

RẮN THỂ SAN (Biên dịch) - **TS. NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG** (Hiệu đính)
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM

Hướng Dẫn
THIẾT KẾ - LẮP RÁP
ROBOT

Từ Các Linh Kiện Thông Dụng



NHÀ XUẤT BẢN ĐÀ NẴNG

12

INCREDIBLE
PROJECTS YOU
CAN BUILD

Biên dịch: **TRẦN THẾ SAN**
Hiệu đính: **TS. NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG**
Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy
Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP. Hồ Chí Minh

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ & LẮP RÁP ROBOT

TỪ CÁC LINH KIỆN THÔNG DỤNG

NHÀ XUẤT BẢN ĐÀ NẴNG

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ - LẮP RÁP ROBOT

- Trần Thế San - Nguyễn Ngọc Phương

Chịu Trách Nhiệm Xuất Bản.

Giám Đốc : VÕ VĂN ĐÁNG

Tổng Biên Tập : NGUYỄN ĐỨC HÙNG

Biên Tập : **TRẦN MY**

Trình Bày : **DUY TRẦN**

Vẽ Bìa : **DUY TRẦN**

Liên kết xuất bản

C. TY VĂN HÓA TRÍ DÂN - HS. NGUYỄN TRÃI

96/7 DUY TÂN - P.15 - Q. PHÚ NHUẬN - TP.HCM

ĐT : 8383669 - 9901846 - Fax : 9971765

*In 1000 cuốn khổ (14,5x20,5)cm tại Xưởng In Trung Tâm Hội Chợ
Triển Lãm Việt Nam. GPXB số 42-1301/XB-QLXB do Cục Xuất Bản
cấp ngày 10/09/2004. In xong & nộp lưu chiểu tháng 06 năm 2005.*

Lời nói đầu

Phong trào nghiên cứu, phát triển, và chế tạo robot thử nghiệm đã phát triển mạnh trong những năm gần đây, nhất là từ năm 2002, khi sinh viên trong các trường đại học và cao đẳng trên cả nước tham gia cuộc thi Robocon được tổ chức hằng năm.

Lý thuyết về Robot tương đối khó và phức tạp, đòi hỏi kiến thức chuyên sâu về toán, vật lý, điện tử, điều khiển tự động, cơ khí chính xác, tin học,... Tuy nhiên, việc chế tạo robot có thể đơn giản hơn nhiều. Bạn có thể chế tạo robot từ ý tưởng sáng tạo mà chỉ cần sử dụng các linh kiện, vật tư dễ kiếm với chi phí thấp; chẳng hạn các linh kiện từ thiết bị điện tử cũ (TV, đầu máy, radio, ampli ...), cao su, gỗ, các thanh nhôm, thép phế liệu, bánh xe cũ, tre, nứa, ...

Cuốn sách **“Hướng Dẫn Thiết Kế và Lắp Ráp Robot”** nhằm giúp bạn biến ý tưởng sáng tạo độc đáo của mình thành các robot xinh xắn, thông minh, từ các loại vật liệu đơn giản, có thể tham gia các cuộc thi robot hoặc thậm chí có công dụng thực tiễn.

Nội dung cuốn sách bao quát các vấn đề cơ bản trong lĩnh vực Robot, từ trí tuệ nhân tạo, hệ thống truyền động và chuyển động, hệ thống cảm biến, hệ thống điều khiển, cho đến các vấn đề cụ thể về nguồn điện, kết cấu, mạch điện, linh kiện điện tử, vận hành robot. Cuốn sách tập trung giới thiệu phương pháp thiết kế, chế tạo các robot cụ thể, bao gồm robot di động điều khiển bằng giọng nói, robot dựa trên hành vi ứng xử, robot phỏng sinh học, robot đi bộ, robot hoạt động dưới nước, hoạt động trên không, tay máy, và robot mô phỏng bàn tay người. Các robot này đều được trình bày chi tiết từ thiết kế, mạch điều khiển, chương trình máy tính, các linh kiện cần dùng, cho đến phương pháp chế tạo cụ thể. Với các hướng dẫn đó, bạn hoàn toàn có thể tự chế tạo robot cho riêng mình, trước hết là thử chế tạo theo mẫu trong sách, và khi đã có kinh nghiệm, bạn có thể tự thiết kế và chế tạo robot theo ý tưởng của mình. Chỉ cần một chút khéo tay, tính kiên nhẫn, và lòng đam mê, chắc chắn bạn sẽ thành công.

Cuốn sách này không chỉ dành cho sinh viên, học sinh trung học, mà còn là tài liệu cần thiết cho mọi người ham mê sáng tạo.

Giới thiệu

Một số nhà lịch sử cho rằng nguồn gốc của robotics có lẽ từ thời Hy Lạp cổ đại. Khoảng năm 270 trước công nguyên, kỹ sư Hy Lạp là Ctesibus đã chế tạo các cơ cấu và đồng hồ nước có hình nhân chuyển động.

Một số nhà lịch sử khác coi việc chế tạo các búp bê cơ học là sự khởi đầu của robotics. Vào những năm 1770, ông Pierre Jaquet-Droz, nhà sáng chế đồng hồ đeo tay người Thụy Sĩ, đã chế tạo các búp bê cơ học có thể thực hiện những chức năng chuyên biệt, chẳng hạn viết, vẽ tranh, chơi đàn organ. Các búp bê này được chế tạo với mục đích giải trí cho triều đình, chúng có cơ cấu gồm các bộ bánh răng, lò xo, trục chuyển động,...

Năm 1898, Nikola Tesla chế tạo xuống máy điều khiển bằng vô tuyến có thể chạy ngầm dưới nước. Do thiếu kinh phí, Tesla đã không thể tiếp tục nghiên cứu để hoàn thiện xuống máy tự động.

Thuật ngữ “robot” xuất hiện lần đầu tiên năm 1921 trong vở kịch của nhà văn Tiệp Khắc Karel Capek. Robot theo tiếng Tiệp có nghĩa là “công nhân”. Hiện nay thuật ngữ này được sử dụng rộng rãi để chỉ các máy móc, thiết bị mô phỏng các hoạt động của con người.

Về mặt lịch sử, robot được coi là thiết bị mô phỏng hình dạng con người, có các khả năng và thuộc tính của con người, loại thiết bị này được gọi là anthropot - robot dạng người.

Kể từ năm 1921, robot trở thành nhân vật tưởng tượng xuất hiện trong nhiều bộ phim và tiểu thuyết viễn tưởng. Các loại robot ngày càng đa dạng và phong phú, robot có một phần người và một phần máy được gọi là androids.

Robot thực sự xuất hiện trong Hội Chợ Quốc Tế 1939. Công ty Westinghouse Electric giới thiệu robot có tên là Elektro the Moto Man. Robot này có các động cơ và bộ truyền động, có thể chuyển động chân tay, nhưng chưa thể thực hiện các thao tác hữu ích.

Vai trò của robot

Robot ngày nay là thành phần không thể thiếu trong hầu hết các ngành công nghiệp chế tạo. Lý do thứ nhất là kinh tế, chi phí vận hành

robot thấp hơn nhiều so với tiền lương công nhân để thực hiện cùng một công việc. Hơn nữa, khi được lập trình, robot có thể lặp lại nhiều lần cùng một thao tác với tốc độ và độ chính xác cao hơn nhiều so với con người. Tuy nhiên, con người có tính đa năng cao hơn, dễ dàng chuyển từ việc này sang việc khác. Robot được chế tạo và lập trình theo công việc chuyên biệt. Chẳng hạn, robot hàn không thể chuyển tải các chi tiết.

Các robot công nghiệp hiện đại ngày nay sẽ nhanh chóng trở nên lạc hậu. Robot hiện tại chỉ ở giai đoạn sơ khai trong tiến trình phát triển, chúng sẽ trở nên đa năng hơn, mô phỏng khả năng con người linh hoạt hơn, và có thể dễ dàng chuyển đổi giữa các thao tác.

Máy tính cá nhân hiện nay đã làm thay đổi xã hội và phong cách làm việc, nhưng robot cá nhân vẫn chưa thật sự xuất hiện. Robot đòi hỏi sự kết hợp nhiều yếu tố một cách hiệu quả, gồm trí tuệ nhân tạo, khả năng vận động, tính linh hoạt, khả năng tìm kiếm, và tính mục đích.

Tính mục đích

Vào thời kỳ đầu, robot cá nhân sẽ chỉ tập trung vào một mục đích hoặc chức năng chuyên biệt. Ví dụ, hiện có các robot nhỏ có thể tự động cất cỏ và bảo trì bãi cỏ. Các robot này được cấp điện bằng pin mặt trời và không cần sự can thiệp của con người. Các dây điện được đặt ngầm theo chu vi bãi cỏ, robot chỉ hoạt động trong phạm vi bãi cỏ.

Tính sáng tạo không chỉ thuộc về những người có học vấn cao, các giáo sư tiến sĩ, các viện nghiên cứu hoặc trường đại học. Bằng cách giải trí và thực nghiệm với robot bạn có thể học được nhiều điều, từ trí tuệ nhân tạo, mạng thần kinh (neuron), tính hữu ích, cho đến hệ thống cảm biến, tìm kiếm và định vị,...

Điều đầu tiên khi bắt đầu thiết kế robot là xác định mục đích của robot, loại tác vụ robot sẽ thực hiện. Bạn cần biết thông tin cần thiết về các mạch điện, bộ cảm biến, hệ thống truyền động, mạng thần kinh, bộ vi điều khiển, vi xử lý v.v... Trước khi bắt đầu, bạn có thể xem thông tin về một số loại robot hiện đại và các công nghệ mới.

Robot thám hiểm

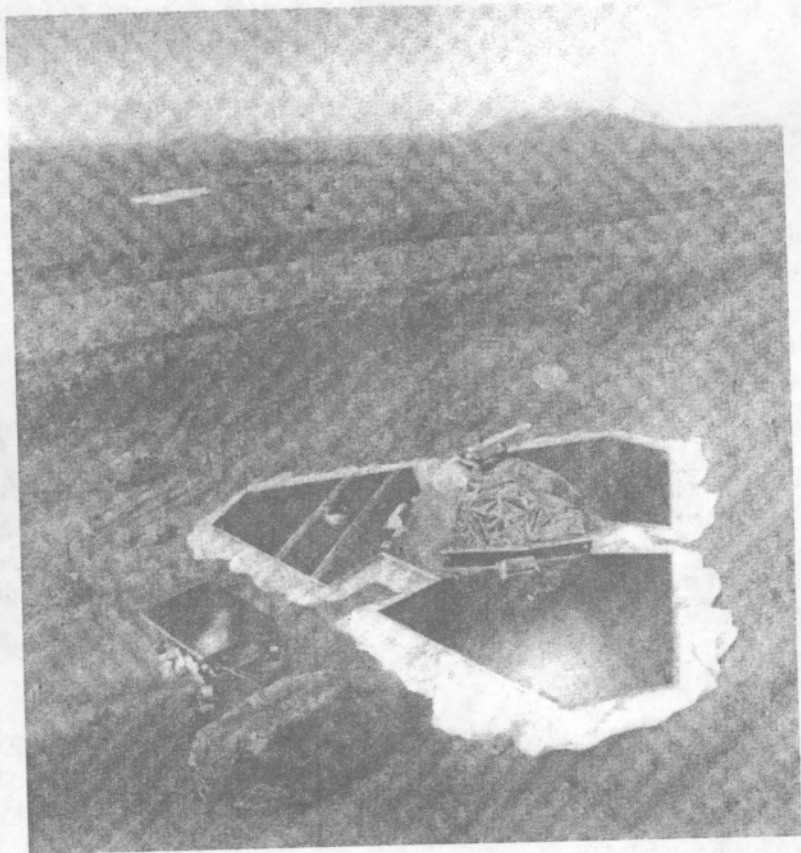
Cơ quan NASA thường xuyên gửi các thiết bị thăm dò tự động để nghiên cứu các hành tinh và hệ mặt trời. Các thiết bị này bay qua hệ mặt trời, truyền thông tin, hình ảnh của các hành tinh và vệ tinh về trái đất. Tàu thăm dò Viking được gửi lên sao Hỏa để tìm kiếm dấu hiệu của sự sống và gửi hình ảnh về trái đất.

Một trong những thành công gần đây của robot thám hiểm không gian là thiết bị Mars Pathfinder - thiết bị tìm đường.

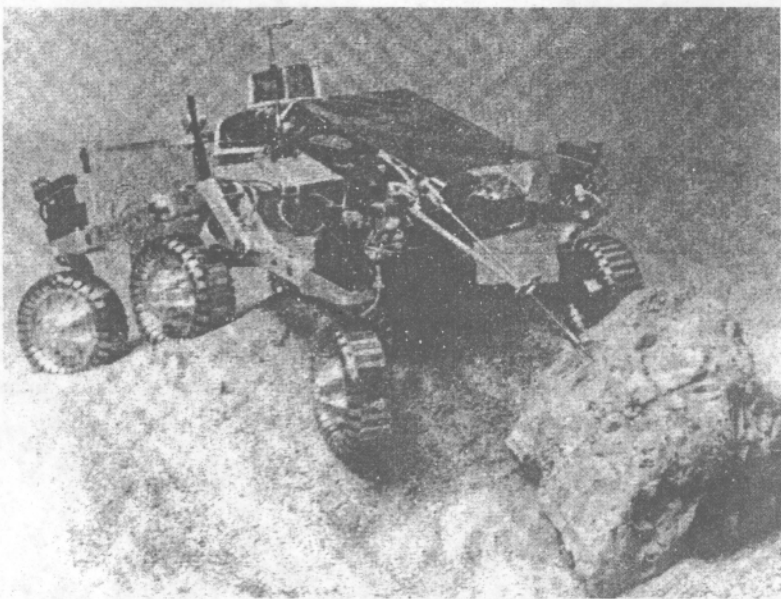
Mars Pathfinder

Tàu Mars Pathfinder gồm thiết bị đổ bộ và xe tự hành, được phóng từ trái đất tháng 12 năm 1996, đến sao Hỏa ngày 4/7/1997.

Tàu Mars Pathfinder không bay theo quỹ đạo quanh sao Hỏa, trực tiếp đi vào khí quyển sao Hỏa với tốc độ 7.6 km/s, hạ cánh trên bề mặt sao Hỏa tại khu vực Ares Vallis. Đây là miệng núi lửa cổ, có thể có nhiều loại đá trong tầm với của xe tự hành. Các loại đá tập trung ở đây, bị trôi xuống từ sườn núi, từ thời kỳ sao Hỏa có nước. Tàu đổ bộ mở các cánh pin mặt trời (Hình 1.1), xe tự hành tách khỏi tàu. Xe này có tên là Sojourner.



Hình 1.1 Mars Pathfinder.



Hình 1.2 Xe tự hành Sojourner.

(Hình 1.2), đây là thế hệ thiết bị thăm dò tự động mới có kích thước nhỏ, tính tự động cao, tiêu tốn rất ít năng lượng.

Thiết bị đổ bộ và xe tự hành đều có hệ thống tạo hình ảnh stereo. Xe tự hành có phổ kế tia - X alpha proton, được dùng để xác định thành phần đá. Thiết bị đổ bộ thực hiện các quan sát khí quyển và khí tượng, có trạm vô tuyến để gửi thông tin về trái đất và nhận tín hiệu điều khiển từ trái đất.

Xe tự hành Sojourner được điều khiển từ mặt đất. Do sự trễ thời gian giữa các tác động điều khiển trên mặt đất và đáp ứng của xe khoảng 6-41 phút tùy theo vị trí tương đối của trái đất và sao Hỏa, trên xe có hệ thống phần mềm được lập trình, cho phép điều khiển xe theo chế độ tự động.

Robot công nghiệp

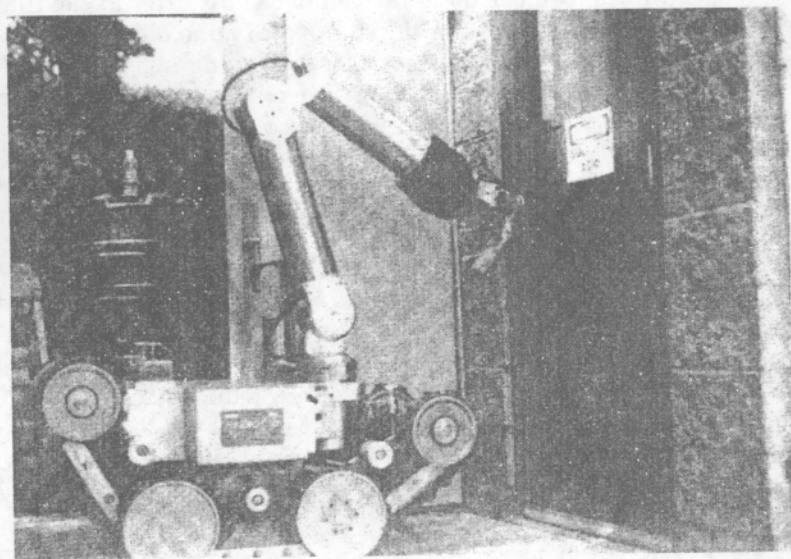
Robot là thành phần không thể thiếu trong nhiều ngành công nghiệp chế tạo. Ví dụ, các robot hàn được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp ô tô. Robot sơn chuyên dùng để sơn phun tự động nhiều loại chi tiết. Công nghiệp bán dẫn sử dụng robot để hàn các vi mạch, lắp các mạch tích hợp (IC) lên các bản mạch in.

Các robot này thực hiện các chuyển động chính xác và lặp lại liên tục. Kiểu công việc này thường gây mệt mỏi và nhàm chán đối với công nhân, dẫn đến các sai sót và giảm năng suất lao động. Robot là lý tưởng cho các công việc đó, chúng nhanh hơn, chi phí thấp hơn, độ chính xác cao hơn, và không bị mệt mỏi, do đó bảo đảm chất lượng sản phẩm và năng suất lao động, tăng tính cạnh tranh.

Thiết kế

Một số robot có thể thực hiện nhiều loại thao tác tương đối phức tạp. Nhiều công ty sử dụng các máy móc điều khiển kỹ thuật số với máy tính (CNC), thiết kế với sự hỗ trợ của máy tính (CAD), và sản xuất với sự hỗ trợ của máy tính (CAM), để thiết kế, chế tạo các chi tiết, lắp ráp máy móc trên dây chuyền. Các công nghệ này cho phép thiết kế chi tiết máy sử dụng CAD, chế tạo chi tiết theo thiết kế sử dụng thiết bị điều khiển bằng máy tính. Máy tính tham gia vào toàn bộ quá trình từ thiết kế đến sản xuất.

Robot có thể thay thế con người trong các công việc nặng nhọc và nguy hiểm (Hình 1.3). Ví dụ, robot rà phá bom. Nói chung, loại robot này là xe bọc thép nhỏ được điều khiển từ xa với hệ thống camera hình ảnh. Các cánh tay robot được điều khiển để tìm và chuyển bom vào nơi an toàn. Robot có thể làm việc trong môi trường ô nhiễm, phóng xạ, hóa



Hình 1.3 Robot làm việc trong môi trường nguy hiểm.

chất độc hại... Công nghiệp hạt nhân sử dụng robot để xử lý và chuyển tải vật liệu phóng xạ.

Bảo trì

Robot bảo trì được thiết kế đặc biệt để đi vào các đường ống, cống nước thải, ống điều hòa không khí, và nhiều loại hệ thống khác. Với camera, robot có thể truyền hình ảnh cho bộ phận điều khiển và kiểm tra. Khi phát hiện hư hỏng, người điều khiển có thể sử dụng robot để thực hiện các sửa chữa nhỏ một cách nhanh chóng và hiệu quả.

Robot cứu hỏa

Loại robot này có hệ thống cảm biến nhanh chóng phát hiện khói hoặc lửa, di chuyển đến nơi cháy và dập lửa. Robot cứu hỏa được trang bị trong các xưởng sản xuất, các tòa nhà công cộng, các khu vực dễ cháy, các nhà máy lọc dầu,...

Robot y khoa

Robot y khoa được chia thành ba nhóm. Thứ nhất là các robot xét nghiệm và chẩn đoán. Ví dụ, loại robot có tên là Papnet, có thể phát hiện tế bào ung thư nhanh chóng và chính xác hơn hẳn nhân viên phòng thí nghiệm. Thứ hai là các robot giải phẫu. Loại robot này có các bộ cảm biến lực hồi tiếp, chuyển các động tác của bác sĩ ở xa thành các thao tác giải phẫu. Bác sĩ ở nơi này có thể tiến hành giải phẫu ở nơi khác cách xa hàng ngàn cây số. Thứ ba là các robot sử dụng công nghệ hiện thực ảo, diễn dịch các thao tác của bác sĩ thành các chuyển động chính xác của cánh tay robot, cho phép thực hiện các cuộc vi giải phẫu mà trước đây không thể thực hiện.

Công nghệ nano

Công nghệ nano là vấn đề điều khiển và thao tác ở mức phân tử hoặc nguyên tử, cho phép chế tạo các linh kiện điện tử và cơ khí sử dụng các nhóm nguyên tử riêng rẽ. Các vi linh kiện này (cỡ dưới một phần triệu mét) có thể lắp thành thiết bị hoặc máy móc rất nhỏ. Công nghệ nano sẽ là công nghệ của tương lai gần, khởi đầu cuộc cách mạng mới cho robot. Với công nghệ nano có thể chế tạo các robot cực nhỏ. Hiện nay đã có loại vi robot, đi vào mạch máu, đi qua tim, làm sạch mạch máu, hồi phục sự tuần hoàn máu.

Robot quốc phòng

Một trong các lĩnh vực ứng dụng robot là quốc phòng. Nhiều loại

máy bay không người lái, nhiều loại thiết bị thăm dò dưới nước, trên đất liền, có thể hoạt động với sự điều khiển từ xa hoặc lập trình sẵn. Chúng là những robot trong chiến tranh hiện đại.

Robot dân dụng

Các nhà khoa học đã nghiên cứu và chế tạo nhiều loại robot dân dụng. Robot dẫn đường cho người khiếm thị, robot giúp việc nhà, robot phục vụ. Ngoài ra còn có loại robot mô phỏng vật nuôi trong nhà, chẳng hạn chó robot.

Ngày nay robot được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực từ nghiên cứu khoa học, sản xuất, cho đến trong gia đình. Nghiên cứu và phát triển robot không chỉ là các việc của các nhà khoa học mà còn là nơi chứng tỏ khả năng sáng tạo và sự khéo tay của các bạn.

Chương 2

Sự sống nhân tạo và trí tuệ nhân tạo

Sự phát triển của robot đưa đến hai vấn đề thú vị, trí tuệ nhân tạo và sự sống nhân tạo.

Trí tuệ nhân tạo

Ước mơ của loài người là tạo ra máy móc với trí tuệ nhân tạo ngày càng cao, thậm chí có thể vượt qua trí tuệ con người. Nhiều nhà khoa học cho rằng mạng neuron là công nghệ tốt nhất để tạo ra trí tuệ nhân tạo trong hệ thống máy tính. Trong công nghệ thông tin, một số người cho rằng hệ thống dựa trên nguyên tắc tác vụ chuyên biệt và hệ thống chuyên môn sẽ có khả năng tạo ra trí tuệ nhân tạo.

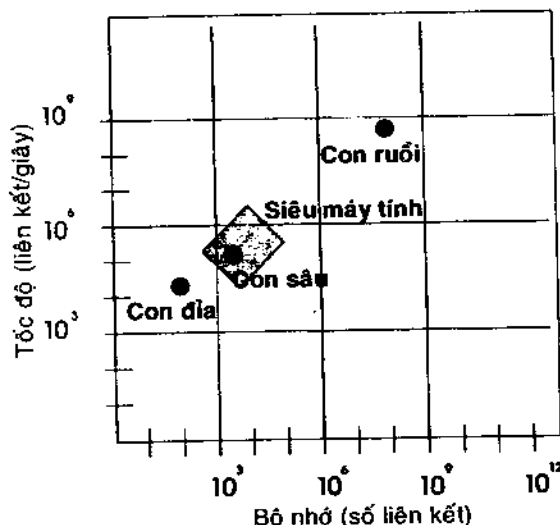
Thực tế hiện nay cho thấy các hệ điều hành máy tính dựa trên nguyên tắc (DOS, Windows, Linux,...) và các phần mềm tương ứng là rất hiệu quả, thực hiện hầu hết các công việc trên máy tính. Mặt khác, khả năng học và tương thích của mạng neuron cho phép biến ước mơ trí tuệ nhân tạo thành hiện thực.

Gần đây xuất hiện dự báo về khả năng sử dụng các bộ xử lý song song phối hợp với các mạng neuron và logic mờ, có thể mô phỏng hoạt động của não người trong vòng mười năm tới. Dự báo này có vẻ lạc quan, nhưng các nghiên cứu về trí tuệ nhân tạo đang phát triển rất nhanh hứa hẹn nhiều kết quả mới, số lượng phép tính thực hiện trên vi mạch ngày càng tăng, tốc độ 20 tỷ phép toán/giây đã trở thành hiện thực.

Sự phát triển ý thức trong trí tuệ nhân tạo.

Ý thức là sự biểu thị các quá trình xử lý bên trong bộ não. Sự phát sinh ý thức của con người hiện đại trùng với sự phát triển cấu trúc thần kinh (bộ não) trong hệ thống sinh học. Hàng tỷ năm trước, hình thái sự sống cao nhất trên trái đất là động vật không xương sống đơn giản. Hệ thần kinh của chúng có thể có ý thức sơ khai? Nếu có, chúng ta có thể mô phỏng cấu trúc này để tạo ra mạng thần kinh nhân tạo trong máy tính (Hình 2.1).

Trong thực tế, năng lực xử lý của siêu máy tính hiện nay vẫn chưa



Hình 2.1. Sơ đồ biểu thị năng lực máy tính so với sinh vật.

đạt tới khả năng của hệ thần kinh sơ khai. Lý do là rất khó lập trình mạng thần kinh trong máy tính để có thể sử dụng toàn bộ năng lực xử lý của máy.

Sinh vật sơ khai có cuộc sống riêng, nhưng vấn đề là chúng có thể tự ý thức được điều đó không? Hoạt động của chúng dựa trên ý thức hay chỉ dựa vào chức năng sinh học?

Cuộc sống ý thức?

Khi nghiên cứu quá trình tiến hóa sinh học, các nhà khoa học đặt ra vài câu hỏi rất khó trả lời, chẳng hạn “cuộc sống ý thức là gì?”, “thời điểm đánh dấu cuộc sống có ý thức?”. Có thể nói, trí tuệ phải đạt đến một mức xác định trước khi xuất hiện ý thức. Trong trường hợp bất kỳ, mạng thần kinh nhân tạo có thể và sẽ phát triển theo hướng tự nhận thức và đi đến ý thức. Khoảng thời gian mười năm hay một ngàn năm tính từ hiện tại là không quan trọng. Do một ngàn năm chỉ là chớp mắt trong quá trình tiến hóa.

Sự sống nhân tạo

Sự sống nhân tạo được chia thành ba nhóm nghiên cứu, robot thần kinh tự cấp năng lượng, nanorobot (có thể tự sao chép), và chương trình phần mềm. Các kiểu sự sống nhân tạo phát triển cao nhất cho đến nay

là các chương trình. Robot tự sao chép còn là công việc của tương lai, vì robot hiện chỉ ở mức lý thuyết.

Trong các chương trình sự sống nhân tạo, sự sống chỉ tồn tại ở dạng các xung điện làm cho chương trình hoạt động bên trong bộ nhớ máy tính. Các nhà khoa học máy tính viết các nhóm chương trình mô phỏng nhiều chức năng sinh học, chẳng hạn tự sao chép, phát triển, vận động... Một số chương trình được gọi là tự động hóa tế bào, số khác có thể sử dụng các thuật toán mô phỏng cấu trúc gen.

Các chương trình tự động hóa tế bào được dùng để lập mô hình chính xác vi sinh vật và nghiên cứu sự phát tán các bệnh dịch. Các chương trình này còn được dùng để nghiên cứu sự tiến hóa của các loài sống tập thể, chẳng hạn kiến, mối, ong, thực hiện thống kê trong các quần thể sinh học. Các thuật toán được đưa vào chương trình để tạo ra tính ngẫu nhiên. Một trong các ứng dụng của loại chương trình này là tối ưu hóa mạng neuron trong máy tính chủ.

Các thuật toán gen phát triển theo kiểu định luật Darwin, thích nghi để tồn tại. Hai chương trình gen tương thích có thể hoạt động trong bộ nhớ máy tính, phối hợp mã nhị phân để tạo ra chương trình mới. Chương trình sẽ tồn tại, nếu mạnh hơn hoặc thích nghi cao hơn so với hai chương trình ban đầu.

Các chương trình này sẽ tồn tại tùy theo định nghĩa sự sống. Điều gì sẽ xảy ra nếu các chương trình này phát triển với mức lập trình cao hơn? Nếu chương trình này được sử dụng trong robot, robot có thể tự học và tự sao chép?

Nanorobot

Nanobot là loại robot có kích thước rất nhỏ. IBM đã đạt được nhiều kết quả trong nghiên cứu về phân tử và nguyên tử, có thể chế tạo các máy móc và các vi mạch điện tử rất nhỏ. Về lý thuyết, có thể chế tạo robot có kích thước tương đương virus.

Một số nhà khoa học dự đoán sự sống silic sẽ là bước tiến hóa kế tiếp, thay thế các dạng sống carbon trên trái đất, điện tử và robot sẽ tạo thành sự sống silic tự sao chép.

Tóm tắt lịch sử

Sự phát triển của công nghệ máy tính ở nửa cuối thế kỷ hai mươi gồm nhiều giai đoạn. Năm 1946, máy tính ENIAC có kích thước rất lớn, nặng khoảng 30 tấn, gồm 18 ngàn đèn điện tử, 70 ngàn điện trở, 10

ngàn tụ,... có thể thực hiện 5 ngàn phép cộng, 357 phép nhân, hoặc 38 phép chia trong một giây. Năm 1981, nhà vật lý Robert Jastrow cho biết “thế hệ máy tính đầu tiên nặng gấp hàng tỷ lần so với não người, nhưng hiệu quả thấp hơn nhiều. Ngày nay khoảng cách này đã được thu hẹp đáng kể”.

Khoa học liên tục hướng đến quá trình sáng tạo trí tuệ nhân tạo. Tuy đã có nhiều thành tựu đáng kể, chẳng hạn máy tính cá nhân hiện nay là công cụ không thể thiếu trong cuộc sống hàng ngày, nhưng để đạt được trí tuệ nhân tạo còn rất nhiều vấn đề phải giải quyết.

Công nghệ sinh học

Các tiến bộ trong công nghệ sinh học sẽ sớm cho phép loài người thực hiện các chỉnh sửa hoặc thay đổi gen. Điều này mở ra khả năng tăng cường năng lực cho bộ não, cải thiện trí thông minh của con người, nhưng cũng có thể là thảm họa đối với các thế hệ sau, do loài người chưa nắm vững các qui luật chi phối hoạt động của hệ thần kinh và bộ não. Vào thời điểm hiện nay, việc tạo ra các máy móc với trí thông minh nhân tạo là con đường an toàn hơn.

Mạng neuron

Mạng neuron là hệ thống nhân tạo (phần cứng và phần mềm) hoạt động và học tập dựa trên các mô hình được thiết lập từ các nghiên cứu hệ thống sinh học của bộ não. Các mạng neuron có thể được thực thi trong hệ điều hành, phần mềm hoặc phần cứng. Tương tự hệ thống sinh học, mạng neuron được xây dựng với các giác quan, chẳng hạn thị giác, nhận biết giọng nói,... Các mạng này có thể được huấn luyện để thay thế các chức năng của con người. Mạng thống kê có thể dự đoán sự ứng xử hoặc xác suất của hệ thống phi tuyến phức tạp dựa trên thông tin cho trước, chẳng hạn dự đoán giá dầu mỏ, dự báo thời tiết, đánh giá thị trường chứng khoán, giám sát hoạt động của máy bay,...

Để đánh giá trí tuệ nhân tạo, có thể sử dụng phép thử Turing. Phép thử này như sau: Người và máy thực hiện cuộc hội thoại bằng cách gõ các câu thoại thông qua các thiết bị xa. Nếu máy thực hiện cuộc hội thoại mà người tham gia hội thoại không thể xác định đó là người hay máy, máy đó được coi là thông minh. Phép thử Turing là một trong các tiêu chuẩn để xác định trí tuệ nhân tạo.

Mặc dầu phép thử Turing được chấp nhận rộng rãi, nhưng không phải là duy nhất. Chương trình ELIZA, mô phỏng hoạt động của nhà tâm lý học. Dựa trên các câu hỏi do người đặt ra với máy, máy sẽ phân

tích và đưa ra các câu trả lời. Trí tuệ nhân tạo sẽ được xác định dựa trên các câu trả lời đó.

Sử dụng mạng neuron trong robot

Công nghệ mạng neuron có thể điều khiển chức năng robot. Trong nhiều trường hợp, công nghệ này ưu việt hơn so với lập trình và điều khiển bằng bộ xử lý trung tâm (CPU). Với mạng neuron, robot có thể thực hiện nhiều chức năng không cần sử dụng máy tính tiêu chuẩn. Cấu trúc dựa trên ứng xử với hệ neuron kích thích - đáp ứng đơn giản có thể đưa đến các ứng xử phức tạp. Hệ thống này có thể tạo ra các loại robot tự học tập, tự phát triển từ các chức năng đơn giản ban đầu.

Nguồn điện

Robot cần có nguồn năng lượng để hoạt động. Hai nguồn điện chính dùng cho robot di động là acquy và pin mặt trời. Trong vài năm tới, pin nhiên liệu sẽ được sử dụng trong các robot di động.

Pin mặt trời

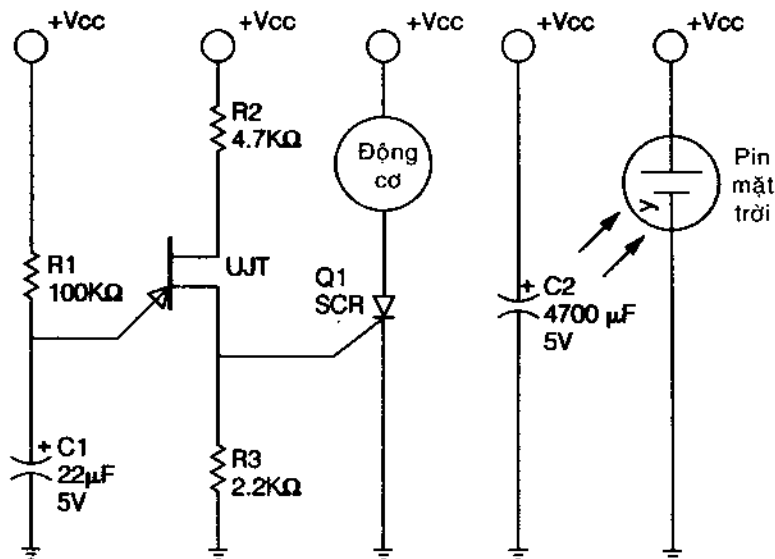
Pin mặt trời tạo ra điện năng từ ánh sáng. Pin mặt trời có công suất rất nhỏ, dòng điện chỉ vài mA, điện áp khoảng 0.7 V, do đó phải ghép nhiều pin mặt trời thành các khối lớn. Các pin mặt trời được mắc nối tiếp và song song, cung cấp năng lượng để vận hành robot một cách trực tiếp.

Các robot với nguồn điện bằng pin mặt trời được thiết kế đủ nhỏ nhưng phải bảo đảm khả năng thực hiện các chức năng theo yêu cầu, sử dụng vật liệu nhẹ, độ bền cao, và các mạch tiêu thụ công suất thấp. Các pin mặt trời cũng có thể cung cấp điện một cách gián tiếp cho robot, là nguồn nạp điện cho các acquy. Điều này cho phép giảm số lượng pin mặt trời, nhưng robot chỉ có thể hoạt động trong những khoảng thời gian xác định do phải nạp điện acquy.

Một số robot có thể sử dụng phối hợp các pin mặt trời cung cấp điện trực tiếp và gián tiếp, được gọi là động cơ mặt trời. Mạch điện tương đối đơn giản, bao gồm pin mặt trời, tụ điện, và bộ chuyển mạch. Pin mặt trời khi tiếp xúc với ánh sáng sẽ nạp điện cho tụ, từ đó cung cấp điện cho mạch điện. Khi điện tích tụ điện tăng lên, điện áp của mạch tăng dần đến giá trị cho trước, cho phép mạch hoạt động, cung cấp điện cho tải chính. Chu kỳ này lặp lại nhiều lần trong quá trình hoạt động của robot.

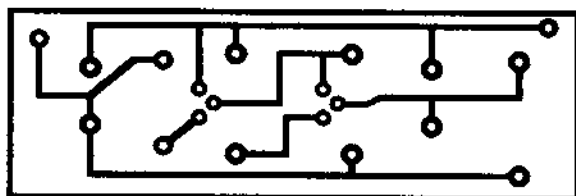
Xây dựng động cơ mặt trời

Động cơ mặt trời thường được dùng làm nguồn điện cho robot loại BEAM, đôi khi được gọi là robot sống (Chương 8). Hình 3.1 minh họa sơ đồ mạch của động cơ mặt trời. Pin mặt trời nạp điện cho tụ chính 4700 μF . Khi tụ được nạp điện, mức điện áp tăng lên. Transistor tiếp giáp một chiều (UJT) bắt đầu tạo dao động và gửi xung đóng mạch cho bộ chỉnh lưu được điều khiển bằng silic (SCR). Khi điện áp mạch đạt giá trị 3 V từ



Hình 3.1 Sơ đồ điện của động cơ mặt trời

tụ điện chính, xung đóng mạch đủ mạnh để SCR hoạt động. Khi SCR hoạt động, toàn bộ năng lượng trong tụ chính được cấp cho động cơ hiệu suất cao (HE). Động cơ quay trong khi tụ phóng điện và dừng lại. Chu kỳ này liên tục lặp lại trong quá trình hoạt động.

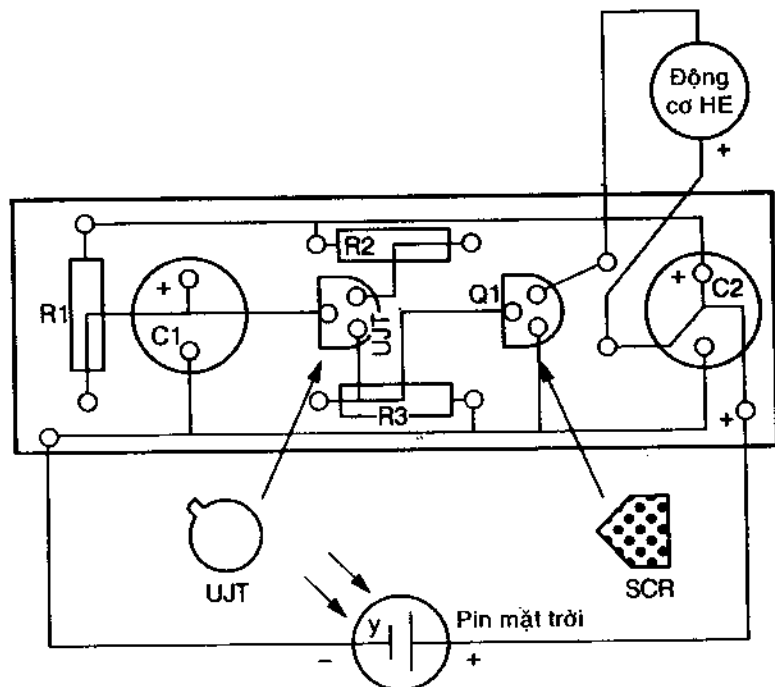


Hình 3.2. Sơ đồ PCB

Mạch động cơ mặt trời tương đối đơn giản, có thể thiết lập một cách dễ dàng. Bạn có thể sử dụng bản mạch in (PCB) với sơ đồ trên Hình 3.2 để mắc mạch động cơ mặt trời. Các linh kiện dùng cho động cơ mặt trời được liệt kê trong danh sách dưới đây. Hình 3.3 minh họa bản mạch in PCB, Hình 3.4 minh họa động cơ mặt trời hoàn chỉnh.

Danh mục linh kiện động cơ mặt trời

- (1) UJT transistor 2N2646

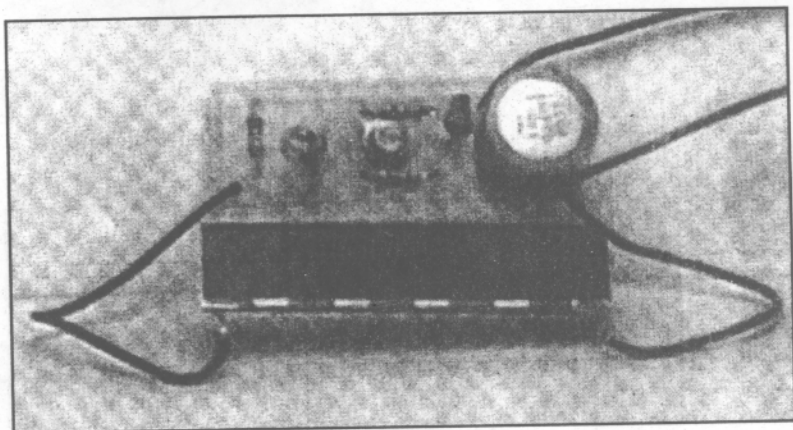


Hình 3.3. Vị trí các linh kiện trên PCB

- (1) SCR 2N5060
- (1) tụ 22-mF
- (1) tụ 0.33-F
- (1) động cơ dc
- (2) pin mặt trời
- (1) PCB
- (1) R1 200 Kohm, ¼ W
- (1) R2 15 Kohm, ¼ W
- (1) R3 2.2 Kohm, ¼ W

Động cơ hiệu suất cao

Động cơ điện có thể là loại hiệu suất cao hoặc hiệu suất thấp. Bạn có thể dễ dàng xác định động cơ hiệu suất cao bằng cách quay trục động cơ. Nếu lực quay là nhẹ, trục quay êm và tiếp tục quay sau khi ngừng tác



Hình 3.4. Động cơ mặt trời hoàn chỉnh

dụng lực, động cơ đó có thể là loại hiệu suất cao. Nếu lực quay lớn, trục quay chậm và nhanh chóng dừng lại, đó thường là động cơ hiệu suất thấp.

Đặc tính động cơ mặt trời

Pin mặt trời sử dụng trong mạch này là loại điện áp cao, hiệu suất cao. Các pin mặt trời thường có điện áp tiêu chuẩn 0.5 - 0.7 V, cường độ dòng điện tùy theo kích cỡ pin. Loại pin được dùng trong mạch này có giá trị định mức 2.5 V, có thể nạp điện cho tụ đến 4.3 V khi không có tải. Trong mạch điện nêu trên bạn có thể bổ sung thêm pin mặt trời để tăng tốc độ nạp điện cho tụ, nhưng điều này là không nên. Bổ sung thêm pin mặt trời, chỉ làm tăng dòng điện và tốc độ nạp trong chu kỳ thứ nhất. Để mạch điện lặp lại chu kỳ, dòng điện đi qua SCR phải dừng lại (hoặc rất nhỏ) để ngắt SCR. Nếu dòng điện lớn, được cung cấp từ các pin mặt trời, SCR sẽ tiếp tục hoạt động. Nếu điều này xảy ra, điện năng từ pin mặt trời sẽ tiếp tục đi qua SCR và tiêu tán dưới dạng nhiệt. Điện năng không tập trung trên điện cực tụ điện, mạch điện sẽ ngừng hoạt động.

Các linh kiện được sử dụng trong mạch này là cân bằng với sự vận hành. Linh kiện bạn có thể thay đổi là tụ điện chính. Bạn có thể sử dụng các giá trị điện dung nhỏ hơn, chu kỳ nạp - phóng điện sẽ nhanh hơn. Tụ lớn có điện dung lớn hơn nhưng chu kỳ nạp - phóng điện chậm hơn.

Công dụng

Mạch động cơ mặt trời có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau, cấp điện cho xe điện mặt trời, trạm vô tuyến cỡ nhỏ, diode phát quang (LED), động cơ cho robot,...

Mạch động cơ mặt trời nêu trên vận hành tương đối ổn định, độ tin cậy cao, đơn giản, và dễ thay thế linh kiện khi cần.

Acquy

Acquy được sử dụng phổ biến trong các robot di động. Hiện có nhiều loại acquy, chẳng hạn C - Zn, kiềm, Ni-Cd, Pb-acid, và Li.

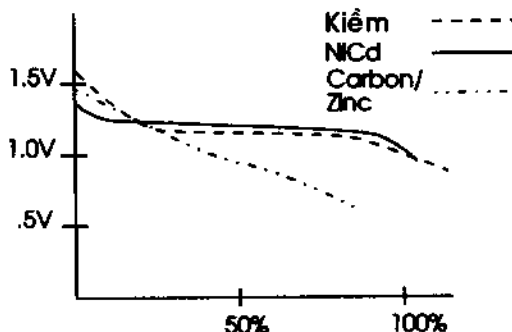
Điện lượng của acquy

Điện lượng acquy được tính theo ampere - giờ, dòng điện (tính theo A hoặc mA) nhân với thời gian (giờ) dòng điện được cung cấp từ acquy. Giả sử định mức acquy là 2 Ah, acquy có thể cung cấp dòng điện 2 A trong một giờ. Nếu chỉ cần dòng điện 1 A, acquy sẽ hoạt động trong 2 giờ,... Để xác định dòng điện và thời gian hoạt động của acquy, bạn có thể xem ví dụ dưới đây:

Dòng điện	X	thời gian	=	định mức acquy
2 A		1 giờ		2 Ah
1 A		2 giờ		2 Ah
0.5 A		4 giờ		2 Ah

Điện áp acquy

Điện áp acquy giảm dần trong quá trình hoạt động của acquy. Ví dụ, khi bạn đo điện áp của acquy kiềm 1.5 V ngay sau khi nạp điện, giá trị đo trong khoảng 1.65 V. Khi acquy phóng điện, điện áp giảm dần. Acquy được coi là không còn khả năng hoạt động khi điện áp xuống đến 1.0 V. Đường cong phóng điện của acquy kiềm, C-Zn, Ni-Cd, được minh họa trên Hình 3.5.



Hình 3.5. Đường cong phóng điện của các acquy thông dụng

Chú ý, acquy Ni-Cd 1.5 V mới, có điện áp 1.35 V. Tuy điện áp ban đầu tương đối thấp nhưng ổn định, đường cong phóng điện có độ dốc nhỏ hơn so với acquy kiềm và acquy C-Zn.

Acquy sơ cấp

Các acquy sơ cấp chỉ sử dụng một lần. Các acquy này còn được gọi là pin, gồm các đơn vị cơ bản với điện áp tiêu chuẩn 1.5 V, được ghép với nhau để có điện lượng theo định mức. Khi xây dựng hệ thống robot, việc sử dụng loại acquy sơ cấp có thể làm tăng chi phí. Tuy nhiên, ưu điểm của acquy sơ cấp là có điện lượng cao hơn acquy thứ cấp (loại có thể tái nạp điện nhiều lần).

Định mức của acquy sơ cấp

Có nhiều loại acquy sơ cấp, khác nhau tùy theo các chất hóa học được dùng để tạo ra điện năng. Sự lựa chọn acquy sơ cấp tùy thuộc vào các yếu tố giá cả, điện lượng, tuổi thọ, khoảng nhiệt độ làm việc, đường cong phóng điện, dòng điện định.

Acquy C-Zn, loại này hầu như không thay đổi kể từ năm 1868, có mật độ năng lượng thấp, hiệu suất dòng điện không cao, đường cong phóng điện có độ dốc lớn, rẻ tiền nhưng hiệu suất thấp.

Acquy kiềm - Mn, đây là loại acquy kiềm có mật độ năng lượng trung bình, đường cong phóng điện tương đối ổn định, có giá trung bình.

Acquy Li, có mật độ dòng điện cao, hiệu suất cao, tuổi thọ đến 15 năm, trọng lượng nhẹ, chịu được nhiệt độ cao nhưng đắt tiền.

Acquy thứ cấp

Đây là loại acquy có thể tái nạp điện nhiều lần, phổ biến là loại Ni-Cd và acid-chì.

Một trong các nhược điểm của acquy Ni-Cd là điện áp thấp, 1.2V/đơn vị, nếu nối ghép nhiều đơn vị, độ sụt áp sẽ cao hơn. Ví dụ acquy Ni-Cd 9 V nối ghép từ 6 đơn vị 1.2 V sẽ có điện áp khoảng 7.2 V.

Các acquy acid-chì không thích hợp cho các robot. Lý do là loại acquy này có thể cung cấp dòng điện cao trong thời gian ngắn và phải nạp điện lại.

Các acquy thứ cấp, ban đầu có giá cao nhưng sẽ rẻ hơn trong quá trình sử dụng, có thể tái nạp điện 200-1.000 lần. Trong nhiều trường hợp, mạch nạp đơn giản có thể được bố trí bên trong robot để nạp điện mà không cần tháo acquy ra.

Định mức acquy thứ cấp

NiCd. Các acquy tái nạp điện thông dụng nhất là acquy NiCd và acquy kín (khô) chì-acid; trong đó, acquy NiCd phổ biến hơn. Cả hai loại acquy này đều có mật độ điện năng thấp hơn các acquy sơ cấp.

Các acquy NiCd chỉ có 1,2V trên mỗi học so với các acquy sơ cấp thường cung cấp 1.5V trên mỗi học. Các nhà sản xuất qui định acquy NiCd loại tốt phải có 200 đến 1000 chu kỳ nạp-tái nạp. Tuy nhiên, các acquy NiCd sẽ chết nhanh chóng, nếu chúng được nạp điện không đúng cách. Tuổi thọ dự kiến của acquy NiCd là 2 – 4 năm. Trong trường hợp không sử dụng, một acquy NiCd được nạp điện đầy đủ sẽ mất hết điện tích trong vòng 30–60 ngày.

Các acquy NiCd được thiết kế để tái nạp điện theo tỷ suất 10 phần trăm điện dung định mức của acquy. Nghĩa là, nếu acquy NiCd có định mức 1 Ah, cường độ dòng điện an toàn để nạp điện cho acquy này là 100mA ($1A/10 = 100mA$). Thuật ngữ mô tả tỷ suất nạp điện nêu trên là "C/10".

Thiết kế của các acquy NiCd cho phép nạp điện với dòng điện ổn định ở các tỷ suất C/10. Điều này không hiệu quả, vì phải mất 14 giờ để nạp đủ điện cho acquy. Trong khi các nhà sản xuất cho phép nạp điện cho acquy NiCd ở dòng điện cao hơn tỷ suất C/10, hầu hết các kỹ sư đều đề nghị chuyển sang chế độ nạp điện từ từ sau 14 giờ nạp điện ở tỷ suất C/10. Tỷ suất nạp điện từ từ là C/30 hoặc 1/30 điện dung của acquy. Dòng điện nạp từ từ cho acquy 1-Ah vào khoảng 33 mA ($1 A/30 = 33.3 mA$).

Hiệu ứng nhớ (chai). Các acquy NiCd có nhược điểm là hiệu ứng nhớ. Nếu thường xuyên tái nạp điện trước khi xả hết điện hoàn toàn, acquy NiCd sẽ ghi nhớ mức tái nạp điện đó và trở nên khó xả điện vượt quá mức đã nhớ. Rõ ràng điều này sẽ làm giảm điện dung của acquy. Để khắc phục vấn đề đó, acquy phải được xả hết điện hoàn toàn bằng cách duy trì tải nối kết với acquy trong nhiều giờ. Sau khi xả hết điện hoàn toàn, acquy có thể được tái nạp điện theo cách bình thường và sẽ hoạt động tốt.

Chì-acid. Các học acquy với chất điện phân ở dạng keo (gel-cells) tương tự các acquy trên xe hơi. Chúng là các acquy chì-acid kín, không cần bảo dưỡng và không thuộc dòng các pin D, C, AA, AAA, hoặc các bình acquy 9 V. Gel-cell thường lớn hơn và được sử dụng trong các robot tương đối lớn.

Gel-cell có nhiều định mức dòng điện và điện áp, từ 2V đến 24V. Các acquy này được nạp điện với dòng điện giới hạn điện áp hoặc dòng điện ổn định tương tự acquy NiCd. Thông thường, để nạp điện cho gel-cell

cần đưa điện áp cố định 2.3-2.6V vào mỗi pin. Lúc đầu, acquy này chịu thụ dòng điện cao rồi giảm dần trong quá trình nạp điện. Khi được nạp đầy điện, acquy chỉ tiêu thụ dòng điện rất nhỏ (xấp xỉ C/500) để duy trì trạng thái đầy điện.

Acquy gel-cell thay đổi tùy theo nhà sản xuất. Để tái nạp điện gel-cell một cách an toàn, bạn nên đọc hướng dẫn của nhà sản xuất. Thông thường, bạn có thể dùng bộ điều chỉnh điện áp LM317 để chế tạo thiết bị nạp điện đơn giản. Điện áp ổn định (2.3V/hộp), dòng điện không đổi C/10 được cung cấp cho acquy. Khi acquy nạp điện đủ, nguồn dòng điện không đổi bị loại bỏ và điện áp thích hợp được cung cấp.

Nhiều acquy gel-cell không thuộc loại chu kỳ sâu. Vì vậy, cần giám sát điện áp acquy khi có tải. Khi điện áp acquy sụt đến mức nhất định (theo số liệu của nhà sản xuất), bạn cần nạp điện cho acquy.

Tóm tắt

Hầu hết các nhà chế tạo robot đều sử dụng acquy kiềm khi cần acquy sơ cấp và acquy NiCd khi cần acquy thứ cấp.

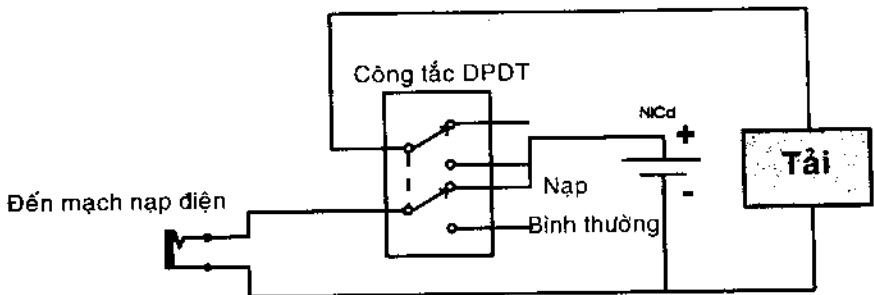
Chế tạo bộ nạp điện cho acquy NiCd

Bộ nạp điện cho acquy NiCd có giá bán tương đối thấp. Nói chung, không đáng để phí thời gian và công sức để chế tạo bộ nạp điện cho các pin thông dụng như AAA, AA, C, D, và 9V. Tuy nhiên, nếu muốn kết hợp bộ nạp điện vào robot, việc biết cách chế tạo bộ nạp điện acquy chuyên biệt là điều quan trọng. Đa số bộ nạp điện chỉ nạp điện cho acquy theo tỷ suất C/10, ngay cả sau khi acquy đã nhận đủ điện (14h), trong khi bộ nạp điện chúng ta muốn chế tạo sẽ giảm dòng điện xuống tỷ suất C/30 sau khi acquy nạp điện đủ. Điều này sẽ giúp kéo dài tuổi thọ của acquy.

