số khớp yêu cầu.

Ta có thể kiểm tra các số liệu đã nhập bằng cách kích chuột vào menu : ROBOTICS -> ROBOTMOTION + KINEMATICS -> KINEMATICS DATA-> KINEMATIC INFOMATION để xem lại số khâu, khớp và các thông số DH. Nếu vào dữ liệu sai ta có thể hiệu chỉnh lại.

Để thể hiện hệ tọa độ của robot trên màn hình (Hệ tọa độ màu vàng), nhớ kích chuột vào nút số 5 của thanh công cụ nằm ngang phía dưới.

4.6. Vẽ hình dáng Robot

Sau khi hoàn thành việc gán hệ tọa độ của robot, bước tiếp theo là vẽ hình dáng của nó. Hình dáng của robot có thể được mô phỏng giống như robot thực nhờ công cụ 3D CAD của EasyRob. Menu 3D-CAD cho phép tạo ra các khối hình học cơ bản như khối trụ, khối cầu, khối chữ nhật, khối tam giác ... Sự phối hợp hợp lý về kích thước và vị trí của các khối hình học này cho phép thể hiện được các kết cấu khác nhau của robot.



Hình 6.2 : Menu 3D-CAD

Các menu kéo xuống của Menu 3D-CAD như hình 6.2, một số các chức năng chính như sau :

- + Select group : Chọn nhóm đối tượng để thiết kế : 1/Robot group, 2/Tool group hay 3/ Body group.
- + Select body from group : Chọn các bộ phận của robot đã vẽ (theo tên đặt trước) của nhóm chọn hiện hành.
- + Create/Import new 3D body : Tạo mới hoặc nhập một bộ phận đã có sẵn. Cần nhập các thông số cần thiết để tạo ra đối tượng mong muốn.
- + Modify sel. Body_set Jnt_idx : Hiệu chỉnh các thuộc tính của bộ phận hiện hành.
- + Clone : Copy bộ phận đang vẽ thành nhiều hình.

- + Render: Biểu tượng , đối tượng ở dạng lưới , dạng hộp,...
- + Color : Thay đổi màu sắc.
- + Name : Thay đổi tên bộ phận đang vẽ.
- + Clear : Xoá đối tượng (bộ phận) hiện hành.
- + Position's : Thay đổi vị trí của đối tượng (bộ phận) hiện hành.
- + 3D CAD Coorsys Visibility : Cho hiện hoặc ẩn hệ tọa độ của đối tượng vẽ.
- + Next Body in group : Chọn đối tượng vẽ tiếp theo.

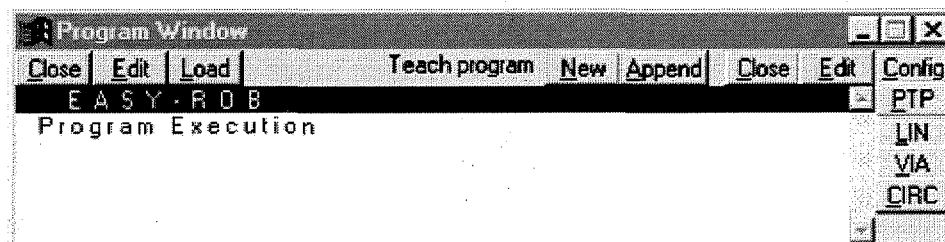
Dùng menu 3D CAD ta lần lượt vẽ tất cả các khâu của robot, có thể dùng các màu sắc khác nhau để thể hiện hình dáng của robot. Lưu ý trong quá trình vẽ, nếu vẽ sai phải dùng mục CLEAR để xóa đi hoặc dùng mục MODIFY CEL để hiệu chỉnh. Mỗi đối tượng vẽ phải gắn với một khâu nhất định, được khai báo trong mục SET JOINT INDEX.

Có thể dùng thanh công cụ thẳng đứng phía phải để thay đổi vị trí của các đối tượng vẽ cho thích hợp.

4.7. Lập trình điều khiển Robot mô phỏng

Để lập trình điều khiển robot đã mô phỏng ta dùng phương pháp lập trình kiểu dạy học. Sau khi đã thiết kế hình dáng robot, công cụ gắn trên khâu chấp hành cuối, các đối tượng làm việc khác . . . ta có thể lập trình để điều khiển robot đã mô phỏng. Việc lập trình thực hiện theo trình tự sau đây :

Nhấp chuột vào nút lệnh số 10 (Show program window) để kích hoạt cửa sổ lập trình như hình 6.3 :



Hình 6.3 : Cửa sổ lập trình.

Chọn *New* để đặt tên cho File chương trình.

Chọn *Append* nếu muốn bổ sung một chương trình đã có trên đĩa.

Xác định vị trí các điểm mà dụng cụ phải đi qua (dùng chuột để điều khiển các khớp, dùng menu đứng). Cứ sau mỗi lần xác định được một vị trí thì ấn nút PTP (điều khiển điểm) hoặc LIN (điều khiển đường) hoặc VIA (điểm trung gian dẫn hướng khi điều khiển đường cong), CIRC (điều khiển theo đường cong). Làm liên tục cho tất cả các điểm để có một chương trình hoàn thiện.

Sau khi kết thúc việc dạy robot học, ấn nút Close trên Program Window để kết thúc. Để hiệu chỉnh và bổ sung các lệnh điều khiển khác vào chương trình, ấn chuột vào nút EDIT, Dùng các lệnh của EasyRob như dưới đây để hoàn thiện chương trình.

ERPL - EASY-ROB-Program Language

Ghi chú :

- Đơn vị chiều dài là Mét [m], Góc là độ [deg] hoặc [%]
- Đơn vị của tốc độ là [m/s]
- Vị trí và hướng của hệ tọa độ gắn trên khâu chấp hành cuối được xác định gồm :
X, Y và Z : chỉ tọa độ vị trí, A, B và C chỉ góc hướng.
Hướng của khâu chấp hành cuối xác định theo các góc ABC là:
 $\text{Rot}(A,B,C) = \text{Rot}(X,A) * \text{Rot}(Y,B) * \text{Rot}(Z,C)$

Cấu trúc chung của chương trình, Mô tả cú pháp một số lệnh hay dùng :

PROGRAMFILE : Bắt đầu chương trình

ENDPROGRAMFILE or END : Kết thúc chương trình.

CALL fct_name : Gọi một hàm có tên fct_name(), đã được định nghĩa trong chương trình.

CALL FILE filename : Gọi một File chương trình có tên filename, File phải có cùng cấu trúc như chương trình chính.

FCT fct_name() : Bắt đầu Định nghĩa một hàm có tên fct_name().

ENDFCT : Kết thúc định nghĩa một function.

! Các ghi chú trong chương trình.

TOOL X Y Z A B C [m,deg] : Định tọa độ điểm cuối của dụng cụ so với khâu chấp hành cuối.

PTP X Y Z A B C [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tuyệt đối). Điều khiển điểm.

PTP_REL dX dY dZ dA dB dC [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tương đối). Điều khiển điểm.

LIN X Y Z A B C [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tuyệt đối). Điều khiển đường.

LIN_REL dX dY dZ dA dB dC [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tương đối). Điều khiển đường.

CIRC X Y Z A B C [X2 Y2 Z2] [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tuyệt đối). Điều khiển đường cong.

[X2 Y2 Z2] - Điểm trung gian (3 điểm để xác định một cung tròn).

CIRC_REL dX dY dZ dA dB dC [dX2 dY2 dZ2] [m,deg] : Di chuyển robot đến điểm mới (tọa độ tương đối). Điều khiển đường cong.

WAIT x [sec] : Robot dừng hoạt động trong x giây.

ERC TRACK ON,OFF : Thể hiện hoặc không thể hiện quỹ đạo chuyển động.