Thông tin sau đây cho phép bạn thiết kế hệ thống nạp điện cho bình acquy chuyên biệt.

Bộ nạp điện đầu tiên (Hình 3.6) là loại thiết bị độc lập. Kiểu này có thể dễ dàng đặt vào bên trong người máy. Người máy cần có ổ cắm nối với nguồn công suất, bạn nên gắn thêm công tắc DPDT (công tắc kép hai đường). Công tắc này nối nguồn điện với mạch điện của người máy hoặc bộ nạp điện. Cách bố trí này nhằm tránh cấp nguồn cho người máy, giảm sự lưu thông dòng điện đến các acquy, trong khi acquy đang được nạp điện (Hình 3.6).

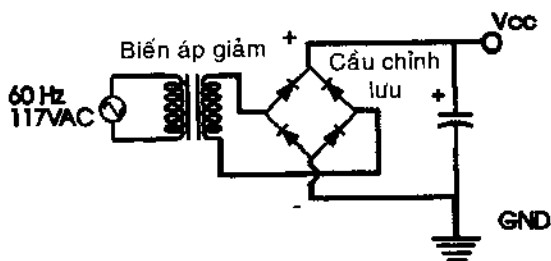
Công suất cung cấp cho bộ nạp điện có thể lấy từ biến áp tiêu chuẩn hoặc biến áp có mạch chỉnh lưu với điện áp một chiều Vdc. Biến áp Vdc thông dụng hơn do cung cấp điện áp DC. Nếu sử dụng biến áp



Hình 3.6. Công tắc DPDT điều khiển sự nạp điện cho bình acquy.

tiêu chuẩn, bạn phải lắp thêm dây, công tắc, cầu chì, cầu chỉnh lưu, và các tụ.

Trong cả hai trường hợp, bạn đều phải điều chỉnh ngõ ra công suất của biến áp tiêu chuẩn (hoặc biến áp Vdc) tương thích với bình acquy đang được nạp điện. Việc điều chỉnh điện áp và dòng điện tương ứng với bình acquy sẽ là giảm công suất tiêu thụ của LM317; ví dụ, bạn không nên dùng biến áp 12V để nạp điện cho bình acquy 6V.



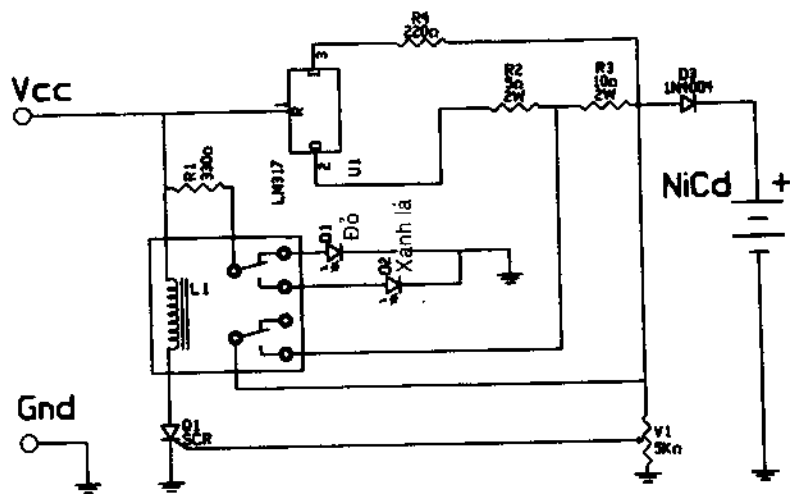
Hình 3.7. Nguồn công suất cơ bản cho mạch nạp điện.

Hình 3.7 minh họa mạch nguồn công suất Vdc cơ bản trong bộ nạp điện. Nguồn công suất này có thể được chế tạo để cung cấp điện áp 6V, 12V, 18V, 24V, hoặc 36V tùy theo biến áp, cầu chỉnh lưu, và tụ điện được chọn.

Mạch của bộ nạp điện được minh họa trên Hình 3.8, sử dụng bộ điều chỉnh điện áp LM317 và bộ điện trở giới hạn dòng điện. Giá trị điện trở thay đổi tùy theo dòng điện cần thiết nạp cho acquy.

Bộ điện trở giới hạn dòng điện

Hầu hết các nhà sản xuất acquy NiCd đều đề nghị nạp điện cho acquy theo tỷ lệ 1/10 điện dung định mức, tức là C/10. Như thế acquy AA có định mức 0.850 Ah phải được nạp điện ở 1/10 điện dung, tương đương



Hình 3.8. Sơ đồ mạch của bộ nạp điện

85 mA, trong 14 giờ. Sau khi acquy được nạp điện đầy, các nhà sản xuất đề nghị giảm dòng điện đến khoảng C/30 (1/30 điện dung acquy) để duy trì điện dung định mức, tránh quá nạp có thể dẫn đến hư hỏng acquy.

Ví dụ, cần thiết kế bộ nạp điện để tái nạp bốn pin C mắc nối tiếp. Mỗi pin C có định mức 2000mA. Như vậy, tỷ suất C/10 là 200mA. Điện áp định mức phổ biến của pin này xấp xỉ 1.3V ($4 \times 1.3V = 5.2V$). Trong trường hợp này có thể sử dụng biến áp 6V có ngõ ra ít nhất là 200-mA.

Để tính điện trở của bộ điện trở giới hạn dòng điện, bạn hãy sử dụng công thức:

$$R = 1.25/I_{cc}$$

Trong đó I_{cc} là dòng điện mong muốn. Ở đây là 200 mA (0.2A).

$$1.25/0.2 = 6.25 \text{ ohm}$$

Điện trở của bộ điện trở giới hạn dòng điện cho bộ nạp điện này vào khoảng 6.25 ohm. Trong sơ đồ trên Hình 3.8, đây là điện trở có ký hiệu R2. Chú ý, giá trị của R2 được ghi trong sơ đồ là 5 ohm. Bạn nên chọn giá trị của bộ điện trở càng gần giá trị tính toán càng tốt.

Điện trở C/30

Để giảm dòng điện đến khoảng C/30, cần bổ sung điện trở có giá trị 2R (khoảng 12.5 ohm). Trong sơ đồ, điện trở này được ký hiệu là R3. Tuy nhiên, cần sử dụng điện trở có giá trị sát với giá trị tính toán. Trong trường hợp này, giá trị điện trở là 10 ohm.

Nguyên lý hoạt động của bộ nạp điện

Bộ nạp điện sử dụng bộ điều chỉnh điện áp LM317 làm nguồn dòng điện không đổi. Điện trở giới hạn dòng điện C/10 là R2 trong sơ đồ (Hình 3.8). Chú ý, R2 chỉ có 5 ohm so với giá trị tính toán là 6.25 ohm. Giá trị này gần bằng giá trị tính toán, đủ để hoạt động chính xác. Điện trở C/30 là R3 trên sơ đồ. Xin nhắc lại, giá trị chuẩn 10 ohm gần bằng giá trị tính toán đủ để hoạt động thích hợp. Tiếp theo, chúng ta sẽ xem xét khả năng nạp điện nhanh cho các acquy dựa vào độ nhạy điện áp của mạch nạp.

V1 là chiết áp kế 5KW, được lắp đặt để kích hoạt SCR khi acquy NiCd được nạp điện đủ. Sau khi được kích hoạt, SCR sẽ cho phép dòng điện đi qua rơ-le của công tắc DPDT.

Khi cấp công suất cho mạch này, dòng điện lưu thông qua LM317 để nạp vào acquy theo tỷ suất C/10. Điện trở R3 bị ngắn mạch trên một nửa rơ-le DPDT. Dòng điện cũng lưu thông qua điện trở R1, đây là điện trở giới hạn dòng điện cho các diod phát quang (LED) D1 và D2. Khi công suất tăng, LED D1 màu đỏ sẽ phát sáng. LED đỏ cho biết mạch nạp điện đang hoạt động.

Khi acquy nạp điện, độ sụt điện áp qua V1 tăng dần. Sau khoảng 14 giờ, độ sụt điện áp qua V1 đủ lớn để kích hoạt SCR. Khi SCR được kích hoạt, dòng điện sẽ đi qua cuộn dây của rơ-le DPDT. Rơ le này chuyển mạch làm cho LED đỏ tắt và LED xanh sáng. LED xanh báo hiệu acquy đã nạp đủ điện. Chiều kia của rơ le DPDT chuyển mạch, gây ra sự ngắn mạch trên R3. Lúc này R3 trở thành đường dẫn, dòng điện truyền đến acquy NiCd bị giảm đến mức C/30. Diod D3 sẽ ngăn chặn dòng điện bất kỳ từ acquy chạy ngược về mạch nạp điện.

Xác định điện áp kích hoạt của V1

Để mạch nạp hoạt động chính xác, SCR phải hoạt động khi các acquy NiCd đủ điện. Cách tốt nhất để thực hiện điều này là đặt acquy đã xả hết điện vào bộ nạp điện và nạp trong khoảng 14 giờ, sau đó điều chỉnh V1. Khi acquy được nạp điện đầy, xoay từ từ V1 cho đến khi rơ le DPDT hoạt động và LED xanh sáng lên.

Chú thích thiết kế

Khi thiết kế bộ nạp điện, bạn cần nhớ các điểm sau. Điều cần nhắc chủ yếu là chọn lựa các giá trị điện trở giới hạn dòng điện C/10 và C/30. Bạn hãy sử dụng công thức đã nêu để chọn giá trị của các điện trở này. Các điện trở giới hạn dòng điện nên có định mức khoảng 2W.

Nếu dòng điện nạp cao (trên 250 mA), bạn cần giải nhiệt cho LM317. Nếu bộ nạp điện được cấp nguồn khi không nối kết với acquy

NiCd, rơ le sẽ chuyển mạch ngay, bật sáng LED xanh và cung cấp dòng điện C/30.

Khi lắp ráp bộ nạp điện dùng cho các điện áp cao, bạn phải tăng giá trị của R1 tương ứng để giới hạn dòng điện truyền qua các LED. Trong ví dụ này, bộ nạp điện 12V phải dùng R1 680 ohm; bộ nạp điện 24 V phải sử dụng R1 1.2K ohm.

Với điện áp cao, bạn nên dùng điện trở giới hạn dòng điện có giá trị điện trở thấp nối vào rơ-le DPDT. Đo dòng điện tương ứng C/10 và C/30 truyền đến acquy. Các số đo này sẽ bảo đảm cung cấp dòng điện phù hợp cho acquy.

Nạp điện nối tiếp và song song

Cách nối kết các acquy sẽ quyết định điện áp và dòng điện của biến áp. Nếu có acquy 8 ngăn nối song song, bạn phải nhân dòng điện cần thiết của mỗi ngăn với 8. Nếu ngăn acquy có định mức 1200 mAh, dòng điện C/10 cần thiết trên mỗi ngăn là 120 mA. Đối với tám ngăn nối song song, bạn cần dòng điện gần 1A ($8 \times 120 \text{ mA} = 960 \text{ mA} = 0.96 \text{ A}$). Điện áp cần thiết là 1.5 V. Như vậy, ngõ ra của biến áp lý tưởng trong trường hợp này là 1.5V và 1A. Nếu mắc nối tiếp 8 ngăn này, dòng điện cần thiết sẽ là 120 mA và 12 V.

Bộ nạp điện nhanh

Nhiều acquy NiCd ngày nay có khả năng tiếp nhận sự nạp điện nhanh bằng mạch điện có thể nhận biết thời điểm acquy được nạp đầy và giảm dòng điện đến giá trị C/30. Thông thường, để nạp điện nhanh cho acquy, bạn tăng dòng điện lên gấp đôi trong thời gian bằng nửa thời gian nạp bình thường. Sơ đồ mạch nêu trên có thể hoạt động tốt với vài điều chỉnh nhỏ. Bạn bắt đầu với dòng điện nạp C/10 và điều chỉnh V1, thay điện trở R2 bằng điện trở với một nửa giá trị của R2 và nạp điện theo C/5 trong 7 giờ, sau đó chuyển sang C/30.

Danh mục linh kiện

- Bộ điều chỉnh điện áp, U1 LM317.
- Relay, L1 DPDT (5V hoặc 12V).
- LED đỏ, D1.
- LED xanh, D2.
- D3 1N4004.
- Q1 SCR.

- Chiết áp kế gắn với PC, V1 5K-ohm.
- R1 330 ohm, $\frac{1}{4}$ W.
- R2 5 ohm, 2 W.
- R3 10 ohm, 2 W.
- R4 220 ohm, $\frac{1}{4}$ W
- Biến áp có điện áp định mức thích hợp.

Lắp ráp bộ nạp điện cho acquy bằng năng lượng mặt trời

Bạn có thể chuyển bộ nạp điện cho acquy thành bộ nạp điện sử dụng năng lượng mặt trời, chỉ cần thay bộ biến áp giảm bằng tổ hợp pin mặt trời có công suất tương đương công suất do biến áp cung cấp. Những điểm bạn cần lưu ý khi xây dựng hệ thống năng lượng mặt trời là:

1. Sự chiếu sáng trung bình mà panel mặt trời nhận được.
2. Thời gian chiếu sáng cần thiết để tái nạp nguồn công suất theo thời gian hoạt động.

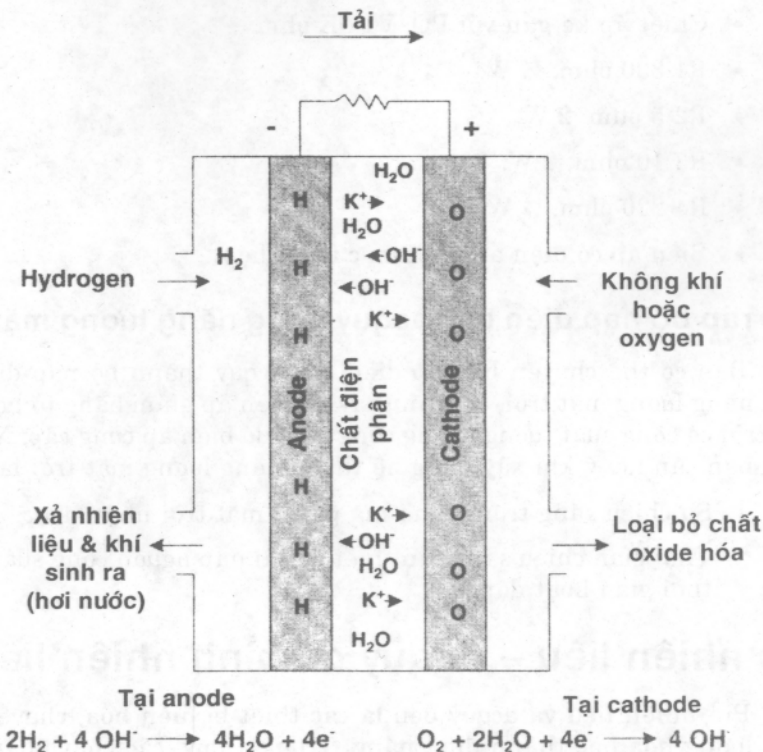
Pin nhiên liệu – Acquy có bình nhiên liệu

Pin nhiên liệu và acquy đều là các thiết bị điện hóa, chuyển đổi năng lượng hóa học thành điện năng. Trong acquy, các chất phản ứng hóa học được lưu giữ bên trong. Khi các chất phản ứng cạn kiệt, bạn phải thay acquy (hoặc nạp lại). Pin nhiên liệu sử dụng các chất phản ứng (nhiên liệu) chứa bên ngoài. Chỉ cần cung cấp nhiên liệu, pin này (ít nhất là theo lý thuyết) sẽ liên tục phát điện năng.

Khi pin nhiên liệu bắt đầu yếu, chỉ cần nạp thêm nhiên liệu, tương tự xe hơi. Người máy sử dụng pin nhiên liệu có khả năng tái hoạt động nhanh chóng, trong khi người máy khác phải ngừng làm việc để tái nạp điện cho acquy.

Hình 3.9 là sơ đồ pin nhiên liệu kiềm. Đây là loại pin nhiên liệu được sử dụng trên tàu vũ trụ của Mỹ. Điều đầu tiên bạn có thể chú ý là anode được ghi dấu (-) và cathode được ghi dấu (+). Bạn đừng nghĩ đó là sự nhầm lẫn, vì theo định nghĩa cathode trong *Oxford Dictionary of Current English*: “Cathode: 1. Cực âm trong pin điện phân. 2. Cực dương của acquy”, các sơ đồ pin nhiên liệu đều theo quy ước này, do đó bạn không nên nhầm lẫn.

Pin nhiên liệu có nhiều ứng dụng. Mọi thiết bị sử dụng acquy đều có thể áp dụng công nghệ pin nhiên liệu. Vài ứng dụng hoàn toàn có tính



Hình 3.9. Pin nhiên liệu kiềm (KOH)

thực tiễn, chẳng hạn các pin nhiên liệu Al/không khí có thể được dùng cho điện thoại di động và các máy tính xách tay. Pin nhiên liệu có thời gian hoạt động dài và hiệu suất được cải thiện rõ rệt.

Không lúc này thì khi nào?

Với những thuộc tính ưu việt như vậy tại sao pin nhiên liệu vẫn chưa phổ biến? Tại sao chúng ta không thấy pin nhiên liệu trong các máy tính xách tay, máy quay video, và điện thoại di động? Mặc dù trong thời gian gần đây, công nghệ pin nhiên liệu được cải tiến liên tục, nhưng vẫn chưa thể cạnh tranh (về giá cả) với các công nghệ hiện có.

Một trong nhiều thiết kế pin nhiên liệu tiên tiến sử dụng vật liệu điện cực màng trao đổi proton (PEM) của Công ty DuPont được gọi là Nafion. Vật liệu PEM có giá khoảng 100 USD một foot vuông. Giảm giá thành của màng hiện có và phát triển các vật liệu PEM khác là ưu tiên hàng đầu nhằm sản xuất pin nhiên liệu có tính cạnh tranh.

Platinum là kim loại đắt tiền. Điện cực của pin nhiên liệu thường được tráng phủ hoặc mạ bằng platinum. Lớp platinum là chất xúc tác cho các quá trình điện hóa trong pin nhiên liệu.

Ngành ưu tiên sử dụng công nghệ pin nhiên liệu là công nghiệp ô tô. Các công ty ô tô lớn đang nghiên cứu phát triển công nghệ pin nhiên liệu, với sự cạnh tranh cao giữa Nhật, Mỹ, Đức, Italia, ...

Các ô tô chạy bằng pin nhiên liệu lần đầu tiên trên thị trường Nhật vào năm 2003. Ballard Power Systems của Canada, nhà ứng dụng chính công nghệ pin nhiên liệu PEM, đã đưa vào hoạt động một đội xe bus chạy bằng pin nhiên liệu. Trong năm 2003, 55 chiếc xe bus chạy bằng pin nhiên liệu đã được ký hợp đồng để đưa đến California. Ballard đã liên kết công nghệ của họ với các công ty khác như DaimlerChrysler và Ford Motor để sản xuất pin nhiên liệu cho xe hơi. Gần đây, Ballard đã xây dựng nhà máy có công suất hàng năm 160.000 pin nhiên liệu thương mại.

Hãng Honda đã lên kế hoạch và sản xuất thành công ô tô chạy bằng pin nhiên liệu vào năm 2003. Hãng này sẽ triển khai hệ thống truyền động điện hiện có cho các ô tô chạy bằng ắc quy và trang bị thêm với công nghệ pin nhiên liệu.

Khi công nghệ pin nhiên liệu thâm nhập vào các ứng dụng thường ngày như điện thoại di động, máy quay video, và máy tính xách tay, chúng ta hoàn toàn có thể áp dụng chúng vào các người máy.

Chương 4

Các hệ thống chuyển động và truyền động

Chương này sẽ khảo sát vài thành phần chuyển động và truyền động được sử dụng trong người máy. Tất cả thành phần được xem xét trong Chương 4 đều có các mạch điện mẫu được trình bày trong chương này hoặc sử dụng trong các người máy được nêu trong cuốn sách này. Sau đây là danh sách các bộ phận sẽ được thảo luận: cơ bắp khí, dây nitinol, động cơ bước, động cơ DC có bánh răng, động cơ trợ động, và solenoid.

Cơ bắp khí

Cơ bắp khí là thiết bị khí nén đơn giản do J.L. McKibben phát triển vào thập niên 1950. Tương tự cơ bắp sinh học, cơ bắp khí có lại khi được kích hoạt. Điều thú vị của cơ bắp khí là chúng sao chép hoạt động hợp lý của các cơ bắp sinh học, đến mức nhiều nhà nghiên cứu có thể sử dụng cơ bắp khí gắn với bộ xương ở các vị trí của cơ bắp sinh học sơ cấp để nghiên cứu cơ-sinh học và các tính chất thần kinh mức thấp của cơ bắp sinh học. Cơ bắp khí còn được gọi là cơ bắp khí McKibben, cơ bắp khí nén nhân tạo McKibben, và bộ kích hoạt đàn hồi (cao su).

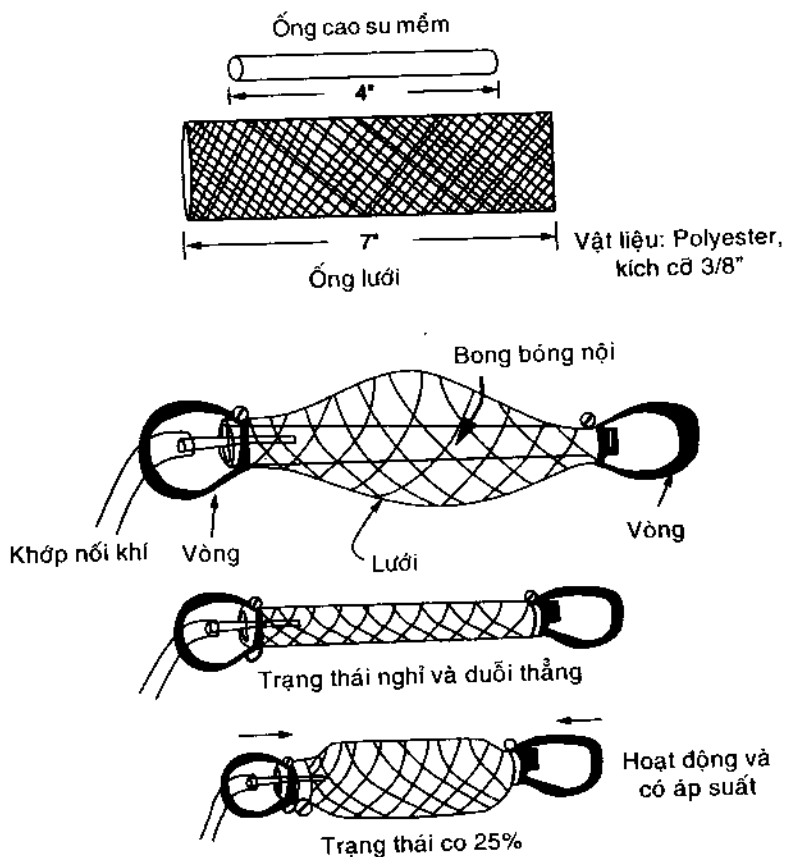
Ứng dụng

Cơ bắp khí có nhiều ứng dụng trong ngành robotic, cơ-sinh học, chi nhân tạo, và công nghiệp. Ưu điểm cơ bản của cơ bắp khí là dễ sử dụng (so với các cylinder khí nén tiêu chuẩn) và có cấu trúc đơn giản. Cơ bắp khí mềm, nhẹ, và dễ điều khiển; chúng có tỷ số công suất – trọng lượng cao (đến 400/1); có thể xoắn đồng trục, và sử dụng trên các khung sườn không thẳng hàng và cung cấp lực co ở các khớp cong.

Nguyên lý hoạt động của cơ bắp khí

Hai thành phần cơ bản trong cơ bắp khí là ống cao su mềm bên trong có khả năng co giãn và ống lưới polyester bao phía ngoài (Hình 4.1). Ống cao su được gọi là “bong bóng nội”, được bố trí bên trong ống lưới.

Các thành phần phụ của cơ bắp khí là khớp nối khí ở một đầu và hai khớp nối cơ (vòng) ở hai đầu cơ bắp khí, cho phép gắn cơ bắp khí với các thiết bị.



Hình 4.1. Chức năng và cấu tạo của cơ bắp khí.

Khi được cấp khí nén, bong bóng nội giãn nở và ép vào mặt trong ống lưới, làm tăng đường kính lưới. Đặc tính vật lý của ống lưới là co theo tỷ lệ tăng đường kính, tạo ra lực co của cơ bắp khí.

Điều quan trọng cần chú ý để vận hành chính xác là cơ bắp khí phải ở tư thế co (chịu tải) khi ở trạng thái nghỉ. Nếu không, khi được kích hoạt, cơ bắp khí sẽ hơi co. Thông thường cơ bắp khí có thể co gần 25% chiều dài ban đầu.

Dây nitinol

Nitinol là vật liệu thuộc nhóm hợp kim ghi nhớ hình dạng (SMA). Nitinol thường được bán theo dạng dây. Khi nung nóng, vật liệu này có

thể co đến 10% chiều dài. Sự co này tạo ra chuyển động thẳng. Ngoài tính chất co lại khi tăng nhiệt độ, vật liệu này còn có hiệu ứng ghi nhớ hình dạng (SME).

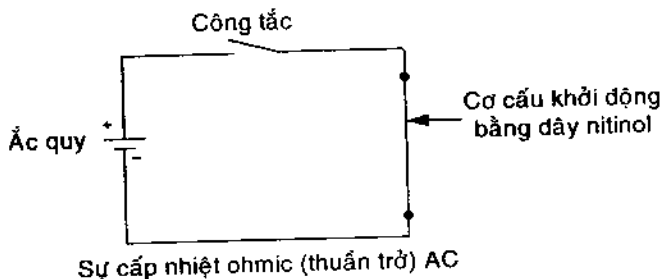
Hiệu ứng nhớ hình dạng (SME) là tính chất đặc thù của loại hợp kim này. Khi nung nóng đến nhiệt độ chuyển tiếp tới hạn, vật liệu tự trở về hình dạng đã xác định trước. Đây là hình dạng mong muốn vật liệu ghi nhớ. Vật liệu được biến dạng theo hình dạng mong muốn, sau đó được nung nóng đến nhiệt độ thích hợp, cao hơn nhiệt độ chuyển tiếp và làm nguội chậm (phương pháp ủ cân bằng), vật liệu sẽ nhớ hình dạng đó, do cấu trúc tinh thể sắp xếp lại trong quá trình ủ. Vật liệu ở nhiệt độ thường ($25 \div 30^{\circ}\text{C}$) có hình dạng ban đầu và khi được nung nóng đến nhiệt độ chuyển tiếp (nói chung không quá 70°C) sẽ chuyển sang hình dạng mong muốn. Sự thay đổi từ hình dạng ban đầu bất kỳ sang hình dạng mong muốn và ngược lại xảy ra trong chu kỳ nung nóng làm nguội có thể lặp lại nhiều lần.

Các đặc tính của hợp kim ghi nhớ hình dạng (SMA) phản ánh cấu trúc tinh thể bên trong của vật liệu. Lực khôi phục hình dạng rất lớn (khoảng 22.000 lb/in^2); do đó thường chỉ sử dụng loại vật liệu có tiết diện nhỏ. Ví dụ, dây 6-mil ($6/1000 \text{ inch}$) tạo ra lực co đến 11 ounces.

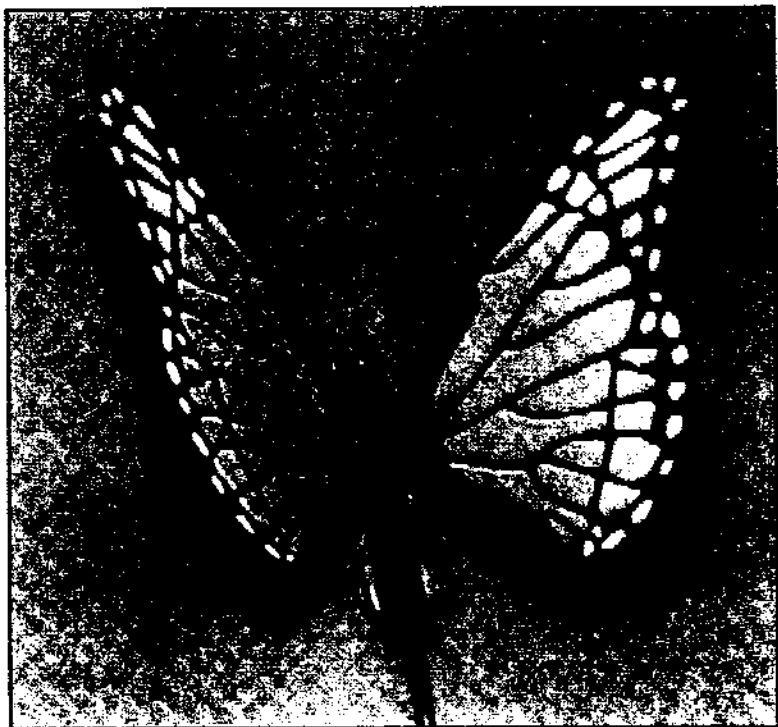
Nitinol, tương tự các loại vật liệu kim loại khác, tuân theo định luật thể tích không đổi. Khi dây nitinol co lại với giá trị bất kỳ, đường kính sẽ tăng theo tỷ lệ tương ứng, duy trì thể tích không đổi.

Phương pháp đơn giản nhất để cấp nhiệt cho dây nitinol là cho dòng điện một chiều đi qua dây (Hình 4.2). Tuy nhiên, nếu sử dụng dòng điện một chiều không đổi trong thời gian đủ dài có thể làm cho dây hư hỏng do sự cấp nhiệt bằng điện trở thuần thường không đều. Sự kiểm soát tỷ lệ và độ co trạng thái ổn định có thể đạt được bằng cách sử dụng mạch điều biến chiều rộng xung (PWM) để cung cấp dòng điện.

Một số nhà nghiên cứu robot đã sử dụng dây nitinol để tạo ra robot



Hình 4.2. Nguồn DC đến dây nitinol.



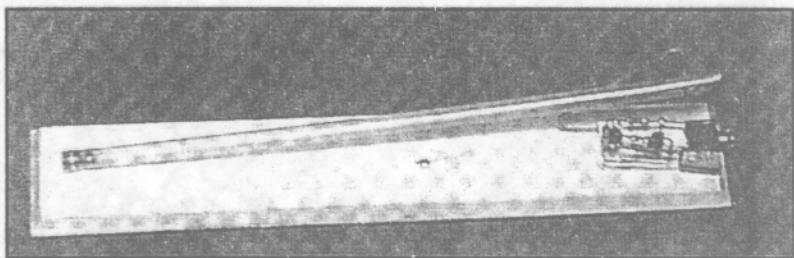
Hình 4.3. Bướm nitinol

di chuyển trên 6 chân không cần động cơ. Robot này di chuyển rất chậm, do vật liệu nitinol cần có đủ thời gian để thực hiện chu kỳ (nung nóng và làm nguội). Robot đi bộ sáu chân rất nhẹ (vài trăm gram), không cần bộ khung vững chắc và không đủ mạnh để mang bộ nguồn riêng.

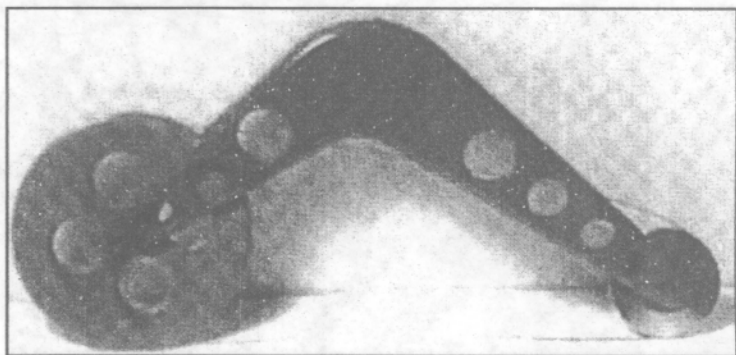
Việc sử dụng dây nitinol trong robot sáu chân có thể không thực tế, nhưng dây này lại thích hợp cho nhiều ứng dụng khác trong công nghiệp robot. Để nghiên cứu thêm về năng lực của loại vật liệu có khả năng ghi nhớ này, hãy xét vài sản phẩm thương mại sử dụng khả năng co rút của vật liệu. Hình 4.3 minh họa con bướm cơ khí. Dây nitinol làm tăng chuyển động của các cánh. Con bướm có thể được nối kết với động cơ mặt trời (Chương 3) để tạo ra ứng dụng đáng lưu ý trong robot.

Hình 4.4 minh họa thiết bị con lắc cầu. Bộ khởi động nitinol vận hành khoảng 20.000 chu kỳ/ngày trong nhiều năm.

Các vòng dây nitinol có thể được sử dụng để tạo ra chuyển động quay. Hình 4.5 minh họa động cơ nhiệt đơn giản. Vòng dây nitinol được dẫn hướng bằng đường rãnh trong từng bánh xe. Bánh xe nhỏ được làm



Hình 4.4. Con lắc cầu.



Hình 4.5. Động cơ nhiệt.

bằng hợp kim đồng để có tính dẫn nhiệt tốt. Khi đặt bánh xe nhỏ vào nước nóng, các bánh xe bắt đầu quay. Loại động cơ nhiệt này cũng có thể sử dụng năng lượng mặt trời, bằng cách dùng kính lúp 3" hội tụ ánh sáng mặt trời lên bánh xe bằng hợp kim đồng để động cơ hoạt động.

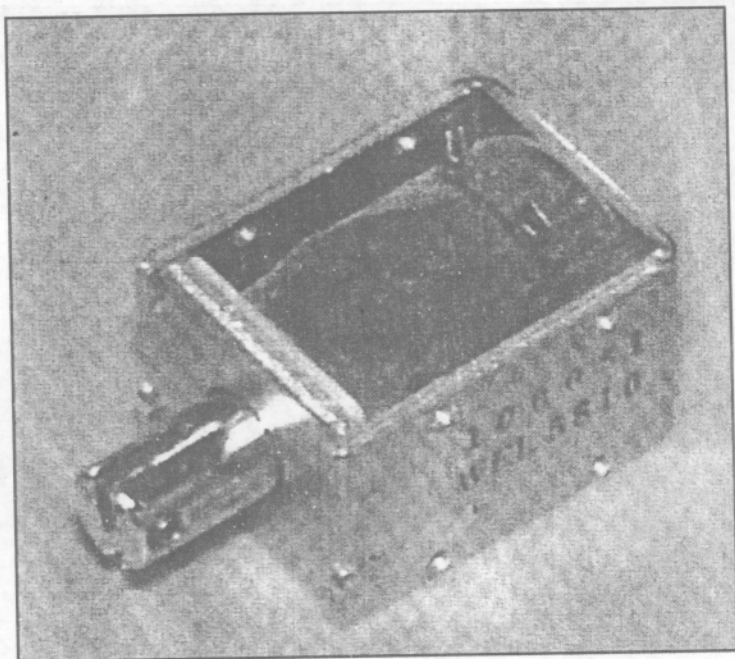
Nitinol còn có thể được sử dụng để đóng các công tắc kiểu nút bấm cơ khí, như bộ khởi động trong các van khí trọng lượng nhẹ, và trong nhiều ứng dụng chuyển động tuyến tính khác.

Solenoid

Solenoid là các thiết bị cơ điện tử. Solenoid thông dụng gồm cuộn dây bao quanh lõi kim loại. Khi được cung cấp năng lượng, cuộn dây tạo ra từ trường kéo hoặc đẩy lõi kim loại chuyển động (Hình 4.6). Lõi kim loại được nối cơ học với thiết bị của robot cần chuyển động.

Solenoid quay

Solenoid quay là biến thể của solenoid tiêu chuẩn (Hình 4.7). Thay



Hình 4.6. Solenoid

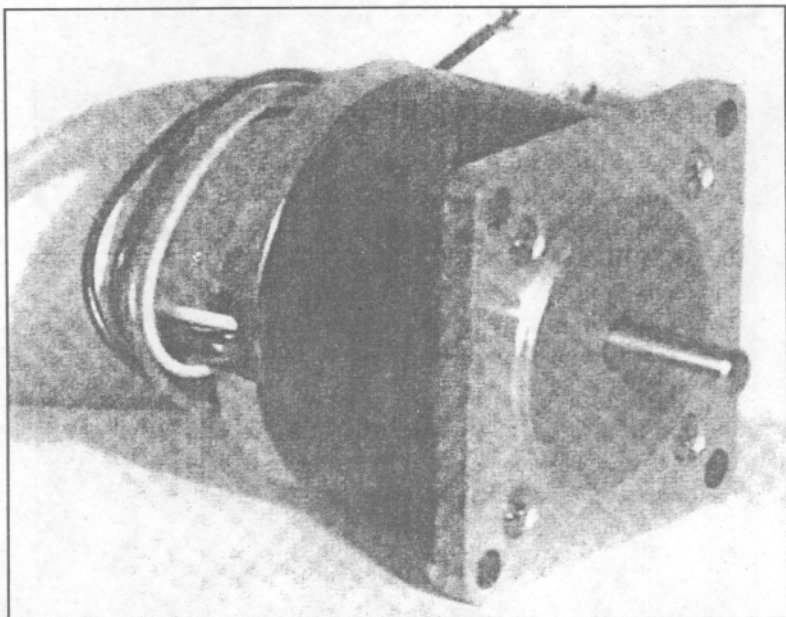


Hình 4.7. Solenoid quay

vì tạo ra chuyển động tịnh tiến, solenoid này sinh ra chuyển động quay. Solenoid quay được dùng để chế tạo con cá máy (xem Chương 13).

Động cơ bước

Các động cơ bước có thể được sử dụng để tạo lực kéo, chuyển động, định hướng, và điều khiển vị trí. Các động cơ này được sử dụng dưới dạng thành phần tích hợp trong nhiều ứng dụng được điều khiển bằng



Hình 4.8A. Động cơ bước.

máy tính trong công nghiệp và thương mại, kể cả trong ổ đĩa máy tính cá nhân (PC) và trong máy in.

Các động cơ bước có tính chất đặc trưng, có thể được điều khiển bằng mạch digital. Chúng có thể quay trực theo góc chính xác, vì vậy, động cơ bước là lý tưởng để định vị theo góc hoặc tuyến tính. Do được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, động cơ bước có nhiều hình dáng, kích cỡ, và đặc tính kỹ thuật (Hình 4.8A).

Khi cấp công suất cho động cơ điện tiêu chuẩn, rotor bắt đầu quay nhẹ nhàng. Tốc độ và vị trí rotor là hàm của điện áp, tải trên động cơ, và thời gian. Hầu như không thể định vị chính xác loại rotor này.

Trong khi đó, động cơ bước chạy theo chuỗi thứ tự các xung điện truyền đến các cuộn dây của động cơ. Mỗi xung đến cuộn dây làm rotor quay chính xác theo góc cho trước. Các chuyển động tăng dần của rotor được gọi là các bước, nên loại động cơ này có tên là động cơ bước.

Không phải mọi động cơ bước đều quay trực (rotor) theo góc bằng nhau trên mỗi bước. Chúng được chế tạo với góc quay khác nhau trên mỗi bước (hoặc xung). Góc tối ưu trên mỗi bước tùy thuộc vào ứng dụng. Góc quay của mỗi bước được ghi rõ trên bảng thông số kỹ thuật của động

cơ bước. Bạn có thể gặp nhiều loại động cơ bước, có góc quay trên mỗi bước thay đổi từ dưới một độ (ví dụ, 0.72 độ) đến nhiều độ (22.5 độ).

Mạch điện trong động cơ bước

Hình 4.8B giới thiệu sơ đồ mạch điện truyền động trong động cơ bước. Động cơ bước trong mạch này là loại đơn cực (sáu-dây). IC U1 là đồng hồ định giờ 555 được cài đặt theo chế độ không cân bằng để xuất các xung định giờ sóng vuông trên chân 3. U2 là vi mạch UCN 5804 điều khiển động cơ bước. Các xung định giờ dẫn đến chân 11 của UCN 5804 sẽ làm quay động cơ bước. Mỗi xung nhận trên chân 11 làm động cơ quay một bước. Tần số xung định giờ càng lớn, động cơ bước quay càng nhanh.

Trong mạch điện trên Hình 4.8B, các xung định giờ do đồng hồ định giờ 555 tạo ra. Các xung này có thể được tạo ra bằng nhiều nguồn như bộ vi điều khiển (Chương 6) hoặc neuron quang điện trở (Chương 5). Công tắc SW1 điều khiển nhanh/chậm. SW2 điều khiển chiều quay của động cơ bước.

Các động cơ bước có thể được đặt ở bộ robot (Chương 10).

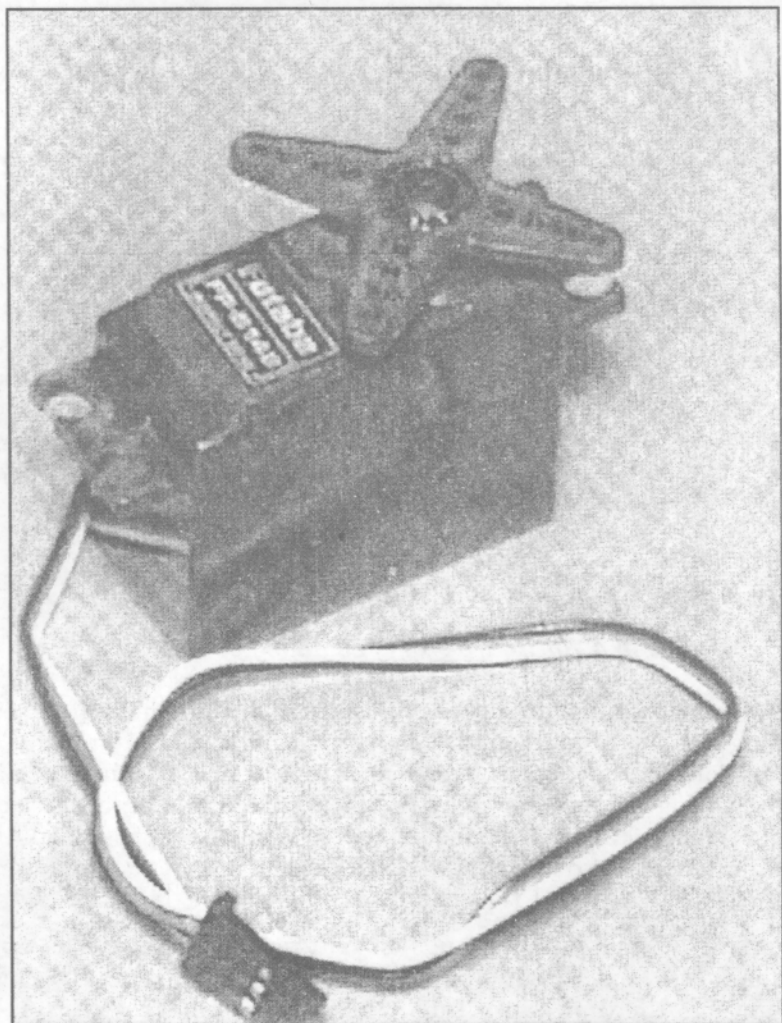
Động cơ trợ động

Động cơ trợ động được nối vào động cơ DC với mạch hồi tiếp điều khiển vị trí. Động cơ trợ động giải trí được sử dụng phổ biến để điều khiển vị trí đối với các mô hình điều khiển bằng sóng radio (R/C). Trục của động cơ có thể quay hoặc định vị theo góc tối thiểu là 90° .

Do tính phổ biến của chúng trên thị trường giải trí, các động cơ trợ động có nhiều kích cỡ (Hình 4.9). Các động cơ trợ động công nghiệp công suất lớn, nhưng quá đắt đối với hầu hết các ứng dụng giải trí. Trong sách này chỉ trình bày các động cơ trợ động giải trí để kiểm và không đắt.

Động cơ trợ động có ba dây dẫn. Một dây công suất, 4 đến 6V, một dây mát, dây thứ ba truyền tín hiệu điều khiển vị trí đến động cơ. Tín hiệu điều khiển là xung chiều rộng biến thiên trong khoảng 1.0–2.0 ms (phần ngàn giây). Xung trung hòa, định vị trung gian là xung 1.5 ms. Xung này được gởi đến động cơ 50 lần trong một giây (cách đều khoảng 20 ms), và làm trục động cơ quay đến vị trí giữa $\pm 45^\circ$.

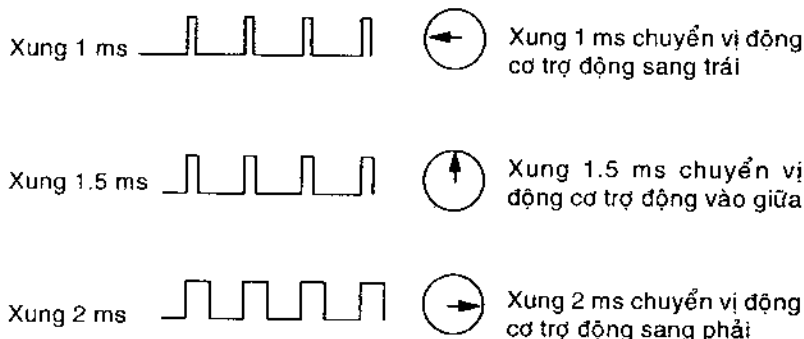
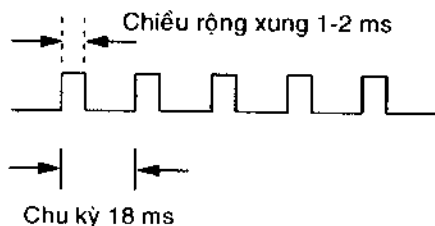
Chuyển động quay của trục động cơ trợ động được giới hạn trong khoảng 90° ($\pm 45^\circ$ tính từ vị trí giữa). Xung 1-ms sẽ quay trục hoàn toàn về bên trái (Hình 4.10), còn xung 2-ms quay trục về bên phải. Bạn có thể quay trục động cơ trợ động đến vị trí góc bất kỳ trong khoảng $\pm 45^\circ$, bằng cách thay đổi chiều rộng xung giữa 1 và 2 ms.



Hình 4.9. Động cơ trợ động.

Việc cung cấp tín hiệu xung không phức tạp như bạn có thể nghĩ. Bộ vi điều khiển 16F84 PIC (Chương 7) chỉ sử dụng vài đường truyền mã điều khiển động cơ trợ động. PIC có thể điều khiển đồng thời đến tám động cơ trợ động. Phương pháp thứ hai là tận dụng hệ thống điều khiển động cơ trợ động được sử dụng trong các hệ thống R/C, hoặc thiết kế mạch điện riêng của bạn.

Việc chế tạo mạch điện cho động cơ trợ động không khó. Sơ đồ



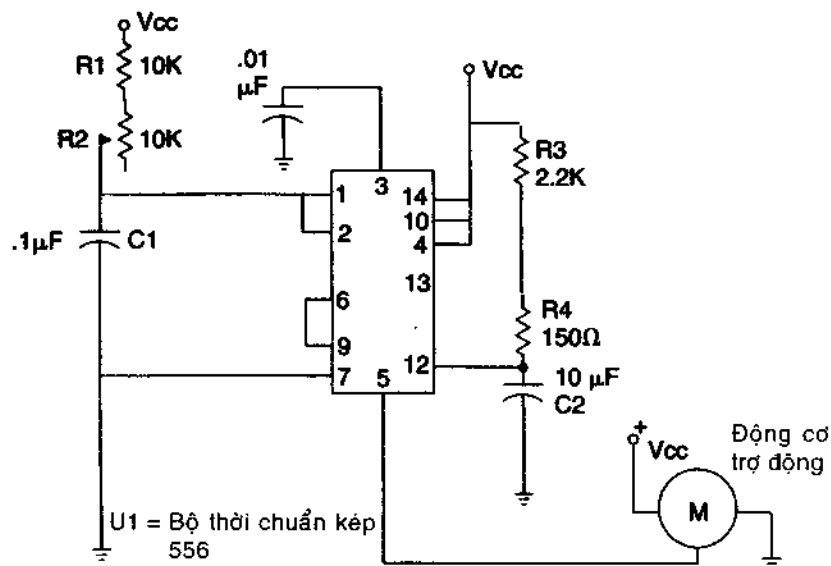
Hình 4.10. Tín hiệu xung của động cơ trở động.

trên Hình 4.11 sử dụng đồng hồ định giờ kép 556 để điều khiển động cơ trở động. Bộ 556 có hai đồng hồ định giờ độc lập. Để thấy rõ chức năng của hai đồng hồ này, bạn hãy xem Hình 4.12. Mạch trên hình này sử dụng hai đồng hồ định giờ riêng rẽ 555. Một đồng hồ định giờ được cài đặt theo chế độ không cân bằng để xuất ra sóng vuông 55-Hz với thành phần âm 1-ms. Ngõ ra từ đồng hồ định giờ này nối với đồng hồ định giờ 555 thứ hai được cài đặt theo chế độ cân bằng đơn.

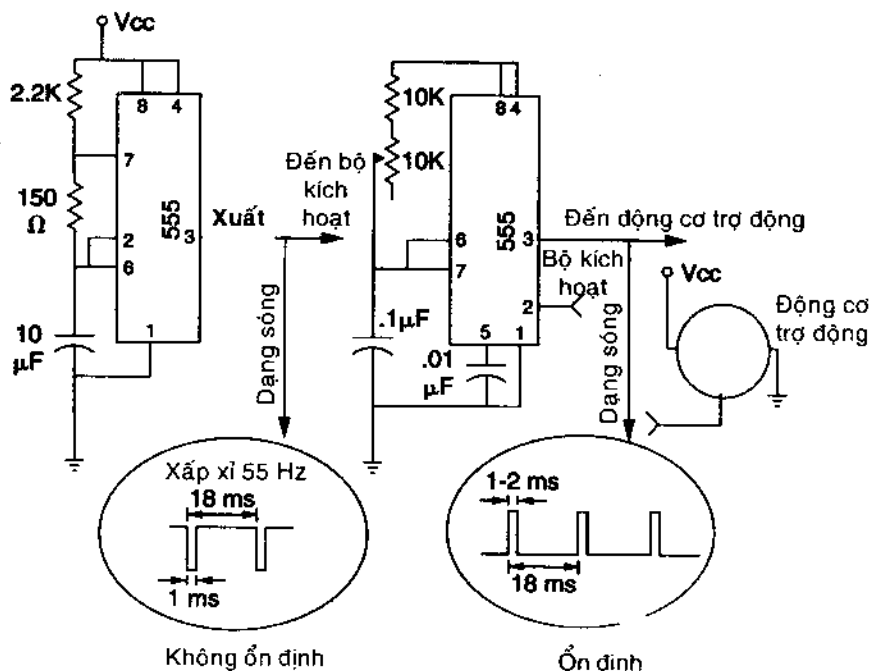
Đồng hồ định giờ cân bằng đơn xuất ra xung dương từ chân 5, mỗi khi nhận được xung âm từ đồng hồ định giờ 1. Xung dương của đồng hồ định giờ 2 có thể thay đổi từ 1 đến 2 ms sử dụng chiết áp kế 10 K-ohm. Có thể bạn cần phải điều chỉnh giá trị điện trở của R1 và R2 trên Hình 4.11, tùy theo động cơ trở động đang sử dụng. Bạn hãy cẩn thận đừng để động cơ trở động bị dừng lại (do trở lực trong động cơ).

Khi làm việc với động cơ trở động, để trục động cơ đạt được chuyển động quay đầy đủ, bạn cần dùng các xung ngắn hơn 1 ms và lớn hơn 2 ms.

Khi đã có kinh nghiệm sử dụng động cơ trở động, bạn có thể chạy với các chiều rộng xung ngoài tiêu chuẩn (các xung ngắn hơn và dài hơn) để đạt được chuyển động quay của trục lớn hơn (180°). Các xung có chiều rộng tiêu chuẩn đôi khi không quay trục đến điểm dừng mong muốn.



Hình 4.11. Mạch điện 556 của động cơ trợ động.



Hình 4.12. Mạch 555 của động cơ trợ động.

Tuy nhiên, trước khi thực hiện điều này bạn cần hiểu nếu tín hiệu xung ở ngoài khoảng góc quay của trục động cơ, động cơ tự động sẽ cố gắng quay trục đến vị trí mà xung có chiều rộng ngoài tiêu chuẩn yêu cầu.

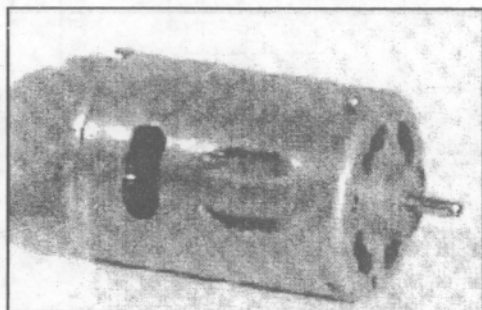
Ví dụ, giả sử bạn có động cơ tự động và bạn đang cấp xung 2.8-ms để quay trục động cơ hoàn toàn sang bên phải. Bạn thành công với điều kiện trục có thể quay đến vị trí đó. Nhưng giả sử động cơ tự động khác đạt được góc quay phải cực đại với xung 2.5-ms. Nếu bạn bắt đầu gửi xung có chiều rộng 2.8-ms, nghĩa là bạn đang yêu cầu động cơ này quay vượt quá chuẩn định trước. Bởi vì động cơ tự động phải vượt qua chuẩn bên trong động cơ, dòng điện tăng lên, sự mài mòn ở hệ thống bánh răng tăng, và động cơ có thể bị cháy.

Vấn đề này thường xảy ra khi thay đổi động cơ tự động mà không điều chỉnh chiều rộng xung. Về nguyên tắc, nếu sử dụng xung vượt ra ngoài khoảng 1-2 ms được đề nghị, bạn cần kiểm tra để bảo đảm động cơ hoạt động theo đúng yêu cầu.

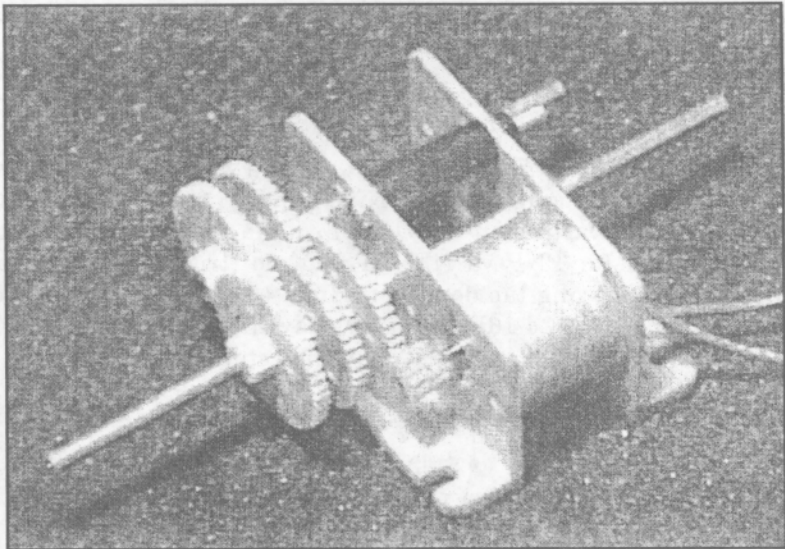
Động cơ tự động được dùng để chế tạo robot đi bộ (Chương 11). Robot đi bộ sử dụng bộ vi điều khiển PIC để điều khiển các động cơ tự động. Các bộ vi điều khiển PIC và ứng dụng động cơ tự động sẽ được trình bày trong Chương 6.

Động cơ DC

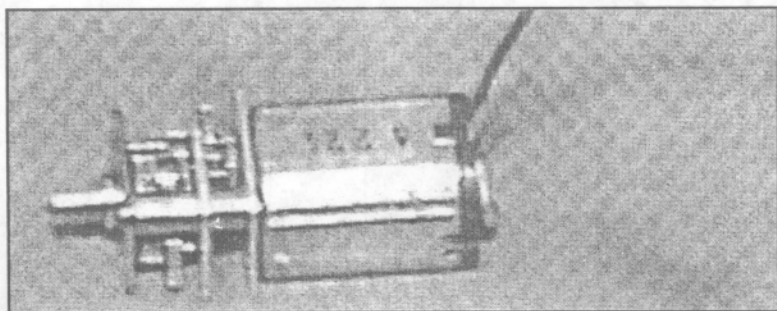
Động cơ DC có thể được dùng trong hệ thống truyền động (Hình 4.13). Đặc tính kỹ thuật của hầu hết động cơ DC là tốc độ quay (vòng/phút) cao và moment ngẫu lực thấp. Trong khi các robot lại cần tốc độ quay chậm và moment cao. Do đó, hộp số có thể được lắp kèm động cơ để tăng moment và giảm tốc độ quay (Hình 4.14). Hộp số thường ghi rõ tỷ số truyền (tỷ số giữa tốc độ quay trước và sau hộp số). Ví dụ, động cơ DC



Hình 4.13. Động cơ DC.



Hình 4.14. Động cơ DC với hộp số.



Hình 4.15. Động cơ DC với đầu hộp số.

có tốc độ quay 8000 v/ph được nối với hộp số 1000:1. Tốc độ quay ở đầu ra của hộp số là $8000 \text{ v/ph} : 1000 = 8 \text{ v/ph}$. Moment của động cơ tăng, và bạn có thể ước đoán lượng moment tăng bằng giá trị giảm tốc độ quay. Trong thực tế, không có sự chuyển đổi với hiệu suất 100% mà luôn luôn có sự tổn thất công suất.

Một số động cơ DC được thiết kế có gắn sẵn hộp số (Hình 4.15).

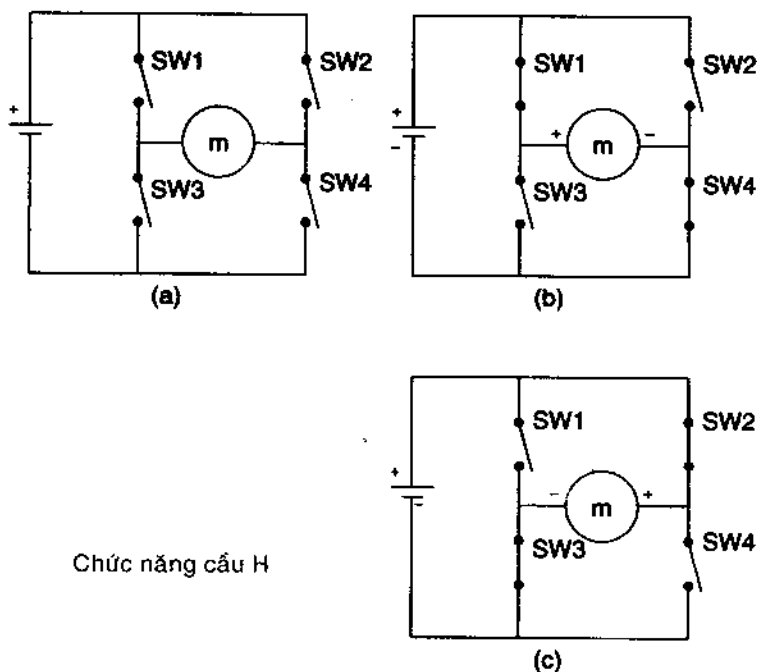
Động cơ DC cầu H

Khi chế tạo robot, bạn có thể điều khiển (đóng/ngắt) động cơ DC

thông qua mạch điện đơn giản hoặc tín hiệu digital; ngoài ra bạn cần có khả năng đảo chiều động cơ. Cầu H có thể đáp ứng những yêu cầu này.

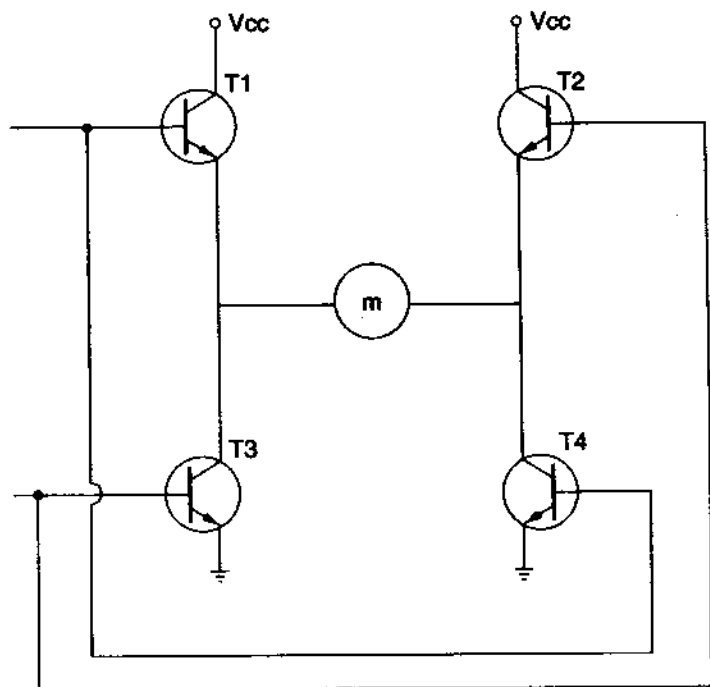
Thuật ngữ “động cơ DC” dùng để chỉ động cơ DC độc lập, động cơ được nối với hộp số và các động cơ có đầu hộp số.

Cầu-H gồm bốn transistor. [Một số nhà chế tạo robot sử dụng transistor hiệu ứng trường bán dẫn oxide kim loại (MOSFET). Có người sử dụng transistor Darlington NPN]. Một số nhà thiết kế cầu-H sử dụng tổ hợp các transistor PNP và NPN. Trong mọi trường hợp, transistor hoạt động tương tự công tắc đơn giản (Hình 4.16A). Khi đóng các công tắc SW1 và SW4 (Hình 4.16B), động cơ quay theo một chiều. Khi đóng các công tắc SW2 và SW3, động cơ quay theo chiều ngược lại.



Hình 4.16 Cầu-H sử dụng các công tắc.

Bằng cách sử dụng các công tắc thích hợp, bạn có thể đảo chiều dòng điện đến động cơ để đảo chiều quay của trục động cơ. Hình 4.17 là mạch điện cầu-H sử dụng transistor. Mạch điện cầu-H nêu trong Chương 5 được sử dụng trên robot kiểm tra cảm biến.

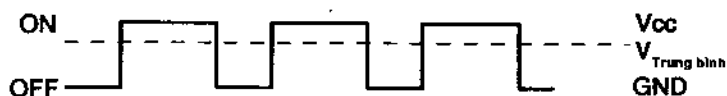
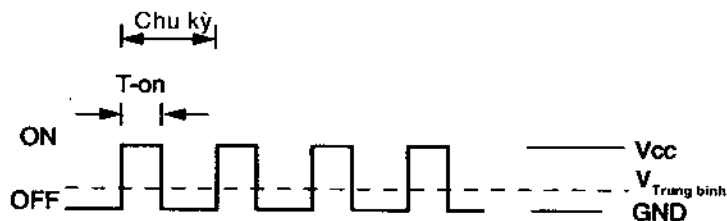


Hình 4.17. Cầu-H sử dụng các transistor.

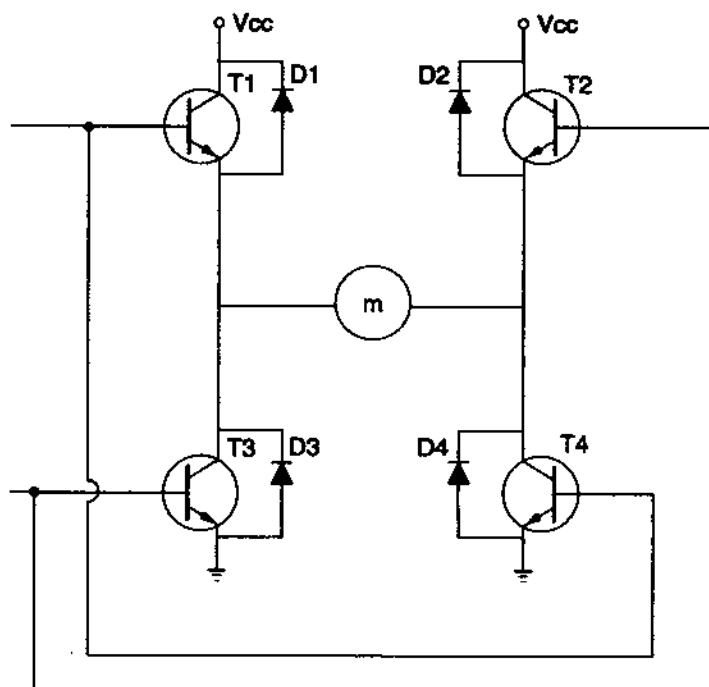
Điều biến chiều rộng xung

Cầu-H điều khiển chức năng đóng – ngắt và chiều quay của động cơ DC. Bạn có thể tăng chức năng của cầu-H bằng cách sử dụng điều biến chiều rộng xung (PWM) để điều khiển tốc độ động cơ. Tín hiệu PWM được minh họa trên Hình 4.18. Khi tín hiệu PWM cao, động cơ hoạt động; thấp, động cơ ngừng. Do tín hiệu này đóng và ngắt động cơ rất nhanh, điện áp cung cấp cho động cơ trở thành giá trị trung bình giữa thời gian hoạt động và chu kỳ (T-chạy/T-chu kỳ). Thời gian động cơ hoạt động càng lớn, điện áp trung bình càng cao. Điện áp trung bình (VDC trạng thái ổn định) luôn luôn nhỏ hơn điện áp được cung cấp (VCC). PWM chuyên dùng để điều khiển tốc độ động cơ.

Các động cơ là tải cảm ứng. Khi dòng điện được đóng và ngắt, điện áp chuyển tiếp phát sinh trong các cuộn dây (động cơ) có thể phá hủy các linh kiện bán dẫn trong cầu-H. Bạn có thể điều khiển điện áp chuyển tiếp bằng cách mắc diode chặn qua từng transistor (Hình 4.19).



Hình 4.18. Điều biến chiều rộng xung cho mạch cầu-H



Hình 4.19. Cầu-H sử dụng transistor có diode bảo vệ.

Diode chặn làm giảm điện áp chuyển tiếp bằng cách tạo ra đường dẫn điện áp trực tiếp đến mát cho điện áp này, nhằm bảo vệ linh kiện bán dẫn. Diode chặn thường có định mức đủ để xử lý dòng điện thông thường trong động cơ.

Thiết bị cảm biến

Các thiết bị cảm biến trong robot mô phỏng các giác quan sinh học như thính giác, thị giác, xúc giác, khứu giác, và vị giác. Sự thăng bằng và định vị cơ thể bắt nguồn từ tai trong, đôi khi được coi là giác quan thứ sáu. Các giác quan sinh học dựa trên hệ thần kinh, còn các giác quan robot dựa trên dòng điện. Có quan điểm cho rằng cả hai loại giác quan này đều dựa vào dòng điện, với minh chứng các dây thần kinh và tín hiệu đều thông qua tín hiệu điện hóa. Tuy nhiên, các bộ cảm biến thần kinh có chức năng khác với cảm biến dựa trên dòng điện.

Tai người là ví dụ về bộ cảm biến thần kinh, và không phải là một công cụ tuyến tính. Sự đáp ứng của tai người đối với âm thanh là theo hàm log; do đó, khi âm lượng tăng gấp đôi, tai người nhận được âm thanh có cường độ gấp mười lần. Trái lại, bộ cảm biến âm thanh thông thường, chẳng hạn microphone, là hàm tuyến tính của cường độ âm thanh. Vì vậy, khi cường độ âm thanh tăng mười lần, cường độ âm thanh máy tính (bộ vi điều khiển hoặc mạch điện tử) nhận được cũng tăng mười lần.

Các bộ cảm biến phát hiện và/hoặc đo một đại lượng trong môi trường chung quanh và có thể sản sinh tín hiệu điện theo tỷ lệ. Sau đó, thông tin tín hiệu được đọc hoặc diễn dịch bằng thiết bị xử lý trung tâm (CPU) hoặc mạng neuron trên robot. Mặc dù có thể phân loại các thiết bị cảm biến tương tự các giác quan của con người, nhưng trong thực tiễn, chúng thường được phân chia theo loại năng lượng mà bộ cảm biến đáp ứng, chẳng hạn ánh sáng, âm thanh, hoặc nhiệt. Khi được kết hợp vào robot, các bộ cảm biến sẽ phụ thuộc vào môi trường vận hành và ứng dụng cụ thể.

Chuẩn hóa tín hiệu

Khi chọn bộ cảm biến để dùng cho robot, bạn phải xác định cách robot đọc tín hiệu cảm biến. Nhiều bộ cảm biến thuộc loại điện trở, nghĩa là điện trở của bộ cảm biến thay đổi tỷ lệ với năng lượng được phát hiện. Khi được bố trí trong mạng của thiết bị phân chia điện áp đơn giản, bộ cảm biến sẽ xuất tín hiệu điện có biên độ thay đổi tỷ lệ với năng lượng cảm biến.

Khi cần biết cường độ năng lượng thực tế (analog), robot phải có bộ chuyển đổi analog – digital (A/D). Bộ chuyển đổi này có thể đo tín hiệu điện và xuất số nhị phân tương đương.

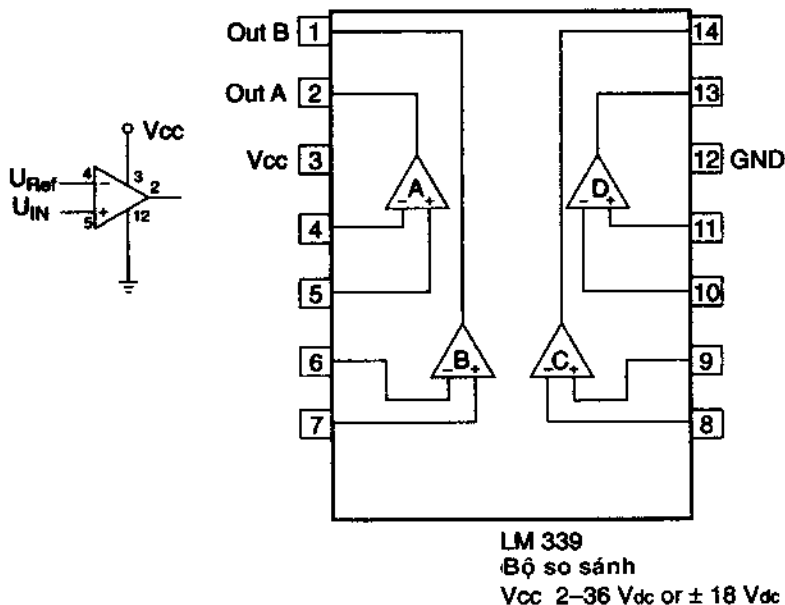
Bộ chuyển đổi A/D cần có bộ vi điều khiển hoặc mạch digital để hoạt động chính xác và ngoại suy dữ liệu. Trong nhiều trường hợp, bộ chuyển đổi A/D không cần đọc các tín hiệu cảm biến. Bạn có thể sử dụng bộ so sánh, thay cho bộ chuyển đổi.

Bộ so sánh sẽ so sánh hai điện áp. Một là điện áp qui chiếu do nhà thiết kế cài đặt. Điện áp thứ hai được lấy từ bộ cảm biến (thông qua bộ chia điện áp). Bộ so sánh có thể đưa ra một trong hai tín hiệu: cao hoặc thấp. Tín hiệu cao là +5V và tín hiệu thấp là 0V.

Tín hiệu xuất từ bộ so sánh phụ thuộc vào biên độ của hai điện áp trên hai đường dẫn vào bộ so sánh. Có ba lựa chọn khả dĩ. Tín hiệu cảm biến nhỏ hơn điện áp qui chiếu, bằng điện áp qui chiếu, hoặc lớn hơn điện áp qui chiếu.

Ví dụ về bộ so sánh

Cách tốt nhất để nghiên cứu các bộ so sánh là khảo sát sơ đồ điện của bộ so sánh. Điều đầu tiên làm bạn chú ý trên Hình 5.1 là bộ so sánh



Hình 5.1. Bộ so sánh và mạch IC của bộ so sánh LM 339.

tương tự bộ khuếch đại thuật toán (op-amp). Thật vậy, bộ so sánh là op-amp chuyên dùng. Ví dụ thứ nhất là bộ so sánh LM339. Mạch tích hợp này có bốn bộ so sánh đặt chung trong hộp 14-chân. Tương tự các op-amp, bộ so sánh có ngõ vào đảo và thuận. Trong mạch này, điện áp qui chiếu được đặt trên ngõ vào đảo (-).

Bộ chia điện áp

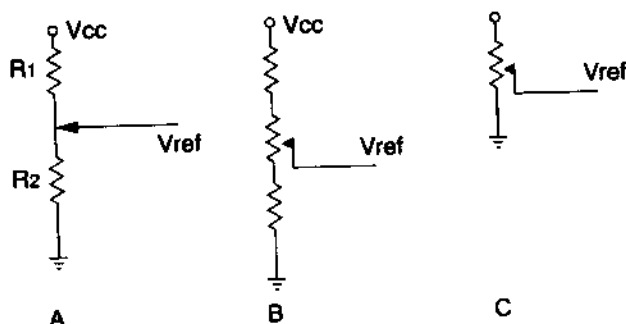
Bộ chia điện áp là thiết bị đơn giản nhưng quan trọng. Khi dùng bộ chia điện áp, bạn có thể nối kết hầu hết các bộ cảm biến kiểu điện trở với bộ so sánh. Điện áp qui chiếu V_{ref} được lấy từ bộ chia điện áp gồm hai điện trở 10K-ohm (Hình 5.2A). V_{ref} trong trường hợp này bằng nửa điện áp cung cấp (V_{cc}), 5V hoặc 2.5V (Bảng 5.1). Bạn có thể tạo ra điện áp V_{ref} mong muốn với giá trị bất kỳ giữa mát và V_{cc} bằng cách điều chỉnh hai giá trị điện trở của bộ chia điện áp.

$$V_{ref} = V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Trong đó, $V_{cc} = 5V$.

Để chế tạo bộ chia điện áp điều chỉnh được, bạn hãy dùng chiết áp kế được minh họa trên Hình 5.2B và C để sử dụng kiểu V_{ref} trên Hình 5.2A do mạch tương đối đơn giản.

Hình 5.3 minh họa sơ đồ mạch thử nghiệm. Trong sơ đồ này, hai điện trở 1K-ohm và một chiết áp kế 5K-ohm được sử dụng thay cho bộ cảm biến. Bằng cách thay đổi chiết áp kế, bạn có thể điều chỉnh điện áp đến ngõ vào thuận (V_{in}). Ngõ ra của mỗi bộ so sánh là cực góp hơ của transistor NPN. Transistor này có thể tiêu thụ dòng điện lớn hơn dòng điện cần thiết để làm sáng diode phát quang (LED) được sử dụng làm bộ

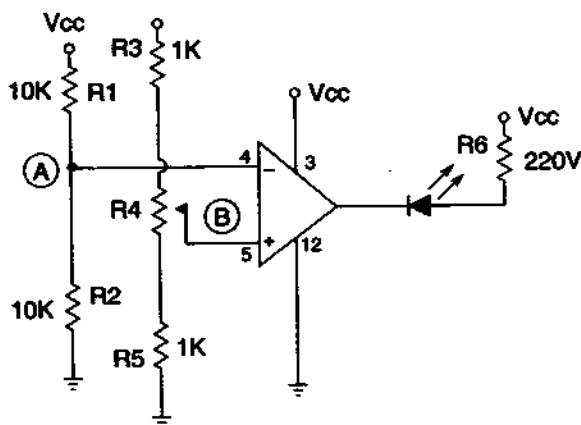


Hình 5.2. Các bộ chia điện áp A, B, và C.

chỉ thị. Ngoài ra, ngõ ra của bộ so sánh có thể được sử dụng như công tắc đơn cực, một chiều (SPST) nối với máy. Đặc tính này sẽ hữu dụng khi cần kích hoạt đồng hồ định giờ 555.

Bảng 5.1. Bộ chia điện áp hai-điện trở

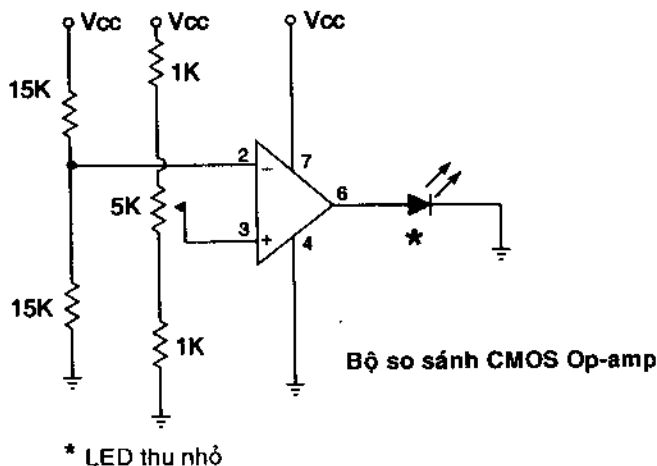
R1	R2	Vref, V
1K	10K	4.5
2.2K	"	4.1
3.3K	"	3.7
4.7K	"	3.4
5.6K	"	3.2
6.8K	"	2.9
10K	"	2.5



$$V_{Ref} = \frac{1}{2} V_{cc}$$

Hình 5.3. Sơ đồ mạch thử nghiệm bộ so sánh op-amp.

Chúng ta sẽ quan sát mạch được cấp nguồn. Khi điện áp vào (V_{in}) thấp hơn điện áp qui chiếu (V_{ref}), điện áp ra là 0V (mất), LED có thiên áp thuận và bật sáng. Nếu bạn điều chỉnh chiết áp để sao cho điện áp vào cao hơn V_{ref} , điện áp ra của bộ so sánh sẽ tăng lên, LED tắt. Bạn có thể kiểm tra sự vận hành của bộ so sánh bằng cách dùng volt kế để đo điện áp ở các điểm A (V_{ref}) và B (V_{in}).



Hình 5.4. Sơ đồ mạch thử nghiệm op-amp so sánh.

Nếu cảm thấy mạch này có vẻ không bình thường và muốn LED bật sáng khi điện áp bộ cảm biến cao hơn điện áp qui chiếu, bạn có thể đảo các dây vào và nối ngõ vào đảo (-) Vin và ngõ vào thuận với Vref. Chức năng của ngõ ra cũng đảo theo.

Khi không muốn dùng quá nhiều bộ so sánh, bạn có thể dùng op-amp CMOS (bán dẫn oxide kim loại bù) được lập cấu hình theo kiểu so sánh. Lý do để chọn op-amp là loại mạch này có thể cung cấp dòng điện đủ để truyền động trực tiếp LED hoặc mạch điện. (Hình 5.4).

Bộ cảm biến ánh sáng (thị giác)

Cảm biến ánh sáng có nhiều loại: quang điện trở, quang điện, diode quang, và transistor quang. Bộ cảm biến ánh sáng có thể được sử dụng để định hướng và dò tìm. Một số robot sử dụng nguồn hồng ngoại và thiết bị dò để định hướng, vòng qua các chướng ngại vật và tránh va vào vách tường. Nguồn hồng ngoại và thiết bị dò được bố trí phía trước robot cùng quay về một hướng. Khi robot gặp chướng ngại vật hoặc vách tường, tia hồng ngoại phản xạ từ bề mặt làm tăng cường độ chùm hồng ngoại dội về robot. CPU của robot sẽ diễn dịch sự gia tăng này từ chướng ngại vật và điều khiển robot tránh chướng ngại vật đó.

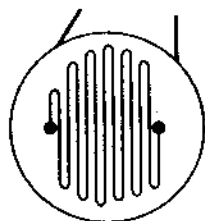
P phía trước các bộ cảm biến ánh sáng có thể bố trí các bộ lọc để hạn chế sự đáp ứng đối với ánh sáng có các bước sóng nào đó và gia tăng đáp ứng đối các bước sóng khác. Ví dụ, bộ lọc được sử dụng trong các robot chống cháy dưới dạng thiết bị phát hiện ngọn lửa. Bộ lọc này sẽ gia tăng

đáp ứng đối với ánh sáng do ngọn lửa phát ra, đồng thời hạn chế đáp ứng đối với ánh sáng phát ra từ các nguồn khác.

Ví dụ thứ hai là sử dụng các gel màu làm bộ lọc để tăng sự đáp ứng màu sắc. Bạn có thể hình dung robot tách hoặc chọn lựa trái cây chín dựa trên màu sắc vỏ trái cây.

Quang điện trở

Các bộ cảm biến CdS (Hình 5.5) hoạt động theo nguyên lý quang điện trở, có thể cảm nhận ánh sáng của môi trường xung quanh. Các khối CdS đáp ứng phổ ánh sáng gần trùng hợp phổ ánh sáng của mắt người (Hình 5.6). Chúng là các bộ cảm biến bán dẫn không có tiếp giáp PN. Khối CdS có điện trở cực đại trong bóng tối hoàn toàn. Khi cường độ ánh sáng tăng, điện trở của khối CdS giảm. Kết quả đo điện trở này sẽ cung cấp cho bạn độ sáng gần đúng của môi trường xung quanh.



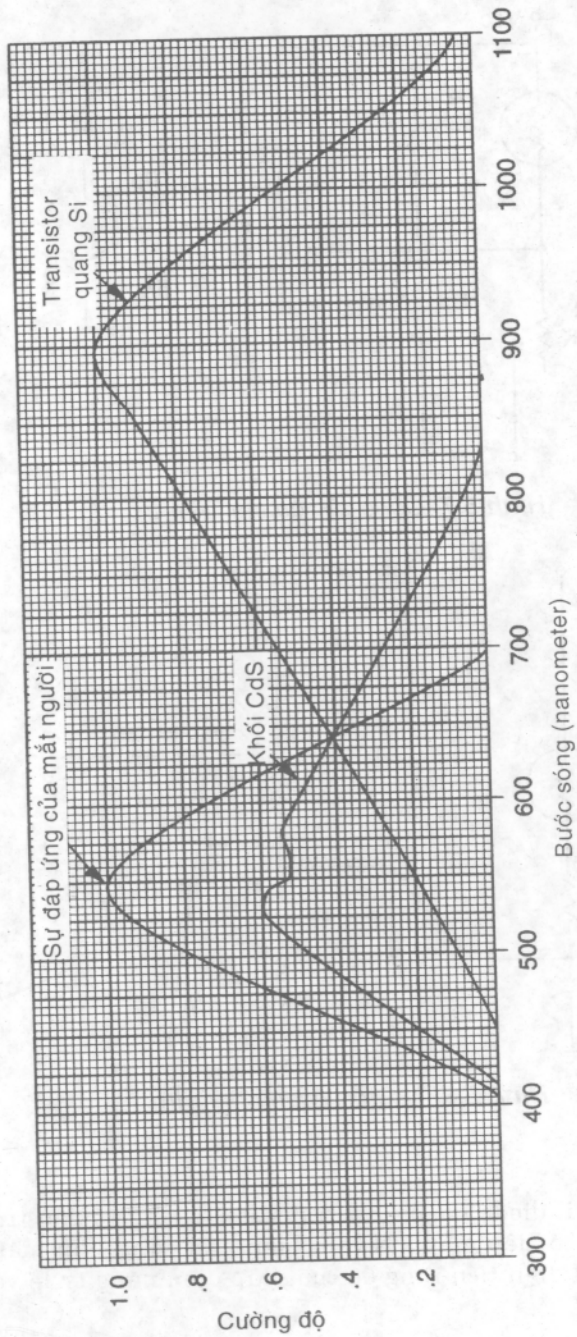
Hình 5.5. Quang điện trở (khối CdS).

Công tắc quang điện trở

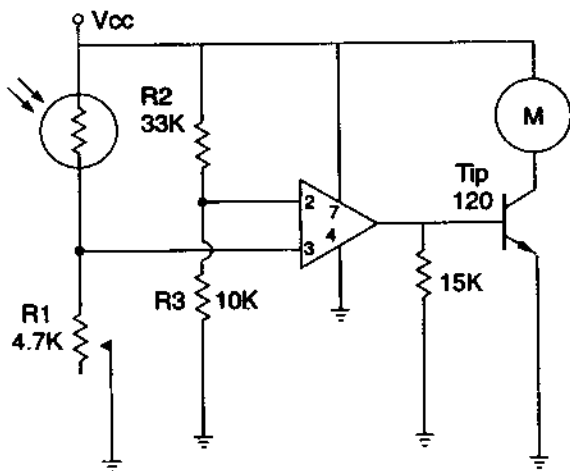
Hình 5.7 minh họa công tắc quang cơ bản. Do khối CdS là một máy biến năng kiểu điện trở, nên bạn có thể lắp khối CdS vào bộ chia điện áp dưới dạng điện trở. Khi cường độ ánh sáng tăng, điện trở của CdS giảm. Điều này làm tăng sự sụt áp trên R1 và biểu thị ở chân 2. Khi điện áp trên chân 2 lớn hơn điện áp chân 3, động cơ khởi động. Ngưỡng này được điều chỉnh bằng cách dùng R1, chiết áp kế 4.7 K-ohm lắp máy tính. Đây là mạch cơ bản được dùng để điều khiển robot được đề cập trong Chương 12.

Neuron quang điện trở

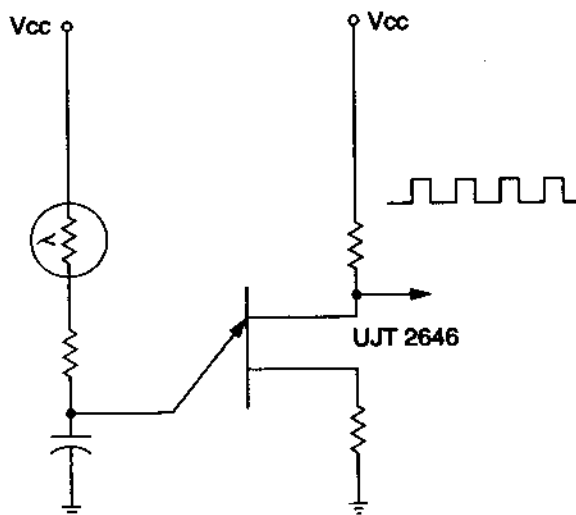
Hình 5.8 minh họa neuron quang. Khi cường độ ánh sáng tăng, tần suất xung trở nên nhanh hơn. Neuron quang có thể cung cấp các xung đồng hồ cho vi mạch điều khiển động cơ bước, chẳng hạn mạch UCN804. Khi ánh sáng tăng, động cơ bước quay nhanh hơn.



Hình 5.6. Biểu đồ phổ minh họa sự đáp ứng của mắt, khối CdS, và transistor quang Si.



Hình 5.7. Công tắc quang điện trở.



Hình 5.8. Neuron quang điện trở.

Quang điện

Pin mặt trời, diode quang, và transistor quang có cấu trúc giống nhau. Chúng đều có tiếp giáp PN cảm biến ánh sáng. Pin mặt trời sử dụng tiếp giáp PN diện tích rộng để cung cấp điện năng tỷ lệ với cường độ ánh sáng.

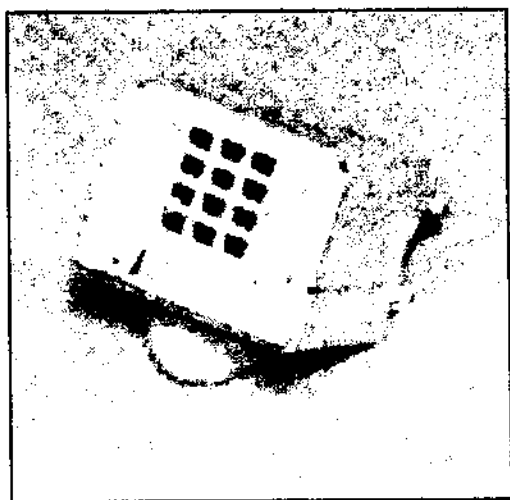
Các diode quang thường có thiên áp ngược trong mạch điện. Khi ánh sáng đập vào tiếp giáp PN của diode, dòng điện lưu thông. Diode quang đáp ứng nhanh hơn so với khối CdS và có thể chuyển thông tin được mã hóa theo ánh sáng.

Transistor quang là transistor cảm biến ánh sáng. Ưu điểm của transistor quang so với diode quang là transistor quang có thể khuếch đại tín hiệu ánh sáng.

Hồng ngoại

Các bộ cảm biến hồng ngoại (IR) phát hiện ánh sáng có tần số thấp [bước sóng 900 nm (nanomet) trở lên]. Chúng có tầm quan trọng đặc biệt vì được sử dụng rộng rãi trong các robot dò tìm, chống va chạm, và truyền thông.

Bộ cảm biến hồng ngoại tương đối khó sử dụng. Các module nhận tia hồng ngoại (Hình 5.9) phối hợp với sự tách sóng điều biến được dùng ở nhiều bộ phân phối điện tử. Ưu điểm của các module này là chỉ phát hiện sự dao động hồng ngoại (IR) ở tần số nhất định [thường khoảng 40 kilohertz (kHz)].



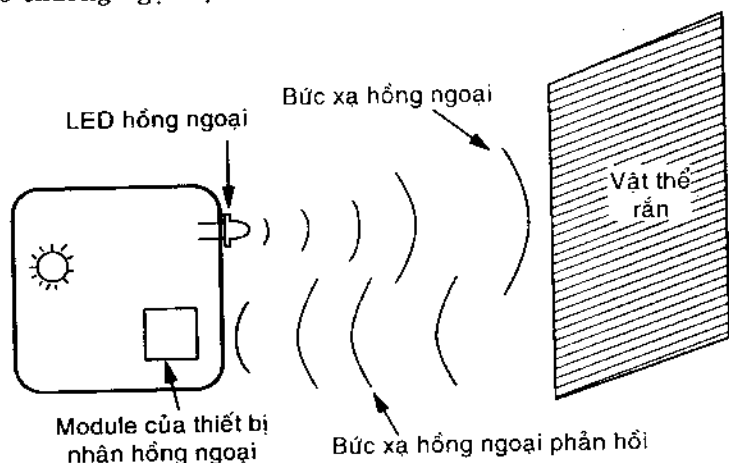
Hình 5.9. Module nhận tia hồng ngoại.

Dạng sóng 40-kHz có thể được điều biến bằng tín hiệu khác (thường có tần số thấp hơn). Module nhận tia hồng ngoại cũng được thiết kế để nhận tín hiệu trên sóng mang 40-kHz. Điều này tạo ra liên kết truyền

thông mạnh. Module nhận tia hồng ngoại chủ yếu chỉ đáp ứng tín hiệu hồng ngoại 40-kHz, cho phép thiết bị nhận “nhìn thấy” chùm hồng ngoại phát ra từ máy phát, loại bỏ các nguồn ánh sáng khác, và tách sóng điều biến trên sóng 40-kHz.

Thiết bị dò chương ngại vật bằng hồng ngoại

Hình 5.10 minh họa đơn giản thiết bị dò chương ngại vật. Khi bộ cảm biến đến gần vật thể rắn, tia hồng ngoại phản xạ về thiết bị nhận tăng lên. Khi biên độ ánh sáng hồng ngoại phản xạ tăng đến giá trị nhất định sẽ kích hoạt mạch so sánh, thông báo cho robot biết phía trước có chương ngại vật.



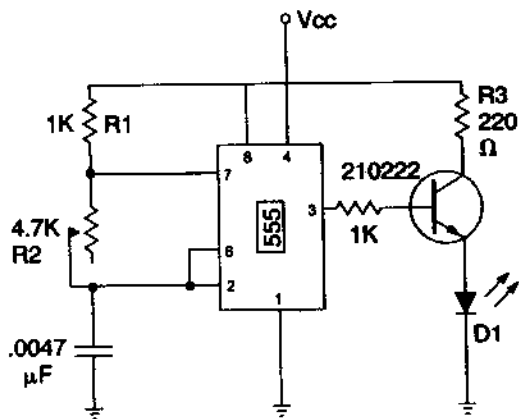
Hình 5.10. Thiết bị dò chương ngại vật bằng hồng ngoại.

Máy phát hồng ngoại

Hình 5.11 là sơ đồ máy phát hồng ngoại, sử dụng đồng hồ định giờ 555 được cài đặt theo chế độ không cân bằng. Chiết áp kế R1 được dùng để điều chỉnh ngõ ra tần số. Ngõ ra của đồng hồ định giờ (chân 3) được nối với transistor 2N2222 NPN. Cực phát của transistor này có gắn LED hồng ngoại. Khi đóng mạch điện, bạn sẽ không thấy ánh sáng phát ra từ LED, vì mắt người không nhìn thấy ánh sáng hồng ngoại. Do sử dụng máy phát này trong thiết bị dò chương ngại vật đơn giản, nên không cần điều biến tín hiệu 40-kHz.

Thiết bị nhận hồng ngoại

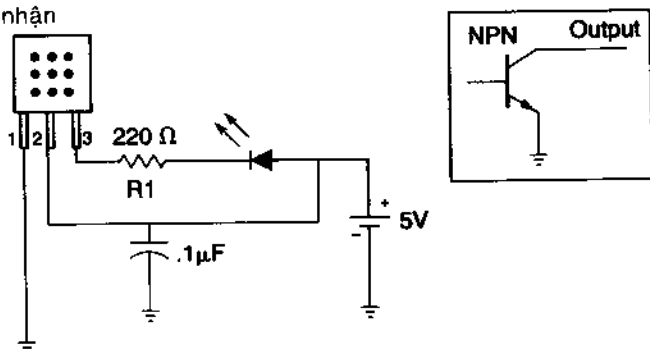
Hình 5.12 là sơ đồ thiết bị nhận hồng ngoại. Module nhận là Everhte IRM-8420. Tần số giữa là 37.9 kHz với chiều rộng dải 3 kHz (± 1.5 kHz). Tín hiệu ra là mức thấp hoạt động. Nghĩa là, khi module



Hình 5.11. Sơ đồ máy phát hồng ngoại.

Module thiết bị nhận

1. GND
2. Vcc
3. Ngõ ra



Hình 5.12. Sơ đồ thiết bị nhận hồng ngoại.

nhận dò được tín hiệu, tín hiệu ra sụt đến zero. Tín hiệu ra này tương đương với cực góp của transistor NPN hở (phần đóng khung trên Hình 5.12), và có thể tiêu thụ dòng điện đủ để bật sáng LED. Trong mạch thử nghiệm này, LED sẽ sáng khi module này nhận tín hiệu.

Tinh chỉnh máy phát. Bạn hãy lắp đặt diode hồng ngoại và module nhận nối tiếp nhau, cùng quay về một hướng. LED phải được bọc kín hoàn toàn trong loại ống chỉ cho phép tia hồng ngoại phát ra từ phía trước LED. Nếu không, cách bố trí này không sử dụng được. Chú ý, một số vật liệu chất dẻo có khả năng ngăn cản ánh sáng thấy được, nhưng trong suốt đối với tia hồng ngoại.

Bạn hãy đặt một miếng bìa màu trắng khoảng 3" phía trước máy phát và thiết bị nhận. Đóng mạch điện. Điều chỉnh R1 cho đến khi LED

của thiết bị nhận bật sáng. Sau đó, gỡ miếng bìa trắng ra. LED của thiết bị nhận phải tắt. Nếu không, LED hồng ngoại trên máy phát có thể bị löt ánh sáng qua mép và tác động lên thiết bị nhận.

Khi cùm thiết bị này hoạt động chính xác, bạn có thể tinh chỉnh mạch điện để dò tìm các vật thể xa hơn. Di chuyển miếng bìa trắng về phía máy phát và thiết bị nhận cho đến khi vừa đủ để bật sáng LED. Điều chỉnh chiết áp kế (một cách nhẹ nhàng) trên máy phát sao cho LED bật sáng hoàn toàn. Chú ý, có thể bất lợi nếu robot dò tìm các vật thể và/hoặc chướng ngại vật ở cự ly quá xa.

Truyền thông IR/hệ thống điều khiển từ xa

Nhiều tác giả đã trình bày cặn kẽ cách sử dụng máy phát IR (hồng ngoại) trong thiết bị truyền thông và điều khiển từ xa. Nói chung, máy phát IR được điều biến ở tần số nhất định và thiết bị nhận sử dụng mạch tích hợp (IC) vòng khóa pha liên động (PLL). Trong khi hệ thống này hoạt động, cần có sự tương thích và tinh chỉnh từng cặp máy phát – thu.

Các vi mạch tích hợp được thiết kế và chế tạo cho công nghiệp viễn thông đã có mặt trên thị trường. Các vi mạch này có khả năng phát và nhận 16 tín hiệu riêng biệt, không cần tinh chỉnh. Bằng cách ghép vi mạch này với linh kiện IR tiêu chuẩn, bạn có thể tạo ra hệ thống truyền thông/điều khiển từ xa bằng IR.

Đa tần tông kép (DTMF)

Tín hiệu đa tần tông kép (DTMF) được phát triển lần đầu tiên mới cách đây 25 năm, trước khi chính phủ Hoa Kỳ buộc Công ty Bell Telephone giải tán, cho phép công ty này mở rộng sang các thị trường khác. DTMF thường được gọi là quay số kiểu tiếp xúc âm thanh.

Tín hiệu DTMF tiêu chuẩn gồm hai tông âm thanh được tạo ra từ nhóm tám tần số âm thanh khả dụng. Tám tần số âm thanh này được chia thành hai nhóm bằng nhau, nhóm tần số thấp và nhóm tần số cao (Bảng 5.2). Tín hiệu DTMF là tổng đại số của hai tần số âm thanh, mỗi âm thanh lấy từ một nhóm tần số (Hình 5.13 đến 5.15). Nếu thực hiện phép toán, bạn sẽ thấy có $4 \times 4 = 16$ tổ hợp khả dụng.

Bảng 5.2

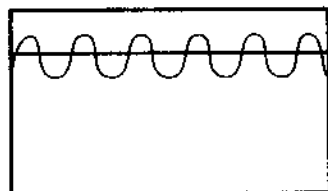
Chân	Hàng hoặc cột	Tần số, Hz
Nhóm tần số thấp		
R1	Hàng 0	697

R2	Hàng 1	770
R3	Hàng 2	852
R4	Hàng 3	941

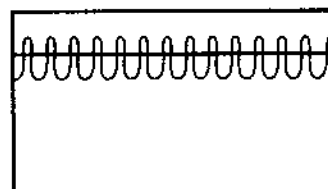
Nhóm tần số cao

C1	Cột 0	1209
C2	Cột 1	1336
C3	Cột 2	1477
C4	Cột 3	1633

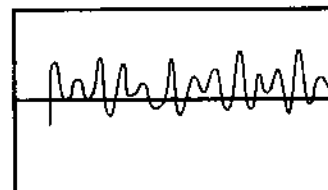
Các tần số thấp (R1 – R4) được xem là nhóm hàng. Các tần số cao (C1 – C4) được xem là nhóm cột.



Hình 5.13. Dạng sóng âm thanh tần số thấp.



Hình 5.14. Dạng sóng âm thanh tần số cao.

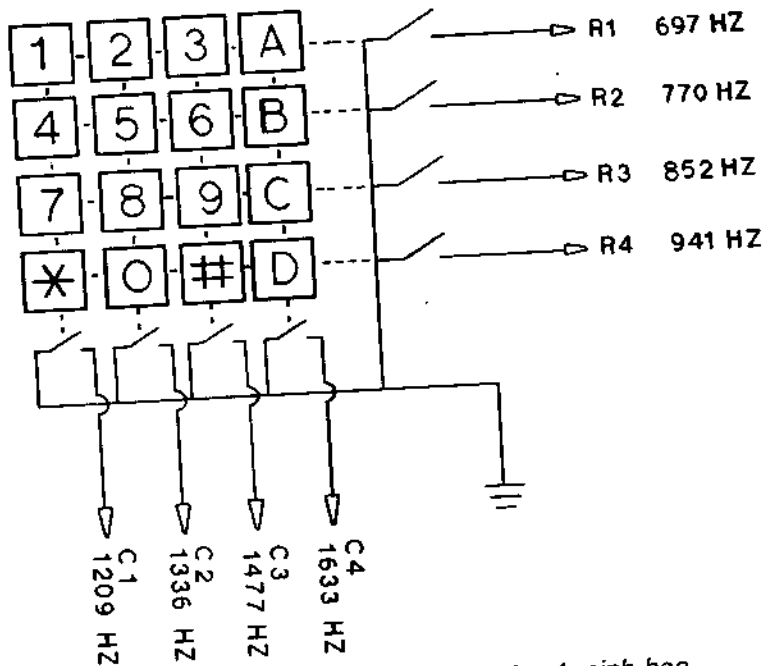


Hình 5.15. Tổng đại số của các tần số cao và thấp (DTMF).

Mã hóa DTMF

Bạn có thể tạo ra tổ hợp các tần số bất kỳ bằng cách dùng ma trận các công tắc hoặc bàn phím 4 x 4 (Hình 5.16). Chú ý, công nghệ này được lấy từ công nghiệp điện thoại và được thiết kế để có hiệu suất tối ưu đối với các đường dây điện thoại chất lượng trung bình.

Các điện thoại tiếp xúc âm thanh tiêu chuẩn sử dụng ma trận bàn phím 3 x 4. Ma trận này cho phép mã hóa tất cả tần số hàng và chỉ ba



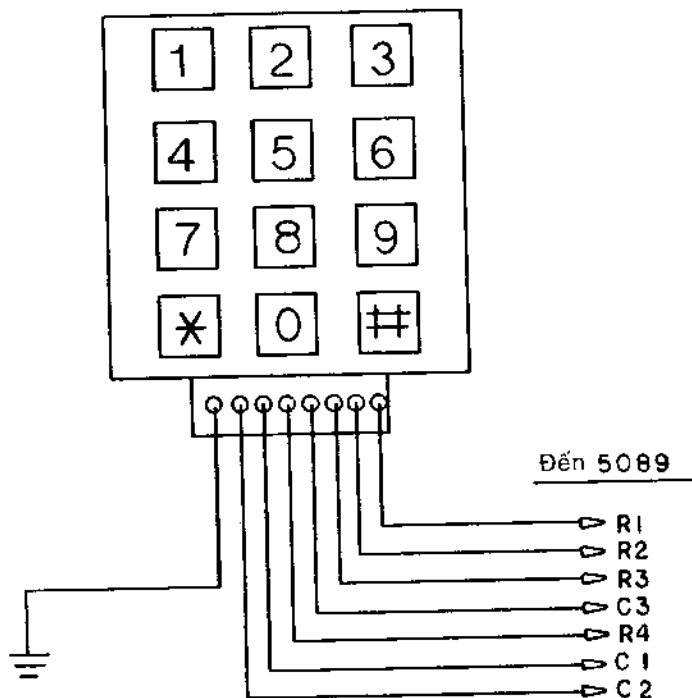
Hình 5.16. Ma trận bàn phím 4 x 4 minh họa các tần số DTMF riêng biệt.

tần số cột (Hình 5.17). Ma trận bàn phím 3 x 4 đã có nhiều và được sử dụng với tất cả các mạch được trình bày trong sách này.

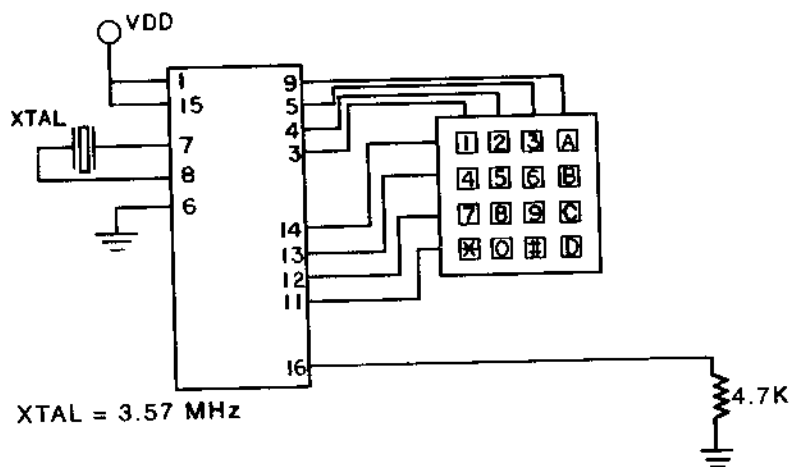
Không phải mọi bàn phím điện thoại đều được chế tạo như nhau; do đó, nhiều bàn phím trên thị trường không tương thích với các mạch này. Ví dụ, vài bàn phím có cách nối dây công tắc nội khác nhau hoặc có các IC độc quyền. Vì vậy, nếu dùng bàn phím khác, bạn hãy nhớ mạch của bạn có thể vận hành không chính xác.

Việc chế tạo bộ mã hóa DTMF tương đối đơn giản (Hình 5.18). Mạch này chỉ cần bàn phím, bộ dao động tinh thể, và IC 5089. Chân xuất của 5089 được minh họa trên Hình 5.19. Nếu sử dụng bàn phím (điện thoại) 3 x 4 tiêu chuẩn, bạn sẽ bị mất bốn mã chức năng DTMF tương ứng với các phím thiếu, vì vậy bạn chỉ có số kênh khả dụng tối đa là 12.

Hình 5.20 là mạch thử nghiệm của bộ mã hóa sử dụng công tắc 8-vị trí. Công tắc này thay cho bàn phím ma trận; bạn có thể kiểm tra sự vận hành của mạch điện bộ mã hóa và mạch điện thiết bị nhận (bộ giải mã). Chú ý, đóng công tắc có nghĩa là nối mát cho chân nối kết với công tắc. Các chân từ R1 đến R4 và C1 đến C4 là mức thấp hoạt động. Các

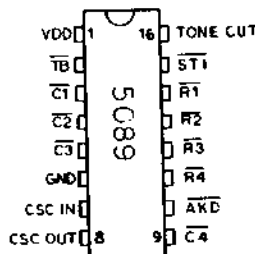


Hình 5.17. Cách nối dây bàn phím điện thoại 3 x 4.



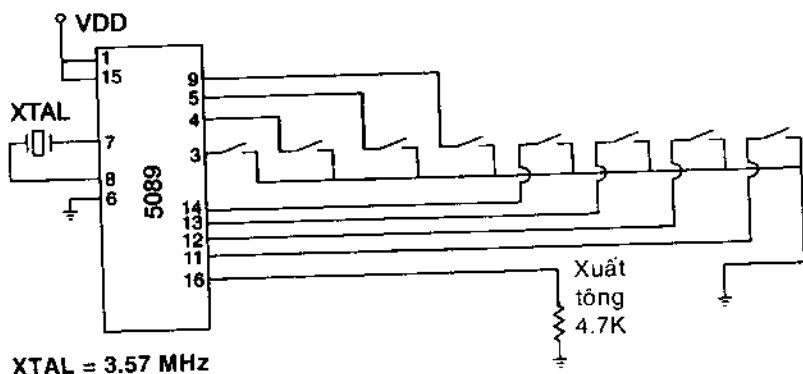
Hình 5.18. Mạch điện mã hóa DTMF sử dụng ma trận bàn phím 3 x 4.

Chân ra của máy phát 5089 DTMF



Chân số	Tên	Chức năng
1	VDD	Cung cấp điện áp +5V
2	*TB	Khử tông
3	*C1	Ngõ vào cột
4	*C2	Ngõ vào cột
5	*C3	Ngõ vào cột
6	Vss	Mất
7	OSC1	Ngõ vào đồng hồ
8	OSC2	Ngõ vào đồng hồ
9	*C4	Ngõ vào cột
10	*AKD	Ngõ ra nhấn phím bất kỳ
11	*R4	Ngõ vào hàng
12	*R3	Ngõ vào hàng
13	*R2	Ngõ vào hàng
14	*R1	Ngõ vào hàng
15	ST1	Ngõ vào chặn tông đơn
16	Tông O/P	Ngõ ra DTMF

Hình 5.19. Chân xuất của IC 5089 trong bộ mã hóa DTMF.



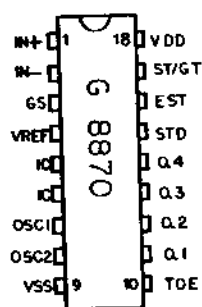
Hình 5.20. Sơ đồ mạch điện bộ mã hóa sử dụng công tắc dip 8-vị trí.

công tắc từ 1 đến 4 được nối với các chân từ R1 đến R4, và các công tắc từ 5 đến 8 nối với các chân C1 đến C4.

IC 5089 cũng có thể tạo ra các tông đơn. Những tông này thường được tạo ra nhằm mục đích kiểm tra. Ví dụ, để tạo ra tông 1336 Hz tương đương với tần số chân C2, bạn hãy nối mất hai chân của hàng bất kỳ và chân C2. Điều này sẽ tạo ra tín hiệu đơn 1336 Hz. Bạn có thể thực hiện như trên với các tần số thuộc hàng bằng cách nối mất hai chân trong cột bất kỳ với chân trong hàng có tần số xác định mà bạn muốn tạo ra.

Giải mã DTMF

Giải mã DTMF hơi phức tạp hơn so với mã hóa. Để đơn giản, bạn nên sử dụng vi mạch IC đơn, trong trường hợp này là G8870 (Hình 5.21).