ERC LOAD TOOL filename : Gọi một Tool file (*.tol)

ERC LOAD VIEW filename : Gọi một View file (*.vie)

ERC LOAD ROBOT filename Loads a Robot file (*.rob)

ERC LOAD BODY filename Loads a Body file (*.bod)

ERC LOAD TAGS filename Loads a Tag file (*.tag)

ERC GRAB BODY 'bodyname' : Dụng cụ cầm lấy một vật thể (body) có tên Bodyname.

ERC GRAB BODY_GRP : Dụng cụ cầm lấy một nhóm vật thể (Body_Grp).

ERC RELEASE BODY 'bodyname' : Dụng cụ thả (buông) một vật thể (body) có tên Bodyname.

ERC RELEASE BODY_GRP Dụng cụ thả (buông) một nhóm vật thể (Body_Grp).

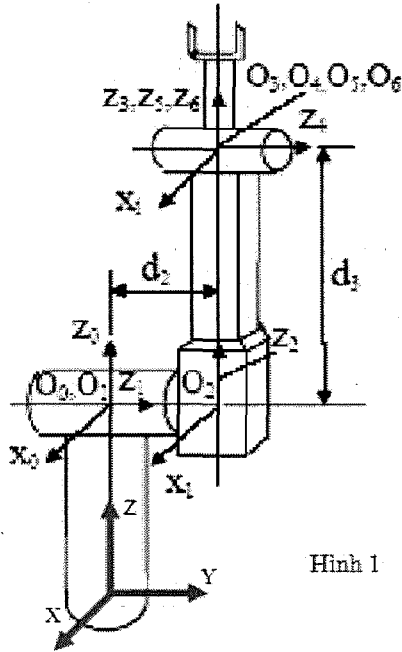
ERC ROBOT_BASE XYZ ABC [m,deg] : Di chuyển gốc tọa độ cơ bản của robot đến vị trí mới.

v.v...

Còn rất nhiều các lệnh khác của Easy-Rob, có thể tham khảo trên Website:

<http://www.easy-rob.com>.

BÀI TẬP ÔN



Hình 1

Bài 1:

Cho robot Stanford như hình 1 gồm 2 khớp quay và 1 khớp tịnh tiến. Hãy xác định:

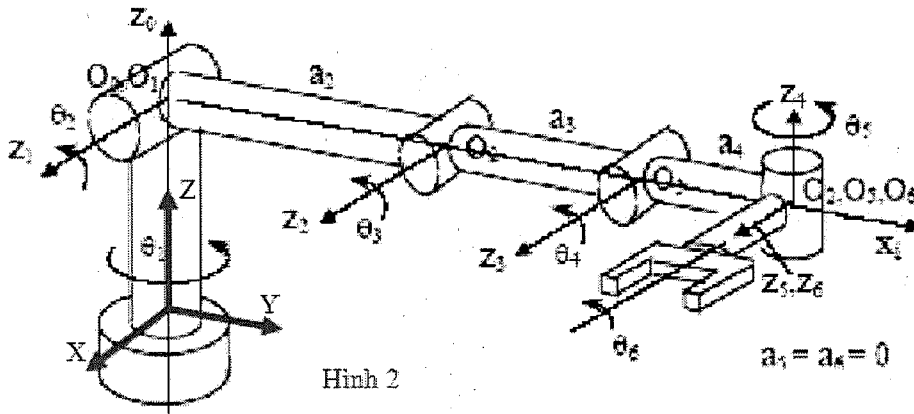
- Số bậc tự do của robot
- Các khả năng xoay, tịnh tiến nào trong hệ cố định OXYZ ?

Bài 2:

Cho robot Elbow như hình 2 với 6 khớp xoay.

Hãy xác định:

- Số bậc tự do của robot
- Các khả năng xoay, tịnh tiến nào trong hệ cố định OXYZ ?