Chân ra của thiết bị nhận G8870 DTMF

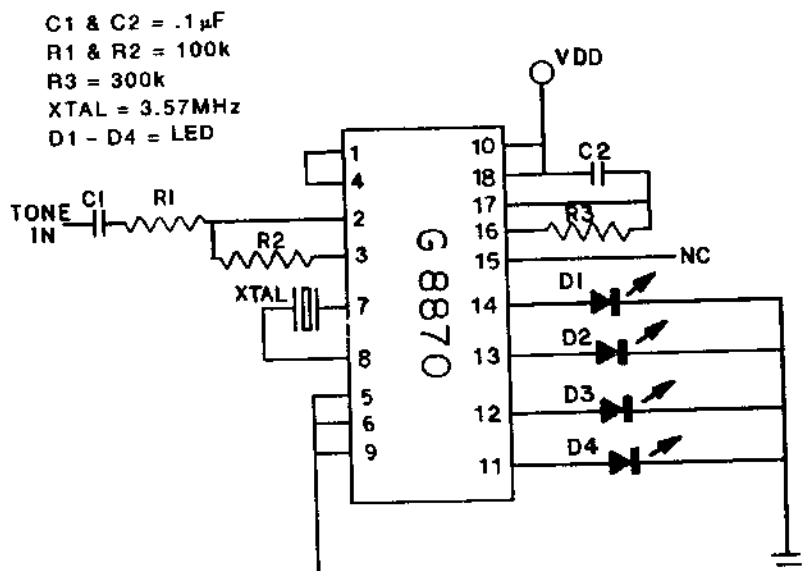
Chân số	Tên	Chức năng
1	IN+	Ngõ vào không đảo
2	IN-	Ngõ vào đảo
3	GS	Chọn độ lợi
4	Vref	Điện áp qui chiếu
5	IC	Liên kết nội
6	IC	Liên kết nội
7	OSC1	Ngõ vào đồng hồ
8	OSC2	Ngõ vào đồng hồ
9	Vss	Mất
10	TOE	Ngõ vào ba- trạng thái
11	Q1	Ngõ ra
12	Q2	Ngõ ra
13	Q3	Ngõ ra
14	Q4	Ngõ ra
15	STD	Ngõ ra điều khiển trễ
16	EST	Ngõ ra điều khiển sớm
17	ST/GT	Điều khiển thời gian nhập/bảo vệ
18	VDD	Điện áp nguồn, +5V

Hình 5.21. Chân xuất của IC G8870 trong bộ giải mã DTMF.

Vi mạch giải mã có ngõ ra khóa liên động 4-bit được ký hiệu từ Q1 đến Q4. Trong đó, Q4 là bit ý nghĩa lớn nhất (MSB). Dòng điện khả dụng ở các ngõ ra từ Q1 đến Q4 đủ để bật sáng LED dòng điện thấp. Hình 5.22 là mạch nhận cơ bản. Tín hiệu ra từ Q1 đến Q4 sẽ bật sáng LED và là số nhị phân. Quan sát kỹ Bảng 5.3 bạn có thể xác định tín hiệu ra nhị phân sẽ xuất hiện trên Q1 đến Q4 đối với mọi tín hiệu DTMF. Mạch điện được nối theo cách này sẽ biểu diễn số nhị phân “1” với LED sáng.

Bộ vi điều khiển

Số 4-bit từ G8870 có thể được nối trực tiếp đến các đường dẫn ngõ vào của bộ vi điều khiển, chẳng hạn PIC 16F84. Bộ vi điều khiển có thể đọc số nhị phân một cách dễ dàng. Các bộ vi điều khiển PIC sẽ được trình bày trong Chương 7.



Hình 5.22. Sơ đồ mạch nhận với tín hiệu ra nhị phân 4-bit .

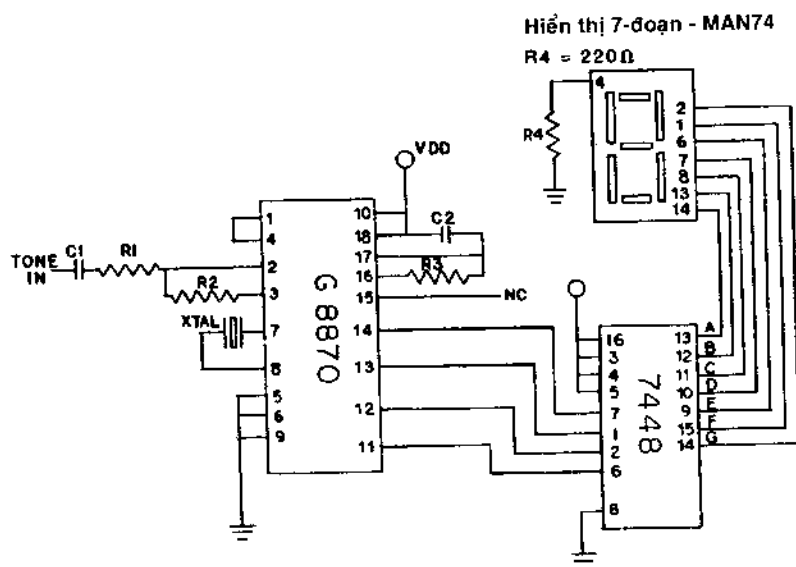
Bảng 5.3. Tín hiệu ra DTMF

Thập phân	Nhị phân	Tần số tín hiệu, Hz	
		Thấp	Cao
1	0001	697	1209
2	0010	697	1336
3	0011	697	1477
4	0100	770	1209
5	0101	770	1336
6	0110	770	1477
7	0111	852	1209
8	1000	852	1336
9	1001	852	1477
0	1010	941	1336
*	1011	941	1209
#	1100	941	1477
A	1101	697	1633
B	1110	770	1633
C	1111	852	1633
D	0000	941	1633

Liên kết IR (sẽ trình bày trong phần tiếp theo) được tổ hợp với bộ vi điều khiển PIC (Chương 7) cho phép người dùng lập trình các liên lạc giữa robot di động trong các trò chơi tương tự thẻ lệnh và tuân theo người hướng dẫn.

Bổ sung màn hiển thị digital

Nếu cần đọc các số nhị phân quá dài, bạn nên bổ sung màn hiển thị số digital. Tín hiệu ra từ vi mạch này cũng có thể cấp cho vi mạch bộ giải mã nhị phân-mã hóa-thập phân (BCD), chẳng hạn 7448. Vi mạch IC 7448 được nối với màn hiển thị 7-đoạn như MAN 74 (cathode thông thường). Hai vi mạch này sẽ cung cấp kết quả digital (Hình 5.23).

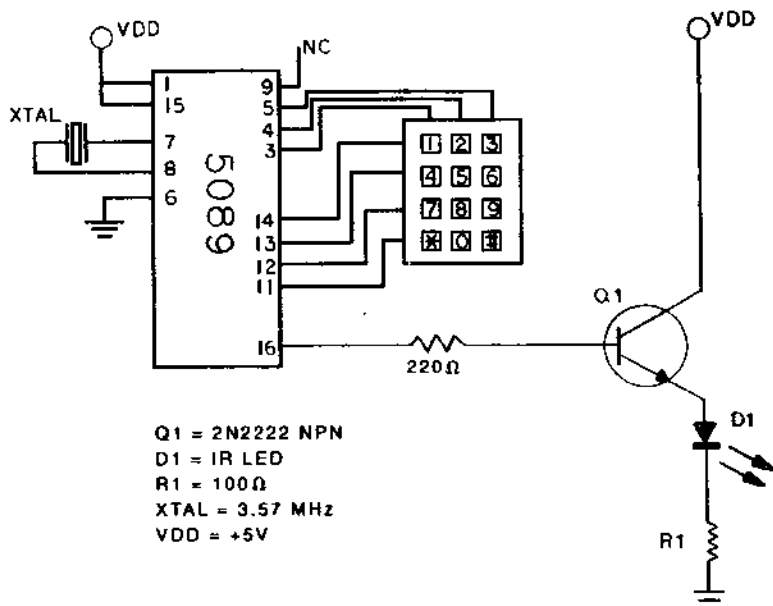


Hình 5.23. Sơ đồ mạch điện thiết bị nhận với màn hiển thị digital.

Thử nghiệm. Để thử nghiệm, bạn nối ngõ ra từ vi mạch 5089 (chân 16) với ngõ vào của vi mạch G8870, sử dụng bàn phím hoặc các công tắc dip để tạo tín hiệu DTMF. Thiết bị nhận sẽ hiển thị tín hiệu ra thông qua các LED hoặc màn hiển thị phân đoạn.

Tăng cường sự truyền phát IR

Sau khi các vi mạch DTMF vận hành chính xác, việc nối kết các vi mạch này thông qua liên kết IR trở nên đơn giản. Ngõ ra của vi mạch 5089 được nối với cực nền của transistor NPN (Hình 5.24). Diode của LED IR công suất cao được nối với cực phát của transistor. Mặc dù có thể



Hình 5.24. Sơ đồ mạch điện của máy phát DTMF IR.

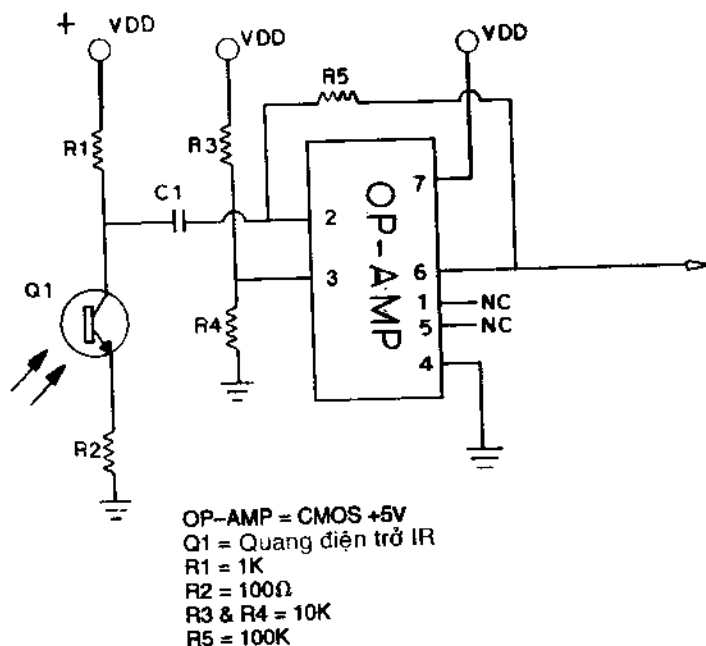
nối trực tiếp LED IR với ngõ ra của 5089, nhưng ngõ ra công suất sẽ nhỏ. Transistor NPN cho phép tăng dòng điện để cấp công suất cho LED.

Hình 5.25 minh họa mặt trước thiết bị nhận IR. Transistor quang IR được lắp với CMOS op-amp. Tổ hợp các linh kiện này cho phép vi mạch (8870) của thiết bị nhận khóa bức xạ IR từ khoảng cách vài feet.

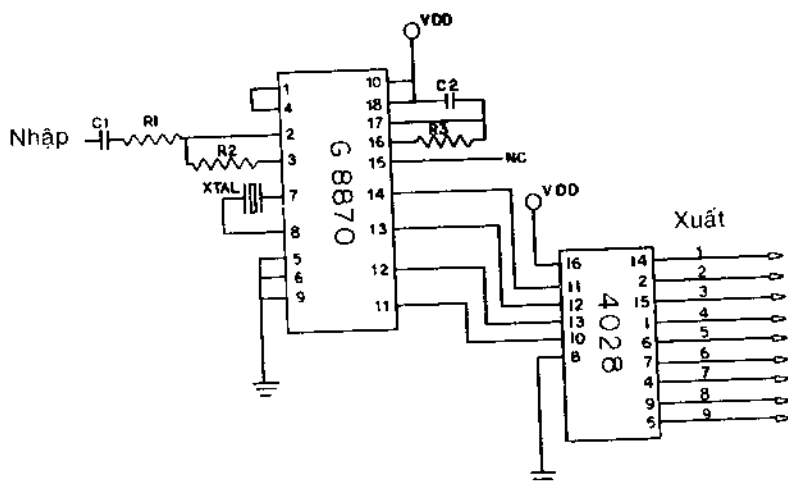
Điều khiển từ xa

Bằng cách sử dụng liên kết IR, bạn có thể nhấn số trên bàn phím và xem số tương ứng hiển thị trên màn hình digital. Kiểm tra khoảng cách cực đại và hướng của liên kết IR. Bạn có thể tăng khoảng cách này bằng cách đặt LED IR và transistor quang vào không gian phản xạ của chúng. Không gian phản xạ ánh sáng có thể được thay bằng chóa đèn cũ để dễ kiểm tra.

Sự điều khiển từ xa bắt đầu bằng việc bổ sung IC 4028. IC 4028 là bộ giải mã BCD - thập phân, nghĩa là IC này đọc số nhị phân (chú ý bốn LED từ Hình 5.22) và xuất vạch ngang ngang nhỏ thay cho dấu bằng ở sát đương lượng thập phân. IC 4028 có 10 (0 đến 9) đường xuất. Mọi số nhị phân 4-bit đều được đặt trên các đường nhập của 4028, IC 4028 xuất tín hiệu cao trên đường xuất đó (Hình 5.26).



Hình 5.25. Sơ đồ mặt trước của thiết bị nhận DTMF IR



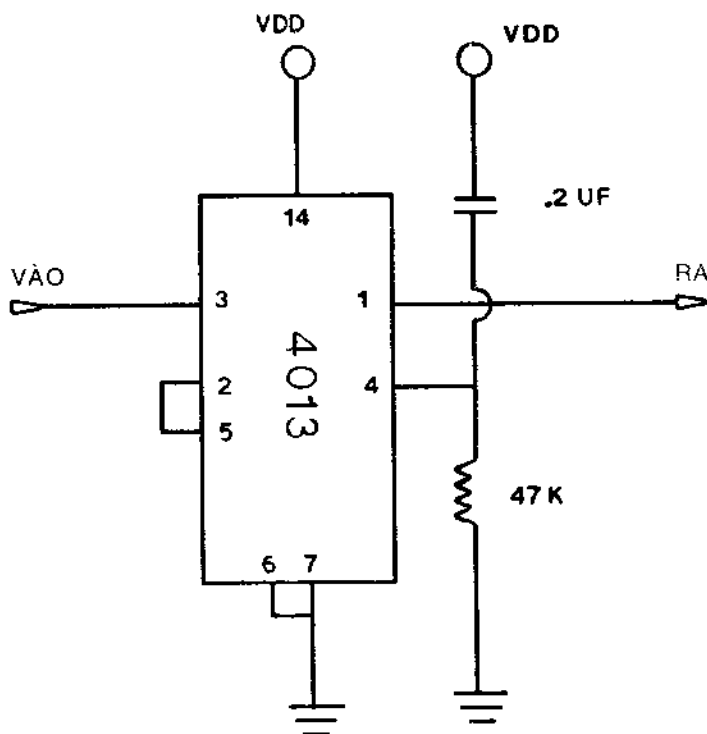
Hình 5.26. Sơ đồ thiết bị nhận DTMF với bộ chuyển đổi BCD-thập phân.

Bạn không cần tháo 7448 và màn hiển thị 7-đoạn. Vì mạch 8870 có tín hiệu ra đủ để truyền động cả 7448 và 4028. Màn hiển thị khá thuận tiện khi kiểm tra tín hiệu ra của 4028. Để đơn giản, Hình 5.26 chỉ minh họa 4028 nối kết với 8870.

Ngõ ra từ 4028 có thể được sử dụng trực tiếp để mở hoặc đóng công tắc hoặc mạch điện. Tuy nhiên, đây không phải là cách tối ưu, vì ngay khi bạn gõ phím số (kênh) khác, kênh trước đó sẽ tắt (mang đường truyền này xuống thấp).

Giải pháp cho vấn đề này là mạch flip-flop 4013 D-type (Hình 5.27). Mạch flip-flop này là dữ liệu nhớ máy tính cơ bản. Trong mạch này, flip-flop 4013 D-type được cấu hình như bộ đếm chia-cho-hai. Trong lúc nhận tín hiệu “hoạt động” thứ nhất từ 4028, flip-flop chuyển đường xuất lên cao. Khi 4028 đưa đường truyền này xuống thấp, xảy ra khi gõ phím kênh khác, 4013 sẽ vẫn duy trì đường xuất cao (khóa).

Để đưa đường xuất của 4013 xuống thấp, đơn giản bạn chỉ gõ phím



Hình 5.27. Sơ đồ mạch flip-flop 4013.

kênh này lần thứ hai. Tín hiệu cao thứ hai đến 4013 sẽ đưa đường xuất xuống thấp (mở khóa). Bạn có thể liên tục đặt đường xuất của 4013 ở trạng thái cao và thấp bằng cách luân phiên chuyển đường nhập cao.

Thị lực của máy

Tạo thị lực cho máy tương đương với con người là vấn đề rất khó. Bạn không thể chỉ đơn giản nối camera video với máy tính và mong đợi hệ thống này quan sát. Các chương trình (cả neuron và chuyên biệt) phải bắt giữ hình ảnh video và xử lý hình ảnh đó (ngoại suy dữ liệu). Tầm nhìn của máy có giới hạn và có định hướng.

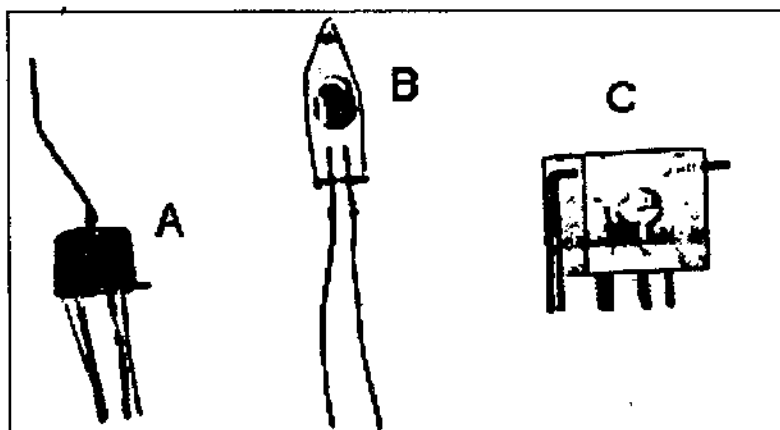
Chương 1 đã xem xét máy tính Papnet, máy tính này sử dụng phần mềm neuron (phần mềm trí tuệ nhân tạo) để phân tích các địa cây tế bào với độ chính xác cao hơn khả năng của con người. Nhiều nhà nghiên cứu đã phát triển các hệ thống quan sát có thể hướng dẫn xe cộ dựa trên đường viền dọc đường đang chạy.

Trước khi có thể thử mô phỏng thị lực của con người, bạn cần (ngoài việc triển khai xử lý hình ảnh cải tiến, tự thân quá trình này đã là nhiệm vụ khó) lắp kính lập thể vào các camera video. Một nghiên cứu trong lĩnh vực này đang được thực hiện ở Học viện Công nghệ Massachusetts (MIT) trên robot dạng người, COG. Với các camera quay lập thể, hai hình ảnh video phải được xử lý rồi kết hợp với nhau để tạo ra hình ảnh ba-chiều (3D). Quá trình này giống như quá trình được sử dụng trong cách nhìn 3D của con người. Để đánh giá chiều sâu, mỗi camera phải được lắp trên khớp cầu, cho phép các camera thay đổi hướng và hội tụ vào vật thể. Độ hội tụ được đưa vào tính toán để xác định khoảng cách của vật thể.

Thị lực của máy là mảnh đất màu mỡ cho nghiên cứu. Hiện nay, hầu hết các hệ thống quan sát đều đòi hỏi máy tính công suất cao để xử lý thị lực.

Giác quan

Giác quan cung cấp thông tin về vị trí và trạng thái nơi con người đang đứng. Các robot có thể đạt được giác quan con người có giới hạn nhờ sử dụng nhiều loại công tắc nghiêng (Hình 5.28). Điều này ít nhất cũng báo cho robot biết đang lên dốc hoặc xuống dốc, trên mặt phẳng qua các công tắc nghiêng gắn ở lưng hoặc bụng robot, hoặc bị lộn ngược hoặc nghiêng về bên trái. Sau đó, robot có thể thực hiện hành động thích hợp dựa trên giác quan của nó để thay đổi tư thế một cách chính xác.



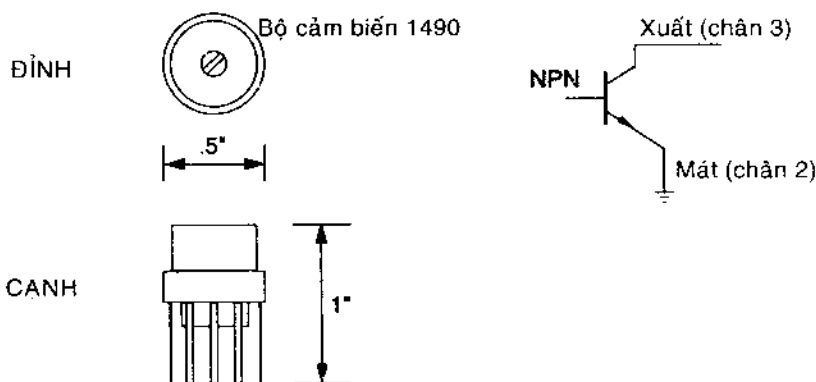
Hình 5.28. Các công tác thí nghiệm.

Hướng – từ trường

Dựa trên từ trường quả đất, la bàn điện tử có thể cung cấp thông tin về hướng. Điều này cho phép robot di chuyển theo hướng xác định hoặc biết hướng đang di chuyển.

Bộ cảm biến loại này đơn giản nhất là la bàn digital 1490 (Hình 5.29). La bàn này là linh kiện bán dẫn hiệu ứng Hall. La bàn digital cung cấp bốn tín hiệu ra biểu diễn bốn hướng chính: bắc, đông, nam, và tây.

La bàn này được làm ẩm để có tốc độ xấp xỉ tốc độ của la bàn chất lỏng và phải mất 2.5 giây để đáp ứng với góc dịch chuyển 90°. Việc làm ẩm nhằm ngăn chặn sự chuyển hướng quá mức và chống dao động khi

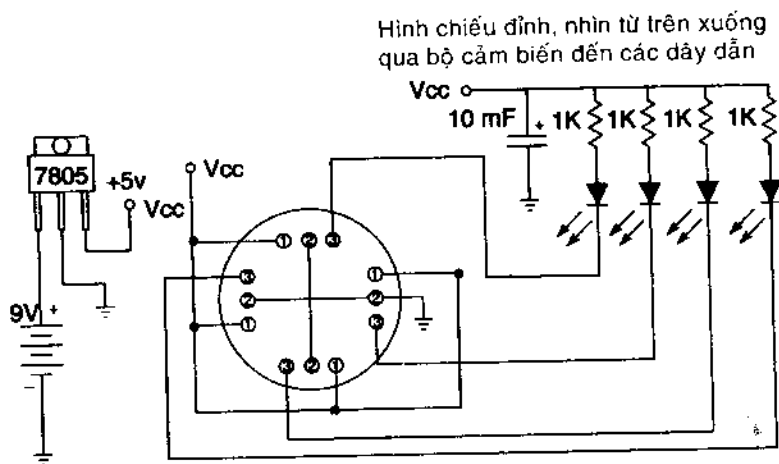


Hình 5.29. La bàn digital 1490.

đến gần hướng chuyển. Thiết bị này nhạy cảm với độ nghiêng. Độ nghiêng bất kỳ lớn hơn 12° đều gây ra lệch hướng.

Mặt đáy của la bàn 1490 có 12 dây dẫn được sắp xếp thành bốn nhóm ba dây. Khi nhìn thiết bị này từ trên xuống, các dây dẫn trong mỗi nhóm được ký hiệu là 1, 2, và 3. Các dây dẫn có ký hiệu 1 được nối với Vcc (+5V). Các dây có ký hiệu 2 được nối với mát. Các dây có ký hiệu 3 là bốn ngõ ra. Các ngõ ra của la bàn digital tương đương với các cực góp hờ của transistor NPN. Do là cực góp hờ, các ngõ ra của la bàn digital không thể có nguồn dòng điện bất kỳ, nhưng có thể tiêu thụ dòng điện đủ thấp (20 mA) để bật sáng các LED.

Mạch thử nghiệm được minh họa trên Hình 5.30. Bộ cảm biến sẽ vận hành với các điện áp nguồn trong khoảng +5 đến 18V DC.Ắc quy 9V được sử dụng làm nguồn công suất và được điều chỉnh đến +5V bằng bộ điều chỉnh điện áp 7805.



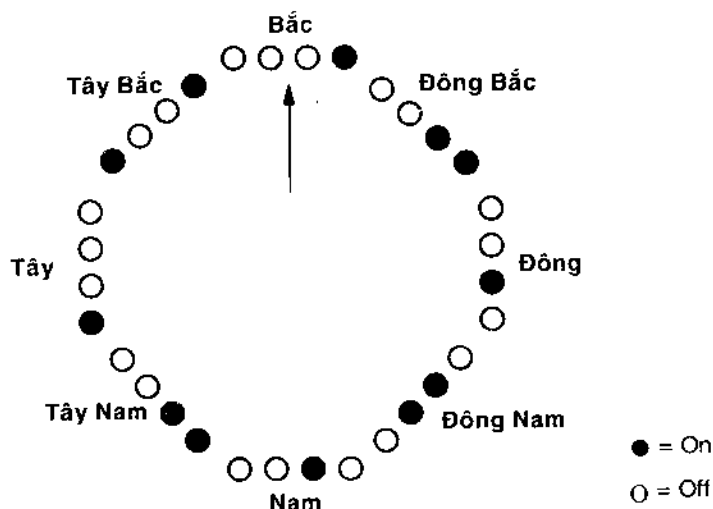
Hình 5.30. Mạch thử nghiệm la bàn digital sử dụng bốn LED.

Về nguyên tắc, bạn cố gắng duy trì tất cả các điện áp không quá 5V, vì đây là điện áp an toàn đối với máy tính. Ví dụ, khi nối kết la bàn digital với các bộ vi điều khiển PIC, nếu bạn quên và sử dụng nguồn công suất 9V trên la bàn, các ngõ ra của la bàn có thể làm hỏng các ngõ vào nhập/xuất (I/O) của bộ vi điều khiển.

Mạch thử nghiệm này sử dụng bốn LED để hiển thị. Khi bộ cảm biến quay, mỗi vị trí chính trên la bàn sẽ làm sáng một LED. Các hướng trung gian làm sáng hai LED.

Kiểm tra và chuẩn hóa

Bạn hãy dùng la bàn tiêu chuẩn để tìm hướng bắc. Quay mạch thử nghiệm sao cho một LED bật sáng. Nếu bạn sử dụng LED xa nhất tính từ bộ cảm biến cho hướng bắc, các LED khác sẽ tự động tuân theo thứ tự như trên Hình 5.31. Thứ tự hiển thị như sau: 1 = sáng, 0 = tắt.



Hình 5.31. Thứ tự chiếu sáng của LED biểu thị phương hướng.

Giao diện máy tính

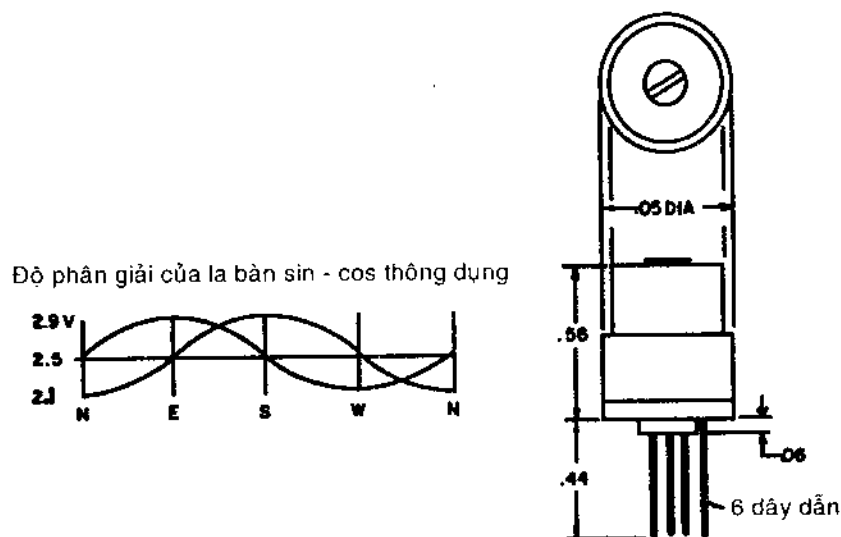
Bốn đường ra từ la bàn tạo thành số nhị phân 4-bit (nibble) cho phép bộ vi điều khiển, máy tính, hoặc mạch điện tử (Bảng 5.4) có thể đọc một cách dễ dàng. Mạch điện của bộ vi điều khiển PIC, chẳng hạn bộ vi điều khiển 16F84 PIC, sẽ được giới thiệu trong Chương 7.

Bảng 5.4. Các chuỗi thứ tự LED

Hướng	Các LED	Đương lượng thập phân	Đảo
Bắc	0001	1	14
Đông bắc	0011	3	12
Đông	0010	2	13
Đông nam	0110	6	9
Nam	0100	4	11
Tây nam	1100	12	3
Tây	1000	8	7
Tây bắc	1001	9	6

La bàn analog điện tử 1525

Trong hầu hết các trường hợp, thông tin về hướng của 1490 là quá đủ cho robot. Tuy nhiên, sẽ có nhiều trường hợp đòi hỏi thông tin về hướng có độ phân giải cao. Khi đó, bạn có thể sử dụng la bàn điện tử 1525 (Hình 5.32).



Hình 5.32. La bàn analog điện tử 1525.

Tín hiệu xuất của 1525 khó đọc hơn so với tín hiệu ra của 1490, nhưng bù lại, có ưu điểm là cung cấp độ phân giải hướng xấp xỉ 1 độ.

Tín hiệu ra của la bàn này gồm hai sóng sine, lệch pha nhau 90° (Hình 5.32). Biên độ của mỗi sóng tương quan với hướng. Nếu đo phần 90° của sóng sine bằng bộ chuyển đổi A/D, bạn có thể thu được độ phân giải hướng của la bàn là 1 độ.

GPS

Thông qua hệ thống định vị toàn cầu (GPS), robot có thể biết chính xác vị trí của nó trên trái đất. Trong khi các nhà nghiên cứu nghiệp dư không có nhu cầu bức thiết về GPS, chi phí của các hệ thống GPS sẽ giảm nếu nhu cầu tăng.

Sự nhận biết giọng nói

Tai người có thể nghe các âm thanh trong khoảng tần số từ 10 đến 15.000 Hz. Với micro và bộ khuếch đại bạn có thể tăng cường độ âm thanh một cách dễ dàng. Các micro có tầm nghe vượt trội hơn thính giác của con người. Âm thanh là công cụ hữu dụng đối với các nhà nghiên cứu robot.

Con người sử dụng thính giác chủ yếu để giao tiếp (lời nói). Các hệ thống nhận biết giọng nói là chủ đề sôi sục trong ngành robot. Vì vậy, toàn bộ Chương 7 được dành riêng để xây dựng mạch nhận biết giọng nói và giao diện của mạch này với bộ vi xử lý.

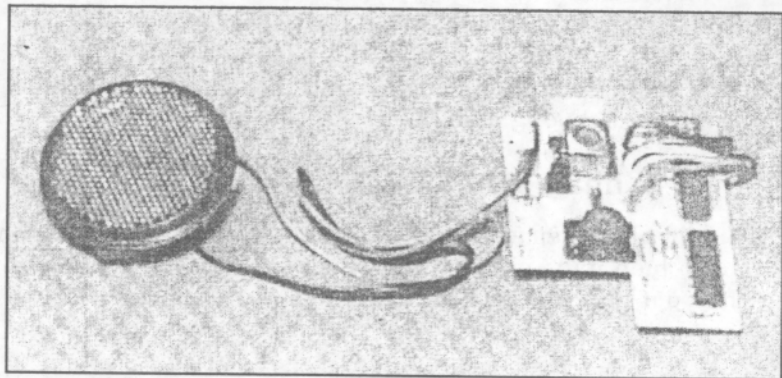
Âm thanh và siêu âm

Âm thanh có thể được sử dụng đối với các trò chơi (game), đo xa (khoảng cách), và tránh va chạm chướng ngại vật. Để chơi trò chơi robot trao đổi nhân, các robot được lắp thiết bị tạo dao động hai-âm và thiết bị nhận. Mỗi robot có thể tạo ra và nhận biết hai âm. Ví dụ, âm A là 3000Hz và âm B là 6000Hz. Khi công tắc khí đàn hồi của robot được kích hoạt sẽ tạo ra các âm trong 1 giây.

Robot "1" sẽ phát ra âm thanh B khi công tắc khí đàn hồi của robot va chạm với robot khác. Robot "2" bị va chạm phát ra âm thanh A. Trong lúc va chạm, robot "1" phát ra âm thanh "B". Robot "2" nghe âm thanh B, thay đổi trạng thái và trở thành "1". Robot "1" nghe âm thanh A phát ra từ robot "2", thay đổi trạng thái và trở thành "2". Hai robot "2" sẽ cùng phát ra âm thanh A và rời xa nhau với các trạng thái của chúng không thay đổi. Mặc dù ví dụ trên sử dụng âm thanh, nhưng bạn có thể áp dụng kỹ thuật này với tia hồng ngoại.

Các sóng siêu âm thường được dùng trong phép đo xa và phát hiện chướng ngại vật. Nhiều nhà nghiên cứu robot đã viết về các module siêu âm của Công ty Polaroid (Hình 5.33). Các module này được sử dụng trong máy chụp ảnh Polaroid nhằm nhanh chóng xác định khoảng cách từ vật thể đến camera và tiêu điểm của thấu kính để tạo ra hình ảnh sắc nét. Khi được nối với bộ vi xử lý, các thiết bị này có thể đo khoảng cách một cách chính xác.

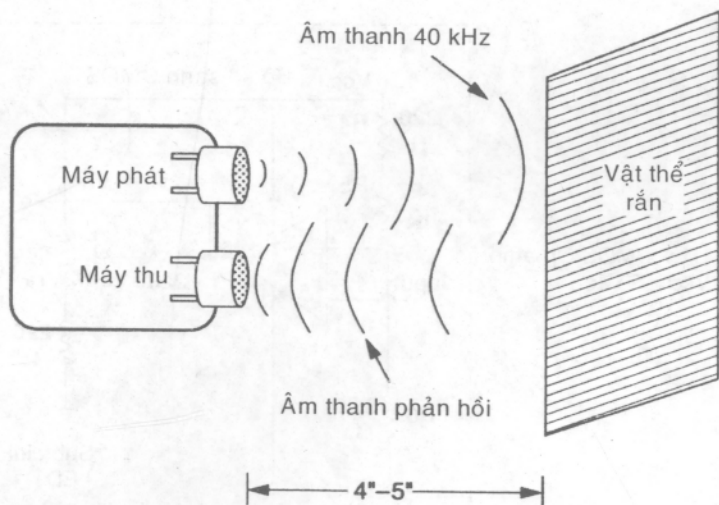
Nếu cần đo khoảng cách cho robot, bạn có thể sử dụng bộ cảm biến của Polaroid. Thiết bị này có thể đo khoảng cách đến 9 mét. Bộ cảm biến này có thể quay (sử dụng động cơ trợ động hoặc động cơ bước) tương tự radar để xây dựng bản đồ định hướng và tìm đường đi không có chướng ngại vật.



Hình 5.33. Module đo khoảng cách bằng sóng siêu âm của Polaroid

Khi được cấp năng lượng, bộ biến năng Polaroid phát ra tiếng click. Mặc dù là module siêu âm, nhưng khi mạch điện tử truyền tín hiệu siêu âm đến bộ biến năng, vẫn tạo ra âm thanh.

Việc xây dựng hệ thống tránh va chạm sử dụng sóng siêu âm về cơ bản tương đối dễ. Nguyên tắc vận hành hoàn toàn tương tự sơ đồ được sử dụng cho hệ thống tránh va chạm dùng tia hồng ngoại, chỉ khác là sử dụng sóng siêu âm thay vì ánh sáng. Hình 5.34 minh họa sơ đồ tổng quát. Máy phát gửi tín hiệu 40-kHz đến bộ biến năng siêu âm. Bộ biến năng khác (thiết bị nhận) được bố trí song song với bộ biến năng của

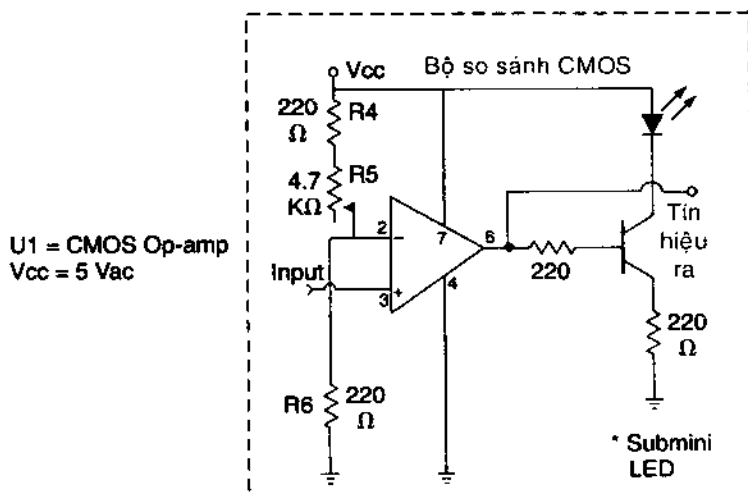
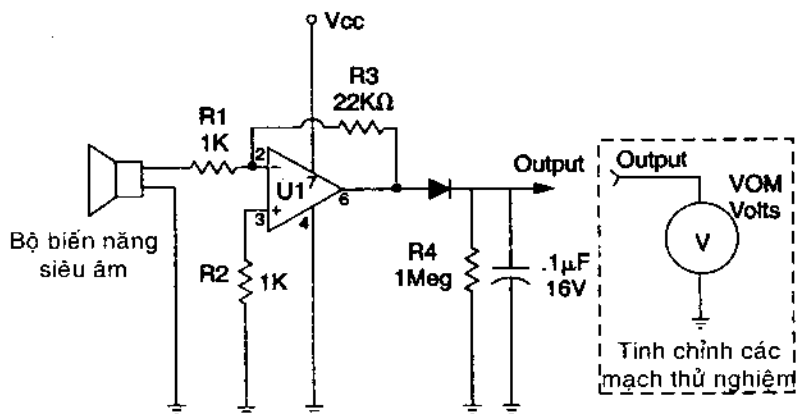


Hình 5.34. Sơ đồ thiết bị phát hiện va chạm bằng sóng siêu âm.

máy phát nêu trên. Khi robot đến gần tường hoặc chướng ngại vật, sóng siêu âm 40-kHz phản xạ về thiết bị nhận, làm tăng biên độ tín hiệu ra của thiết bị nhận; và khi tăng quá ngưỡng cho trước, bộ so sánh sẽ hoạt động, cảnh báo có chướng ngại vật.

Phần thiết bị nhận siêu âm

Thiết bị nhận siêu âm (Hình 5.35) được sử dụng để tinh chỉnh máy phát. Các bộ biến năng siêu âm cộng hưởng ở 40 kHz. Nếu tần số cộng hưởng thay đổi quá nhiều (± 750 Hz), hiệu suất của các bộ biến năng



Hình 5.35. Mạch thiết bị nhận siêu âm.

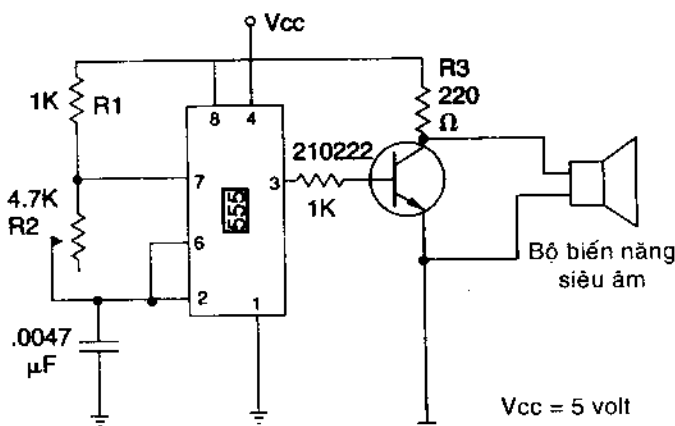
giảm nhanh. Tuy nhiên, việc tinh chỉnh máy phát để có tần số cộng hưởng tối ưu không khó và chỉ cần đồng hồ VOM (volt-ohm-miliampere) có độ nhạy 2V DC.

Do các bộ biến năng có chiều rộng dải giới hạn (cộng hưởng ở tần số khoảng 40 kHz), nên không cần bổ sung PLL (LM567) vào mạch. Các bộ biến năng tự loại bỏ sóng âm ngoài khoảng tần số đó.

Phần thiết bị nhận sử dụng CMOS op-amp. Op-amp này là loại dip 8-chân với cách bố trí chân tương tự op-amp 741 thông thường, (không nên thay bằng op-amp 741); và được cấu hình như bộ khuếch đại đảo với độ lợi xấp xỉ 22.

Phần máy phát siêu âm

Máy phát siêu âm (Hình 5.36) được lắp đặt với đồng hồ định giờ CMOS 555 cài đặt theo chế độ không cân bằng. R2 là chiết áp kế 4.7 K-ohm gắn với PC và được dùng để điều chỉnh ngõ ra tần số.

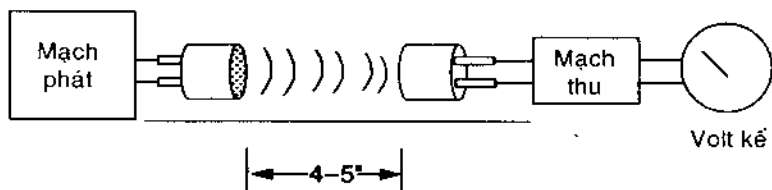


* Sử dụng đồng hồ định giờ CMOS 555

Hình 5.36. Mạch máy phát siêu âm.

Tinh chỉnh máy phát

Bạn hãy lắp đặt các bộ biến năng siêu âm sao cho chúng hướng thẳng vào nhau và cách nhau 10 đến 12 cm (Hình 5.37). Nối đồng hồ VOM với mạch như được minh họa trong khung hình trên Hình 5.35. (Tách rời bộ so sánh). Cài đặt đồng hồ VOM để đo điện áp DC. Bạn sẽ cần giá trị điện áp khoảng 2V; do đó, hãy cài đặt VOM trong khoảng đo



Hình 5.37. Bố trí thử nghiệm siêu âm.

tương ứng. Cấp nguồn cho cả hai mạch. Điều chỉnh R2 của máy phát để thu được ngõ ra điện áp đỉnh được thể hiện trên volt kế. Điện áp này phải có giá trị 2V DC.

Điều chỉnh bộ so sánh CMOS

Sau khi điều chỉnh máy phát, bạn cần chỉnh mạch so sánh của thiết bị thu. Tháo đồng hồ VOM ra khỏi phần thiết bị thu và nối bộ so sánh CMOS. Bố trí lại các bộ biến năng sao cho chúng nằm cạnh nhau, cách nhau khoảng 1 cm, và cùng quay về một hướng. Đặt một vật rắn có cạnh phẳng phía trước các bộ biến năng, với cự ly khoảng 7 cm. Cấp nguồn cho các mạch điện của máy phát và thu; điều chỉnh R5 trên mạch thiết bị thu sao cho LED vừa đủ sáng.

Để thử nghiệm mạch, bạn hãy lấy vật thể rắn phía trước các bộ biến năng ra ngoài, LED phải tắt. Tinh chỉnh mạch bằng cách đặt vật thể rắn nêu trên ở phía trước các bộ biến năng với cự ly 12 đến 15 cm và điều chỉnh R5 cho đến khi LED sáng. Chú ý, thiết bị nhận khá nhạy với góc. Nếu vật thể được đặt theo góc nhọn, sóng siêu âm dội về sẽ lệch xa khỏi thiết bị thu. Góc tới càng rộng khi vật thể càng gần các bộ biến năng.

Mạch này dễ dàng phát hiện vật thể rắn cách xa các bộ biến năng đến 20 cm. Vật thể ở cự ly lớn hơn có thể được phát hiện, nhưng chúng trở nên nhạy với góc bố trí bộ biến năng. Các bộ biến năng có thể đặt thẳng góc; nhưng bạn có thể bố trí các bộ biến năng theo góc nhỏ hơn để thu được các hiệu ứng khoảng cách khác nhau.

Mạch này cung cấp tín hiệu TTL (logic transistor-transistor) cao thể hiện qua LED sáng khi mạch phát hiện chương ngại vật cách xa 15 cm. Tín hiệu TTL có thể đọc trực tiếp ở mạng neuron hoặc bộ vi điều khiển.

Bố trí các bộ cảm biến siêu âm

Công dụng của hệ thống siêu âm trong việc phát hiện chương ngại vật ở phía trước, phía sau, bên phải và bên trái đã rõ ràng. Một công dụng khác là phát hiện chương ngại vật trên mặt đất. Nếu bạn bố trí bộ cảm biến siêu âm quay về phía trước và hướng xuống, bộ cảm biến này

sẽ nhìn thấy mặt đất phía trước robot. Nếu robot đến gần chân cầu thang, tín hiệu thường cao (LED sáng) sẽ chuyển sang thấp báo cho CPU để dừng robot lại.

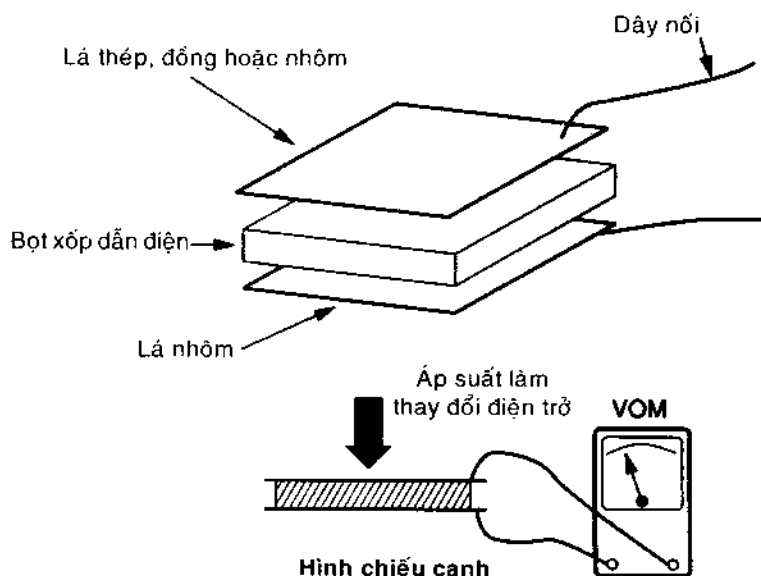
Xúc giác và áp suất

Xúc giác con người có độ tin cậy cao hơn nhiều so với robot. Tuy nhiên, vài robot đơn giản có thể được sử dụng để phát hiện sự đụng chạm và áp suất. Các bộ cảm biến xúc giác thường để phát hiện chướng ngại vật trên đường đi của robot và cho phép robot tránh va chạm.

Nhiều bộ cảm biến xúc giác và áp suất rất tinh vi được sử dụng trong các tay máy và cánh tay máy. Các bộ cảm biến này cho phép tay máy cảm với lực vừa đủ để nhấc vật thể lên mà không làm vỡ vật thể đó.

Bộ cảm biến xúc giác và áp suất đơn giản có thể được chế tạo từ bột tinh điện (còn gọi là bột dẫn điện). Đây là các IC bột được bọc kín để tránh hư hỏng do tinh điện. Bột này có tính dẫn điện danh định thay đổi khi bị nén.

Điều quan trọng là bạn nên sử dụng loại bột dẫn điện có mật độ thấp (mềm), vì loại bột này mềm và xốp. Khi chịu áp suất, bột bị nén và làm thay đổi điện trở danh định giữa các vật dẫn.



Hình 5.38. Bộ cảm biến sự đụng chạm bằng bột xốp dẫn điện.

Hình 5.38 minh họa bộ cảm biến xúc giác đơn giản. Các tấm dẫn điện có thể được chế tạo từ bản mạch in đàn hồi (PCB), lá nhôm, hoặc vật liệu tương tự. Các bộ cảm biến xúc giác và áp suất có độ tin cậy cao sẽ được trình bày lại ở cuối chương này.

Vật liệu áp điện

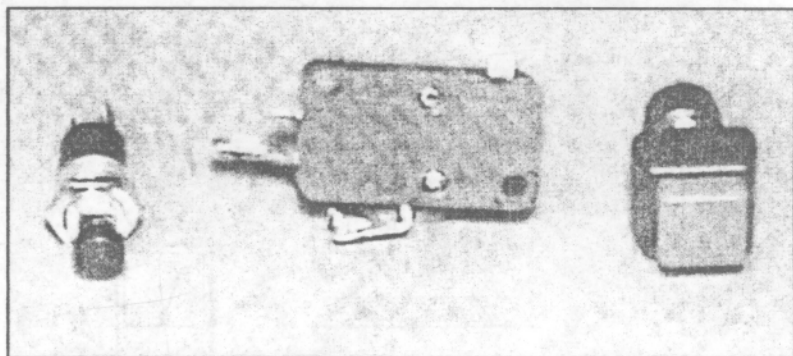
Vật liệu áp điện (piezoelectric materials) có đặc tính tạo ra điện trường khi chịu lực; ngược lại, khi được đặt trong điện trường sẽ bị biến dạng. Đặc tính này được áp dụng nhiều trong các thiết bị cảm biến.

Các bộ cảm biến áp điện rất phổ biến, chúng có thể phát hiện sự dao động, sự va đập, và bức xạ nhiệt. Công ty Pennwall đã chế tạo loại sản phẩm đặc biệt là màng áp điện. Đây là màng plastic tráng nhôm, có thể được coi là chất dẻo áp điện.

Vật liệu này đủ nhạy để phát hiện bức xạ nhiệt của người đi ngang qua phía trước vật liệu. Nhiều thiết bị bảo vệ quang học trong các tòa nhà, siêu thị, cơ quan,... sử dụng màng áp điện phía sau thấu kính Fresnel để phát hiện bức xạ nhiệt của người. Loại thiết bị bảo vệ này tự động bật sáng đèn khi có người đi vào tầm nhìn của thiết bị.

Công tắc

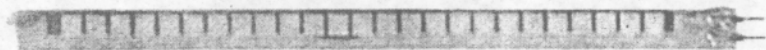
Công tắc tiếp xúc tạm thời là linh kiện chính của các bộ cảm biến va chạm, cảm biến kiểu xúc tu, và cảm biến giới hạn. Chúng có nhiều kiểu cấu hình; trong đó, đoàn bầy tiếp xúc tạm thời và các công tắc kiểu nút bấm được sử dụng rộng rãi trong ngành robot (Hình 5.39)



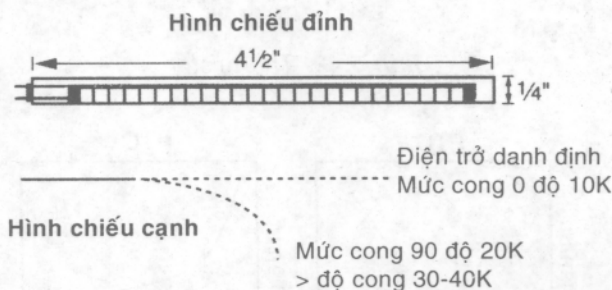
Hình 5.39. Các công tắc tiếp xúc tạm thời.

Bộ cảm biến uốn cong

Các bộ cảm biến cong là những linh kiện điện trở thụ động, khi bị uốn cong điện trở của chúng tăng (Hình 5.40 và 5.41). Chúng được sử dụng rộng rãi để chế tạo các găng tay dữ liệu thực tế ảo, đo sự co duỗi của các ngón tay, các bộ cảm biến đa năng này dễ dàng lắp ráp với robot. Bộ cảm biến cong cho phép xúc tu thông báo với robot về chướng ngại vật.



Hình 5.40. Bộ cảm biến uốn cong.



Hình 5.41. Đồ thị điện trở của bộ cảm biến uốn cong.

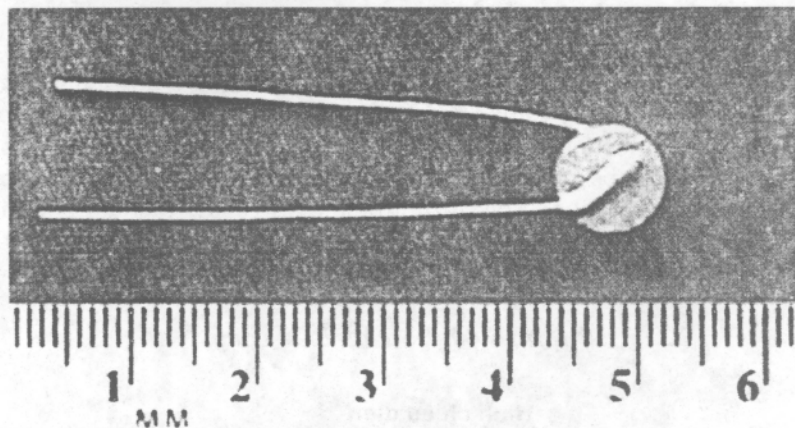
Các bộ cảm biến cong có thể được sử dụng theo cách tương tự các xúc tu của côn trùng hoặc râu mèo. Mèo sử dụng râu của chúng để xác định hành lang có đủ rộng cho nó đi qua hay không. Nếu các sợi râu hai bên mặt mèo chạm vào mép hành lang, mèo sẽ tránh đi qua hành lang đó.

Nhiệt

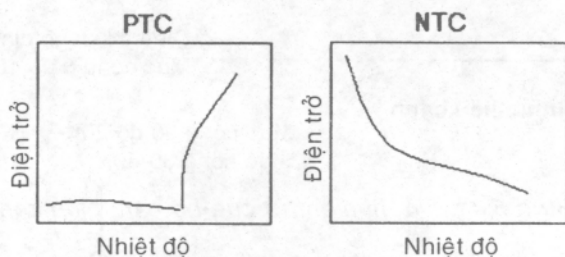
Bộ cảm biến nhiệt thông dụng nhất là thermistor (Hình 5.42). Thiết bị thụ động này thay đổi điện trở tỷ lệ với nhiệt độ. Thermistor có hai loại: loại có hệ số nhiệt điện trở dương và loại có hệ số nhiệt điện trở âm (Hình 5.43). Bạn cũng có thể phát hiện bức xạ nhiệt bằng các vật liệu áp điện như đã trình bày ở phần đầu.

Bộ cảm biến áp suất

Bộ cảm biến áp suất (Hình 5.44) là thiết bị hoàn hảo để đo lực. Phần “cảm biến” trên bộ cảm biến này được đặt trên miếng đệm 14 x 14 mm ở đầu bộ cảm biến. Điện trở của bộ cảm biến giảm khi có lực tác động.



Hình 5.42. Thermistor.



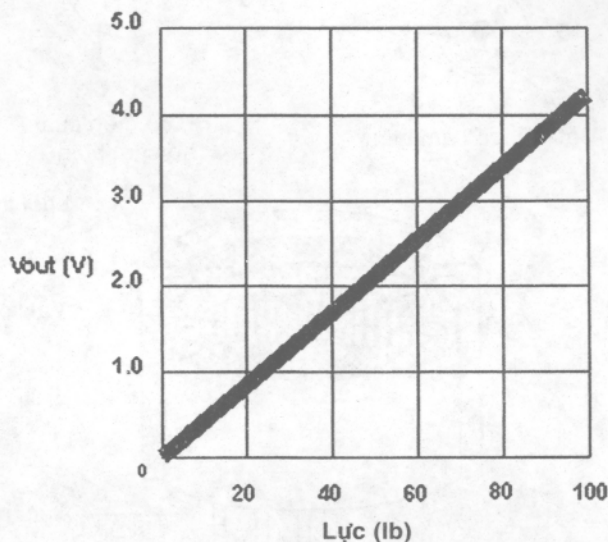
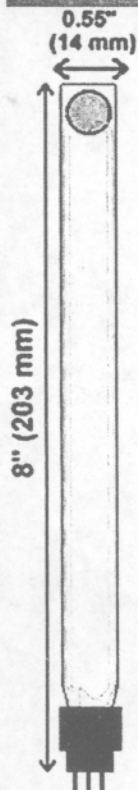
Hình 5.43. Đồ thị của thermistor có hệ số nhiệt điện trở dương (trái) và âm (phải).