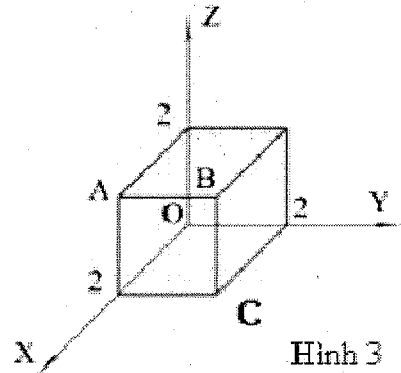
Hình 2

Bài 3:

Vẽ sơ đồ một robot (với cấu hình tối thiểu) mà khâu tác động cuối (End-effector) có khả năng tịnh tiến theo phương Y, tịnh tiến theo phương Z, và xoay quanh phương X.

Bài 4:

Cho điểm P biểu diễn bởi vectơ ${}^A\mathbf{p} = [2 \ 4 \ 1]^T$.
 Tịnh tiến điểm P theo vectơ $\mathbf{h} = [1 \ 2 \ 1]^T$, sau đó
 cho điểm P quanh trục X của hệ tọa độ {A} một góc
 90° . Xác định véc-tơ biểu diễn vị trí điểm P sau 2
 bước dịch chuyển.



Hình 3

Bài 5:

Cho một khối lập phương trong hệ tọa độ OXYZ cố định như hình 3. Khối này được
 quay quanh trục OB một góc 90° . Xác định véc-tơ biểu diễn vị trí điểm A (một đỉnh của
 khối lập phương) sau khi thực hiện phép quay.

Bài 6:

Cho một khối lập phương trong hệ tọa độ OXYZ cố định như hình 3. Tịnh tiến khối lập
 phương theo véc-tơ $\mathbf{h} = [1 \ 1 \ 1]^T$ sau đó quay khối lập phương quanh trục OZ một góc
 90° (lưu ý: hướng của khối lập phương cũng sẽ bị thay đổi khi quay). Xác định véc-tơ
 biểu diễn vị trí điểm A (một đỉnh của khối lập phương) sau khi thực hiện 2 phép biến đổi.

Bài 7:

Cho một khối lập phương trong hệ tọa độ OXYZ cố định như hình 3. Quay khối lập
 phương quanh trục OZ một góc 90° sau đó quay tiếp quanh trục OX một góc -90° . Xác
 định véc-tơ biểu diễn vị trí điểm A (một đỉnh của khối lập phương) sau khi thực hiện 2
 phép biến đổi.

Bài 8:

Cho một khối lập phương trong hệ tọa độ OXYZ cố định như hình 3. Quay khối lập
 phương quanh trục OZ một góc 45° sau đó quay tiếp quanh véc-tơ AB (là 1 cạnh của khối
 lập phương) một góc -90° . Xác định véc-tơ biểu diễn vị trí điểm C (một đỉnh của khối lập
 phương) sau khi thực hiện 2 phép biến đổi.

Bài 9:

Cho một khối lập phương trong hệ tọa độ {R: O-XYZ} cố định như hình 3. Quay khối
 lập phương quanh trục OX một góc -45° sau đó tịnh tiến khối lập phương theo véc-tơ
 ${}^R\mathbf{h} = [1 \ 0 \ 4]^T$. Xác định véc-tơ biểu diễn vị trí điểm A (một đỉnh của khối lập
 phương) sau khi thực hiện 2 phép biến đổi.

Bài 10:

Một điểm $P = [3 \ 5 \ 7]^T$ trong hệ tọa độ tham chiếu. Sau đó dịch chuyển điểm P một
 khoảng cách $d = [2 \ 3 \ 4]^T$. Xác định vị trí mới của điểm P trong hệ tọa độ tham chiếu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- * Robot công nghiệp - GSTSKH Nguyễn Thiện phúc. NXBKH và kỹ thuật 2006
- * Tay máy - người máy công nghiệp - Nguyễn Thiện phúc. NXBKH và kỹ thuật 1983
- * Điện tử công nghiệp - Nguyễn tấn Phước - NXBKH và kỹ thuật 2003
- * Cảm biến và ứng dụng - Dương minh Trí, NXB trẻ 2006
- * Cơ điện tử - Trần thế san, Trần Khánh Thành. NXBKHKT. 2006
- * Tài liệu công nghiệp robot – TS Phạm Đăng Phước