Khoảng áp suất khả dụng của các bộ cảm biến này thay đổi từ 0-1 lb đến 0-1000 lb.

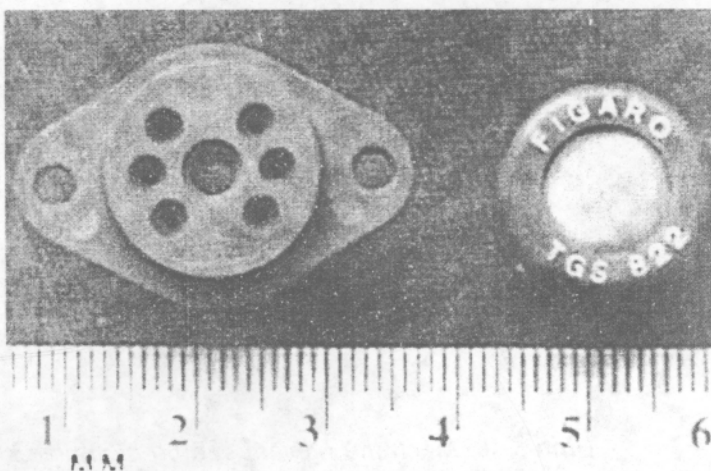
Khứu giác

Hiện nay chưa có bộ cảm biến nào có khả năng ngửi như mũi người. Có chăng chỉ là các bộ cảm biến khí đơn giản có thể phát hiện các khí độc (Hình 5.45). Các bộ cảm biến khí có thể được sử dụng trong hệ thống thông hơi tự động.

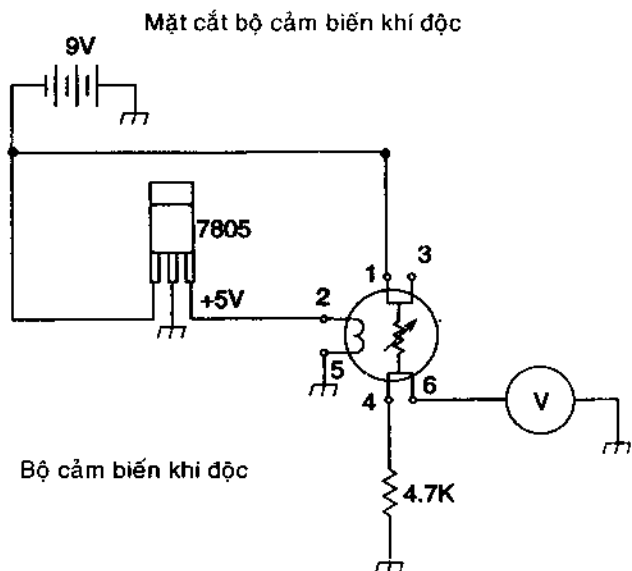
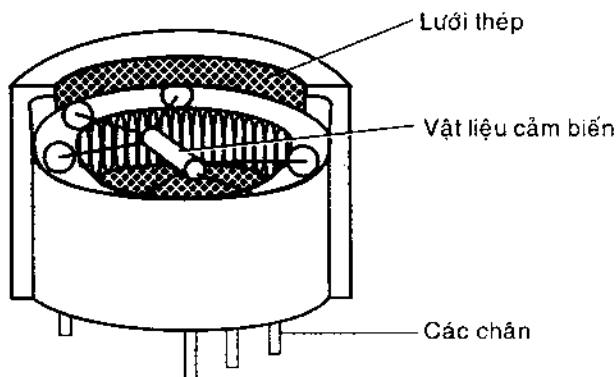
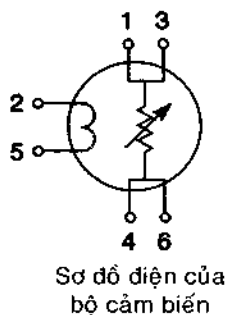
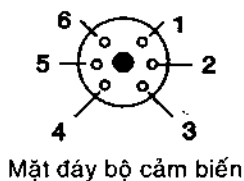
Sơ đồ bộ cảm biến đơn giản được minh họa trên Hình 5.46. Phần tử điện trở phải được nung nóng để tăng độ nhạy. Cảm biến này gắn kèm bộ cấp nhiệt có nguồn điện riêng. Bộ cấp nhiệt cần điện áp điều chỉnh +5V để vận hành chính xác và tiêu thụ dòng điện khoảng 130 mA. Phần tử điện trở có thể đo tương tự các bộ cảm biến điện trở thông dụng khác.



Hình 5.44. Bộ cảm biến áp suất đàn hồi.



Hình 5.45.
Bộ cảm biến
khí độc.



Hình 5.46. Mạch thử nghiệm của bộ cảm biến khí độc.

Năng lực của các bộ cảm biến khí lớn hơn những gì được trình bày trong sơ đồ đơn giản trên Hình 5.46. Các bộ cảm biến khí không phải là khí cụ đo chính xác. Nói chung, sự đáp ứng của các bộ cảm biến khí hơi khác nhau. Tính chất “analog” này có thể được sử dụng trong thiết bị phát hiện mùi nhạy hơn.

Giả sử bạn sắp xếp tám bộ cảm biến. Phần tử điện trở trên mỗi bộ cảm biến được nối với bộ chuyển đổi A/D. Không nên lắp mạch so sánh trong tình huống này, vì cần xác định các biến thiên nhỏ và chính xác. Để chuẩn hóa thiết bị này, bạn hãy phun một lượng nhỏ khí (mùi) đã biết về phía tám bộ cảm biến nêu trên. Sự đáp ứng của từng thiết bị được đo bằng bộ chuyển đổi A/D và ghi lại trên máy tính chủ. Do sự đáp ứng của các thiết bị khác nhau, một mẫu tám-số được tạo ra cho mỗi mùi.

Việc kiểm tra và đánh giá mẫu được thực hiện trong các mạng neuron. Mạng neuron có thể được xây dựng bằng cách dùng dữ liệu quy chuẩn, từ đó so sánh với mẫu 8-số đã đo, không những có thể đo mà còn nhận biết các mùi khác nhau.

Độ ẩm

Các bộ cảm biến độ ẩm kiểu điện trở thụ động là sản phẩm tương đối mới trên thị trường.

Thử nghiệm các bộ cảm biến

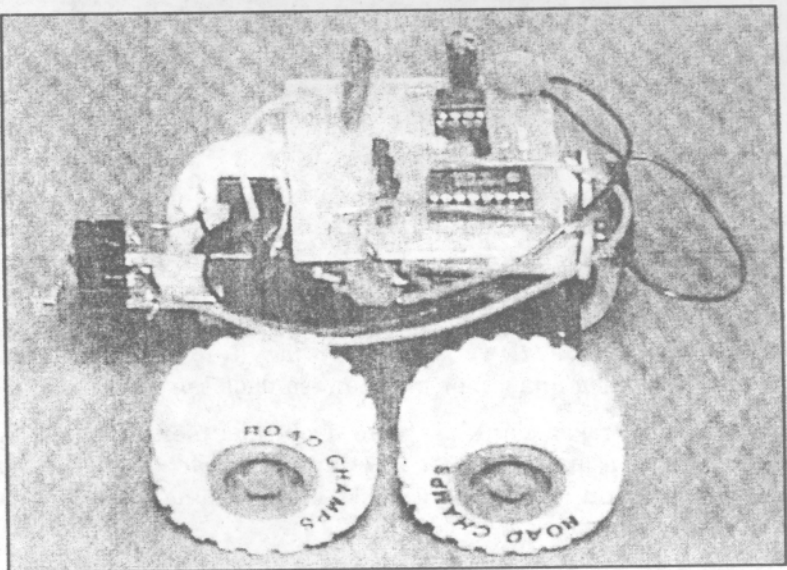
Khi thiết kế và xây dựng hệ thống cảm biến, bạn nên thử nghiệm trước khi sử dụng hệ thống này trên robot. Phương pháp thông dụng là chế tạo robot di động nhỏ, có nhiệm vụ duy nhất là thử nghiệm các bộ cảm biến. Cách này đáng tin cậy và thời gian đáp ứng có thể được xác định, trước khi lắp các bộ cảm biến này lên robot phức tạp hơn.

Robot nhỏ có thể thử nghiệm các công tắc va chạm, công tắc quang, bộ cảm biến cong, và các bộ cảm biến tránh chướng ngại vật bằng tia hồng ngoại và siêu âm. Các loại thiết bị cảm biến khác có thể cần phương pháp thử nghiệm khác.

Chế tạo robot thử nghiệm

Nền tảng của robot thử nghiệm (thiết bị thử nghiệm) là chiếc xe điện nhỏ kiểu đồ chơi (Hình 5.47).

Sơ đồ mạch robot thử nghiệm được minh họa trên Hình 5.48. Bộ cảm biến nối với ngõ vào bộ kích hoạt của đồng hồ định giờ 555 được



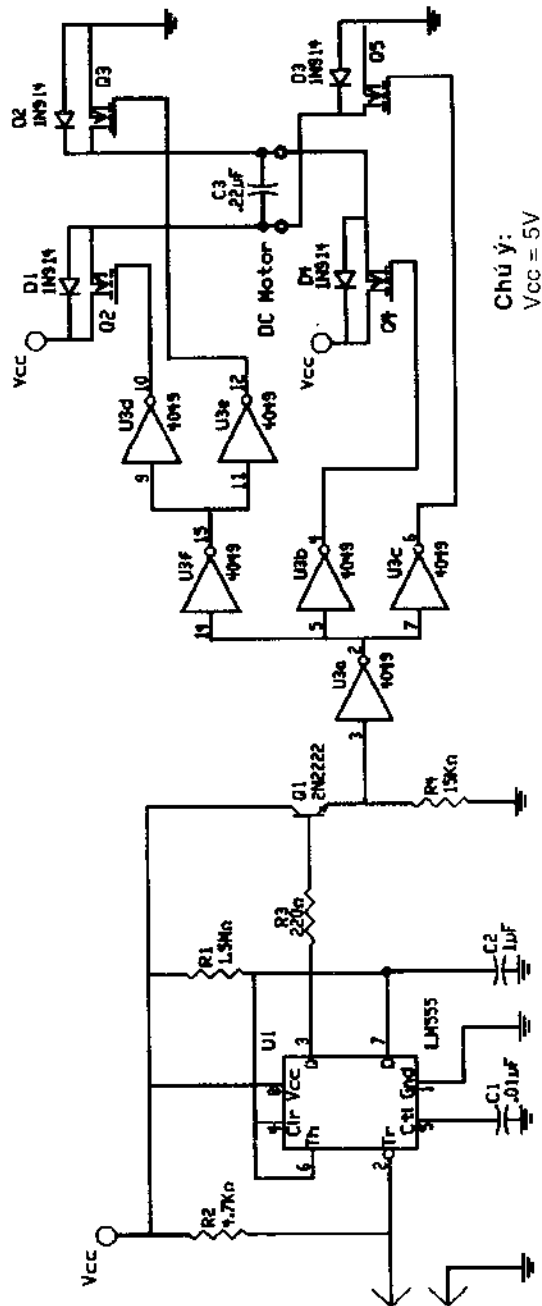
Hình 5.47. Thiết bị thử nghiệm.

chỉnh thành bộ tạo xung đơn ổn định (một trạng thái ổn định). Ngõ ra (chân 3) của đồng hồ định giờ 555 vẫn thấp cho đến khi xung âm trên chân 2 kích hoạt sự vận hành. Sau khi được kích hoạt, ngõ ra (chân 3) của đồng hồ định giờ 555 chuyển sang cao trong thời gian gần 1 giây.

Ngõ ra của đồng hồ định giờ 555 nối với transistor NPN 2N2222. Một ngõ ra được tách khỏi cực phát của transistor đó và nối với bộ đệm trên IC4049 đệm đảo 6-đường. Các bộ đệm trên vi mạch 4049 được nối với cầu-H bốn-MOSFET (transistor hiệu ứng trường bán dẫn oxide kim loại) điều khiển động cơ truyền động.

Khi ngõ ra của đồng hồ định giờ 555 thấp, Cầu-H cung cấp năng lượng cho động cơ truyền động của robot tiến về phía trước. Bộ cảm biến thử nghiệm được nối với ngõ vào của bộ kích hoạt, chân 2 trên đồng hồ định giờ 555. Bộ cảm biến này được nối dây để tạo ra xung âm (chuyển về mát) khi được kích hoạt. Xung âm trên chân 2 làm cho ngõ ra của đồng hồ định giờ chuyển sang cao trong 1 giây, dẫn đến đảo chiều động cơ truyền động trong 1 giây.

Bạn có thể dùng bộ thử nghiệm để kiểm tra nhiều loại cảm biến và các bộ biến năng.



Hình 5.48. Sơ đồ mạch của thiết bị thử nghiệm

Trí thông minh

Trí thông minh được đưa vào robot gồm một trong hai dạng: dựa trên nguyên lý (thuật toán) hoặc neuron. Tuy nhiên, robot có thể chứa cả hai dạng trí thông minh hoạt động theo thứ tự. Loại trí thông minh nhân tạo này thường được sử dụng trong ngành robot học để tạo ra hệ thống thông minh.

Các chương trình thông minh dựa trên thuật toán rất quen thuộc với nhiều người; đây là những chương trình được viết theo các ngôn ngữ bậc cao hoặc bậc thấp, chẳng hạn C++, BASIC, và assembly. Ngược lại, các hệ neuron sử dụng các tế bào thần kinh điện tử và mạch điều khiển hồi tiếp (tạo ra ứng xử của) robot. Cấu trúc robot dựa trên ứng xử thần kinh do William Grey Walter khai phá vào cuối thập niên 1940 và đầu những năm 1950. Gần đây, Rodney Brooks ở Học Viện Công Nghệ Massachusetts (MIT) đã phát triển cấu trúc robot dựa trên ứng xử với tên gọi "cấu trúc gộp đa tầng". Robot học dựa trên ứng xử sẽ được trình bày trong Chương 8.

Chương này sẽ tập trung vào các hệ thống dựa trên nguyên lý thuật toán và các bộ vi điều khiển. Bạn cần nhớ, có thể bắt chước hệ thần kinh bằng cách lập trình hệ thống dựa trên thuật toán. Bạn cũng nên biết, hầu hết phần mềm của mạng neuron trên thị trường hiện nay đều chạy trên các máy tính dựa trên nguyên lý hiện có, bằng cách lập trình thuật toán mô phỏng các mạng neuron.

Bộ vi điều khiển PIC của vi mạch (microchip)

Việc đưa trí thông minh dưới dạng máy tính vào robot hoặc hệ thống tự động nhỏ là điều dễ dàng. Nhiều máy tính vi mạch đơn (thường gọi là bộ vi điều khiển) có thể thực hiện công việc này.

Máy tính vi mạch đơn là toàn bộ hệ thống máy tính chỉ trong phạm vi của vi mạch tích hợp (IC). Bộ vi điều khiển được đặt trên tấm Si bọc Ag có các đặc tính và hoàn toàn tương tự với máy tính cá nhân (PC) tiêu chuẩn. Trước tiên, bộ vi điều khiển có khả năng lưu trữ và chạy chương trình (đặc tính quan trọng nhất). Bộ vi điều khiển chứa bộ xử lý trung tâm (CPU), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), các đường nhập/xuất (I/O), các cổng nối tiếp và song song, các

đồng hồ định giờ, và đôi khi gắn kèm các thiết bị ngoại vi, chẳng hạn bộ chuyển đổi analog–digital (A/D) và digital–analog (D/A).

Công dụng của bộ vi điều khiển

Khả năng lưu trữ và chạy các chương trình độc đáo của bộ vi điều khiển làm cho thiết bị này rất linh hoạt. Ví dụ, bạn có thể lập trình bộ vi điều khiển để thực hiện các quyết định (thực hiện các chức năng) dựa trên các tình huống cho trước (logic đường truyền I/O) và các giá trị đo của bộ cảm biến. Khả năng thực hiện các hàm toán học và logic cho phép bộ vi điều khiển bắt chước các mạch điện tử và logic phức tạp. Các chương trình khác có thể làm cho bộ vi điều khiển ứng xử như bộ điều khiển neuron hoặc logic mờ.

Ngõ ra của bộ vi điều khiển có thể điều khiển các truyền động động cơ DC [dùng điều biến DC hoặc điều biến chiều rộng xung (PWM)], sự định vị động cơ trợ động, động cơ bước, v.v... Việc lập trình bộ vi điều khiển của robot nhằm đáp ứng các giá trị đo từ bộ cảm biến hoặc liên kết truyền thông sẽ tạo ra robot thông minh, dễ điều khiển. Bộ vi điều khiển sẽ tạo ra “bộ não” cho hầu hết thiết bị tinh xảo trên thị trường và các robot.

Khái quát về lập trình PIC

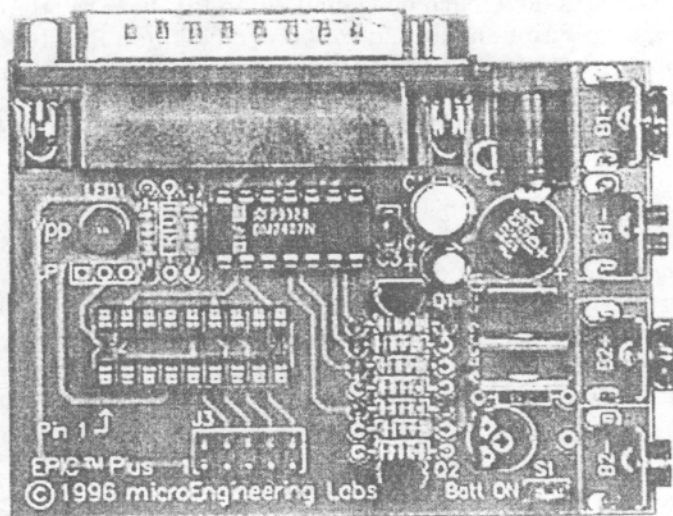
Việc lập trình bộ vi điều khiển PIC là quá trình gồm ba bước. Tuy nhiên, trước khi có thể lập trình, bạn cần có hai thứ: trình biên dịch PICBASIC và bộ lập trình EPIC (bản mạch lập trình). Hai món này không bao gồm vi mạch bộ vi điều khiển PIC hoặc các thành phần hỗ trợ tương ứng. Bạn nên bắt đầu với bộ vi điều khiển PIC 16F84, vì đây là vi mạch 18-chân đa năng có 13 đường I/O và bộ nhớ nhanh có thể ghi lại nhiều lần. Bộ nhớ nhanh cho phép bạn lập trình lại vi mạch bộ vi điều khiển PIC hàng ngàn lần. Điều này thực sự hữu ích khi thử nghiệm và gỡ rối các chương trình và các mạch của bạn.

Trình biên dịch PICBASIC (Hình 6.1) chạy trên PC tiêu chuẩn. Chương trình này có thể chạy trên DOS hoặc từ cửa sổ “MS-DOS Prompt” trong môi trường Windows. Từ đây trở về sau cửa sổ MS-DOS Prompt sẽ được ghi đơn giản là cửa sổ DOS. Chương trình DOS này không yêu cầu phần cứng cao, tối thiểu là PC loại XT chạy DOS 3.3 và cao hơn. Trình biên dịch hỗ trợ nhiều loại bộ vi điều khiển PIC, tạo ra mã hex trong ngôn ngữ máy (ML) có thể sử dụng với các bản mạch lập trình khác.

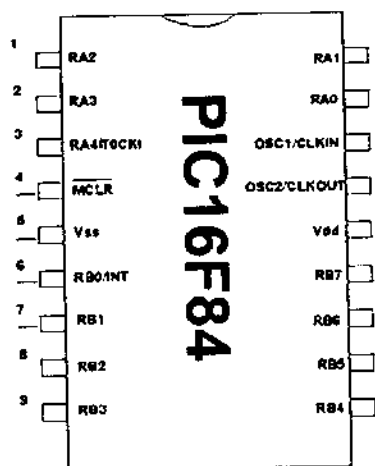
Bản mạch lập trình EPIC (Hình 6.2) có khe để cắm vi mạch PIC và nối với máy tính để lập trình, thông qua cổng máy in. Bản mạch lập trình nối với cổng máy in (cổng song song) của máy tính bằng cáp DB25.

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 10

microEngineering Labs, Inc.



Hình 6.2.
Bản mạch
lập trình
EPIC



Hình 6.3. Bộ vi điều khiển 16F84

Tính năng

CHUNG

- RISC CPU 35 các lệnh từ đơn
- Tốc độ vận hành DC, nhập 10-MHz
- Bộ nhớ chương trình 1K
- Các lệnh 14-bit
- Đường dẫn dữ liệu 8-bit
- Lập địa chỉ quan hệ, trực tiếp và gián tiếp
- 1000 chu kỳ xóa/ghi

NGOẠI VI

- 13 chân I/O với sự điều khiển hướng riêng rẽ.
- Nguồn/tiêu thụ dòng điện cao để truyền động LED trực tiếp
 - Tiêu thụ max 25 mA/chân
 - Nguồn max 20 mA/chân
- TMRO: 8-bit thời chuẩn/đếm với bộ tỷ lệ lập trình 8-bit

Nếu máy tính chỉ có một cổng máy in và đang nối với máy in, bạn phải tạm thời tháo máy in khi lập trình các vi mạch PIC. Cũng như Trình biên dịch PICBASIC, bản mạch lập trình hỗ trợ nhiều loại bộ vi điều khiển PIC.

PIC 16F82 (Hình 6.3) là bộ vi điều khiển đa năng với bộ nhớ nhanh có thể ghi lại nhiều lần. Bộ nhớ nhanh onboard này có thể chịu được tối thiểu là 1.000 chu kỳ xóa-chép. Vì vậy, bạn có thể lập trình lại và tái sử dụng vi mạch PIC ít nhất là 1.000 lần. Nếu bạn quyết định không viết lại chương trình, thời gian lưu giữ chương trình là gần 40 năm. Vi mạch 16F84 18-chân có 13 chân I/O. Mỗi chân có thể được lập trình độc lập như ngõ vào hoặc ngõ ra. Trạng thái của chân (điều khiển chiều I/O) cũng có thể thay đổi thông qua lập trình; ngoài ra, còn có các đặc tính về cài đặt lại công suất, chế độ ngủ để tiết kiệm công suất, bộ định giờ mở công suất, và sự bảo vệ bằng mã hóa. Các tính chất bổ sung và các chi tiết cấu trúc của PIC 16F84 sẽ được trình bày trong các phần tiếp theo.

Cài đặt phần mềm

Bạn hãy cài đặt trình biên dịch (PICBASIC) và phần mềm lập trình (EPIC) theo các hướng dẫn trong sổ tay của chúng. Bạn nên tạo một thư mục trên đĩa cứng của mình, có thể đặt tên thư mục là APPLICS hoặc theo ý bạn, tuy nhiên nên dùng APPLICS để phù hợp với các hình minh họa trong sách này. Bạn sử dụng lệnh DOS path sao cho có thể chạy cả trình biên dịch và phần mềm lập trình từ thư mục này. Các file văn bản lập trình của bạn cũng được viết và lưu vào thư mục đó.

Bước 1: Viết chương trình bằng ngôn ngữ BASIC

Các chương trình PICBASIC được viết với trình xử lý từ ngữ bất kỳ có thể lưu file văn bản dưới dạng ASCII hoặc DOS. Mọi trình xử lý từ ngữ đều có tùy chọn này. Bạn hãy dùng lệnh Save As và chọn MS-DOS text, DOS text, hoặc ASCII text. File văn bản hoàn thiện được biên dịch thành chương trình bằng trình biên dịch PICBASIC. Nếu không có trình xử lý từ ngữ, bạn có thể dùng Windows Notepad trong Windows 3.X, 95, và 98, để viết file nguồn ngôn ngữ BASIC. (Trong Windows, dưới Accessories). Ở DOS bạn có thể dùng trình Edit để viết các file văn bản.

Khi lưu, bạn lưu file với đuôi .bas. Ví dụ, nếu lưu chương trình có tên Wink, bạn sẽ lưu chương trình đó là wink.bas.

Bước 2: Sử dụng trình biên dịch

Chương trình biên dịch PICBASIC được khởi động bằng cách nhập lệnh pbc tiếp theo là tên file văn bản. Ví dụ, nếu file văn bản của bạn có tên là wink.bas, từ dấu nhắc lệnh DOS bạn nhập:

```
pbc wink.bas
```

Trình biên dịch BASIC sẽ biên dịch file văn bản nêu trên và tạo ra hai file bổ sung, file .asm (ngôn ngữ assembly) và file .hex (thập lục phân).

File wink.asm là ngôn ngữ assembly tương đương với chương trình BASIC. File wink.hex là mã máy của chương trình được viết theo các số thập lục phân. Trong đó, file .hex được tải vào vi mạch PIC.

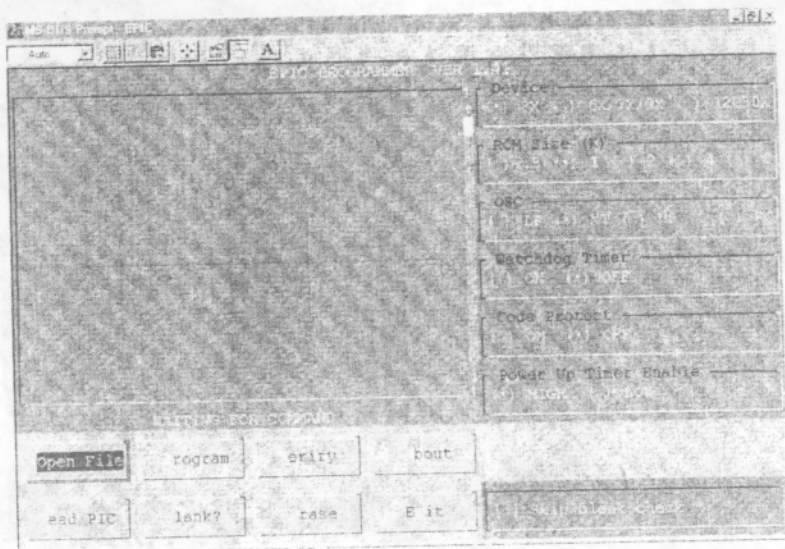
Nếu phát hiện các lỗi trong khi biên dịch mã nguồn BASIC, trình biên dịch sẽ liệt kê từng lỗi kèm theo số (thứ tự) dòng, nơi lỗi xảy ra và kết thúc. Bạn phải hiệu chỉnh các lỗi được liệt kê theo mã nguồn BASIC để trình biên dịch làm việc một cách hiệu quả.

Bước 3: Lập trình vi mạch PIC

Bạn hãy dùng cáp DB25 nối bản mạch lập trình với cổng máy in của máy tính. Khởi động phần mềm lập trình DOS. Từ dấu nhắc lệnh DOS, bạn nhập:

```
EPIC
```

Hình 6.4 là hình ảnh màn hình lập trình. Bạn hãy dùng tùy biến Open File và chọn wink.hex từ các file hiển thị trong hộp thoại. File này sẽ tải lên, và các số sẽ hiển thị trong cửa sổ bên trái. Cắm 16F84 vào rãnh, sau đó nhấn nút program. Bộ vi điều khiển PIC sẽ được lập trình và sẵn sàng làm việc.



Hình 6.4. Màn hình lập trình EPIC.

Chương trình BASIC thứ nhất

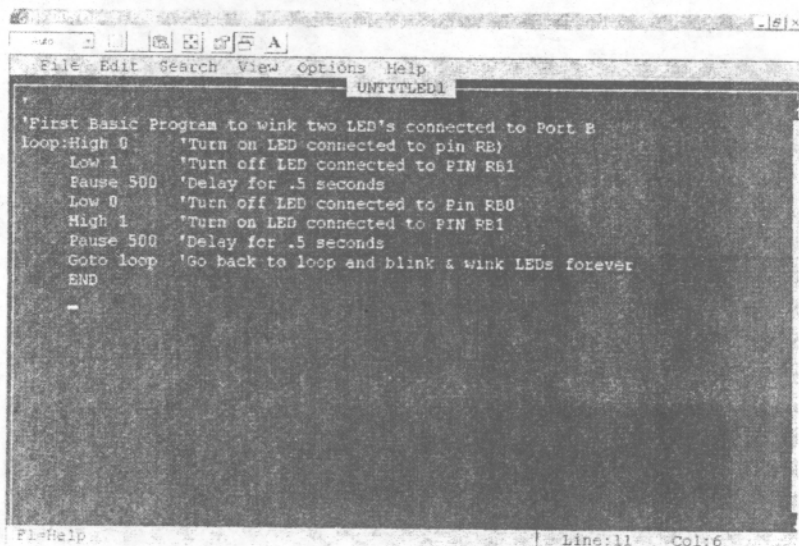
Bạn hãy chuẩn bị để viết chương trình thứ nhất. Bạn hãy nhập thật chính xác chương trình này vào trình xử lý từ ngữ của bạn:

```
'First BASIC program to wink two LEDs connected to port B.
Loop: High 0   ' Turn on LED connected to pin RB0
Low 1   ' Turn off LED connected to pin RB1
Pause 500 ' Delay for 0.5 seconds
Low 0   ' Turn off LED connected to pin RB0
High 1   ' Turn on LED connected to pin RB1
Pause 500   ' Delay for 0.5 seconds
Goto loop   ' Go back to loop and blink and wink LEDs
End
```

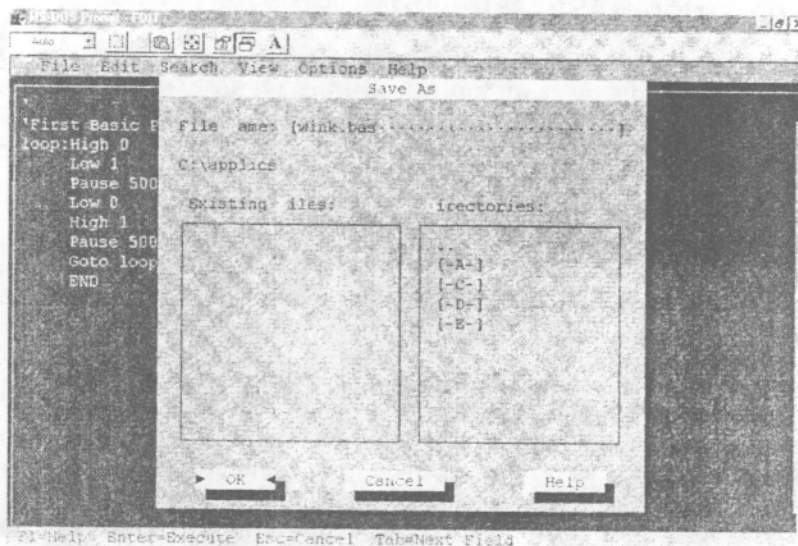
Bạn hãy quan sát Hình 6.5. Lưu văn bản trên dưới dạng file text bằng cách sử dụng chức năng Save trong menu File. Đặt tên file là wink.bas (Hình 6.6). Nếu lỡ lưu file này dưới tên wink.txt, bạn có thể thực hiện Save As từ trình Edit (trong menu File) và đặt lại tên file là wink.bas.

Biên dịch

Trình biên dịch PICBASIC phải chạy từ DOS hoặc từ cửa sổ DOS prompt trong Windows. Trình biên dịch PICBASIC được lưu trong thư



Hình 6.5. File văn bản của chương trình PICBASIC.

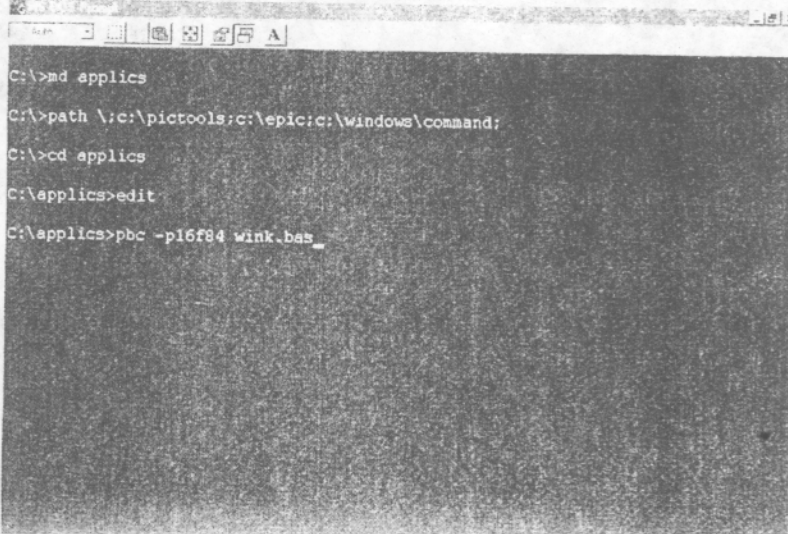


Hình 6.6. Lưu file văn bản.

mục APPLICS khi bạn cài đặt phần mềm này. Bạn cần bảo đảm file `wink.bas` cũng ở trong thư mục PICBASIC. Trình biên dịch PICBASIC tương thích với nhiều bộ vi điều khiển PIC khác nhau. Để biên dịch chương trình cho một bộ vi điều khiển cụ thể, trình biên dịch PICBASIC cần biết bộ vi điều khiển đang sử dụng. Để biên dịch chương trình cho 16F84, bạn cần thêm `-p16F84` vào lệnh `pbcc`.

Như vậy lệnh hoàn chỉnh là `pbcc -p16F84 wink.bas`. Ở dấu nhắc DOS, bạn gõ lệnh này và bấm phím Enter (Hình 6.7).

```
C:/ APPLIC>pbcc -p16F84 wink.bas
```



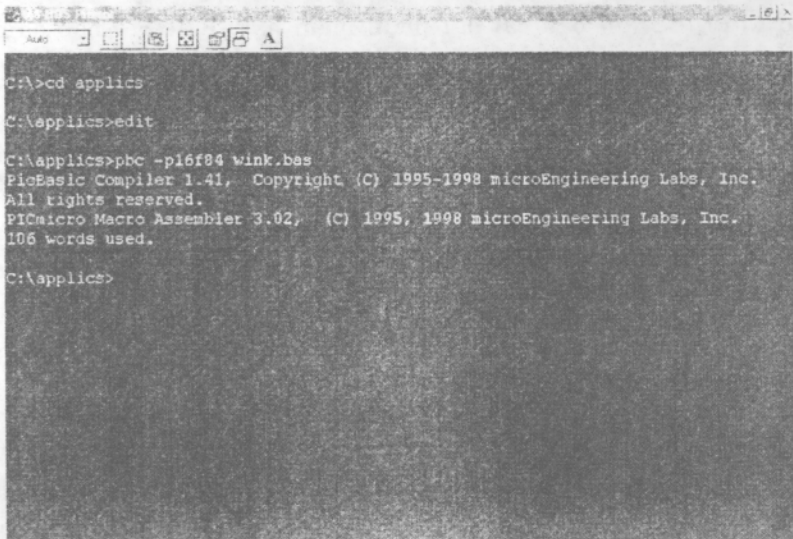
```
C:\>md applics
C:\>path \c:\pictools;c:\epic;c:\windows\command;
C:\>cd applics
C:\applics>edit
C:\applics>pbcc -p16f84 wink.bas
```

Hình 6.7. Nhập lệnh biên dịch

Trình biên dịch hiển thị thông báo về bản quyền và bắt đầu xử lý mã nguồn BASIC (Hình 6.8). Nếu mã nguồn BASIC không có lỗi, trình biên dịch sẽ tạo ra hai file bổ sung. Nếu phát hiện lỗi bất kỳ, trình biên dịch hiển thị danh sách lỗi cùng với số (thứ tự) dòng của chúng. Bạn hãy đối chiếu số (thứ tự) dòng trong thông báo với số (thứ tự) dòng trong file văn bản `.bas` để xác định vị trí lỗi. Bạn cần hiệu chỉnh các lỗi này để trình biên dịch có thể biên dịch mã nguồn một cách chính xác.

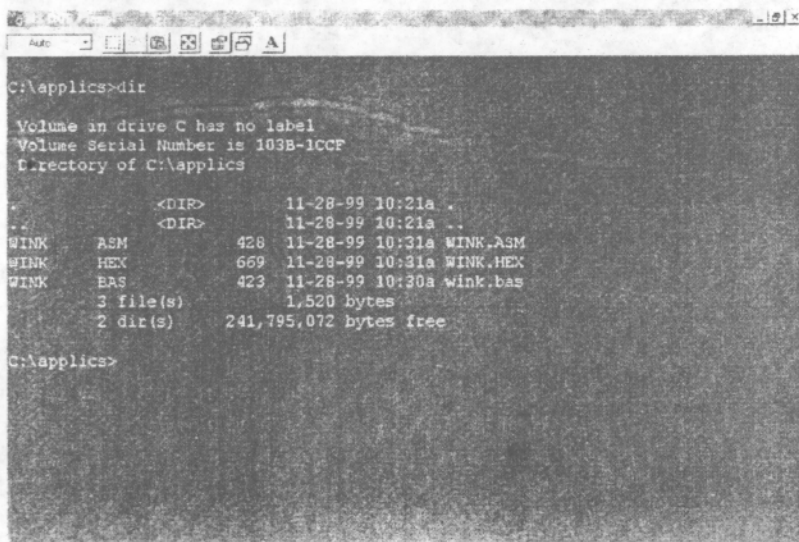
Bạn có thể dùng lệnh thư mục `dir` để xem các file. Ở dấu nhắc lệnh bạn gõ `dir` và nhấn Enter (Hình 6.9).

```
C:\APPLICS>dir
```



```
C:\>cd applics
C:\applics>edit
C:\applics>pic -p16f84 wink.bas
PicBasic Compiler 1.41, Copyright (C) 1995-1998 microEngineering Labs, Inc.
All rights reserved.
PICmicro Macro Assembler 3.02, (C) 1995, 1998 microEngineering Labs, Inc.
106 words used.
C:\applics>
```

Hình 6.8. Trình biên dịch đang biên dịch chương trình



```
C:\applics>dir

Volume in drive C has no label
Volume Serial Number is 103B-1CCF
Directory of C:\applics

<DIR>          11-28-99 10:21a .
<DIR>          11-28-99 10:21a ..
WINK   ASM      428  11-28-99 10:31a WINK.ASM
WINK   HEX      669  11-28-99 10:31a WINK.HEX
WINK   BAS      423  11-28-99 10:30a wink.bas
3 file(s)      1,520 bytes
2 dir(s)      241,795,072 bytes free
C:\applics>
```

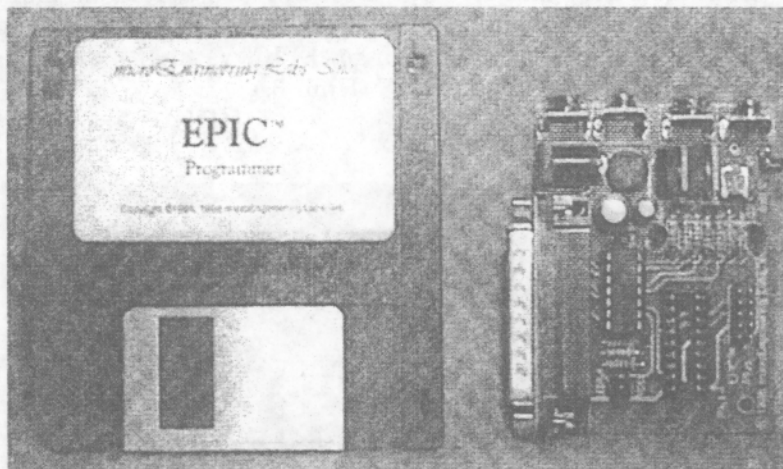
Hình 6.9. Lệnh thư mục.

Lệnh dir hiển thị tất cả các file và các thư mục con trong thư mục lệnh dir được phát ra. Trong Hình 6.9, bạn có thể thấy hai file bổ sung

do trình biên dịch tạo ra. Một file là wink.asm và là file mã nguồn của assembler (trình biên dịch ngôn ngữ assembly) tự động khởi động macroassembler để biên dịch mã assembly thành mã thập lục phân của ngôn ngữ máy. File thứ hai chứa mã thập lục phân, có tên là wink.hex

Lập trình vi mạch PIC

Để lập trình vi mạch PIC, bạn nối bản mạch lập trình EPIC (Hình 6.10) với máy tính qua cổng máy in. Nếu máy tính của bạn chỉ có một cổng máy in và đang sử dụng; bạn hãy tháo máy in ra, dùng cáp DB25 1.8 mét (6 ft) để nối bản mạch lập trình EPIC.



Hình 6.10. Bản mạch lập trình EPIC.

Khi nối bản mạch lập trình với máy tính, bạn phải bảo đảm không có bộ vi điều khiển PIC nào được lắp đặt trên bản mạch này. Nếu có adapter AC (điện xoay chiều) cho bản mạch lập trình, bạn hãy cắm adapter vào bản mạch. Nếu không có adapter AC, bạn hãy gắn hai ắc quy 9V còn mới và nối dây nối tắt "Batt ON" để cấp nguồn. Bản mạch lập trình phải được nối với cổng máy in và được cấp nguồn trước khi chạy phần mềm. Nếu không, phần mềm sẽ không thấy bản mạch lập trình được nối kết với cổng máy in và sẽ đưa ra thông báo lỗi "EPIC programmer not connected".

Khi bản mạch lập trình được cấp công suất và nối với cổng máy in, diode phát quang (LED) trên bản mạch này có thể sáng hoặc tắt ở thời điểm này. Bạn đừng cắm bộ vi điều khiển PIC vào rãnh của bản mạch lập trình cho đến khi phần mềm lập trình EPIC chạy.

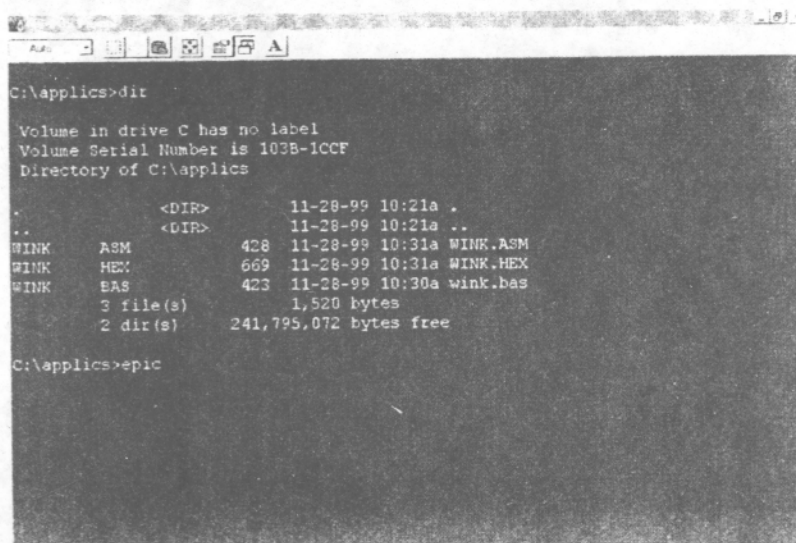
Phần mềm bản mạch lập trình EPIC

Phần mềm EPIC có hai phiên bản: EPIC.exe chạy trên DOS và EPICWIN.exe chạy trên Windows. Phần mềm chạy trên Windows là 32-bit, có thể chạy trên Windows 95, 98, và NT trở lên, nhưng không chạy trên 3.X.

Sử dụng phiên bản EPIC DOS

Nếu sử dụng Windows 95 hoặc cao hơn, bạn có thể mở cửa sổ MS-DOS Prompt hoặc khởi động lại máy tính theo chế độ DOS. Nếu sử dụng Windows 3.XX, bạn phải thoát khỏi Windows.

Giả sử bạn đang làm việc trên DOS và muốn chạy trình biên dịch pbc với chương trình wink.bas. Bạn hãy sao chép file wink.hex vào thư mục con EPIC. Ở dấu nhắc DOS, bạn gõ "EPIC" và nhấn Enter để chạy phiên bản DOS của phần mềm EPIC (Hình 6.11).



```
C:\applies>dir

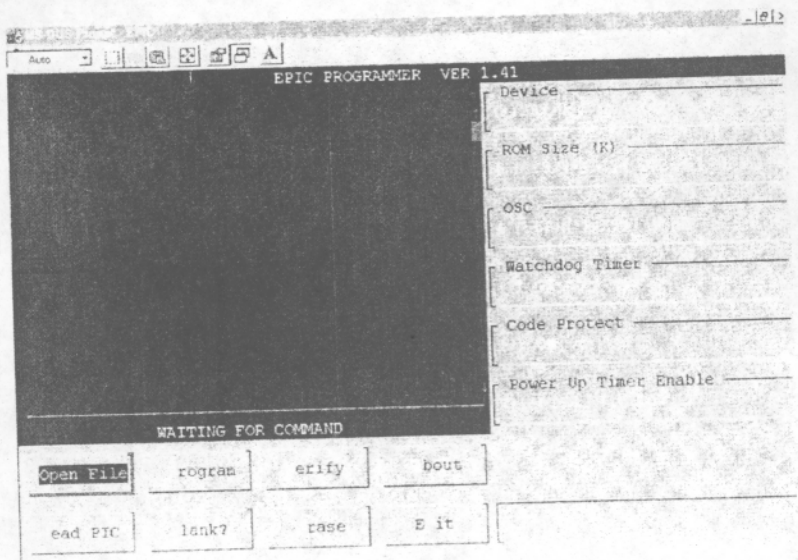
Volume in drive C has no label
Volume Serial Number is 103B-1CCF
Directory of C:\applies

<DIR>          11-28-99 10:21a .
<DIR>          11-28-99 10:21a ..
WINK   ASM           428  11-28-99 10:31a WINK.ASM
WINK   HEX           669  11-28-99 10:31a WINK.HEX
WINK   BAS           423  11-28-99 10:30a wink.bas
3 file(s)              1,520 bytes
2 dir(s)             241,795,072 bytes free

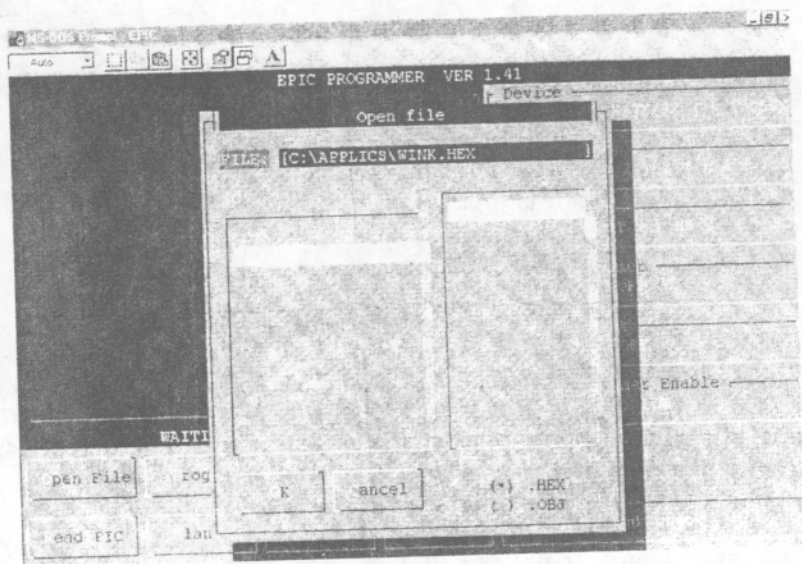
C:\applies>epic
```

Hình 6.11. Lệnh EPIC.

Màn hình mở đầu của EPIC được minh họa trên Hình 6.12. Bạn hãy sử dụng mouse nhấp lên nút Open hoặc nhấn tổ hợp phím Alt-O. Chọn file wink.hex (Hình 6.13). Khi file .hex này tải, bạn sẽ thấy danh sách các số trong cửa sổ ở bên trái (Hình 6.14). Đây là mã máy chương trình của bạn. Ở bên phải màn hình là các khóa chuyển cấu hình bạn cần kiểm tra trước khi lập trình vi mạch PIC.



Hình 6.12. Màn hình lập trình EPIC.



Hình 6.13. Lựa chọn file hex.



Hình 6.14. File hex được tải vào chương trình EPIC

Bạn hãy lần lượt kiểm tra kỹ lưỡng các khóa chuyển cấu hình.

- Device: Cài đặt loại thiết bị. Xác lập 8X.
- ROM size (K): Cài đặt kích cỡ bộ nhớ. Chọn 1.
- OSC: Cài đặt loại thiết bị tạo dao động. Chọn XT đối với crystal.
- Watchdog timer: chọn On.
- Code protect: Chọn Off
- Power-up timer enable: Chọn High

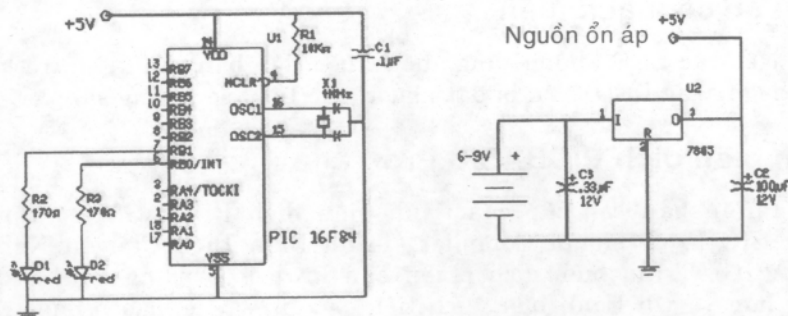
Sau khi xác lập các khóa chuyển cấu hình, bạn cắm bộ vi điều khiển PIC 16F84 vào rãnh trên bản mạch lập trình EPIC. Nhấp Program hoặc nhấn tổ hợp phím Alt-P để bắt đầu lập trình. Trước tiên, chương trình EPIC sẽ kiểm tra xem vi mạch bộ vi điều khiển có trắng không. Nếu vi mạch này trắng, chương trình EPIC sẽ cài đặt chương trình của bạn vào bộ vi điều khiển. Nếu bộ vi điều khiển không trắng (đã có chương trình), bạn sẽ nhận được các tùy chọn để bỏ qua hoạt động cài đặt hoặc chép chương trình mới đè lên chương trình hiện có. Nếu có chương trình trong bộ nhớ của vi mạch PIC, bạn hãy chép đè lên chương trình đó. Các dòng mã ngôn ngữ máy sẽ được chiếu sáng khi lập trình PIC. Sau khi hoàn tất, bộ vi điều khiển được lập trình và sẵn sàng hoạt động.

Thử nghiệm bộ vi điều khiển PIC

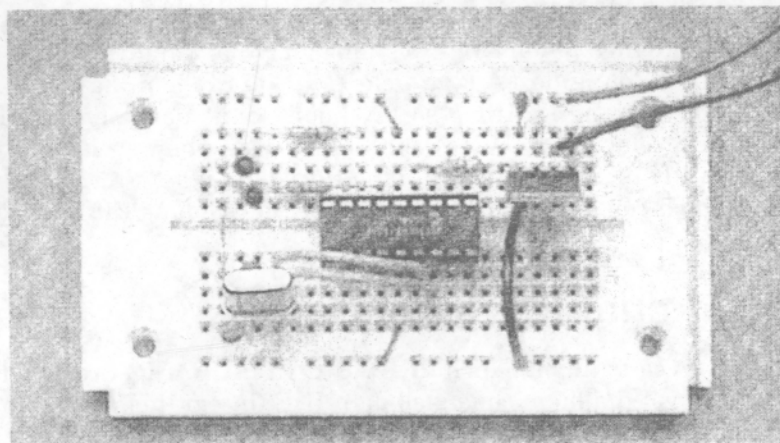
Sơ đồ minh họa số linh kiện cần thiết tối thiểu để lắp ráp bộ vi điều khiển và đủ để hoạt động. Trước hết, bạn cần điện trở pull-up trên chân 4 (MCLR), tinh thể 4-MHz với hai tụ điện (22-pF), và nguồn điện 5V.

Hai LED và hai điện trở giới hạn dòng điện được mắc nối tiếp với hai LED ở ngõ ra. Điều này cho phép bạn quan sát bộ vi điều khiển và chương trình đang hoạt động. Lắp ráp các linh kiện nêu trên theo sơ đồ được minh họa trên Hình 6.15 lên bản mạch để không hàn. Khi hoàn tất, sản phẩm của bạn phải có dạng như trên Hình 6.16.

Bản đặc tính kỹ thuật của 16F84 cho biết bộ vi điều khiển sẽ vận hành với điện áp từ 2V đến 6V, bạn có thể cung cấp nguồn công suất điều



Hình 6.15. Sơ đồ mạch.



Hình 6.16. Mạch điện được xây dựng trên bản mạch để không hàn.

chỉnh 5V cho mạch điện này. Nguồn công suất điều chỉnh gồm bộ điều chỉnh điện áp 7805 và hai tụ lọc.

Sự nhấp nháy

Bạn hãy cấp nguồn cho mạch điện của bạn. Các LED được nối với vi mạch này sẽ luân phiên sáng và tắt. Sự nhấp nháy là bằng chứng cho thấy bạn đã biết cách lập trình bộ vi điều khiển và đưa chúng vào vận hành.

Khi đã có kinh nghiệm, việc sử dụng trình biên dịch và bộ lập trình sẽ trở thành bản năng thứ hai của bạn. Bạn không còn phải cân nhắc chúng từng bước. Nhưng việc viết các chương trình PICBASIC hoàn hảo mới là thử thách thực sự.

Xử lý sự cố mạch điện

Nếu các LED không sáng, điều trước tiên bạn cần kiểm tra là sự định hướng các LED. Nếu bị đặt ngược, các LED sẽ không sáng.

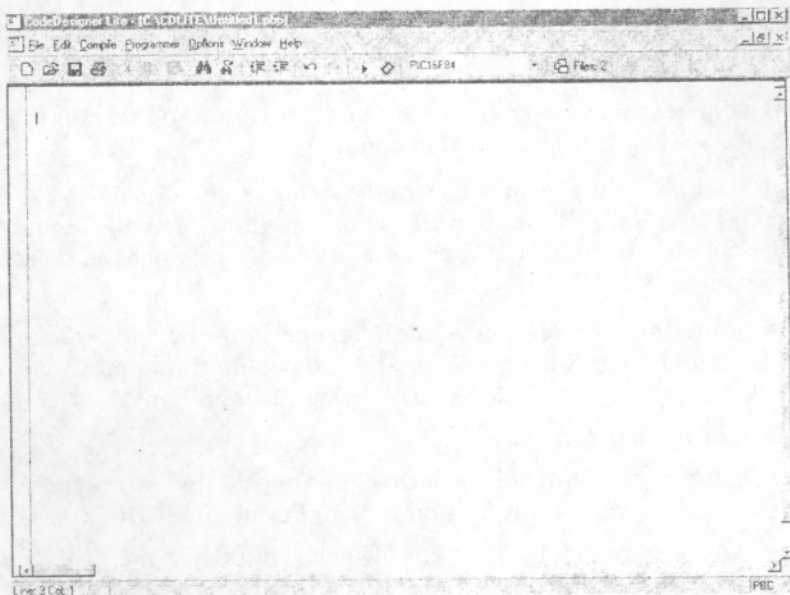
Trình biên dịch PICBASIC Pro

Phiên bản cao cấp của trình biên dịch PICBASIC có tên là PICBASIC Professional Compiler (Trình Biên Dịch Chuyên Nghiệp PICBASIC). Trình biên dịch phiên bản Pro có số lượng lệnh BASIC nhiều hơn so với trình biên dịch tiêu chuẩn. Vài lệnh bổ sung trong phiên bản Pro cho phép sử dụng Interrupts, điều khiển trực tiếp các module LCD (light-crystal display), ngõ ra DTMF (dual-tone multifrequency), và các lệnh X-10, v.v...

Trình biên dịch phiên bản Pro không xử lý hai lệnh BASIC theo sở thích (và rất hữu dụng) là Peek và Poke. Mặc dù các lệnh này được liệt kê “dưới dạng chức năng” trong sổ tay hướng dẫn của phiên bản Pro, nhưng bạn cần chú ý “Peek và Poke không được phép sử dụng trong chương trình PICBASIC Pro”. Thật đáng tiếc, vì điều này sẽ vô hiệu hóa tính tương thích của mọi chương trình PICBASIC sử dụng các lệnh Peek và Poke.

Các tính chất IDE mới

Gần đây, cả trình biên dịch PICBASIC và PICBASIC Pro đều được đóng gói cùng với đĩa mềm chứa giao diện IDE (integrated development environment) Windows, được gọi là CodeDesigner Lite (Hình 6.17). CodeDesigner Lite cho phép viết và biên dịch mã PICBASIC vào môi



Hình 6.17. CodeDesigner Lite

trường Windows. Từng câu lệnh được mã hóa bằng màu sắc, giúp bạn dễ dàng phát hiện các lỗi và đọc toàn bộ mã của bạn. CodeDesigner Lite cho phép bạn viết các chương trình đến 150 dòng và mở đồng thời ba file nguồn, giúp việc sao chép (copy) và dán (paste) dễ dàng hơn.

Tính chất quan trọng nhất của giao diện CodeDesigner Lite là cho phép bạn viết chương trình trước, sau đó biên dịch chương trình này thành file hex, và cuối cùng (theo lý thuyết) lập trình bộ vi điều khiển trong cùng một cửa sổ. Điều này giúp giảm thời gian triển khai chương trình. Thông thường, người dùng viết file văn bản của chương trình trong DOS hoặc cửa sổ MS-DOS prompt, bằng cách dùng trình DOS Edit. Sau khi viết xong, họ thoát khỏi trình Edit và biên dịch chương trình. Nếu có vấn đề, người dùng phải khởi động lại trình Edit và gỡ rối dòng mã. Khi chương trình được gỡ rối hoàn toàn, người dùng tải chương trình vào bộ vi điều khiển PIC bằng phần mềm EPIC và bản mạch lập trình. Ở thời điểm này, bộ vi điều khiển/mạch điện sẽ được thử nghiệm. Nếu chương trình hoạt động chính xác, họ kết thúc; nếu không, người dùng bắt đầu viết lại chương trình đó.

Với CodeDesigner, bạn có thể viết và gỡ rối các chương trình PICBASIC rồi tải chúng vào bộ vi điều khiển một cách dễ dàng, nhờ vậy năng suất làm việc của bạn tăng lên. Theo kinh nghiệm, bạn có thể mã

hóa và gỡ rối các chương trình trong Windows, nhưng để lập trình bộ vi điều khiển, bạn vẫn phải trở về DOS.

CodeDesigner Lite có hai phiên bản với tính năng đầy đủ là phiên bản chuyên biệt và phiên bản tiêu chuẩn.

Phiên bản chuyên biệt của CodeDesigner chỉ làm việc với trình biên dịch PICBASIC. Phiên bản tiêu chuẩn sẽ làm việc với cả trình biên dịch PICBASIC và PICBASIC Pro. Sau đây là các tính chất nâng cao của CodeDesigner:

- **AutoCodeCompletion:** CodeDesigner làm cho việc viết mã dễ dàng hơn nhiều, với các hộp liệt kê pop-up thông minh có thể tự động điền các câu lệnh và các tham số cho bạn.
- **Hỗ trợ đa tài liệu.**
- **Chiếu sáng dòng lỗi:** CodeDesigner đọc dữ liệu lỗi và chiếu sáng các dòng có lỗi khi bạn biên dịch dự án PICBASIC của mình.
- **QuickSyntaxHelp:** Tính chất QuickSyntaxHelp hiển thị cú pháp câu lệnh khi bạn gõ câu lệnh PICBASIC hợp lệ.
- **Mô tả câu lệnh:** Các mô tả câu lệnh hiển thị trong thanh trạng thái khi bạn gõ câu lệnh PICBASIC hợp lệ.
- **Statement help:** Chỉ cần đặt con trỏ lên câu lệnh PICBASIC bạn sẽ nhận được sự giúp đỡ (help) đối với câu lệnh cụ thể.
- **Label listbox:** Hộp liệt kê nhãn hiển thị nhãn hiện hành và cho phép bạn chọn nhãn từ danh mục để đi tắt đến nhãn được chọn.
- **Colored PICBASIC Syntax:** Tổ hợp màu đối với các từ chuyên biệt, các chuỗi, các số, các chú thích, các định nghĩa, v.v... Colored PICBASIC syntax làm cho việc đọc các mã dễ dàng hơn.
- **Bookmarks:** Giúp bạn tìm lại đoạn chương trình của mình. CodeDesigner cho phép bạn thiết lập các thẻ đánh dấu.
- **Multiple undo/redo:** Bạn lỡ xoá dòng sau cùng. Không sao, bạn chỉ cần nhấp nút Undo.
- **Multiple views:** Multiple views of your source code cho phép bạn chỉnh sửa mã nguồn của mình một cách dễ dàng.
- **In mã nguồn.**
- **Kéo và thả văn bản.**
- **Chèn, xóa, và sao chép hàng/cột**
- **Tìm và thay thế**
- **Biên dịch và khởi động trình lập trình thiết bị.**

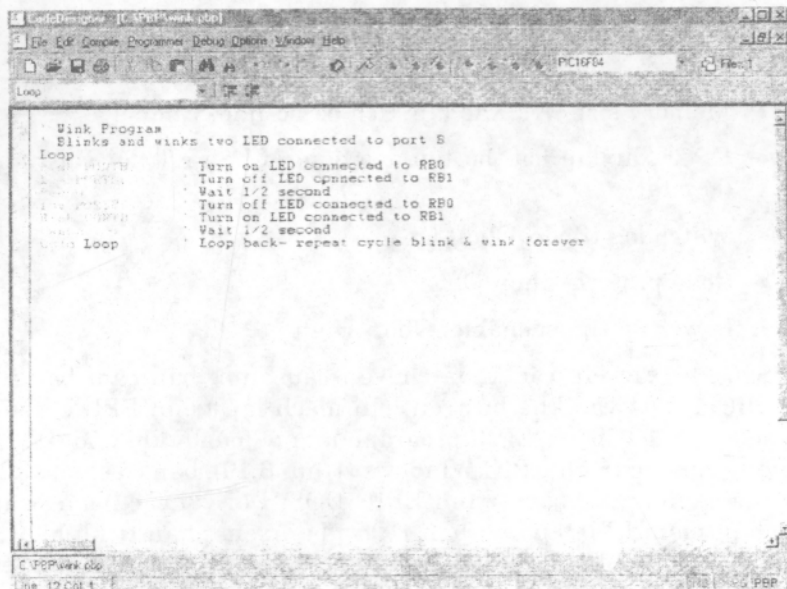
Cài đặt phần mềm

Khi được cài đặt, CodeDesigner tạo ra thư mục con trong thư mục Program Files và tự cài đặt vào thư mục con đó, đặt đường tắt của CodeDesigner trên menu Start, Program trong Windows.

Chương trình PICBASIC Pro thứ nhất

Chương trình này về chức năng (không phải mã) là đồng nhất với chương trình PICBASIC wink.bas. Bạn hãy khởi động CodeDesigner (Lite) (Hình 6.18) và nhập mã sau đây:

```
`Wink program
`Blinks and winks two LEDs connected to port B
Loop:
High PORTB.0   ` Turn on LED connected to RB0
Low PORTB.1   ` Turn off LED connected to RB1
Pause 500     ` Wait ½ second
Low PORTB.0   ` Turn off LED connected to RB0
High PORTB.1   ` Turn on LED connected to RB1
Pause 500     ` Wait ½ second
GoTo Loop    ` Loop back-repeat cycle blink and wink forever
```



Hình 6.18. Chương trình PICBASIC Pro được viết trong CodeDesigner.

CodeDesigner mặc định để viết mã cho bộ vi điều khiển PIC 16F84. Đây là bộ vi điều khiển được giới thiệu ở phần đầu. Để thay đổi thiết bị này, bạn chỉ cần kéo menu device (thiết bị) xuống và chọn bộ vi điều khiển thích hợp.

Để biên dịch chương trình, bạn chọn compile bên dưới menu Compile hoặc nhấn phím F5. CodeDesigner tự động khởi động trình biên dịch PICBASIC Pro để biên dịch chương trình. Trước khi biên dịch chương trình, bạn phải xác lập “compiler options” trong menu Compile. CodeDesigner cần bạn cho biết vị trí (thư mục) để tìm chương trình PICBASIC Pro, và vị trí lưu file nguồn và file được biên dịch.

Sau khi chương trình được biên dịch, bạn có thể chuyển sang bước kế tiếp là tải chương trình vào vi mạch bộ vi điều khiển PIC bằng bộ lập trình EPIC. Bạn nên tuân thủ các hướng dẫn đối với chương trình EPIC đã được trình bày đối với trình biên dịch PICBASIC.

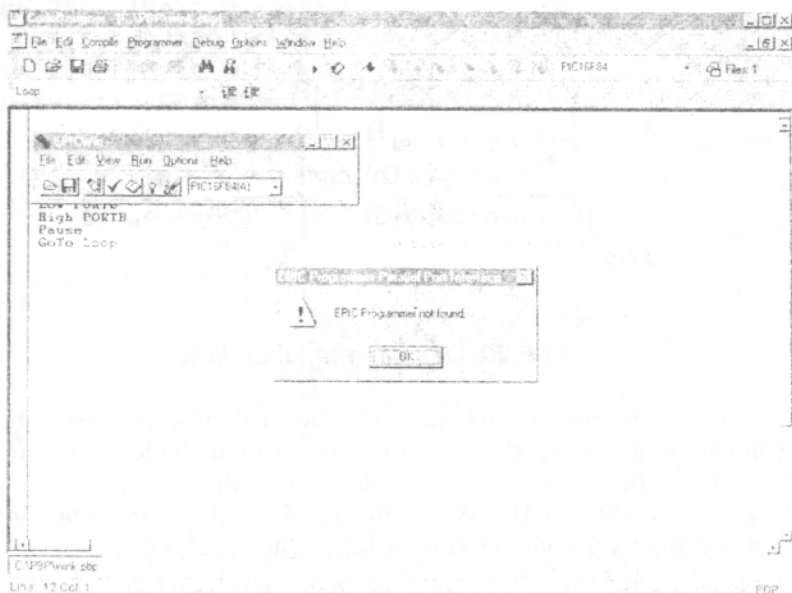
Bộ lập trình EPIC và CodeDesigner

Nếu thích, bạn cũng có thể lập trình vi mạch này từ CodeDesigner. Bạn chọn “launch programmer” từ menu Programmer, hoặc nhấn phím F6. CodeDesigner tự động khởi động phần mềm EPICWIN.exe Windows.

Sau khi phần mềm EPIC Windows khởi động, bạn tuân tự cài đặt các khóa chuyển cấu hình trong menu Options.

- Device: Xác lập loại thiết bị. Xác lập 16F84 (mặc định).
- Memory size (K): Xác lập kích cỡ bộ nhớ. Chọn 1.
- OSC: Xác lập loại bộ tạo dao động. Chọn XT đối với tinh thể (crystal).
- Watchdog timer: Chọn On.
- Code protect: Chọn Off.
- Power-up timer enable: Chọn High

Sau khi xác lập các khóa chuyển cấu hình, bạn cắm bộ vi điều khiển PIC 16F84 vào khe hở trên bản mạch lập trình EPIC. Nếu bạn nhận được thông báo lỗi “EPIC programmer not found” khi CodeDesigner khởi động chương trình EPIC Windows (Hình 6.19), bạn có chọn xử lý sự cố đó hoặc sử dụng chương trình EPIC DOS. Đối với các hướng dẫn sử dụng phần mềm EPIC (phiên bản DOS), bạn xem phần trình biên dịch PICBASIC. Sơ đồ của mạch điện này tương tự sơ đồ được dùng cho trình biên dịch PICBASIC.



Hình 6.19. Khởi động phần mềm EPIC từ CodeDesigner.

Sự nhấp nháy

Khi cấp nguồn cho mạch điện. Các LED được nối với bộ vi điều khiển PIC sẽ luân phiên chớp và tắt.

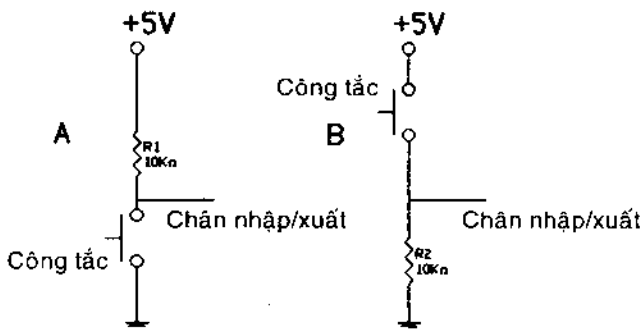
Ứng dụng

Đến đây bạn cần biết cách đưa các bộ vi điều khiển vào vận hành. Bạn có kiến thức cơ bản cần thiết để lập trình bộ vi điều khiển 16F84. Phần còn lại của chương này minh họa cách thực hiện các chức năng điện cơ bản bằng cách dùng bộ vi điều khiển. Các chức năng này luôn có mặt trong bộ vi điều khiển sử dụng các mạch điện tử và các thiết kế.

Để bắt đầu, bạn hãy xem xét cách bộ vi điều khiển phát hiện công tắc đơn giản đang đóng. Bộ vi điều khiển có thể phát hiện các mức logic transistor-transistor (TTL) trên chân bất kỳ trong 13 chân I/O. Các mức logic này cùng với các công tắc được sử dụng để phát hiện công tắc đóng.

Đọc các công tắc – logic thấp

Trên Hình 6.20 công tắc ký hiệu A duy trì chân I/O ở mức logic cao cho đến khi công tắc này bị đóng. Sau khi công tắc A đóng, chân I/O được



Hình 6.20. Các công tắc mức logic.

chuyển sang mức logic thấp (mát). Khi bộ vi điều khiển cảm nhận sự đóng mạch công tắc, sẽ thực hiện các phép toán (logic) hoặc các chức năng điều khiển. Trong ví dụ này, bộ vi điều khiển sẽ làm LED nhấp nháy. Bạn cần nhớ, LED này có thể đại diện cho transistor, bộ biến năng, mạch điện tử, hoặc bộ vi điều khiển/máy tính khác.

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC như sau:

```
'PICBASIC Compiler
'REM test switch low
'Initialize variables
input 4 'Set pin RB4 to read switch
start:
if pin4 = 0 then blink 'If switch is low, then blink LED
goto start 'If not, check switch again
blink: 'Blink routine
high 0 'Bring RB0 high to light LED
pause 250 'Wait ¼ second
low 0 'Bring RB0 low to turn off LED
pause 250 'Wait ¼ second
goto start 'Check switch again
```

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC Pro như sau:

```
'REM PICBASIC Compiler Pro
'Rem test switch low
input portb.4 'Set pin RB4 to read switch
start:
if portb.4 = 0 then blink 'If switch is low, then blink LED
goto start 'If not, check again
blink: 'Blink LED routine
high 0 'Bring RB0 high to light LED
```



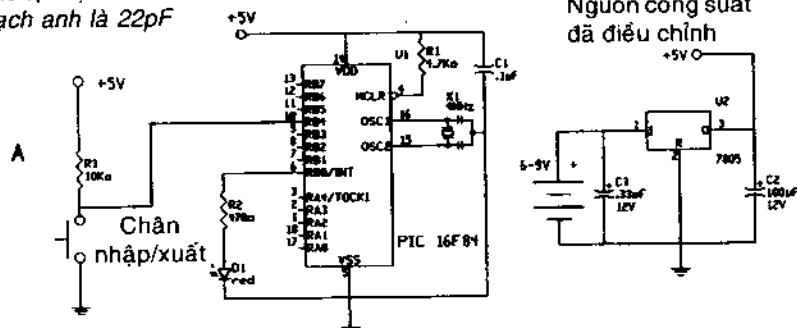
```

pause 250 'Wait ¼ second
low 0 'Bring RB0 low to turn off LED
pause 250 'Wait ¼ second
goto start 'Check switch again

```

Sơ đồ mạch điện đọc – công tắc – thấp được minh họa trên Hình 6.21. Công tắc được nối với chân I/O ký hiệu RB4. LED được nối với RB0 qua điện trở giới hạn dòng điện 470 ohm.

* Các tụ điện nối với tinh thể thạch anh là 22pF



Hình 6.21. Sơ đồ mạch điện đọc – công tắc – thấp.

Đọc công tắc – logic cao

Các chương trình này và sơ đồ là phần bổ sung cho các ví dụ đã nêu. Bạn hãy xem lại Hình 6.20, ví dụ B. Công tắc ký hiệu B duy trì chân I/O ở mức logic thấp. Khi công tắc này đóng, chân I/O được đưa lên mức logic cao.

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC như sau:

```

'PICBASIC Comliper
'REM test switch high
input 4 'Set pin RB4 to read switch
start:
if pin4 = 1 then blink 'If switch is high, then blink LED
goto start 'If not, check switch again
blink: 'Blink routine
high 0 'Bring RB0 high to light LED
pause 250 'Wait ¼ second
low 0 'Bring RB0 low to turn off LED
pause 250 'Wait ¼ second
goto start 'Check switch again

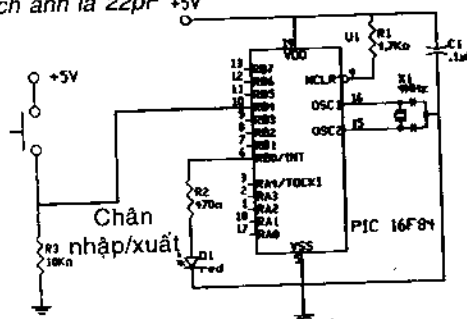
```

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC Pro như sau:

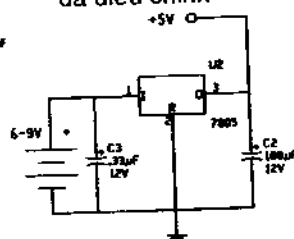
```
'PICBASIC compiler Pro
'REM test switch high
input portb.4 'Set pin RB4 to read switch
start:
if portb.4 = 1 then blink 'If switch is high, then blink LED
goto start 'If not, check again
blink: 'Blink LED routine
high 0 'Bring RB0 high to light LED
pause 250 'Wait ¼ second
low 0 'Bring RB0 low to turn off LED
pause 250 'Wait ¼ second
goto start 'Check switch again
```

Sơ đồ mạch điện đọc - công tắc - cao được minh họa trên Hình 6.22. Công tắc này được nối với chân I/O có ký hiệu RB4. LED được nối với RB0 thông qua điện trở giới hạn dòng điện 470 ohm.

* Các tụ điện nối với tinh thể thạch anh là 22pF +5V



Nguồn công suất đã điều chỉnh

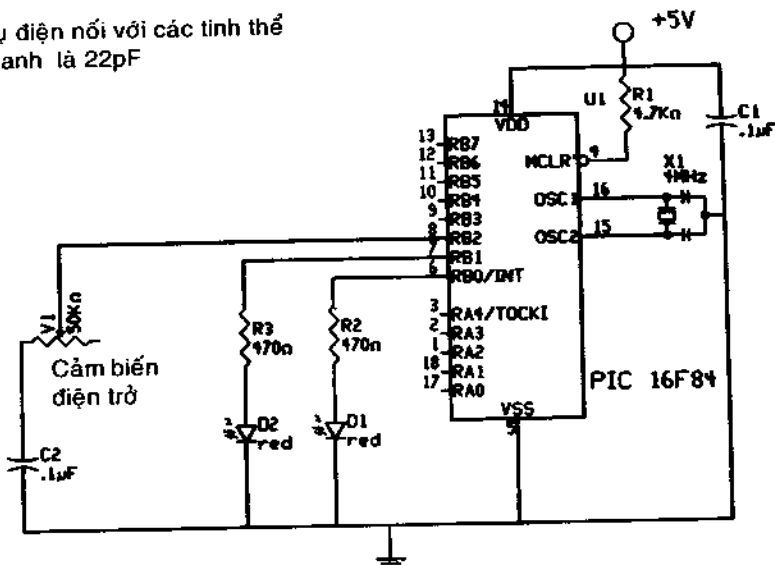


Hình 6.22. Sơ đồ mạch điện đọc - công tắc - cao.

Đọc các bộ so sánh

Bộ vi điều khiển cũng có thể đọc các mức logic của các bộ vi điều khiển khác, các mạch điện, hoặc các IC. Ví dụ, bạn hãy quan sát Hình 6.23. Trong sơ đồ này bộ vi điều khiển được cài đặt để đọc ngõ ra của bộ so sánh. Vì ngõ ra của bộ so sánh LM339 tương đương với cực góp hơ của transistor NPN, ngõ ra này thường được đưa lên cao bằng cách dùng điện trở pull-up ngoài. Bộ vi điều khiển sử dụng các chương trình phát hiện mức logic thấp để đọc bộ so sánh LM339.

* Các tụ điện nối với các tinh thể thạch anh là 22pF



Hình 6.25. Sơ đồ đối với lệnh Pot.

Giá trị của scale cần được xác định qua thực nghiệm. Để tìm giá trị scale thích hợp, bạn hãy xác lập thiết bị điện trở dưới số đo điện trở cực đại của thiết bị này và đọc biến var với scale được xác lập 255. Trong các điều kiện này, giá trị được giữ trong biến var sẽ chứa giá trị hợp lý đối với scale.

Sơ đồ mạch điện cơ bản được minh họa trên Hình 6.25. Đối với bộ cảm biến điện trở bạn có thể nối chiết áp kế 50K-ohm. Khi chiết áp kế thay đổi, một trong các LED sẽ sáng tùy theo giá trị được giữ trong biến B0. Nếu giá trị điện trở là trên 125, LED 1 sẽ sáng; nếu không, LED 2 sẽ sáng.

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC như sau:

```

' PICBASIC Compiler ** reading resistance type sensor **
' Photoresistor test program
' Set Up
start:
pot 2,255, b0 'Read sensor on RB2
if b0 > 125 then l1 'If more than 100, light LED 1
if b0 <= 125 then l2 'If less than 100, light LED 2
l1: 'Light LED 1 routine
high 0 'Light LED 1
low 1 'turn off LED 2
goto start 'Repeat

```

```

12: 'Light LED 2 routine
high 1 'light LED 2
low 0 'Turn off LED 1
goto start 'Repeat

```

Chương trình đối với trình biên dịch PICBASIC Pro:

```

' PICBASIC Pro Compiler ** reading resistance type sensor **
'Photoresistor test program
' Set Up
output portb.0 'Set RB0 as output
output portb.1 'Set RB1 as output
b0 var byte
start:
pot portb.2,25, b0 'Read sensor on RB2
if b0 > 125 then l1 'If more than 100, light LED 1
if b0 <= 125 then l2 'If less than 100, light LED 2
l1: 'Light LED 1 routine
high portb.0 'Light LED 1
low portb.1 'Turn off LED 2
goto start 'Repeat
l2: 'Light LED 2 routine
high portb.1 'Light LED 2
low portb.0 'turn off LED 1
goto start 'Repeat

```

Mạch này có thể cải tiến bằng cách thay chiết áp kế trong mạch bằng khối quang điện trở CdS. Nếu chọn khối CdS thích hợp, ví dụ, loại có điện trở tối khoảng 50K đến 100K-ohm và điện trở sáng không quá 10K-ohm, LED 1 sẽ sáng khi quang điện trở trong khoảng điện trở tối. Trong khoảng điện trở sáng, LED 2 sẽ sáng.

Mạch này có thể đọc giá trị số của biến pot bằng cách gọi liên tiếp biến này đến màn hiển thị LCD có giao diện nối tiếp hoặc nối kết máy tính RS232. Lệnh để gọi thông tin nối tiếp:

Serout Pin, Mode, Var

Động cơ trợ động

Động cơ trợ động được gắn khớp với động cơ DC có mạch điều khiển hồi tiếp vị trí cho phép định vị chính xác rotor của động cơ. Trục của hầu hết động cơ trợ động thông dụng có thể được định vị theo góc quay tối thiểu là $90^{\circ}(\pm 45^{\circ})$. Động cơ trợ động có ba dây dẫn. Hai dây là dây công suất, thường là 4.5V – 6V, và dây mát. Dây thứ ba cung cấp tín

hiệu điều khiển vị trí đến động cơ trợ động. Tín hiệu điều khiển vị trí là xung có chiều rộng biến thiên. Xung này thay đổi trong khoảng 1 – 2 ms. Chiều rộng xung điều khiển vị trí trục động cơ trợ động.

Sự điều khiển động cơ trợ động với bộ vi điều khiển PIC khá dễ dàng. Tín hiệu xung điều khiển 1 – 2 ms phải được gửi đến động cơ 50 - 60 lần trong một giây.

Lệnh pulsout tạo ra xung trên chân chuyên biệt, đối với thời gian được chỉ định [gia số là 10 micro giây (μ s)]. Như vậy lệnh pulsout 1, 150 sẽ đặt một xung 1.5 ms ($10\mu\text{s} \times 150 = 1500 = 1.5 \text{ ms}$) lên chân 1. Xung 1.5 ms sẽ định vị trục động cơ trợ động ở giữa.

Chương trình xoay động cơ trợ động

Chương trình này xoay bộ phận quay (rotator) trợ động từ trái sang phải và ngược lại, tương tự ăng ten chảo radar. Sơ đồ động cơ trợ động được minh họa trên Hình 6.26. Đây là chương trình của trình biên dịch PICBASIC:

```
`Servo motor sweep program
`PICBASIC Compiler
`Programs sweeps left to right and back again
b0 = 100 `Initialize at left position
sweep: `Sweep routine
pulsout 0,b0 `Send pulse to servo motor
pause 18 `Wait 18 ms (50 to 60 Hz)
b0 = b0 + 1 `Increment pulse width
if b0 > 200 then sweepback `End of sweep?
goto sweep `No, continue sweeping
sweepback: `Sweepback routine
b0 = b0 - 1 `Decrement pulse width
pulsout 0, b0 `Send pulse to servo motor
pause 18 `Delay to send 50 to 60 Hz
if b0 < 100 then sweep `End of sweepback
goto sweepback `No
```

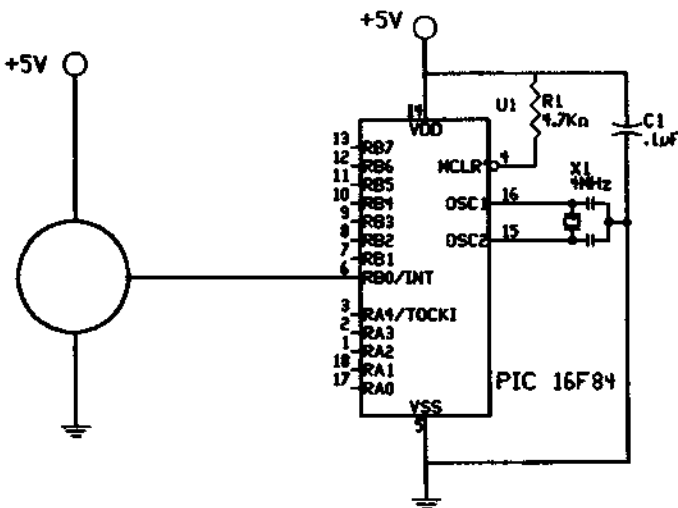
Chương trình của trình biên dịch PIBASIC Pro như sau:

```
`Servo motor sweep program
`PICBASIC Pro Compiler
`Programs sweeps left to right and back again
b0 var byte
b0 = 100 `Initialize at left position
sweep: `Sweep routine
```

```

pulsout portb.0, b0 'Send pulse to servo motor
pause 18 'Wait 18 ms (50 to 60 Hz)
b0 = b0 + 1 'Increment pulse width
if b0 > 200 then sweepback 'End of sweep?
goto sweep 'No, continue sweeping
sweepback: 'Sweepback routine
b0 = b0 - 1 'Decrement pulse width
pulsout portb.0, b0 'Send pulse to servo motor
pause 18 'Delay to send 50 to 60 hz
if b0 < 100 then sweep 'End of sweepback
goto sweepback 'No

```



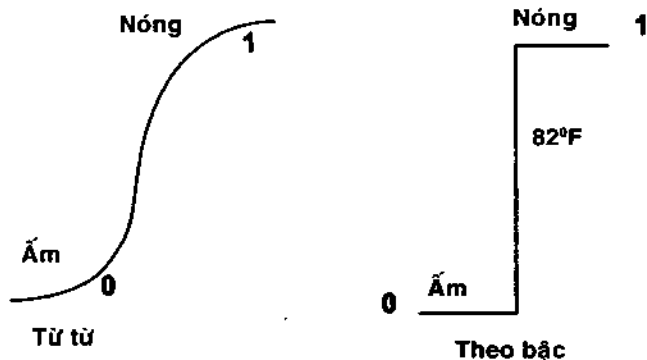
Hình 6.26. Sơ đồ dùng cho động cơ trợ động

Logic mờ và các bộ cảm biến neuron

Bạn đã được giới thiệu vài khả năng thú vị về sự diễn dịch các giá trị đo từ bộ cảm biến. Bạn có thể có bộ vi điều khiển bắt chước chức năng thần kinh và/hoặc các thiết bị logic mờ.

Logic mờ

Năm 1965, Lotfi Zadeh, giáo sư đại học California ở Berkeley, lần đầu tiên công bố bài thuyết trình về logic mờ. Vì quá mới mẻ, logic mờ nhận được cả sự hoan nghênh lẫn chỉ trích.



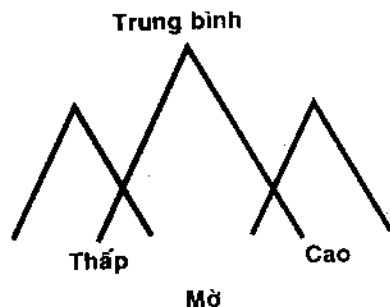
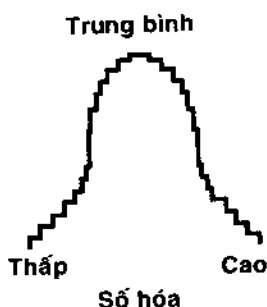
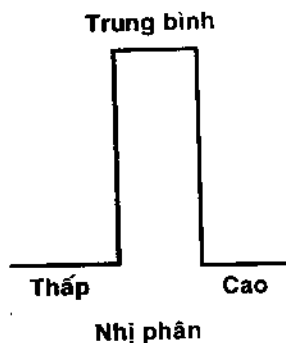
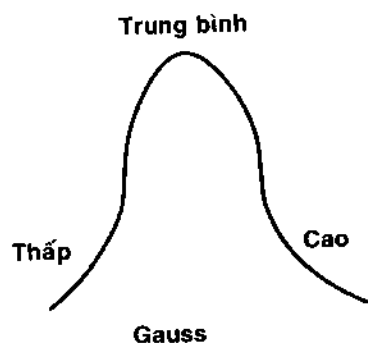
Hình 6.27. Sự phân cấp nhiệt độ từ ẩm đến nóng, từ từ hoặc theo bậc.

Về bản chất, logic mờ cố gắng bắt chước trên các máy tính cách thức con người áp dụng logic theo nhóm và xác định đặc tính. Vài ví dụ sẽ làm sáng tỏ định nghĩa “mờ” này. Ví dụ, thế nào là ẩm, ngày nắng không được xác định là ẩm mà là nóng, và tùy từng người? Ngưỡng ngày ẩm và nóng tùy thuộc ngưỡng nhiệt riêng của từng cá nhân và ảnh hưởng của môi trường xung quanh cá nhân đó (Hình 6.27).

Không có nhiệt kế nào cho rằng ở 29.9°C , trời ẩm và 30°C , trời nóng. Mở rộng ví dụ này bạn sẽ thấy, nhiệt độ ngày nóng của những người sống ở các vùng khác nhau sẽ khác nhau, và còn thay đổi theo mùa. Nhiệt độ ngày nóng vào mùa đông khác với nhiệt độ ngày nóng vào mùa hè. Tóm lại, “ngày nóng” có khoảng nhiệt độ được xác định theo đánh giá của một nhóm người. Nói rộng ra, có thể khác biệt theo nhiều nhóm người khác nhau.

Nhiệt độ bất kỳ sẽ cho biết thành viên thuộc nhóm có khoảng giá trị bao hàm nhiệt độ đó. Đôi khi nhiệt độ phù hợp với hai nhóm chồng chập. Khi đó, thành viên thực được xác định theo cách nhiệt độ cụ thể thay đổi từ các giá trị giữa.

Khái niệm nhóm và khoảng phân loại có thể được áp dụng cho nhiều điều khác như sự định hướng, tốc độ, và chiều cao. Hãy lấy chiều cao làm ví dụ. Nếu bạn vẽ đồ thị chiều cao của 1.000 người, đồ thị của bạn sẽ tương tự đồ thị thứ nhất (Hình 6.28). Bạn có thể sử dụng đồ thị chiều cao này để phân loại các chiều cao thành nhóm: thấp, trung bình, và cao. Nếu bạn áp dụng cứng nhắc nguyên tắc: những người dưới 1,6 mét là thấp và những người trên 1,8 là cao, đồ thị của bạn sẽ tương tự đồ thị thứ hai (Hình 6.28). Điều này sẽ xếp người cao 1,79 mét vào nhóm “trung bình”, mặc dù trong thực tế, chiều cao của người này gần bằng nhóm cao (từ 1,8 mét trở lên).



Hình 6.28. Phân nhóm người theo chiều cao bằng các sơ đồ khác nhau.

Thay vì sử dụng các nguyên tắc cứng – và – nhanh như máy tính, con người sử dụng logic linh động và không đòi hỏi chính xác tuyệt đối, còn gọi là logic mờ. Để bổ sung logic mờ cho máy tính, bạn cần định nghĩa các nhóm và xác định số thành viên trong nhóm đó. Các nhóm chồng chập, đồ thị thứ tư trên Hình 6.28. Như vậy, người cao 1,79 mét gần như ra khỏi nhóm trung bình (thành viên nhỏ) và sẽ thuộc về nhóm cao (thành viên lớn).

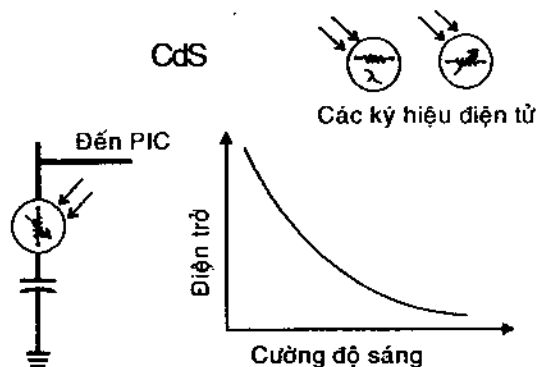
Logic mờ thay cho đồ thị digital hóa (Hình 6.28, đồ thị thứ ba). Đồ thị digital hóa độ phân giải cao cũng chính xác trong phân loại chiều cao. Tại sao bạn cần chọn phương pháp logic mờ đối với hàm mô hình digital hóa? Phương pháp logic mờ cho phép đơn giản hóa thuật toán và nghiên cứu các hàm.

Để áp dụng logic mờ trong bộ vi điều khiển PIC, bạn cần ấn định khoảng số theo nhóm. Đây là điều bạn sẽ thực hiện trong dự án tiếp theo.

Xây dựng bộ theo dõi dùng ánh sáng logic mờ

Dự án bạn sẽ xây dựng lúc này là bộ theo dõi dùng ánh sáng logic mờ. Bộ theo dõi này tuân theo nguồn ánh sáng sử dụng logic mờ.

Các bộ cảm biến cần thiết cho bộ theo dõi là hai tế bào quang CdS. Các tế bào quang này là các điện trở cảm biến ánh sáng (Hình 6.29). Giá trị điện trở thay đổi tỷ lệ với cường độ ánh sáng chiếu lên bề mặt tế bào quang. Trong vùng tối hoàn toàn, tế bào này có điện trở lớn nhất.

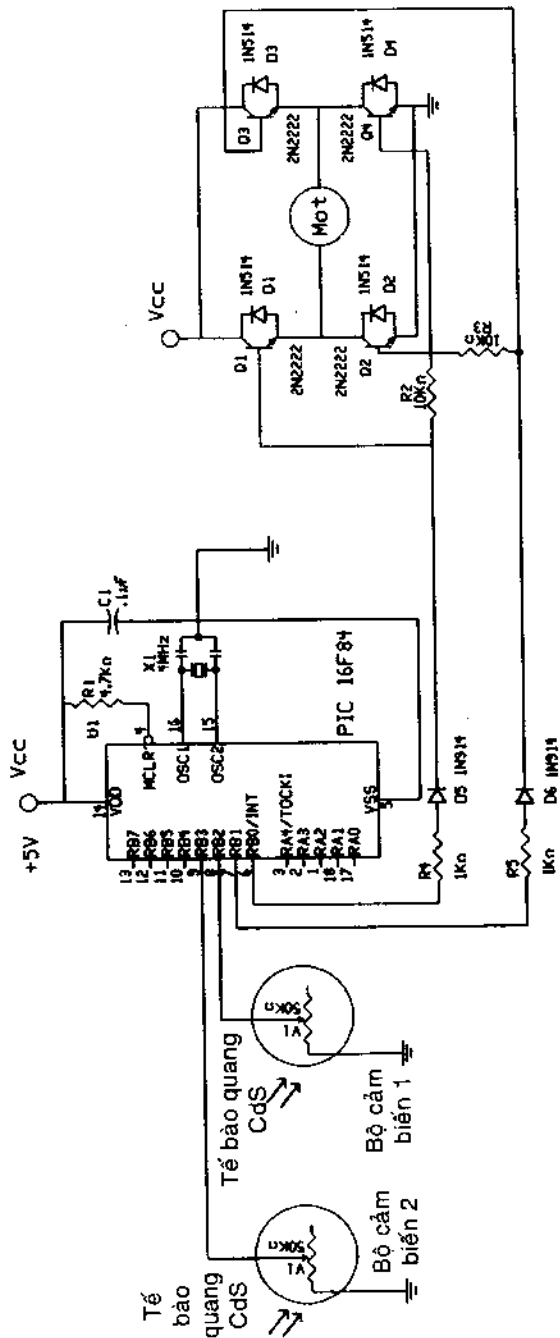


Hình 6.29. Hàm điện của tế bào quang điện trở CdS.

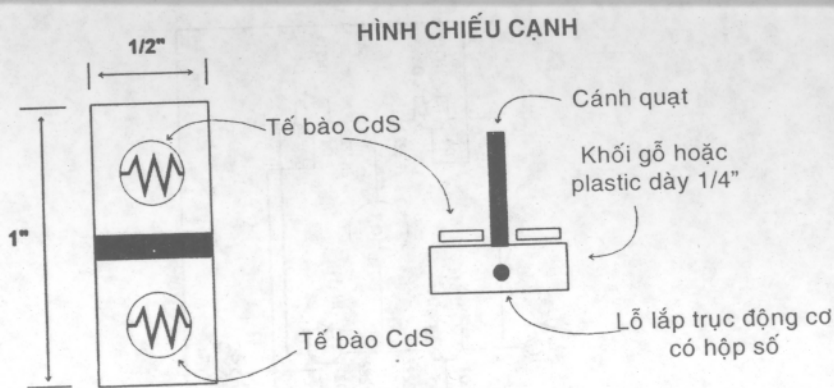
Trên thị trường có nhiều loại tế bào CdS. Bạn nên chọn tế bào quang dựa trên điện trở tối và điện trở bão hòa ánh sáng. Thuật ngữ *bão hòa ánh sáng* nói đến trạng thái khi tăng cường độ ánh sáng không làm giảm điện trở của CdS. Tế bào quang đã bão hòa. Tế bào CdS thông dụng có điện trở xấp xỉ 100K-ohm trong vùng tối hoàn toàn và 500 ohm khi bão hòa ánh sáng. Dưới ánh sáng môi trường, điện trở thay đổi trong khoảng 2.5K – 10K-ohm.

Bộ theo dõi này cần hai tế bào CdS. Bạn hãy thử nghiệm từng tế bào riêng biệt, vì trong cùng một nhóm hệ số tỷ lệ của từng tế bào có thể khác nhau. Trong dự án này, tụ điện được sử dụng có giá trị 0.022 μF , với tham số tỷ lệ xác lập ở 255 cho cả hai tế bào quang trong lệnh Pot.

Sơ đồ của bộ theo dõi được minh họa trên Hình 6.30. Các tế bào CdS được nối với cổng B, các chân 2 và 3 (chân vật lý đánh số 8 và 9). Các tế bào quang này được gắn lên miếng gỗ hoặc plastic nhỏ (Hình 6.31) có hai lỗ khoan dành cho dây điện dẫn đến mỗi tế bào CdS. Các dây điện dài hơn được hàn với các dây dẫn và nối với bộ vi điều khiển PIC.



Hình 6.30. Sơ đồ mạch điện bộ theo dõi ánh sáng.

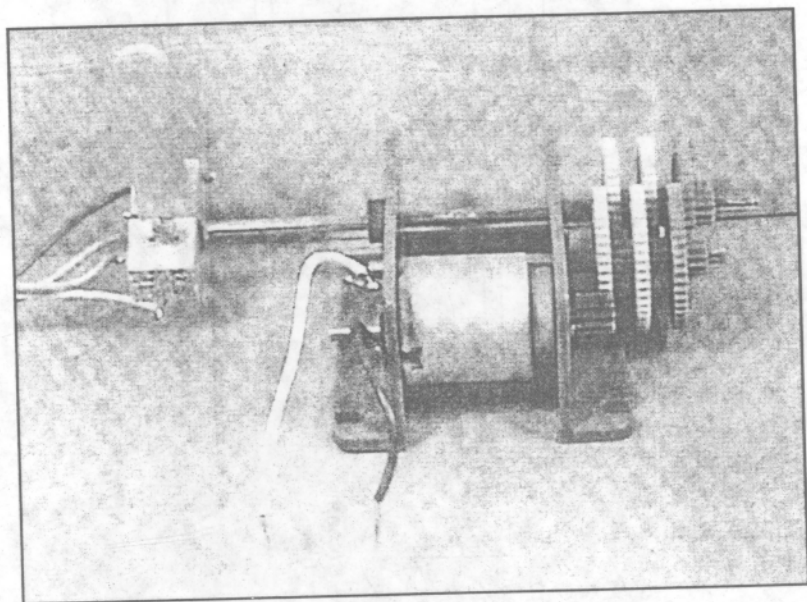


HÌNH CHIẾU ĐỈNH

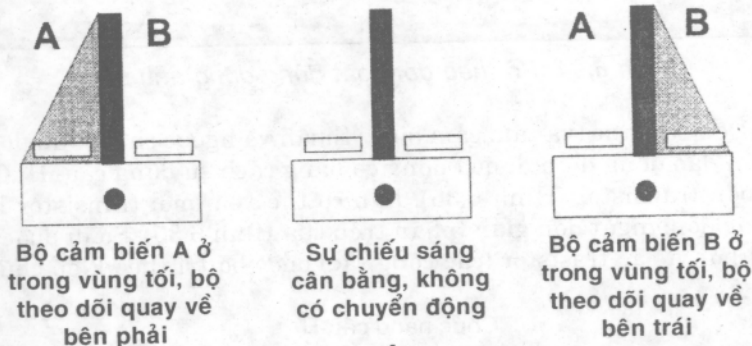
Hình 6.31. Cách bố trí bộ cảm biến.

Một lỗ 3/32 in đến 1/8 in để lắp trực động cơ có hộp số. Tấm lắp các bộ cảm biến được gắn với trực động cơ có hộp số (Hình 6.32).

Sự vận hành của bộ theo dõi được minh họa trên Hình 6.33. Khi cả hai bộ cảm biến được chiếu sáng như nhau, điện trở tương ứng của chúng gần bằng nhau. Khi hai bộ cảm biến cách nhau trong khoảng ± 10 point,



Hình 6.32. Tấm lắp cảm biến trên động cơ có hộp số.



HÌNH CHIẾU CẠNH

Hình 6.33. Hoạt động của các bộ cảm biến và nguồn ánh sáng điểm.

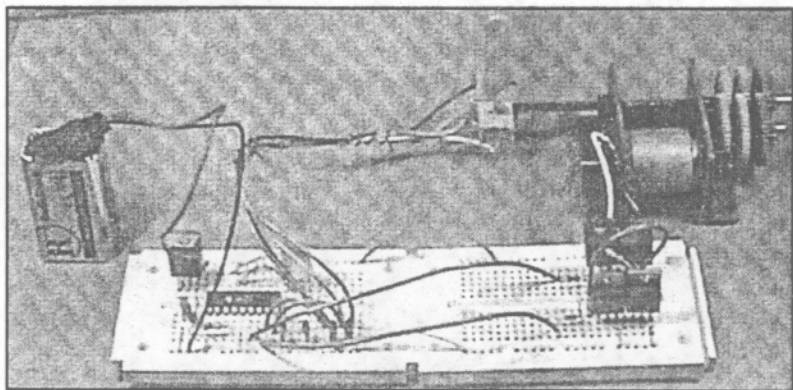
chương trình PIC sẽ xem chúng là bằng nhau và không khởi động sự chuyển động. Điều này tạo ra khoảng nhóm 20 point. Khoảng nhóm này là phần mờ trong logic mờ.

Khi một trong hai bộ cảm biến vào vùng tối, điện trở tăng vượt quá khoảng cho phép và bộ vi điều khiển PIC kích hoạt động cơ để đưa cả hai bộ cảm biến vào cùng mức chiếu sáng.

Điều khiển động cơ DC

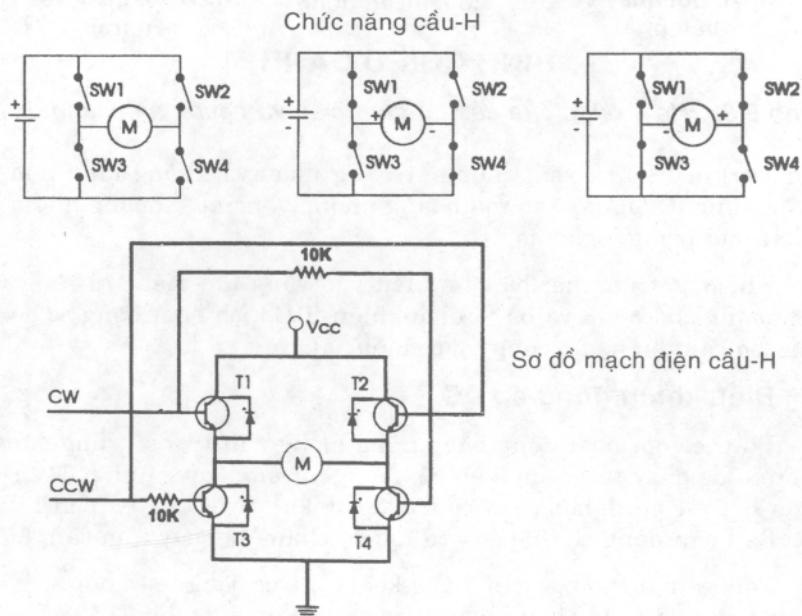
Bộ theo dõi hoạt động bằng năng lượng mặt trời sử dụng động cơ có hộp số để quay tám cảm biến về hướng nguồn sáng (Hình 6.34). Động cơ hộp số được minh họa có tỷ số truyền 4000:1. Trục quay xấp xỉ 1 vòng/phút. Bạn cần động cơ (hộp số) có tốc độ chậm để quay tám cảm biến.

Tám cảm biến được gắn (bằng keo) với trục động cơ có hộp số. Động cơ này có thể quay tám cảm biến theo chiều kim đồng hồ (CW) và ngược chiều kim đồng hồ (CCW), tùy theo chiều dòng điện đi qua động cơ.



Hình 6.34. Bộ theo dõi hoạt động dùng ánh sáng.

Để quay trục (và tấm cảm biến) thuận và ngược chiều kim đồng hồ, bạn cần đảo dòng điện đi qua động cơ bằng cách sử dụng cầu-H. Cầu-H dùng bốn transistor (Hình 6.35). Bạn có thể xem mỗi transistor là một công tắc đóng/ngắt đơn giản (phần trên của Hình 6.35). Sở dĩ được gọi là cầu-H bởi vì các transistor (các công tắc) được bố trí theo kiểu chữ H.



Hình 6.35. Chức năng cầu-H và sơ đồ mạch.

Khi các công tắc SW1 và SW4 đóng, động cơ quay theo một chiều. Khi các công tắc SW2 và SW3 đóng, động cơ quay theo chiều ngược lại. Khi cả bốn công tắc mở, động cơ dừng.

Bộ vi điều khiển PIC điều khiển cầu-H gồm bốn transistor TIP 120 Darlington NPN; bốn diode 1N514; và hai điện trở 10K-ohm, 1/4W. Chân 0 được nối với các transistor Q1 và Q4. Chân 1 được nối với các transistor Q3 và Q4. Bằng cách sử dụng chân 0 hoặc chân 1, bạn có thể đóng và ngắt các transistor thích hợp để có chuyển động quay thuận hoặc ngược. Bộ vi điều khiển có thể dừng, quay thuận, hoặc quay ngược tùy theo giá trị đo từ tám cảm biến. Cần bảo đảm các điện trở 10K-ohm được bố trí chính xác; nếu không cầu-H sẽ mất tác dụng.

Các transistor TIP 120 Darlington được vẽ trong sơ đồ dưới dạng transistor NPN tiêu chuẩn. Nhiều thiết kế mạch cầu-H sử dụng các transistor ở phía cao của cầu-H. Điện trở của các transistor PNP cao hơn so với các transistor NPN. Vì thế, việc sử dụng các transistor NPN trong cầu-H sẽ làm tăng hiệu suất chút đỉnh.

Diode

Do PIC nhạy cảm với các đỉnh điện (có thể gây ra sự cài đặt lại hoặc khóa), bạn nên bố trí các diode ngang qua tiếp giáp cực góp – cực phát của từng transistor (Q1 đến Q4). Các diode này sẽ điều chỉnh các đỉnh điện bất kỳ do sự đóng và ngắt các cuộn dây động cơ gây ra.

Chương trình của trình biên dịch PICBASIC như sau:

```
'Fuzzy Logic Light Tracker Program
start:
low 0  'Pin 0 low
low 1  'Pin 1 low
pot 2,255,b0  'Read first CdS sensor
pot 3,255,b1  'Read second CdS sensor
if b0 = b1 then start  'If equal, do nothing
if b0 > b1 then greater  'If greater, check how much greater
if b0 < b1 then lesser  'If lesser, check how much lesser
greater:  'Greater routine
b2 = b0 - b1  'Find the difference
if b2 > 10 then cw  'Is it within range? If not, go to CW
goto start  'In range, do again
lesser:  'Lesser routine
b2 = b1 - b0  'Find the difference
if b2 > 10 then ccw  'Is it within range? If not, go to CCW
goto start  'Do again
```

```
cw: 'Turn the sensor array CW
high 0 'Turn on H-bridge
pause 100 'Let it turn for a moment
goto start 'Check again
ccw: 'Turn the sensor array CCW
high 1 'Turn on H-bridge
pause 100 'Let it turn a moment
goto start 'Check again
```

Vận hành

Khi hoạt động, bộ theo dõi ánh sáng sẽ đi theo nguồn sáng. Nếu cả hai tế bào CdS được chiếu sáng gần như bằng nhau, bộ theo dõi không hoạt động. Để thử nghiệm bộ theo dõi ánh sáng, bạn hãy dùng ngón tay che một trong hai bộ cảm biến CdS. Điều này sẽ kích hoạt động cơ hộp số và trục động cơ bắt đầu quay.

Nếu trục động cơ quay theo chiều ngược với nguồn sáng, bạn hãy đảo các chân ngõ vào của bộ cảm biến hoặc các chân ngõ ra dẫn đến cầu – H, nhưng *không được đảo cả ngõ vào và ngõ ra*.

Tín hiệu ra không mờ

Tín hiệu ra của bộ theo dõi ánh sáng mờ là nhị phân. Động cơ đóng hoặc ngắt, quay theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ. Trong nhiều trường hợp, bạn cần có tín hiệu ra mờ. Ví dụ, trong bộ điều khiển mờ cho thang máy, bạn muốn thang máy khởi động và dừng từ từ (mờ) không dừng đột ngột như trong nhị phân (có/không).

Bạn có thể thay đổi tín hiệu ra của bộ theo dõi ánh sáng từ nhị phân sang mờ. Thay vì chuyển mạch động cơ đơn giản, bạn có thể cung cấp tín hiệu điều biến chiều rộng xung (PWM) để có thể thay đổi tốc độ động cơ.

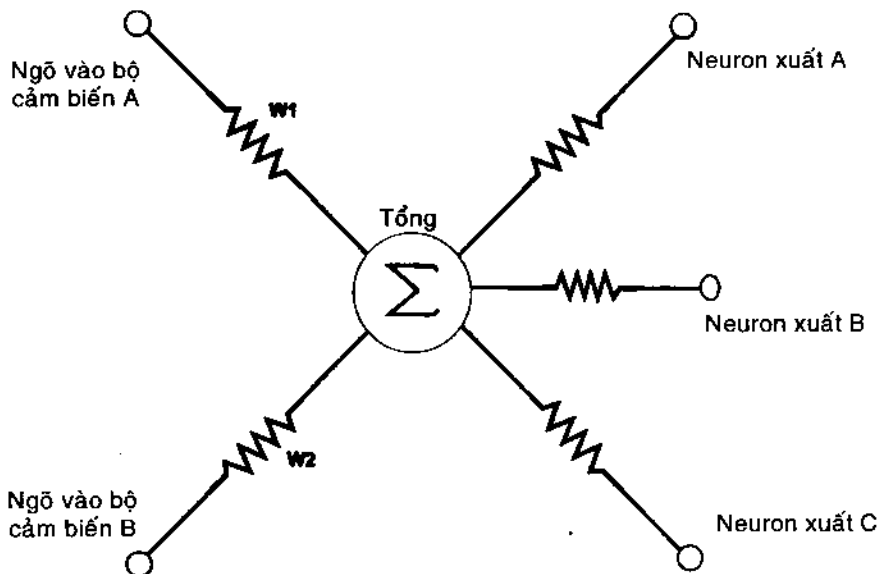
Lý tưởng là tốc độ động cơ tỷ lệ với hiệu (điện trở) giữa hai tế bào CdS. Hiệu số lớn sẽ tạo ra tốc độ nhanh hơn so với hiệu số nhỏ. Tốc độ động cơ thay đổi động (theo thời gian thực) khi bộ theo dõi đưa cả hai tế bào CdS đến vùng chiếu sáng bằng nhau.

Chương trình xuất này có thể được minh họa bằng cách dùng các đồ thị logic mờ, các nhóm, và các tập hợp quan hệ. Trong ứng dụng cụ thể này, tạo tín hiệu ra mờ cho bộ theo dõi ánh sáng là quá lãng phí.

Nếu muốn thử nghiệm, bạn hãy bắt đầu bằng cách sử dụng các lệnh `pulsout` và `pwm` để thay đổi tốc độ động cơ DC.

Các bộ cảm biến (logic) neuron

Với khối lượng công việc lập trình không lớn, bạn có thể thay đổi



Hình 6.36. Sơ đồ tế bào neuron ba-mức đơn giản.

các bộ cảm biến (các tế bào quang CdS) logic mờ thành các bộ cảm biến neuron. Các mạng neuron là đề tài rộng. Ở đây sẽ giới hạn trong một ví dụ nhỏ.

Để tạo các bộ cảm biến neuron, bạn lấy số đo điện trở từ mỗi bộ cảm biến, nhân số này với trọng số, rồi cộng các kết quả. Sau đó các kết quả được so sánh với giá trị ngưỡng ba-mức (Hình 6.36).

Như vậy chương trình nhỏ của bạn và các bộ cảm biến có thể thực hiện mọi chức năng được mong đợi từ mạng neuron. Dù là lần đầu tiên khám phá mạng neuron, bạn vẫn có thể áp dụng sơ đồ ngưỡng đa giá trị. Bạn có thể lấy các ngưỡng đa giá trị hiện có trong tự nhiên (các hệ thống sinh học). Ví dụ, mức cảm giác lạnh – nóng của bạn thay đổi dần khi bạn lần lượt chạm tay vào ly nước đá, ly nước mát, ly nước ấm,... nhưng chớ chạm vào ly nước sôi.

Ngưỡng đa giá trị. Thông thường, trong hệ thần kinh, các tế bào thần kinh đều có ngưỡng riêng (dương hoặc âm). Khi ngưỡng này bị vượt qua, ngõ ra của tế bào thần kinh được kích hoạt. Tương tự, trong mạng neuron tín hiệu ra được so sánh với nhiều giá trị, từ đó sẽ chọn giá trị thích hợp nhất.

Trong hệ nhị phân như bạn đã biết thường chỉ có hai mức phân biệt (có/không, cao/thấp, đóng/mở,...). Thay vì coi tín hiệu ra là giá trị số,


```

pot 4,255,b1  'Read second sensor
w2 = b0 * 3  'Apply weight
w3 = b1 * 2  'Apply weight
w4 = w2 + w3  'Sum results
'Apply thresholds
if w4 < 40 then feed  'Lots of light, feed
if w4 <= 300 then hunt  'Medium light, hunt
if w4 > 300 then snooze  'Little light, sleep
'Actions
feed:  'Feeding
low 0
low 1
high 2
goto start
hunt:  'Hunting
low 0
high 1
low 2
goto start
snooze:  'Sleeping * DON'T USE KEYWORD SLEEP *
high 0
low 1
low 2
goto start

```

Danh mục các bộ phận dùng trong lập trình bộ vi điều khiển

- ☐ Trình biên dịch PICBASIC
- ☐ Trình biên dịch PICBASIC Pro (kể cả CodeDesigner Lite)
- ☐ Bộ lập trình EPIC
- ☐ Trình biên dịch PICBASIC Pro và bộ lập trình EPIC
- ☐ Trình biên dịch PICBASIC và bộ lập trình EPIC
- ☐ CodeDesigner – phiên bản thông dụng.
- ☐ CodeDesigner – tiêu chuẩn.
- ☐ (1) 16F84-4
- ☐ (1) tinh thể thạch anh (tạo dao động) 4.0-MHz

- ☐ (2) tụ điện 22-pF
- ☐ (1) tụ điện 0.1-mF
- ☐ (1) tụ điện 100-mF, 12V
- ☐ (1) điện trở 4.7K-ohm, $\frac{1}{4}$ W
- ☐ (2) điện trở 470 ohm, $\frac{1}{4}$ W
- ☐ (1) bộ điều chỉnh điện áp 7805
- ☐ (2) LED cỡ nhỏ
- ☐ (1) tấm đế bản mạch không hàn
- ☐ PIC-LED-02 PIC EXPERIMENTORS KIT [gồm: (1) PIC6F84, (1) tinh thể thạch anh 4-MHz, (2) tụ điện 22-pF, (1) điện trở 10K-ohm, $\frac{1}{4}$ W, (1) bộ điều chỉnh điện áp 7805, (1) tấm đế bản mạch không hàn (2.1" x 3.6", 270 điểm nối), (8) điện trở 470 ohm, (8) LED nhỏ, (1) công tắc kiểu nút bấm, sách hướng dẫn về hệ nhị phân, logic, và nhập/xuất của các cổng A và B]
- ☐ Động cơ trợ động 42 oz

Danh mục các bộ phận dùng cho bộ theo dõi ánh sáng mờ và mạch neuron minh họa

- ☐ (2) tế bào quang CdS
- ☐ (1) bộ cảm biến mềm (điện trở danh định 10K ohm)
- ☐ (2) tụ điện 0.022- μ F
- ☐ (1) tụ điện 0.01- μ F
- ☐ (4) transistor Darlington TIP 120 NPN
- ☐ (2) điện trở 10K-ohm
- ☐ (6) diode 1N514
- ☐ (2) điện trở 1K-ohm
- ☐ (1) động cơ có hộp số 4000:1

Robot di động điều khiển bằng giọng nói

Giọng nói là phương pháp lý tưởng trong điều khiển robot và truyền thông. Mạch nhận biết giọng nói được phác thảo trong chương này hoạt động một cách độc lập với trí thông minh (CPU) chính của robot. Điều này là tốt, vì không sử dụng khả năng xử lý của CPU trong robot để nhận biết giọng nói. CPU thường phải lựa chọn đường dẫn nhận biết của mạch giọng nói để xác định xem có lệnh đưa đến cho robot không. Bạn có thể cải tiến điều này bằng cách nối đường dẫn nhận biết đến một trong các đường ngắt CPU của robot. Với nối kết đó, từ đã nhận biết sẽ gây ra sự ngắt tạm thời, cho phép CPU biết từ được nhận biết đã nói. Ưu điểm của phương pháp này là đường dẫn nhận biết của mạch đôi khi sẽ không lâu hơn thời gian cần thiết, cho phép giảm sự quá tải của CPU.

Một ưu điểm khác của mạch nhận biết giọng nói độc lập (SRC) là tính lập trình. Bạn có thể lập trình và huấn luyện SRC nhận biết các từ ngữ chuyên biệt của riêng bạn. SRC có thể dễ dàng lập giao diện với CPU của robot.

Hầu hết các hệ thống nhận biết tiếng nói trên thị trường hiện nay là các chương trình phần mềm đòi hỏi máy chủ (thường là PC IBM hoặc tương thích) và thẻ mạch âm thanh. Hệ thống nhận biết giọng nói mặc dù dựa trên phần mềm nhưng vẫn cần có phần cứng (thẻ mạch âm thanh). Thông thường các chương trình này chạy trên nền DOS hoặc môi trường Windows, chúng sử dụng một phần bộ nhớ và năng lực xử lý của CPU trong khi cho phép các chương trình khác, Lotus hoặc Word chẳng hạn, chạy đồng thời. Sự vận hành chương trình nhận biết giọng nói sẽ làm chậm sự vận hành của chương trình bất kỳ khác, hoạt động song song với trình nhận biết tiếng nói.

Có nhiều ứng dụng đối với sự nhận biết giọng nói ngoài robot học. Sự nhận biết giọng nói sẽ trở thành phương pháp được chọn để điều khiển robot, thực tế ảo (VR), trang thiết bị, đồ chơi, công cụ, và máy tính. Nhờ tiềm năng nghiên cứu sâu rộng của công nghệ này, các công ty đang phát triển sự nhận biết giọng nói. Khả năng điều khiển hoặc ra lệnh cho máy tính (hoặc thiết bị) bằng cách nói trực tiếp, cho phép sử dụng thiết bị đó dễ dàng và hiệu quả hơn. Ở mức cơ bản nhất, thiết bị điều khiển bằng giọng nói cho phép người dùng thực hiện các tác vụ song

song, (ví dụ, tay và mắt có thể làm việc khác, trong khi tiếp tục làm việc với máy tính hoặc thiết bị bằng tiếng nói).

Chương này phác thảo phương pháp xây dựng ba dự án kế tiếp trong một ứng dụng. Dự án thứ nhất là mạch nhận biết giọng nói. Dự án thứ hai nối kết mạch nhận biết giọng nói với bộ di động [xe điều khiển bằng radio (R/C)]. Dự án thứ ba là bản mạch giao diện chung cho tổng thể nhận biết giọng nói.

Dự án 1.

Mạch nhận biết giọng nói lập trình được

Dự án thứ nhất là mạch nhận biết giọng nói lập trình được, nghĩa là bạn có thể lập trình cho mạch này nhận biết đến 40 từ đặc trưng do bạn tự chọn. Cốt lõi của mạch này là mạch tích hợp (IC), vi mạch nhận biết giọng nói HM2007. Vi mạch này cung cấp các tùy chọn độ dài nhận biết là 0.96-giây (s) hoặc 1.92-s.

Sử dụng độ dài 0.96-s cho phép vi mạch phân biệt 40 từ độc lập bằng bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM) tĩnh 8K x 8. Bạn có thể chọn độ dài từ 1.92-s, nhưng khả năng phân biệt từ của vi mạch này giảm còn 20 từ; hoặc sử dụng độ dài từ lớn hơn cho các cụm từ thay vì các từ đơn. Mạch sẽ xây dựng ở đây sử dụng độ dài từ 0.96-s, thư viện nhận biết có 40 từ.

Học nghe

Trước hết bạn nên xem xét sơ bộ khả năng nhận biết giọng nói của con người. Các hệ thống nhận biết giọng nói hiện nay không thể phân biệt tiếng nói của một người nào đó trong nhóm. Các hệ thống nhận biết giọng nói tương tự hệ thống của chúng ta cần thời gian phân loại và lọc bỏ âm thanh lạ.

Khoảng cách vận hành con người có thể nói với âm lượng trung bình từ microphone trên SCR là khoảng 0.3 mét. Vì vậy, khi sử dụng SRC trên bộ robot di động, bạn nên kết hợp hai máy bộ đàm nhỏ. Ngõ ra của một máy bộ đàm được nối với ngõ vào tiếng nói của SRC. Máy bộ đàm kia được dùng để nói với robot thông qua SRC. Cách lắp đặt này loại trừ các vấn đề về khoảng cách và nhiễu âm.

Sự nhận biết giọng nói không cần hiểu lời nói. Vì vậy, máy tính có thể đáp ứng lệnh âm thanh mà không cần hiểu lệnh nói gì. Các hệ thống nhận biết giọng nói trong tương lai sẽ có khả năng phân biệt sắc thái và nghĩa của các từ, tức là biết "bạn muốn ngụ ý điều gì, không phải bạn nói gì!" Tuy nhiên, phải mất nhiều năm nữa các hệ thống đó mới hiện hữu.

Sự nhận biết giọng nói phụ thuộc và không phụ thuộc người nói

Sự nhận biết giọng nói được phân thành hai loại, phụ thuộc người nói và không phụ thuộc người nói. Các hệ thống phụ thuộc người nói do người sẽ sử dụng hệ thống đó huấn luyện. Các hệ thống này có khả năng thực hiện tổng số lệnh cao và nhận biết từ với độ chính xác hơn 95%. Mặt hạn chế của phương pháp này là hệ thống chỉ đáp ứng chính xác với người đã huấn luyện hệ thống đó. Đây là cách tiếp cận phổ biến nhất được sử dụng trong phần mềm của các máy tính cá nhân.

Hệ thống không phụ thuộc người nói được huấn luyện để đáp ứng với từ, bất kể người nói là ai. Vì vậy, hệ thống này phải có khả năng đáp ứng với nhiều giọng nói, các biến tố, các cách phát âm của từ đích. Số lượng các từ lệnh thường ít hơn so với hệ thống phụ thuộc người nói; tuy nhiên, độ chính xác cao vẫn được duy trì trong các giới hạn xử lý. Trong công nghiệp, thường có nhu cầu nhiều hơn về các hệ thống tiếng nói không phụ thuộc người nói.

SRC được đề cập trong chương này là hệ thống phụ thuộc người nói. Bạn có thể tạo sự độc lập nhỏ về người nói bằng cách phân phối hơn một khoảng trắng (tương tự khoảng trắng trong văn bản) đối với từ đích, sau đó lập trình các cách phát âm từ khác nhau trong các khoảng trắng được cấp phát. Mỗi trong các khoảng trắng từ này sẽ kích hoạt cùng một lệnh.

Kiểu thừa nhận

Các hệ thống nhận biết tiếng nói có một ràng buộc khác liên quan đến kiểu nói mà chúng có thể nhận biết. Có ba kiểu nói: riêng rẽ, nối kết, và liên tục.

Riêng rẽ

Các hệ thống nhận biết giọng nói này chỉ có thể xử lý các từ được nói rời rạc. Đây là hệ thống nhận biết giọng nói phổ biến nhất hiện nay. Người dùng phải có khoảng dừng giữa mỗi từ hoặc lệnh được nói. Mạch nhận biết giọng nói trong Chương này sẽ sử dụng các từ riêng rẽ.

Nối kết

Đây là hệ thống trung gian giữa nhận biết riêng rẽ và liên tục. Hệ thống này cho phép người dùng nói nhiều từ. HM2007 có thể được cài đặt để nhận diện các từ hoặc các cụm từ có độ dài 1.92-s. Điều này làm giảm số lượng từ của tự điển từ được nhận biết xuống còn 20.

Liên tục

Đây là cách nói thông thường trong cuộc sống hàng ngày. Cục kỳ

khó đối với bộ nhận biết để di chuyển qua văn bản, vì các từ có khuynh hướng hòa trộn với nhau. Ví dụ, “Hi, how are you doing?” phát âm tương tự “Hi, howyadoin”. Các hệ thống nhận biết tiếng nói liên tục đã có trên thị trường và đang phát triển nhanh.

Xây dựng mạch nhận biết tiếng nói

Mạch minh họa vận hành theo chế độ thủ công của HM2007. Chế độ này sử dụng bàn phím nhỏ đơn giản và microphone để lập trình vi mạch HM2007.

Bàn phím

Bàn phím này là bàn phím điện thoại gồm 12 công tắc thường mở.

1	2	3
4	5	6
7	8	9
Thoát	0	Huấn luyện

Khi đóng mạch, HM2007 kiểm tra RAM tĩnh onboard. Nếu RAM kiểm tra xong, bản mạch hiển thị “00” trên các vi mạch hiển thị bảy – đoạn, bật sáng các diode phát quang (LED) (Sẵn sàng), và chờ lệnh.

Huấn luyện

Bạn nhấn “1” (màn hình sẽ hiển thị “01”) và LED tắt. Sau đó nhấn “T” (Training – huấn luyện), và LED sáng trở lại.

Đưa microphone đến gần miệng bạn và nói từ huấn luyện. Ví dụ, dùng từ “computer” làm từ huấn luyện. Bạn phát âm từ computer vào microphone. Nếu mạch chấp nhận từ bạn vừa nói, LED sẽ nhấp nháy. Từ computer bây giờ được lập trình là từ “01”. Mỗi khi nghe từ computer, mạch sẽ hiển thị “01” trên ngõ ra digital của nó.

Nếu LED không nhấp nháy khi bạn nói từ computer, bạn hãy lặp lại từ này với âm lượng lớn hơn hoặc khởi động lại từ đầu bằng cách nhấn “01” rồi “T”.

Tiếp tục huấn luyện các từ mới cho mạch. Bạn nhấn “02” rồi nhấn “T” để huấn luyện từ thứ hai. Mạch này sẽ chấp nhận đến 40 từ. Bạn không cần huấn luyện cả 40 từ để sử dụng mạch. Bạn chỉ huấn luyện các từ cần thiết và bắt đầu sử dụng mạch.

Kiểm tra sự nhận biết

Bạn hãy lặp lại từ đã huấn luyện vào microphone. Số của từ này sẽ

được hiển thị trên màn hình phân đoạn. Ví dụ, nếu từ "directory" được huấn luyện dưới dạng số từ 25, khi bạn nói từ "directory" vào microphone sẽ làm hiển thị số 25.

Các mã lỗi

Vì mạch HM2007 cung cấp các mã lỗi sau:

- ☐ 55 = từ quá dài
- ☐ 66 = từ quá ngắn
- ☐ 77 = không tìm thấy từ tương thích

Xóa bộ nhớ

Bạn có thể xóa từng từ riêng rẽ trong bộ nhớ bằng cách nhập số của từ bạn muốn xóa và nhấn nút CLR (Clear). Để xóa tất cả các từ trong bộ nhớ, bạn nhấn "99" rồi nhấn nút CLR.

Nói thêm về vi mạch HM2007

HM2007 là mạch LSI (large-scale integration tích hợp mức cao) nhận biết tiếng nói CMOS (complementary metal-oxide semiconductor bán dẫn oxide – kim loại bù). Vi mạch này chứa phần mặt trước analog, phân tích tiếng nói, nhận biết, và các chức năng điều khiển hệ thống. Vi mạch này có thể được sử dụng độc lập hoặc nối kết với CPU.

Đặc điểm

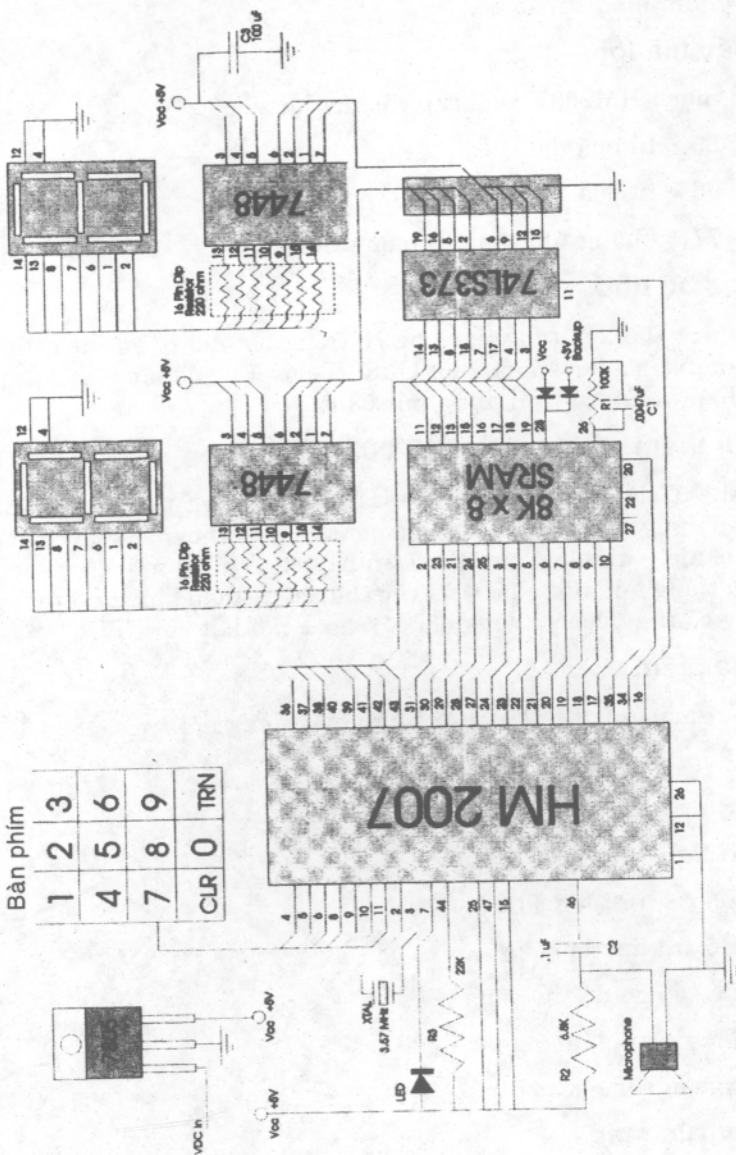
- ☐ Vi mạch đơn LSI CMOS nhận biết tiếng nói.
- ☐ Phụ thuộc người nói.
- ☐ Hỗ trợ RAM ngoài.
- ☐ Nhận biết tối đa 40 từ.
- ☐ Độ dài từ tối đa 1.92 s.
- ☐ Hỗ trợ microphone.
- ☐ Có cả chế độ thủ công và CPU.
- ☐ Thời gian đáp ứng dưới 300 ms.
- ☐ Nguồn công suất 5V.

Cấu trúc mạch

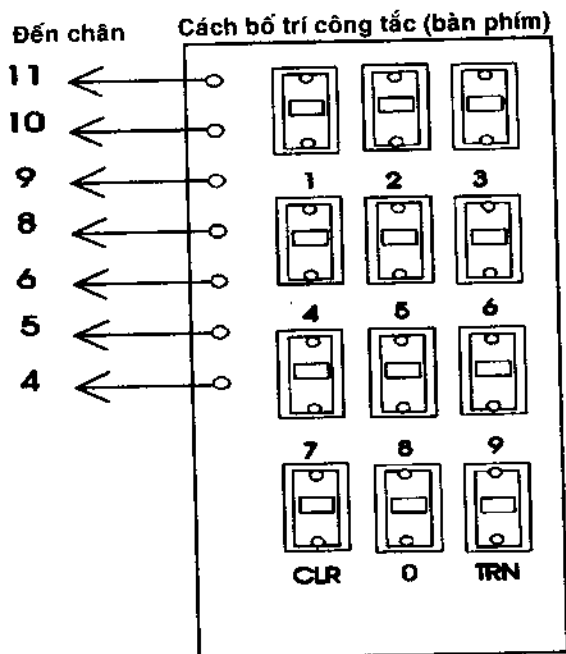
Mạch nhận biết tiếng nói được bán theo bộ (thuộc Công ty Imager Company). Sơ đồ mạch được minh họa trên Hình 7.1. Bạn có thể lắp ráp và nối dây các linh kiện trên bản mạch in (PCB) tiêu chuẩn.

Bàn phím

1	2	3
4	5	6
7	8	9
CLR	0	TRN



Hình 7.1. Sơ đồ mạch nhận biết tiếng nói.



Hình 7.2. Cách nối dây bàn phím với mạch nhận biết tiếng nói.

Bạn hãy hàn bàn phím với bản mạch theo Hình 7.2. Bạn chỉ có bảy dây từ bàn phím đến HM2007 trên PCB. Số bên cạnh mỗi dây trên bàn phím liên quan đến số của chân trên IC HM007 nối với dây đó.

Hình 7.3 minh họa hình chiếu đứng cách bố trí linh kiện trên PCB.

Hình 7.4 là mạch nhận biết tiếng nói hoàn chỉnh.

Hệ thống nhận biết tiếng nói độc lập

Mạch minh họa này cho phép bạn thí nghiệm với các hệ thống phụ thuộc cũng như độc lập. Hệ thống này thường được huấn luyện như hệ thống phụ thuộc người nói, nghĩa là người huấn luyện mạch cũng là người sử dụng.

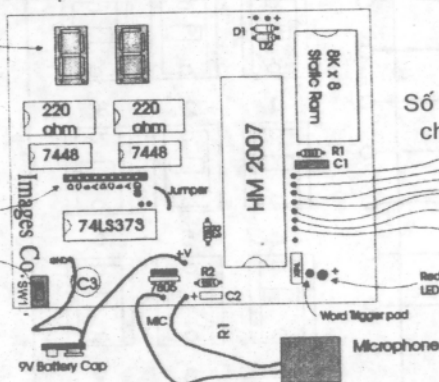
Bạn sẽ lấy một rãnh ghi khác và huấn luyện hệ thống về sự nhận biết tiếng nói không phụ thuộc người nói. Để thực hiện điều này bạn sẽ dùng bốn khoảng trống cho từng từ đích.

Để đơn giản hóa logic digital, sự cấp phát các khoảng trống từ ngữ như sau. Mạch của bạn chỉ xét khoảng trống của số thứ nhất [số có ý nghĩa nhỏ nhất (LSD) trên màn hiển thị] để nhận biết. Điều này có

Màn hiển thị 7-đoạn

Các nối kết
giao diện
ngõ ra

Công tắc



Số hiệu
chân

Đèn bàn phím

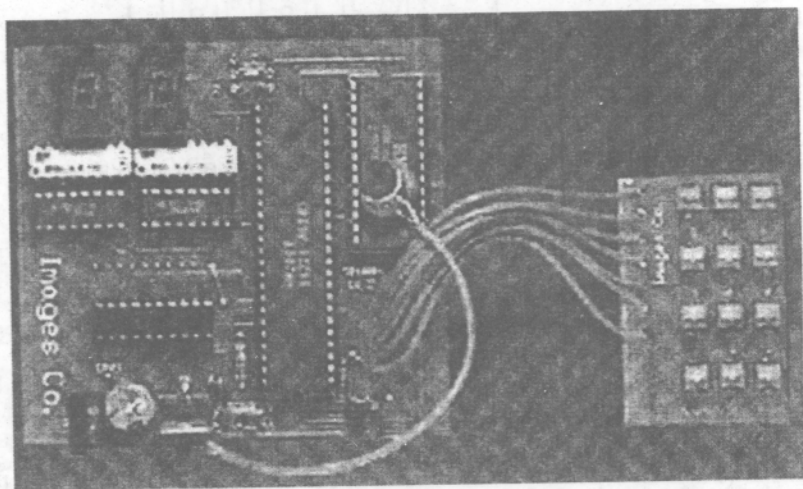
Đến
chân

Bàn phím
chuyển mạch

Ghi chú:

R1 = 100K
R2 = 6.8 K
R3 = 22 K
C1 = .0047 uF
C2 = .1 uF
C3 = 100 uF

Hình 7.3. Hình chiếu đứng cách bố trí các bộ phận trên PCB.



Hình 7.4. Mạch nhận biết tiếng nói hoàn chỉnh.

nghĩa là các khoảng trống từ 01, 11, 21, và 31 sẽ được xem là cùng một từ. Vì bạn chỉ giải mã chữ số thứ nhất, nên tất cả chúng chỉ là khoảng trống 1. Tương tự, các khoảng trống từ 04, 14, 24, và 34 đều là khoảng trống từ 4.

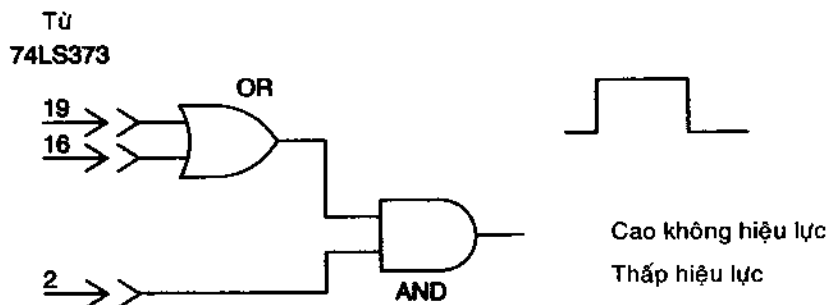
Hệ thống này nói chung sẽ hoạt động tốt, nhưng vấn đề sẽ nảy sinh khi có mã lỗi.

□ 55 = từ quá dài.

□ 66 = từ quá ngắn.

□ 77 = không tìm thấy từ tương thích.

Tất nhiên, mạch cơ bản sẽ nhận diện các mã lỗi này là từ 5, 6, 7 tương ứng. Có hai cách để giải quyết vấn đề này. Thứ nhất, bạn dùng mạch logic chuyên dùng (Hình 7.5) để đưa một dòng nào đó lên trạng thái cao khi các số 5, 6, hoặc 7 xuất hiện ở byte có ý nghĩa lớn nhất (MSB). Dòng này trở thành dòng hiệu lực – mất hiệu lực. Mạch nhận biết tiếng nói độc lập sẽ đưa dòng này lên bậc cao hơn khi số 5, 6, hoặc 7 được hiển thị, từ đó một giao diện sẽ diễn dịch dòng lên cao này là mất hiệu lực.



Hình 7.5. Mạch phát hiện lỗi làm giảm số thập phân mã hóa nhị phân (BCD) phía trên.

Cách thứ hai để giải quyết vấn đề là dùng bộ vi điều khiển PIC để đọc toàn bộ tín hiệu ra 8-bit từ SRC. Số của từ bất kỳ trên 40 là lỗi và được bỏ qua. Mặc dù ở đây không nối kết mạch này với bộ vi điều khiển, nhưng điều này là dễ dàng đối với những ai đã làm việc với trình biên dịch PICBASIC và các vi mạch PIC (Chương 6) trong các ứng dụng khác mà sự nối kết này không gây ra vấn đề. Trong Chương 15, PIC được sử dụng bên trong mạch điều khiển cánh tay robot bằng tiếng nói.

Tín hiệu ra 8-bit được lấy từ ngõ ra của mạch khóa dữ liệu bát phân 74LS373. Tín hiệu ra này không phải là byte 8-bit tiêu chuẩn, mà được tách thành hai số thập phân mã hóa nhị phân 8-bit (BCD). Bảng 7.1 trình bày tương quan giữa mã BCD với các số nhị phân tiêu chuẩn.

Theo bảng 7.1, bạn có thể thấy các số nhị phân và BCD giống nhau cho đến khi số thập phân đạt đến số 10. Ở số thập phân 10, BCD nhảy đến phần trên và phần dưới xác lập lại về zero. Các số nhị phân tiếp tục đến số thập phân 15, sau đó nhảy đến phần trên ở số 16, nơi phần dưới tái xác lập. Nếu máy tính mong đợi đọc số nhị phân 8-bit và BCD được cung cấp, điều này sẽ gây ra lỗi.

Bảng 7.1. Giá trị tương đương

Thập phân	Nhi phân	BCD
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0010
3	0011	0011
4	0100	0100
5	0101	0101
6	0110	0110
7	0111	0111
8	1000	1000
9	1001	1001
10	1010	0001 0000
11	1011	0001 0001
12	1100	0001 0010
13	1101	0001 0011
14	1110	0001 0100
15	1111	0001 0101
16	0001 0000	0001 0110
17	0001 0001	0001 0111
18	0001 0010	0001 1000
19	0001 0011	0001 1001
20	0001 0100	0010 0000

Dự án 2 – Mạch giao diện

Mạch giao diện phát triển từ mạch tích hợp BCD 4028. IC 4028 lấy tín hiệu ra BCD thấp từ 74LS373 trên bản mạch nhận biết tiếng nói và xuất tín hiệu cao; xem bảng chân trị của 4028, Bảng 7.2.

Sơ đồ mạch giao diện được minh họa trên Hình 7.6. Các ngõ vào A, B, C, và D đối với 4028 là các số BCD thấp xuất phát từ 74LS373. Khi kích hoạt xe robot bằng thiết bị điều khiển radio (R/C), bạn xuất phát từ nhóm dây dẫn, khi được cấp nguồn, thực hiện các chức năng truyền động cơ bản. Xe robot này chỉ có bốn chức năng: đi thẳng, quẹo phải, quẹo trái, và đi lùi.

Bảng 7.2. Chân trị của 4028

Ngõ vào				Ngõ ra									
D	C	B	A	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mỗi chức năng được điều khiển bằng một động cơ điện, hoặc tổ hợp động cơ/solenoid có thể được cấp công suất bằng transistor NPN. Như thế, mỗi chức năng cần có một transistor NPN. Bốn transistor được nối với các ngõ ra của 4028, có ký hiệu Q1 đến Q4, sẽ điều khiển chiếc xe điện này.

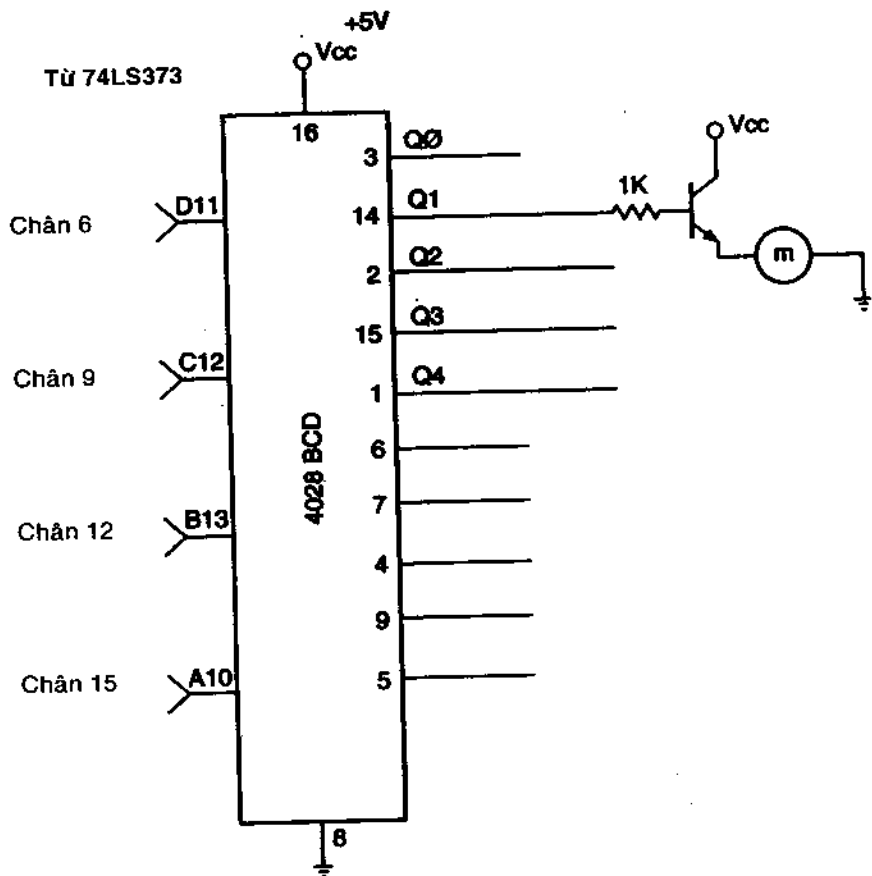
Để minh họa rõ ràng, Hình 7.6 chỉ trình bày một transistor được nối với ngõ ra Q1 đang cấp công suất cho động cơ điện. Chiếc xe R/C nguyên mẫu được dùng khi viết chương này không còn nữa. Tuy nhiên, các xe R/C đắt tiền vẫn thực hiện chức năng theo cách tương tự. Tháo thiết bị R/C ra khỏi xe, bạn để lại các dây dẫn đến động cơ truyền động được nối mát hoặc nối với Vcc để cấp công suất cho động cơ. Việc quẹo trái và phải thường được thực hiện với solenoid. Bạn hãy kiểm tra lại các dây từ các solenoid điều khiển để xem chúng cần nối mát hay nối với Vcc.

Máy bộ đàm

Do khoảng cách vận hành của microphone trên SCR khoảng 0.3 m, việc sử dụng hai máy bộ đàm cho phép bạn vận hành bộ robot di động thông qua SCR từ khoảng cách xa hơn. Ngõ ra loa của máy bộ đàm được nối với chân 46 trên HM2007 qua tụ điện C1. Tụ điện C1 sẽ chặn thành phần DC bất kỳ phát ra từ máy bộ đàm.

Khớp nối âm thanh

Nếu không muốn tháo rời từng phần và hàn trực tiếp các dây giữa máy bộ đàm và SCR, bạn có thể sử dụng khớp nối âm thanh.

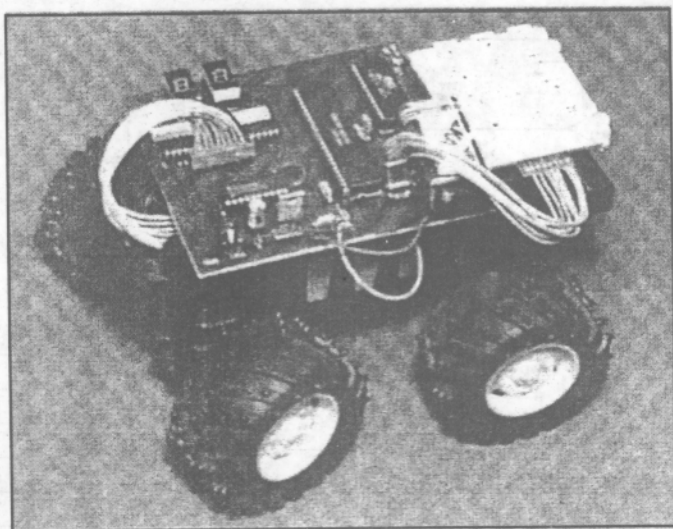


Hình 7.6. Mạch giao diện dùng cho xe R/C cải tiến.

Về cơ bản, bạn gắn (bằng băng keo) microphone của bộ nhận biết tiếng nói với loa của máy bộ đàm. Cụm microphone và loa có thể được đặt vào hộp kín để giảm nhiễu nền.

Huấn luyện và điều khiển robot di động

SCR trên bộ robot di động sẽ được huấn luyện bằng cách sử dụng máy bộ đàm, nếu đó là cách sẽ được sử dụng và vận hành. Màn hiển thị digital trên bản mạch sẽ hoạt động khi bản mạch giao diện được nối kết, vì vậy, có thể sử dụng để kiểm tra độ chính xác nhận biết từ. Bạn hãy xác định tầm hoạt động của hệ thống máy bộ đàm. Không cho phép robot di chuyển ra ngoài phạm vi này hoặc bạn kết thúc hoạt động sau



Hình 7.7. Xe R/C điều khiển bằng tiếng nói.

khi la lớn “stop, stop, stop” vào máy bộ đàm. Bạn điều khiển robot đơn giản như đang nói chuyện với nó.

Các đặc tính của bản mạch mới

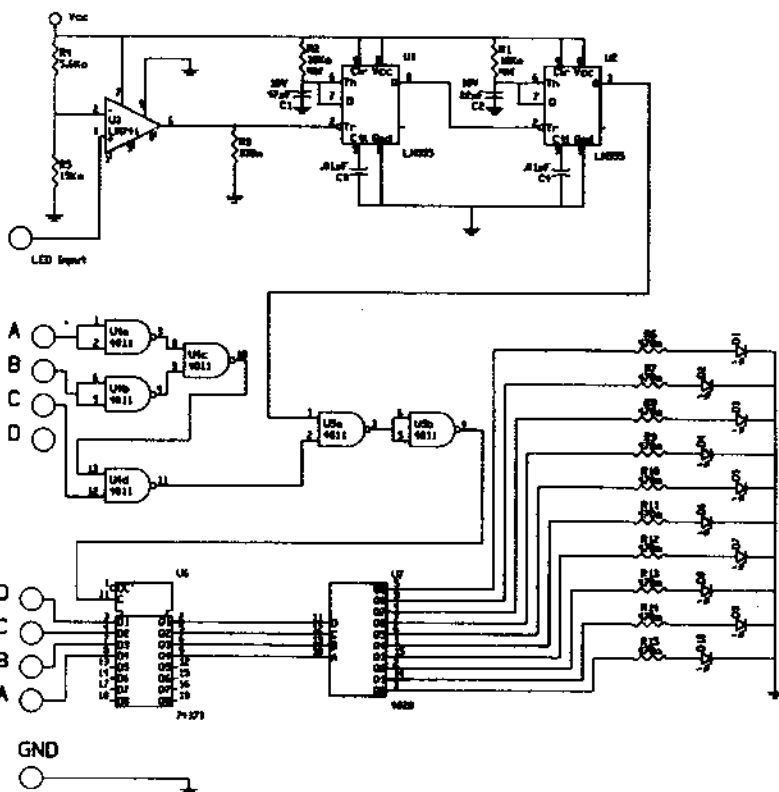
Bộ robot di động điều khiển bằng tiếng nói được minh họa trên Hình 7.7. Bản mạch trên robot này hơi khác với bản mạch trên Hình 7.4.

Mẫu cải tiến sau cùng này cho phép giao diện dễ dàng với SCR. Có chín lỗ PC [cho bộ đầu chân (hai nhóm 4-bit và mát)] nối với ngõ ra của 74LS373 onboard. Tín hiệu ra của 74LS373 onboard là BCD cao được sử dụng cho sự phát hiện lỗi từ, và BCD thấp được sử dụng để kích hoạt 4028. LED đỏ cho biết có tín hiệu kích hoạt.

Ngoài các liên kết giao diện, bản mạch này có ngõ vào 3V dùng cho việc chép lưu bộ nhớ. Điều này làm cho RAM tĩnh trên bản mạch tiếng nói ổn định hơn. Nhờ vậy bạn có thể đóng và ngắt công suất của bản mạch mà không làm mất các từ đã lập trình vào RAM tĩnh. Với mẫu đầu tiên, khi bạn ngắt công suất, các từ được lập trình trong RAM sẽ mất.

Dự án 3 – Mạch giao diện nhận biết tiếng nói tổng quát

Giao diện bằng tiếng nói với xe R/C di động là ứng dụng đặc thù.



Hình 7.8 Mạch giao diện tổng quát cho mạch nhận biết tiếng nói.

Mạch giao diện tiếp theo (Hình 7.8) là mạch tổng quát và có thể dùng để điều khiển nhiều loại thiết bị, kể cả robot, các mạch điện, và các máy móc.

Để mạch giao diện không quá công kênh đồng thời tăng sức mạnh và độ chính xác của SRC, bạn nên giới hạn giao diện chỉ điều khiển 10 công tắc đóng/ngắt. Nếu cần vốn từ vựng đủ 40 từ, bạn có thể thiết kế mạch giao diện này bằng cách mở rộng các ý tưởng mạch được trình bày trong chương này. Với chỉ 10 công tắc đóng/ngắt bạn có thể sử dụng bốn khoảng trống từ cho mỗi từ đích (lệnh). Từng khoảng trống từ được gán cho từ đích sẽ giữ một cách phát âm từ đích hơi khác. Với bốn cách phát âm khác nhau của mỗi từ đích, SRC trở nên mạnh hơn và độ chính xác của việc nhận biết từ tăng lên.

Trước tiên, bạn chọn các khoảng trống từ sao cho LSD của bốn khoảng trống từ đích (lệnh) bất kỳ đều như nhau. Ví dụ sau đây sẽ làm sáng tỏ sơ đồ lập trình này.

Giả sử bạn đang chế tạo bộ điều khiển bằng tiếng nói cho xe lăn điện. Bạn quyết định sử dụng danh sách các từ lệnh (dịch) sau đây:

- ☐ Forward Tiến
- ☐ Backward Lui
- ☐ Left Trái
- ☐ Right Phải
- ☐ Stop Dừng
- ☐ Sleep Ngủ
- ☐ On Hoạt động
- ☐ Lock Khóa
- ☐ Unlock Mở khóa
- ☐ Stop (Lệnh dừng có vai trò quan trọng trong ứng dụng này, vì có thể áp dụng cho vài vị trí lệnh)

Lệnh thứ nhất huấn luyện cho mạch nhận biết là forward (tiến về phía trước). Bạn dùng bốn khoảng trắng từ sau đây: 10, 20, 30, và 40. Bằng cách giảm số có ý nghĩa lớn nhất (MSD) trong mỗi số, bạn cho phép LSD giống nhau đối với cả bốn khoảng trắng từ, số của từ là 0. Tương tự, từ lệnh tiếp theo, backward (lùi lại), sẽ sử dụng các khoảng trắng từ 01, 11, 21, và 31. Bằng cách giảm MSD lần nữa, bạn để lại số của từ là 1.

Giao diện phải nhận biết các mã lỗi từ và không lầm lẫn chúng đối với các số của từ là 5, 6, 7. Mạch này sử dụng hai IC NAND 4011 được lập cấu hình để vận hành như các cổng OR và AND (Hình 7.8) để phát hiện các lỗi từ 55, 66, và 77.

Nối kết bộ nhận biết tiếng nói

Bộ nhận biết tiếng nói có chín lỗ hàn giữa các vi mạch 74LS373 và 7448 để nối kết với mạch giao diện (Hình 7.8). Tám đường truyền biểu diễn hai số BCD, và đường thứ chín là mát. Ngoài ra còn có một đường hở gần LED đỏ. Dây điện hàn vào dây được sử dụng như tín hiệu ngõ vào dẫn đến bộ kích hoạt từ đối với mạch giao diện.

Nguyên lý hoạt động của mạch giao diện

Để khởi đầu, mạch giao diện phải có khả năng đáp ứng mỗi khi SRC nghe một từ nào đó. Khi nghe một từ, SRC cố gắng nhận biết và LED đỏ tạm thời tắt.

Dòng điện đến LED được sử dụng để kích hoạt từ. Để sử dụng dòng điện làm tín hiệu kích hoạt, bạn nối bộ so sánh với phía cathode của LED. Điện áp quy chiếu cho bộ so sánh được xác lập là 3.64V bằng cách sử dụng bộ chia điện áp gồm hai điện trở, 5.6 và 15 K-ohm.

Ngõ ra của bộ so sánh thường cao. Khi được kích hoạt bằng xung 4.5V từ đường dẫn LED, bộ so sánh sẽ xuất tín hiệu kích hoạt xung âm. Đối với bộ so sánh bạn nên sử dụng bộ khuếch đại op-amp 741 tiêu chuẩn.

Sự nhận biết tiếng nói có thể cần đến 300 ms. Trong sự trễ thời gian này, các tín hiệu ra BCD vẫn ổn định và không thay đổi. Nếu giao diện của bạn vận hành quá nhanh, sẽ hoàn tất việc cập nhật ngõ ra trước khi SRC có cơ hội cập nhật tín hiệu ra BCD.

Để tránh điều này, bạn hãy làm chậm sự kích hoạt xung âm bằng cách gửi xung âm qua hai đồng hồ định giờ 555 (hoặc một đồng hồ định giờ 556) được cài đặt theo chế độ ổn định đơn. Xung âm từ bộ so sánh sẽ khởi động xung tín hiệu ra 470-ms từ đồng hồ định giờ thứ nhất, đồng hồ này được nối kết với đồng hồ định giờ thứ hai. Đồng hồ thứ hai sẽ xuất xung 220-ms.

Xung 470-ms cấp phát thời gian dài hơn cần thiết để xuất các số BCD mới. Khi xung 470-ms từ đồng hồ định giờ thứ nhất giảm, xung này sẽ khởi động xung ra từ đồng hồ định giờ thứ hai. Tín hiệu ra này là xung dương tồn tại gần 220-ms. Trong thời gian này, ngõ ra của giao diện được cập nhật với điều kiện bộ phát hiện mã lỗi (ECD) xuất logic cao.

Ngõ ra của đồng hồ định giờ thứ hai (xung 220-ms) được nối với một ngõ vào của cổng AND. Một chân khác của cổng AND được nối với hai cổng khác (NAND và OR) để tạo thành ECD. ECD được nối với số BCD có ý nghĩa lớn nhất. Khi số BCD này bằng 5, 6, hoặc 7, ECD sẽ xuất mức thấp logic. Đối với tất cả các số khác ECD sẽ xuất mức cao logic. Khi ngõ ra của ECD dương, xung dương từ đồng hồ định giờ thứ hai cho phép số BCD có ý nghĩa lớn nhất truyền đến ngõ ra của mạch giao diện.

Mức cao của tín hiệu ra từ ECD kết hợp với xung dương của đồng hồ định giờ kích hoạt mức cao logic từ cổng AND để cho phép 74LS373 (khóa bất phân dữ liệu) hoạt động. Khi 74LS373 được kích hoạt, số bất kỳ được xuất trên số BCD thấp truyền qua 74LS373 và bị chặn lại. Bốn ngõ ra của 74LS373 được nối kết với các ngõ vào của bộ giải mã BCD - thập phân 4028.

Mặt khác, khi ngõ ra của BCD thấp, điều này xảy ra khi xuất các số 5, 6, 7; ngõ vào tương ứng dẫn đến cổng AND cũng thấp. Với ngõ vào cổng AND này thấp, khi xung dương từ đồng hồ định giờ thứ hai đi đến, ngõ ra của cổng AND vẫn thấp, vì vậy, bạn hãy duy trì 74LS373 ở trạng thái nghỉ và không cho phép số BCD thấp truyền đến 4028.

Đây là lý do bộ phát hiện lỗi ngăn chặn các số 55, 66, và 77 do phạm lỗi đối với các từ 5, 6, và 7.

Khi BCD truyền qua 74LS373, sẽ nối kết với ngõ vào của bộ giải mã BCD – thập phân 4028. Bộ giải mã 4028 đọc số BCD và xuất mức cao logic (+5V) trên đường ra thập phân thích hợp (0 đến 9).

Tạo lập ngõ ra hữu dụng hơn

Tín hiệu ra mức cao logic từ 4028 có thể được sử dụng để điều khiển các tải xoay chiều (AC) và một chiều (DC). Tuy nhiên, việc đưa tín hiệu ra xuất phát từ 4028 qua mạch flip-flop trước sẽ tốt hơn nhiều. Lý do là tự thân 4028 chỉ giữ một trong các ngõ ra của nó ở mức cao trong thời gian bất kỳ cho trước. Vì vậy mỗi khi mạch này đóng mạch, mọi thứ đã được đóng mạch sẽ bị ngắt mạch. Thật bất tiện, nhưng mạch flip – flop sẽ giải quyết vấn đề này. Khi được kích hoạt bằng mức cao logic, ngõ ra của flip – flop sẽ duy trì trạng thái cao cho đến khi tín hiệu thứ hai (thấp – cao) đưa ngõ ra của flip – flop xuống trạng thái thấp. Kết quả của việc sử dụng flip – flop trên tuyến ra tăng gấp đôi.

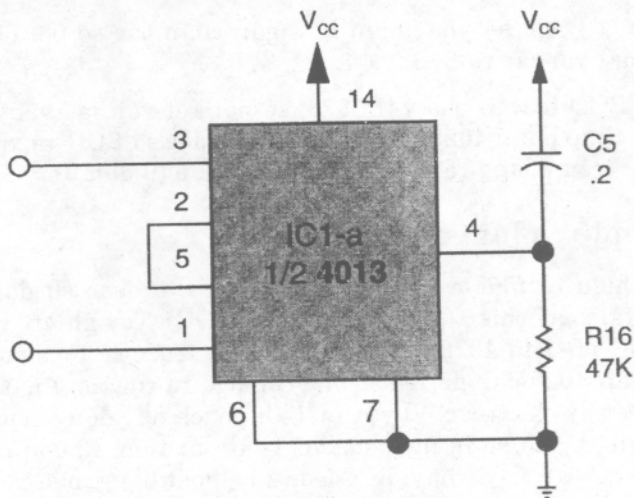
Thứ nhất, việc đóng và ngắt ngõ ra với số lượng bất kỳ sẽ không tác động đến trạng thái của đường truyền khác. Thứ hai, bạn có thể dùng cùng một lệnh để đóng (lần nói thứ nhất) rồi ngắt (lần nói thứ hai) một mạch nào đó. Như thế, thay vì sử dụng hai lệnh đóng/ngắt riêng biệt cho từng thiết bị (mở và tắt đèn chẳng hạn), bạn có thể sử dụng lệnh đó lần thứ hai để ngắt thiết bị (light – light). Trong vài trường hợp, điều này tương tự việc nhân đôi số từ vựng của bạn.

Hình 7.9 minh họa mạch flip – flop 4013 bạn có thể sử dụng. Mỗi IC của 4013 có hai flip – flop khả dụng. Ngõ vào của các flip – flop được nối trực tiếp với ngõ ra của 4028.

Hình 7.10 minh họa một mạch và hai đoạn có thể được nối kết với flip – flop để điều khiển các loại tải khác nhau. Mạch trên Hình 7.10A là transistor Darlington NPN, với nguồn DC và tải điện trở. Bạn cũng có thể sử dụng kiểu mạch này để mở và đóng rơ le (Hình 7.10B) Rơ – le có thể điều khiển các tải AC và DC (điện trở hoặc cảm ứng). Trên Hình 7.10C, ngõ ra của 4013 được nối với khớp quang có ngõ ra Triac.

Sự vận hành

Mạch nhận biết tiếng nói được huấn luyện như đã trình bày ở phần trước. Khi nối kết với mạch giao diện, mỗi lệnh từ sẽ làm sáng một LED hoặc mạch, tùy theo linh kiện được nối với ngõ ra của vi mạch bộ giải mã BCD – thập phân 4028.



Hình 7.9. Một nửa của flip – flop 4013 được dùng để khóa tín hiệu, được nối trực tiếp với ngõ ra trên 4028 (Hình 7.8), và được sử dụng để tránh mạch đang hoạt động bị ngắt khi đóng mạch khác.

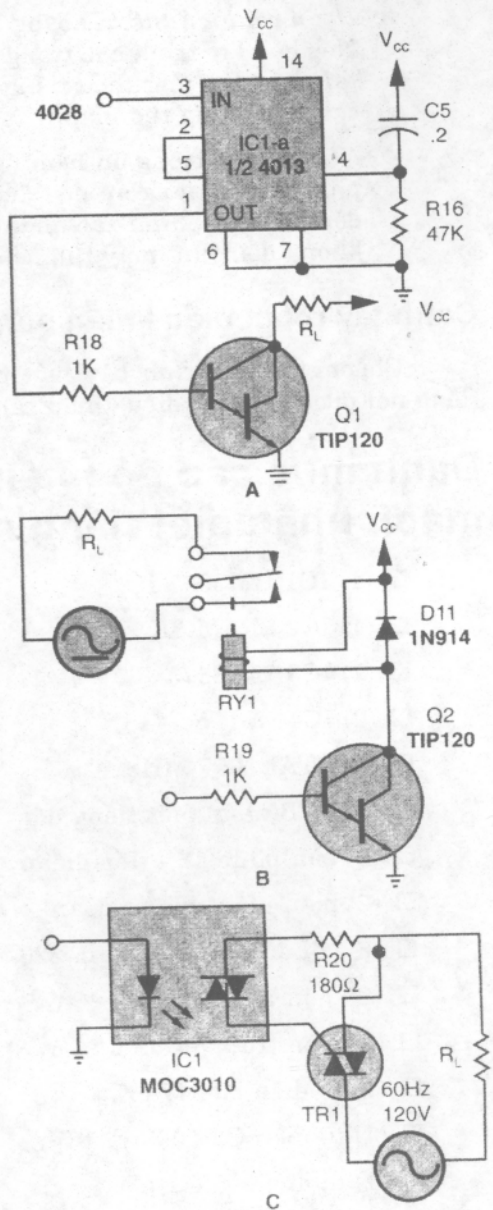
Cải thiện sự nhận biết

Có nhiều kỹ thuật có thể được sử dụng để cải thiện hoặc tối ưu hóa sự nhận biết tiếng nói. Kỹ thuật đầu tiên là cách chọn từ. Bạn nên tránh các từ đồng âm, tức là các từ được phát âm gần giống nhau, ví dụ, red, bed, said, và dead. Để tối ưu hóa sự nhận biết bạn nên dùng các từ phát âm khác nhau. Trong nhiều trường hợp, bạn có thể dùng từ đồng nghĩa hoặc gần đồng nghĩa để thay thế. Ví dụ, “crimson” hoặc “scarlet” thay cho “red”, v.v...

Tương thích giữa môi trường và trang thiết bị

1. **Khoảng cách.** Khoảng cách giữa microphone và miệng người nói phải xấp xỉ khoảng cách trong huấn luyện và nhận biết tiếng nói.
2. **Trạng thái.** Sự kích động làm thay đổi tiếng nói. Ví dụ, nếu bạn tạo ra căn chỉnh hướng điều khiển bằng tiếng nói để lái mô hình máy bay quân sự, khi bị thu hút vào trò chơi, tiếng la hét “bắn, bắn, ...” của bạn sẽ khác so với khi bạn ngồi ở bàn trong không khí yên tĩnh để lập trình tiếng nói của bạn vào vi mạch này. Vì vậy, khi lập trình các lệnh bằng tiếng nói, bạn phải mô phỏng trạng thái mà bạn sẽ cảm nhận khi chơi game.

Hình 7.10. Các mạch này có thể được nối kết với mạch giao diện để cho phép hệ thống nhận biết tiếng nói điều khiển các loại tải khác nhau. Mạch trên Hình A sử dụng flip – flop để khóa transistor Darlington ở trạng thái đóng hoặc ngắt. Thay transistor Darlington trên Hình A bằng rơ – le (Hình B), mạch có thể được sử dụng để điều khiển các tải AC hoặc DC điện trở dòng cao hoặc cảm ứng. Mạch trên Hình C, khi được nối kết với flip – flop trên Hình A, sẽ tạo ra sự cô lập giữa tải và mạch điều khiển, đồng thời cho phép bạn khóa trạng thái đóng hoặc ngắt của tải AC.



3. *Hoàn cảnh cụ thể.* Sự căng thẳng thể xác là một yếu tố khác. Nếu bạn lập trình cho trang thiết bị luyện tập thể thao (xe đạp tại chỗ) đáp ứng theo tiếng nói, có lẽ bạn phải ghi tiếng nói cùng với tiếng thở mạnh.
4. *Nhiều nền.* Tiếng ồn luôn luôn là vấn đề. Như đã trình bày ở phần trước, tiếng ồn đều đều (máy điều hòa không khí) ít tác động đến độ chính xác nhận biết tiếng nói hơn so với tiếng ồn không đều đặn (máy tính chẳng hạn tỉ vi).

Cánh tay robot điều khiển bằng tiếng nói

Chương 15, sẽ trình bày một biến thể của giao diện nhận biết tiếng nói được dùng để điều khiển cánh tay robot.

Danh mục các bộ phận của mạch nhận biết tiếng nói

- ☐ (1) IC1 HM2007 IC.
- ☐ (1) IC2 SRAM 8K X 8.
- ☐ (1) IC3 74LS373.
- ☐ (2) IC4 và IC5 7448.
- ☐ (1) XTAL 3.57 MHz.
- ☐ (1) PCB nhận biết tiếng nói.
- ☐ (1) bàn phím 12 - tiếp điểm.
- ☐ (2) màn hiển thị 7 - đoạn.
- ☐ (2) gói điện trở 16 chân, 220-ohm, ¼-W.
- ☐ (1) điện trở 22K-ohm, ¼-W.
- ☐ (1) điện trở 5.6K-ohm, ¼-W.
- ☐ (1) tụ điện 0.0047-μF.
- ☐ (1) tụ điện C2 100-μF, 16V.
- ☐ (1) tụ điện C5 0.1-μF
- ☐ (1) bộ điều chỉnh điện áp 7805.
- ☐ (1) microphone
- ☐ (1) kẹp ắc quy 9V.

Danh mục các bộ phận của mạch giao diện

- ☐ (2) 4011 Quad 2 input NAND.
- ☐ (1) 74LS373 Octal D flip – flop tri – state.
- ☐ (1) bộ giải mã BCD – thập phân 4028.
- ☐ (2) đồng hồ định giờ 555.
- ☐ (1) op – amp LM741.
- ☐ (1) điện trở 5.6K-ohm.
- ☐ (1) điện trở 15K-ohm.
- ☐ (1) điện trở 330-ohm.
- ☐ (2) điện trở 10K-ohm.
- ☐ (10) điện trở 70-ohm.
- ☐ (1) tụ điện 47- μ F.
- ☐ (1) tụ điện 22- μ F.
- ☐ (2) tụ điện 0.01- μ F.
- ☐ (10) LED cỡ nhỏ.
- ☐ Bộ phận tùy chọn: các flip – flop D kiểu kép 4013, các transistor Darlington TIP 120 NPN.

Chương 8

Robot học dựa trên hành vi, mạng neuron, mạng thần kinh, và cấu trúc gộp đa tầng

Các robot thuộc loại được trình bày trong chương này không có bộ xử lý trung tâm (CPU). Thay vào đó, chúng hoạt động dựa trên cơ cấu kích thích – đáp ứng thần kinh.

Cơ cấu kích thích – đáp ứng của robot có nhiều tên, bao gồm mạng neuron, mạng thần kinh, robot hành vi, cấu trúc gộp đa tầng, ... William Grey Walter tiên phong trong ngành robot học dựa trên hành vi từ cuối thập niên 1940. Độc lập với công trình của Walter, sự đáp ứng robot dựa trên thần kinh được Valentino Braitenberg khảo sát lý thuyết và phát triển. Rodney Brooks ở Học viện Công nghệ Massachusetts (MIT), được kích thích từ công trình của Walter, đã phát triển ý tưởng về các đáp ứng kích thích, ông gọi là “cấu trúc gộp đa tầng”. Mark Tilden, từ công trình của Rodney Brooks, đã thành lập ngành robot học BEAM, sử dụng các “mạng thần kinh”.

Robot học dựa trên hành vi là chủ đề nóng hổi và tiếp tục nóng trong tương lai. Trong sơ đồ cấu trúc này, các cơ cấu kích thích – đáp ứng có thể được phân tầng cái này trên cái kia. Cơ cấu kích thích – đáp ứng đa tầng có thể biểu hiện cách hành xử thông minh đáng quan tâm như trong robot hướng ánh sáng thông minh.

Trong sách này sẽ sử dụng thuật ngữ “dựa trên hành vi” để mô tả cơ cấu kích thích – đáp ứng. Phương pháp tiếp cận dựa trên hành vi là một trong hai cách chính để áp dụng trí thông minh cho các robot, như đã trình bày ở Chương 6. Một cách tiếp cận được gọi là “trí thông minh từ trên xuống” và cách kia được gọi là “trí thông minh từ dưới lên”.

Để thực hiện các chức năng điều khiển thông minh cho robot di động (thuật ngữ “các chức năng” được sử dụng nhằm giới hạn phạm vi trình bày về sự vận động và khảo sát môi trường để đơn giản hóa vấn đề; tuy nhiên, điều này không giới hạn đối với các phương pháp thực tiễn), bạn phải quyết định cách tiếp cận để thực hiện tác vụ này. Cách tiếp cận từ trên xuống sẽ tạo ra hệ thống chuyên môn hoặc chương trình để thực hiện sự tìm tòi có điều khiển và phát hiện. Cách tiếp cận từ dưới lên tạo ra hành vi “nhân tạo” trong robot, khiến robot thăm dò và khám phá.

Thoạt nhìn bạn có thể không nhận thấy sự khác nhau giữa hai cách tiếp cận, nhưng thực tế chúng có sự khác biệt lớn. Nếu hệ thống chuyên môn tiếp cận một tình huống (hoặc địa hình) chưa được lập trình, hệ thống này sẽ vấp ngã. Trái lại, hệ thống hành vi không tìm kiếm tình huống mẫu “được lập trình” để tính toán các bước hành động và có thể không quan tâm về tình huống đó, hệ thống hành vi phải thực hiện việc thăm dò.

Trong 30 năm gần đây, các nhà robot học đã nhiều lần thử nghiệm thành công việc lập trình từ dưới lên một cách thành công (dựa trên hành vi) ở những nơi lập trình từ trên xuống rất khó khăn hoặc thất bại.

Nhà robot học tiên phong

Một trong những nhà tiên phong đầu tiên trong cách tiếp cận từ dưới lên đối với robot là William Grey Walter. Ban đầu, Walter quan tâm đến công việc của nhà tâm lý học người Nga, Ivan Pavlov, người nổi tiếng qua thí nghiệm phản xạ có điều kiện. Trong thí nghiệm này, Pavlov rung chuông ngay trước khi cho chó ăn. Vài lần sau, chỉ cần nghe tiếng chuông các con chó thí nghiệm đã chảy nước miếng.

Đồng thời với Walter, Hans Berger, sáng chế máy điện não đồ (EEG). Khi Walter ghé thăm phòng thí nghiệm của Berger, ông nhận thấy có thể cải tiến máy EEG của Berger. Sau khi ông thực hiện điều đó, độ nhạy của máy EEG được cải thiện, và có thể quan sát các nhịp EEG mới dưới 10 Hz trong não người.

Những nghiên cứu về não người đã dẫn Walter đến việc nghiên cứu cấu trúc mạng thần kinh trong não. Sự phức tạp của các mạng sinh học vượt quá khả năng vẽ bản đồ một cách chính xác hoặc tái tạo. Ngay khi bắt đầu làm việc với các tế bào thần kinh riêng rẽ và đường lượng điện của tế bào thần kinh sinh học, ông đã tự hỏi loại hành vi nào có thể được tạo ra chỉ với vài tế bào thần kinh.

Để trả lời câu hỏi này, năm 1948 Walter chế tạo một robot di động tương tự con rùa có ba bánh xe. Robot di động này cao 12 inch và dài khoảng 18 inch. Điểm đặc biệt là robot này là robot chỉ sử dụng hai tế bào thần kinh điện tử, nhưng đã thể hiện được các hành vi phức hợp. Hai robot đầu tiên được đặt tên là Elmer và Elsie (ElectronMEchanical Robot, Light Sensitive). Về sau, Walter đặt lại tên cho các robot loại này là Machina Speculatrix sau khi quan sát chúng thể hiện hành vi phức tạp.

Vào thập niên 1940, transistor chưa được phát minh, nên các tế bào thần kinh điện tử dùng cho robot được chế tạo bằng đèn chân không. Do đèn chân không tiêu thụ công suất lớn hơn linh kiện bán dẫn, robot đầu tiên được gắn một acquy lớn.

Phần xạ của robot hoặc hệ thần kinh gồm hai bộ cảm biến được nối với hai tế bào thần kinh. Một bộ cảm biến là điện trở nhạy sáng và bộ cảm biến kia là công tắc va chạm được nối với vỏ ngoài của robot.

Ba bánh xe của robot được bố trí theo hình tam giác. Bánh trước có bộ phận lái gắn động cơ, có thể quay 3600 theo một chiều. Ngoài ra, bánh trước còn có động cơ truyền động để di chuyển. Do thiết bị lái có thể quay liên tục 3600, công suất điện của động cơ truyền động được truyền qua các vòng trượt lắp trên trục bánh xe.

Điện trở cảm biến quang được lắp lên trục của bộ truyền động tay lái bánh trước. Điều này bảo đảm điện trở cảm biến quang luôn luôn quay về hướng robot di chuyển.

Bốn chế độ vận hành

Loại robot hướng ánh sáng ban đầu có bốn chế độ vận hành, động cơ lái và động cơ truyền động của robot luôn luôn hoạt động.

- ☐ *Tìm kiếm.* Môi trường xung quanh có mức ánh sáng thấp (tối). Đáp ứng của động cơ: động cơ lái ở tốc độ toàn phần, động cơ truyền động ở nửa tốc độ.
- ☐ *Di chuyển.* Phát hiện ánh sáng. Đáp ứng của động cơ: động cơ lái dừng, động cơ truyền động ở tốc độ toàn phần.
- ☐ *Lóa mắt.* Ánh sáng chói. Đáp ứng của robot: động cơ lái nửa tốc độ, động cơ truyền động đảo chiều.
- ☐ *Va chạm.* Gặp chướng ngại vật. Đáp ứng của động cơ: động cơ lái đủ tốc độ, động cơ truyền động đảo chiều.

Hành vi được quan sát

Trong một thí nghiệm, Walter xây một chuồng nhỏ, ở đó robot Elsie có thể vào và tái nạp điện cho ắc quy. Chuồng này có trang bị bóng đèn nhỏ để thu hút Elsie đến đó khi ắc quy của robot hết điện. Elsie đi vào chuồng và ắc quy được nạp điện tự động. Sau khi ắc quy được nạp điện, Elsie rời khỏi chuồng thỏ để tìm kiếm các nguồn sáng mới.

Trong thí nghiệm khác, Walter gắn cố định các bóng đèn nhỏ lên từng mai "rùa". Các robot này đã phát triển một tương tác tương tự loại hành vi xã hội. Các robot nhảy múa với nhau, nhiều khi quần quýt rồi dang xa ra, khiến người quan sát nghĩ đến trình tự giao phối hoặc hành vi đánh dấu lãnh thổ của robot.

Chế tạo rùa Walter

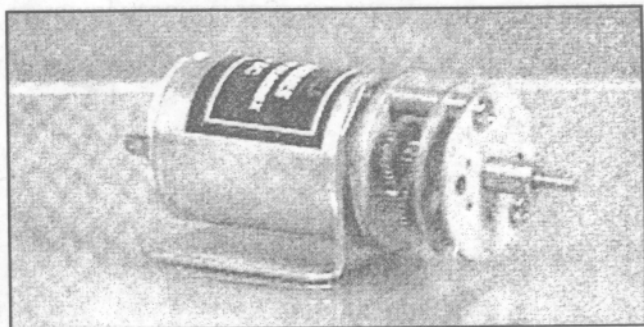
Bạn có thể bắt chước các chức năng trong con rùa nổi tiếng của Walter. Chương trình sẽ mô phỏng các tế bào thần kinh được sử dụng trong robot nguyên mẫu. Để chế tạo khung sườn, bạn cần thực hiện vài đồ kim khí. Việc gia công kim loại cần có các công cụ sau:

- ☐ *Mũi đột tâm.* Dùng để đột dấu trên tấm kim loại, tạo thuận tiện cho việc khoan. Không có dấu đột, mũi khoan dễ trượt khỏi dấu khoan. Bạn giữ mũi đột tâm ở tâm lỗ cần khoan, dùng búa đóng vào mũi đột tâm để tạo dấu đột.
- ☐ *Kéo tay.* Dùng để cắt tấm kim loại mỏng. Bạn nên mua loại kéo kim loại 14".
- ☐ *Dao cắt bavia.* Dùng để loại bỏ các mảnh kim loại nhỏ (bavia) khỏi tấm kim loại, tạo ra các hình cắt và các lỗ vuông trên tấm kim loại mỏng.
- ☐ *Bàn kẹp.* Dùng để giữ kim loại trong quá trình khoan và uốn.
- ☐ *Khoan*
- ☐ *Búa*

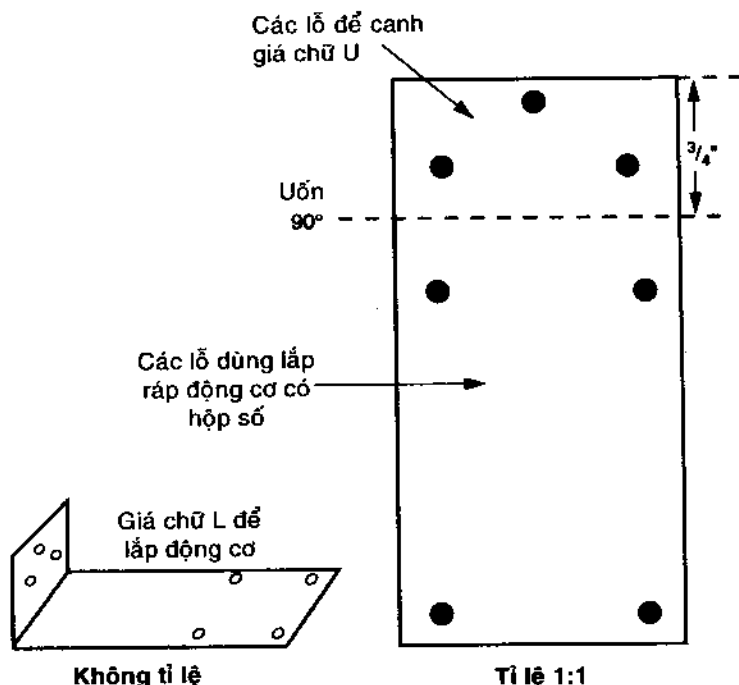
Ngoài các dụng cụ trên việc chế tạo khung sườn cần có tấm kim loại mỏng và thanh nhôm. Bạn có thể chế tạo khung sườn bằng thanh nhôm chữ nhật 1/8" x 1/2" và tấm thép không gỉ. Thép không gỉ khó gia công hơn tôn (CRS). Bạn nên sử dụng tấm nhôm hoặc tấm tôn.

Động cơ truyền động và động cơ tay lái

Động cơ truyền động là loại có hộp số 100:1 (Hình 8.1). Loại động cơ này thường được ưa chuộng do có giá lắp động cơ. Đối với tay lái, bạn có thể sử dụng động cơ trợ động moment 42 oz tiêu chuẩn. Bạn cần gia công ba tấm kim loại mỏng (nhôm hoặc tôn).



Hình 8.1. Động cơ trợ động có hộp số 100:1, 1.5-3.0 VDC.



Hình 8.3. Giá chữ L dùng để lắp hộp số với rãnh chữ U.

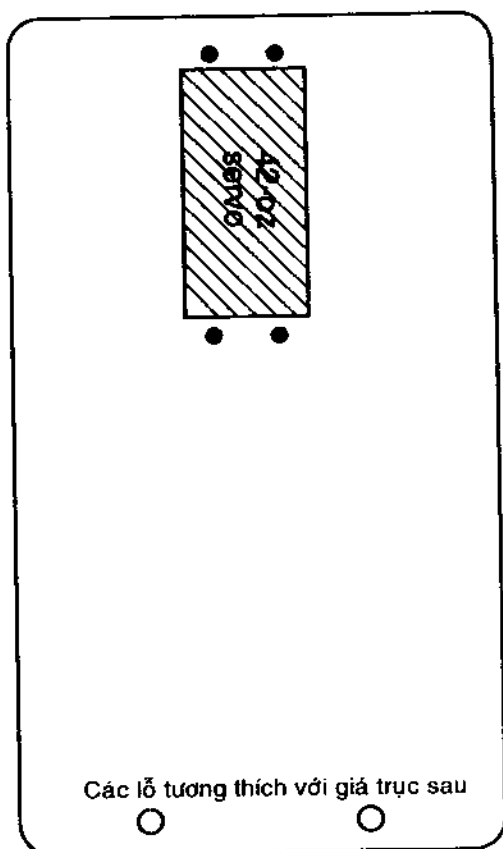
và đai ốc. Khoan ba lỗ $1/8"$ để lắp giá chữ L. Khoan hai lỗ $1/8"$ cho trục bánh xe trước.

Gắn tấm kim loại vào bàn kẹp và tạo hai chỗ uốn 90° ở các đường đánh dấu để định hình tấm kim loại thành giá đỡ chữ U.

Dùng giá đỡ chữ L để lắp động cơ truyền động vào rãnh chữ U (Hình 8.3). Giá đỡ chữ L có kích thước $1.5" \times 3"$. Dùng động cơ có hộp số để đánh dấu các lỗ lắp ráp hộp số. Cần bảo đảm ba lỗ trong giá chữ L dùng để lắp ráp với giá chữ U phải khớp với các lỗ trên giá chữ U.

Hình 8.4 là sơ đồ phần đế với sơ đồ của động cơ trợ động 42 oz. Kích thước của đế là $3" \times 5.5"$. Đế sẽ giữ bộ cung cấp công suất và mạch điện tử. Bạn hãy dùng sơ đồ động cơ trợ động để cắt bỏ phần kim loại tương ứng ra khỏi đế.

Trước hết bạn khoan bốn lỗ ($1/8"$) góc. Sau đó dùng mũi khoan để khoan các lỗ suốt hình chữ nhật phía trong chu vi của lỗ dành cho động cơ trợ động. Loại bỏ kim loại theo cách này dễ hơn dùng cưa. Khi đã cắt phần kim loại theo cách này, bạn dùng kéo tia kim loại để hoàn thiện

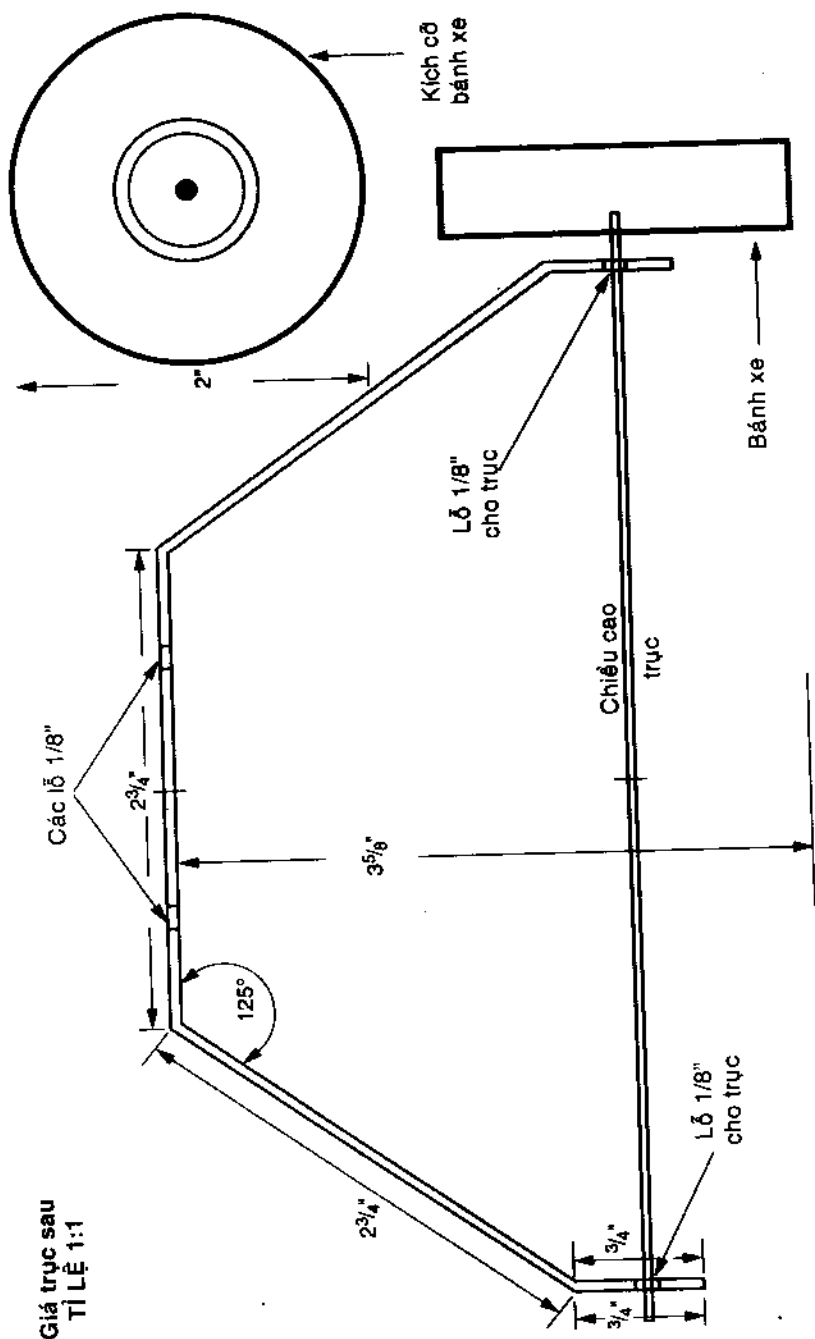


Hình 8.4. Để robot trình bày phần cắt cho động cơ trợ động 42 oz và các lỗ cho giá đỡ trục bánh sau.

công việc. Trước khi lắp động cơ trợ động, bạn hãy giữ sạch các cạnh lỗ. Khoan hai lỗ cho giá đỡ trục bánh sau.

Giá đỡ trục bánh sau được minh họa trên Hình 8.5. Giá đỡ này được chế tạo từ thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 10"$. Bạn hãy khoan bốn lỗ trên thanh nhôm này trước khi uốn định hình. Bạn có thể sử dụng móc áo kim loại để chế tạo trục bánh sau.

Tiếp theo, bạn cần lắp bánh truyền động trước với động cơ hộp số. Bánh xe cao su trong nguyên mẫu này được chế tạo để lắp có độ dôi (mất) với trục 3 mm (0.118"). Đường kính trục động cơ có hộp số 100:1 và khoảng 2mm (0.078").



Hình 8.5. Chi tiết giá đỡ trục bánh sau.

Để giải quyết vấn đề kích cỡ này, bạn lồng một ống kim loại rỗng dài 7.5 mm có đường kính 3 mm lên trục động cơ. Bạn có thể dùng cây vặn vít đầu dẹp và búa để đóng chặt ống 3 mm vào trục 2 mm. Trước hết, bạn đặt trục động cơ và ống lên bề mặt cứng (kim loại) để có thể tác động lực trực tiếp lên trục mà không gây ra biến dạng đối với các bánh răng (hộp số) hoặc động cơ. Tiếp theo, bạn đặt đầu cây vặn vít lên cụm trục – ống và dùng búa đóng mạnh lên cây vặn vít. Lực đóng sẽ làm cho ống gắn chặt lên trục động cơ.

Nếu quan sát kỹ trục động cơ hộp số, bạn sẽ thấy một rãnh then (rãnh vát phẳng) trên trục động cơ. Nếu bạn đập dẹp ống lồng ở vị trí chính xác để ống lồng chen vào rãnh then, bạn sẽ tạo ra mối ghép rất chắc chắn giữa trục động cơ và ống, nhưng cũng sẽ rất khó tháo.

Bánh xe truyền động được lắp bằng cách đẩy bánh xe lên ống 3 mm. Việc lắp chặt bánh xe phải đủ chắc chắn để truyền động robot không bị trượt. Nếu bạn muốn lắp bánh xe cố định lên trục động cơ, bạn hãy trộn đều keo epoxy chậm khô và thoa lên trục 3 mm trước khi lắp bánh xe lên đó.

Đối trọng

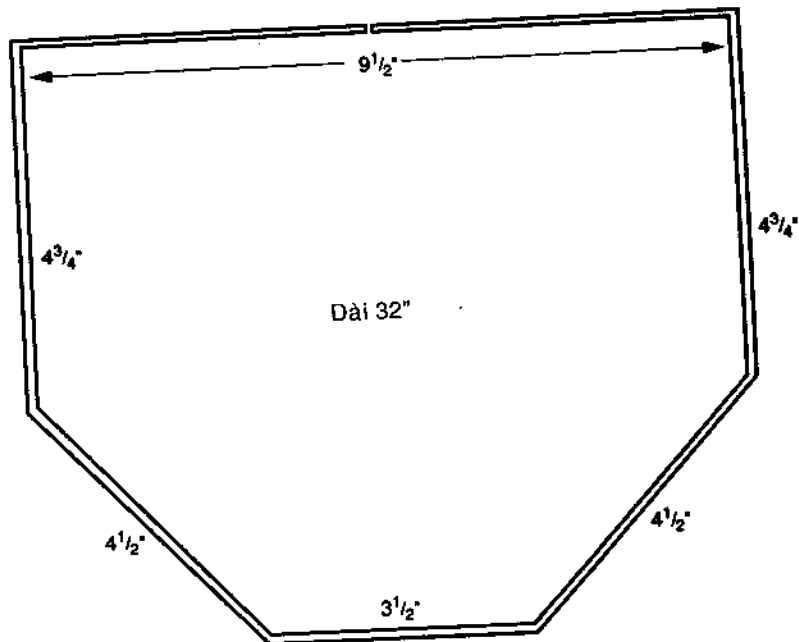
Khi lắp động cơ có hộp số lên máng chữ U, trọng lượng của động cơ hộp số ở một phía sẽ làm cụm này mất cân bằng. Để cân bằng máng chữ U, bạn có thể đặt 3 đến 4 oz chì lên phía đối diện; hoặc bạn có thể lắp vật nặng bất kỳ lên trục để làm đối trọng.

Vỏ

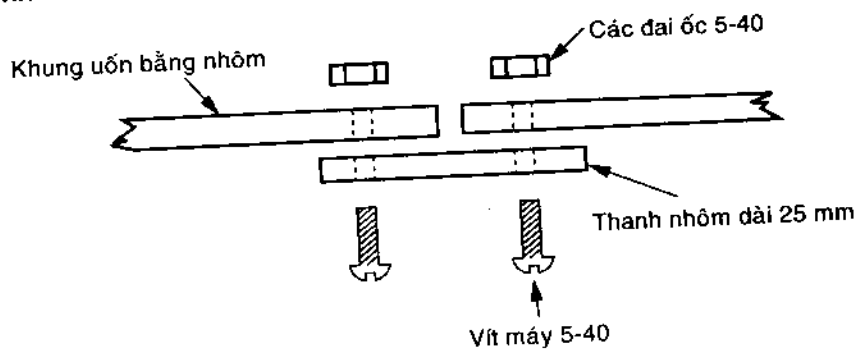
Rùa robot nguyên mẫu có vỏ bằng chất dẻo trong suốt. Vỏ này được nối với công tắc va chạm, và khi được kích hoạt công tắc sẽ đưa robot vào chế độ “chuyển hướng”.

Thay vì chế tạo chiếc vỏ hoàn chỉnh, bạn có thể dùng một thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 32"$ uốn bao quanh chu vi robot (Hình 8.6). Bạn hãy dùng bút chì đánh dấu ở giữa thanh nhôm và ở mỗi chỗ cong cần uốn, sau đó đặt thanh nhôm vào bàn kẹp ở mỗi đầu bút chì và uốn theo góc cần thiết. Hai đầu thanh nhôm kết thúc ở giữa mặt sau của khung uốn. Bạn dùng miếng nhôm $1/8" \times 1/2" \times 1"$ để nối hai đầu khung với nhau, bằng cách khoan lỗ $1/8"$ ở mỗi đầu thanh nhôm và dùng hai vít máy 5-40 và đai ốc để giữ chặt thanh nhôm này với khung (Hình 8.7).

Giá đỡ phía trên được dùng để nối khung với robot, hoàn toàn đồng nhất với đầu trước của cái khung nhôm (Hình 8.8). Giá đỡ này được làm từ thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 14.5"$. Tương tự cách chế tạo khung uốn, bạn dùng bút chì đánh dấu thanh nhôm này ở giữa và ở những vị trí cần uốn. Sau đó, đưa thanh nhôm vào bàn kẹp và uốn như cách đã dùng để chế tạo khung nhôm.



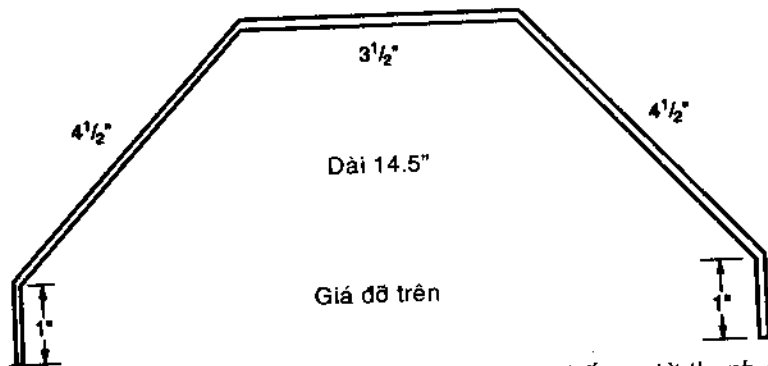
Hình 8.6. Hình chiếu đứng của khung uốn từ thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 32"$.



Hình 8.7. Mặt cắt giá bằng nhôm dùng để gia cố các đầu khung uốn

Tìm trọng tâm

Việc tìm đường trọng tâm của khung nhôm là rất quan trọng, vì điều này sẽ cho biết vị trí tối ưu để gắn giá đỡ trên. Bạn hãy đặt khung nhôm lên thanh nhôm dài. Di chuyển khung nhôm tới lui cho đến khi cân bằng trên thanh nhôm. Đánh dấu các vị trí của đường tâm này trên cả hai phía của khung. Khoan lỗ $1/8"$ trên mỗi phía. Khoan các lỗ tương

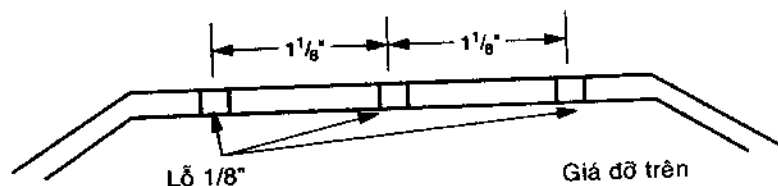


Hình 8.8. Hình chiếu cạnh của giá đỡ trên được chế tạo từ thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 14.5"$.

thích ở các đầu của giá đỡ trên. Sau đó gắn chặt giá đỡ trên với khung bằng ốc máy 5-40 và đai ốc.

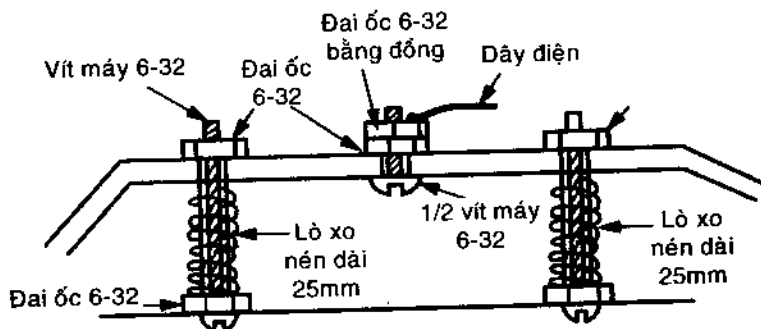
Gắn khung với đế robot

Khung được gắn với thân robot bằng giá đỡ trên. Bạn khoan ba lỗ $1/8"$ ở đỉnh giá đỡ trên. Một lỗ $1/8"$ ở tâm và hai lỗ còn lại cách lỗ tâm $1-1/8"$ (Hình 8.9). Ba lỗ tương ứng được khoan ở đế robot, phía sau động cơ trợ động. Các lỗ này phải được bố trí sao cho khung (sau khi được gắn chặt với đế) có độ hở phù hợp ($1/8" - 1/4"$) tính từ các bánh sau. Lỗ tâm thích hợp trên đế robot phải được bù bằng cách dịch chuyển lỗ khoan tới phía trước khoảng $1/4"$.



Hình 8.9. Hình chiếu cạnh vị trí lỗ ở đỉnh giá đỡ trên.

Giá đỡ trên được gắn chặt với đế bằng hai vít máy 6-32 dài 1"; bốn đai ốc 6-32; và hai lò xo nén 2 pound, có đường kính tâm $1/8"$ (Hình 8.10). Bạn có thể điều chỉnh độ căng và độ đàn hồi của khung bằng cách siết chặt hoặc nới lỏng các đai ốc vít máy 6-32 phía trên. Sau khi lắp ráp khung sẽ xoay nghiêng và đóng công tắc va chạm khi robot (khung) va chạm chướng ngại vật.

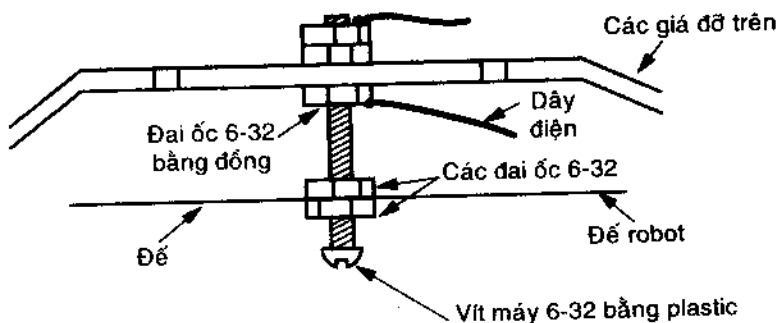


Hình 8.10. Hình chiếu cạnh giá đỡ trên, lắp giá đỡ trên với đế robot bằng vít máy và lò xo nén, và phần giá đỡ công tắc nghiêng.

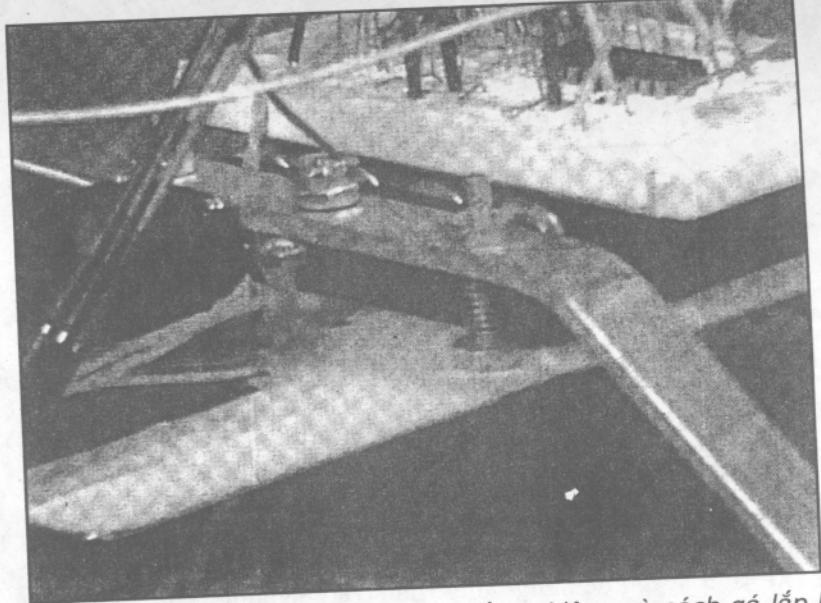
Công tắc va chạm

Công tắc va chạm sử dụng các lỗ tâm. Bạn hãy xem lại Hình 8.10, lỗ tâm vừa khít với vít máy 6-32 được giữ chặt bằng đai ốc chuẩn (mạ kẽm), kế tiếp là đai ốc bằng đồng thau. Đai ốc đồng thau được hàn vào sợi dây điện để gắn sợi dây điện này với cụm giá đỡ – khung. Đai ốc đồng thau được sử dụng vì có thể hàn dây điện với đồng thau để tạo thành các nối kết điện. Trái lại, các đai ốc bằng thép mạ kẽm tiêu chuẩn rất khó (thậm chí không thể) hàn.

Nửa thứ hai của công tắc gồm một vít máy 6-32 dài 1" bằng chất dẻo và ba đai ốc vít máy 6-32, một trong ba đai ốc này phải được làm bằng đồng thau và có hàn sợi dây điện (Hình 8.11). Hình 8.12 là hình vẽ chi tiết công tắc nghiêng hoàn thiện. Cụm này được điều chỉnh sao cho đai ốc bằng thau ở đỉnh vít máy 6-32 nằm ngay bên dưới giá đỡ trên



Hình 8.11. Chi tiết kích thước cạnh (phía đế robot của công tắc nghiêng) của vít chất dẻo với đai ốc đỉnh bằng đồng.



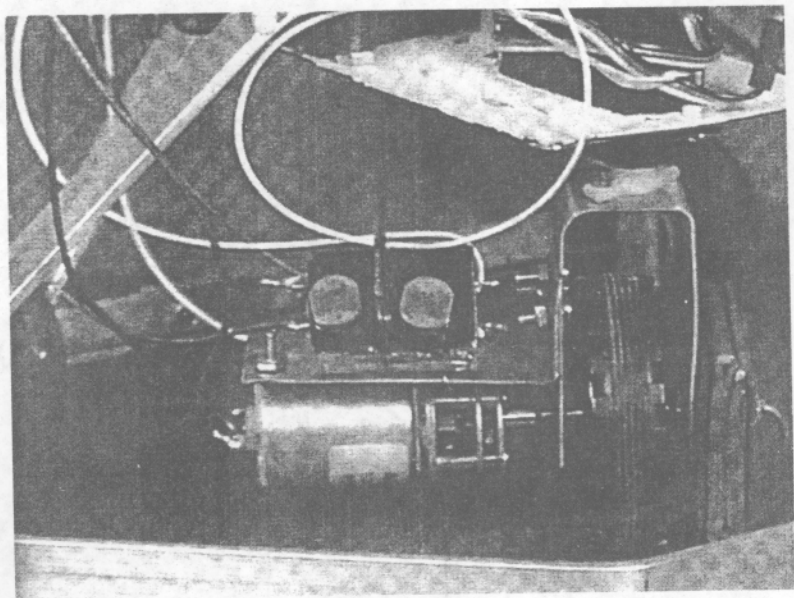
Hình 8.12. Hình cận cảnh, chi tiết công tắc nghiêng và cách gá lắp lò xo của giá đỡ trên.

nhưng không chạm nhau. Khi giá đỡ trên nghiêng về phía trước, tiếp xúc được tạo ra giữa giá đỡ bằng nhôm và đai ốc bằng thép, điều này được xem như sự đóng công tắc.

Quang điện trở

Quang điện trở cadmium sulfide (CdS) được sử dụng trong nguyên mẫu có điện trở khi tối khoảng 100K ohm và điện trở khi sáng là 10K ohm. Đỉnh của giá đỡ động cơ có hộp số 100:1 được dùng để lắp linh kiện quang điện trở (Hình 8.13). Bạn có thể dùng tấm plastic nhỏ để lắp các linh kiện quang điện trở theo góc 45° với miếng chắn sáng được lắp giữa các linh kiện quang điện trở (Hình 8.14). Bạn hãy lắp các linh kiện quang điện trở lên cụm bánh xe truyền động, và giữ chúng cùng hướng về một phía với bánh xe truyền động. Điều này sao chép chức năng của các rùa robot gốc.

Sử dụng hai quang điện trở CdS trong cấu hình này sẽ giảm nhẹ sự tính toán cần thiết để theo dõi nguồn sáng. Cấu hình này có cùng cách vận hành như đã trình bày trong Chương 6 đối với mạch thiết bị theo dõi ánh sáng. Sự vận hành của tấm cảm biến này được minh họa trên Hình 8.15. Khi cả hai bộ cảm biến (CdS) được chiếu sáng như nhau, điện trở tương ứng của chúng gần bằng nhau. Nếu hai bộ cảm biến này

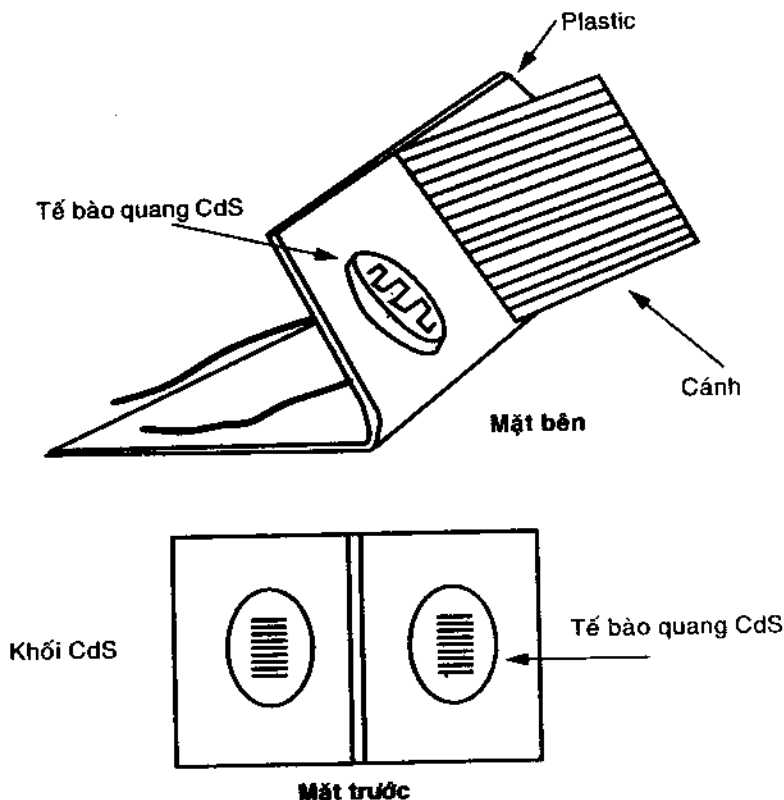


Hình 8.13. Hình cận cảnh phía trước bánh xe truyền động, cho thấy đối trọng, bánh xe truyền động, động cơ hộp số, và bộ cảm biến ánh sáng với tấm che.

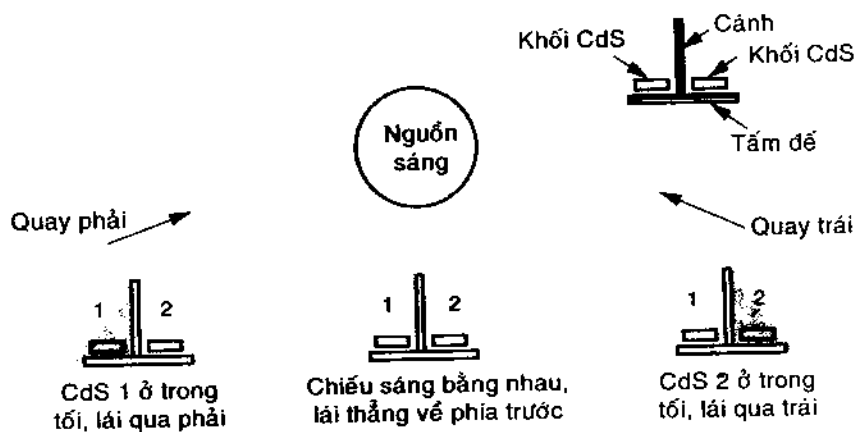
chênh nhau không quá ± 10 điểm, chương trình PIC sẽ xem chúng là bằng nhau và không chuyển động động cơ trợ động (lái). Khi một trong hai bộ cảm biến rơi vào vùng tối của nguồn sáng chính, chênh lệch điện trở giữa các bộ cảm biến vượt quá phạm vi ± 10 điểm. Bộ vi điều khiển PIC sẽ kích hoạt động cơ trợ động để đưa cả hai bộ cảm biến trở lại vùng có sự chiếu sáng bằng nhau. Điều này sẽ lái robot thẳng về phía nguồn sáng. Nếu các bộ cảm biến phát hiện cường độ ánh sáng quá mạnh, robot sẽ thay đổi phương thức.

Sơ đồ

Sơ đồ robot được minh họa trên Hình 8.16. Trí thông minh của robot do hai bộ vi điều khiển PIC16F84 cung cấp. Tín hiệu điều khiển động cơ trợ động tay lái được cung cấp bằng RB3 ngắt bộ vi điều khiển PIC số 2. Động cơ giảm tốc 100:1 được gắn với cầu – H gồm các linh kiện Q1 đến Q4, D1 đến D4, và R1 đến R4. Cầu – H được điều khiển bằng các đường nhập/xuất (I/O) RB1 và RB2 của bộ vi điều khiển PIC. Các số đo cảm biến từ tế bào CdS được thể hiện ở chân RB4. RB5 kiểm soát công tắc nghiêng để kiểm tra robot có gặp chướng ngại vật hay không. Bạn có



Hình 8.14. Hình vẽ tấm cảm biến với kích thước thật.



Hình 8.15. Hành vi chức năng của tấm cảm biến.

chọn động cơ giảm tốc để lái robot, bạn có thể sử dụng một bộ vi điều khiển mà không có vấn đề gì. Tuy nhiên, việc khắc phục vấn đề này bằng cách lắp robot có hai bộ xử lý vận hành theo thứ tự (phân phối xử lý) sẽ thuận lợi hơn.

Bạn có thể giao nhiệm vụ dò tìm nguồn sáng và công tắc va chạm cho một bộ vi điều khiển, được gọi là bộ vi điều khiển 1. Điều khiển tay lái và động cơ truyền động được giao cho bộ vi điều khiển thứ hai, được gọi là bộ vi điều khiển 2. Để thực hiện công việc được phân công này, các bộ vi điều khiển cần liên lạc với nhau. Tuy nhiên, không đòi hỏi sự truyền thông hai chiều; bạn sẽ có một bộ vi điều khiển nói và bộ vi điều khiển kia nghe.

Bộ vi điều khiển 1. Bộ vi điều khiển 1 sẽ xử lý số liệu của các tế bào CdS và sự phát hiện của công tắc va chạm. Bộ vi điều khiển này sẽ liên lạc với bộ vi điều khiển 2 qua ba đường I/O.

- ☐ Đường I/O 1 sẽ truyền trạng thái của CdS 1. Nếu ánh sáng chiếu lên CdS 1 có độ sáng cao hơn ánh sáng chiếu lên CdS 2, đường truyền này sẽ xuống thấp. Nếu bằng nhau, đường truyền này lên cao.
- ☐ Đường I/O 2 sẽ truyền trạng thái của CdS 2. Nếu ánh sáng chiếu lên CdS 2 có cường độ mạnh hơn ánh sáng chiếu lên CdS 1, đường I/O này xuống thấp. Nếu bằng nhau, đường này lên cao.
- ☐ Đường I/O 3 sẽ truyền trạng thái của công tắc va chạm hoặc trạng thái của các tế bào CdS đang nhận quá nhiều ánh sáng. Trong cả hai trường hợp đều mang đường 3 lên cao.

Bộ vi điều khiển 2. Bộ vi điều khiển 2 sẽ kiểm tra trạng thái của ba đường I/O, và dựa trên các trạng thái này, bộ vi điều khiển 2 sẽ lái hoặc di chuyển robot như sau:

CdS 1	CdS 2	Công tắc nghiêng	Kết quả
Đường 1	Đường 2	Đường 3	
0	0	0	Chế độ ngủ, không di chuyển
1	1	0	Di chuyển về phía trước.
1	0	0	Quẹo phải, tiến về phía trước
0	1	0	Quẹo trái, tiến về phía trước
X	X	1	Chế độ tránh

X là 0 hoặc 1 tùy ý

Do đó, các đường 1 và 2 biểu diễn hai tế bào CdS và đường 3, trạng thái của công tắc va chạm.

Bổ sung chế độ ngủ

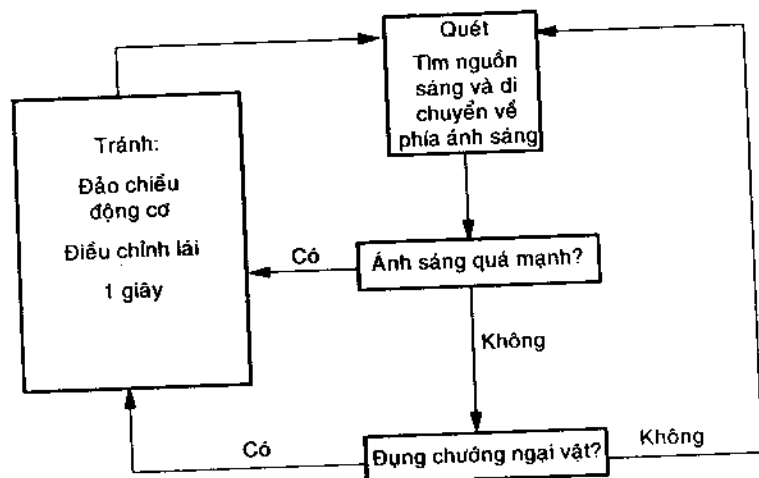
Bạn nên bổ sung chế độ ngủ khi ánh sáng môi trường rất thấp. Robot di chuyển về phía trước khi cả hai bộ cảm biến CdS nhận cường độ ánh sáng gần bằng nhau. Robot quay phải hoặc trái khi một tế bào CdS nhận ánh sáng nhiều hơn tế bào kia. Nếu một trong hai tế bào CdS nhận quá nhiều ánh sáng hoặc công tắc va chạm bị kích hoạt, robot chuyển sang chế độ tránh.

Công suất

Công suất điện 6 volt dùng cho robot do bình ắc quy tối thiểu gồm bốn pin AA cung cấp, bạn có thể dùng loại có điện lượng (Ah) cao hơn.

Chương trình

Lưu đồ chương trình được minh họa trên Hình 8.17. Khi được cấp điện nguồn, động cơ truyền động ngừng và bộ vi điều khiển bắt đầu tìm nguồn sáng có cường độ mạnh nhất bằng cách dùng động cơ xoay. Nếu nguồn sáng quá mạnh, robot chuyển qua chế độ né tránh. Trong chế độ này, robot lùi ra xa nguồn sáng bằng cách đảo động cơ truyền động trong khi lái bánh xe truyền động qua phải hoặc trái. Nếu ánh sáng không đủ mạnh để kích hoạt chế độ tránh, robot sẽ lái về hướng ánh sáng và kích hoạt bánh xe truyền động tiến về phía trước. Nếu công tắc va chạm được kích hoạt, robot cho rằng đang gặp chướng ngại vật và khởi động chế độ tránh. Nhưng nếu công tắc nghiêng không được kích



Hình 8.17. Lưu đồ chương trình.

hoạt (không có va chạm), chương trình này đi tắt đến phần đầu, tiếp tục quá trình tìm kiếm và di chuyển về phía nguồn sáng mạnh nhất.

Chương trình được viết cho trình biên dịch PICBASIC được lập trình trực tiếp vào PIC16F84. Chương trình này phải có khả năng được biên dịch và chạy với một ít hoặc không có sự sửa đổi trên phiên bản PICBASIC Pro. Sự khác nhau khi phân nhóm các bộ cảm biến CdS, các động cơ truyền động, cấu trúc robot, và các yếu tố tương tự có thể dẫn đến việc điều chỉnh chương trình.

Chương trình 1

```
'Microcontroller 1
start:
high 4:low 4  'Blink LED
b7 = 0
button 5,0,255,0,b7,1, avoid  'Check for obstacle
pot 7, 255, b0  'Read CdS cell 1
pot 6, 255, b1  'Read CdS cell 2
If b0 <= 250 then skip  'Is it dark enough to sleep?
If b1 >= 250 then slp  'Yes
skip:  'No
if b0 > 25 then skip2  'Is it too bright to live?
if b1 < 25 then avoid  'Yes
skip2:  'No
if b0 = b1 then straight  'Light is equal; go straight
if b0 > b1 then greater  'Check light intensity
if b0 < b1 then lesser  'Check light intensity
straight:
high 0: high 1: low 2  'Communicate to microcontroller 2
goto start  'To go straight
greater:
b2 = b0 - b1  'Check numerical difference
if b2 > 10 then rt  'If more than 10, turn right
goto straight  'If not, go straight
lesser:
b2 = b1 - b0  'Check numerical difference
if b2 > 10 then lt  'If more than 10, turn left
goto straight  'If not, go straight
rt:  'Turn right, send
high 0: low 1: low 2  'Communication to microcontroller 2
goto start
lt:  'Turn left, send
low 0:high 1: low 2  'Communication to microcontroller 2
```

```

goto start:
slp: 'Go asleep, send
low 0: low 1: low 2 'Communication to microcontroller 2
goto start
avoid: 'Avoid mode, send
low 0: low 1: high 2 'Communication to microcontroller 2
goto start

```

Chương trình 2

```

'Microcontroller 2
b4 = 150 'Initialize servo to midposition
start:
peek 6, b1 'Read communication from microcontroller 1
let b0 = b1 & 7 'Mask out except first 3 bits
if b0 = 0 then slp 'Time to sleep
if b0 = 1 then rt 'Turn right
if b0 = 2 then lt 'Turn left
if b0 = 3 then fw 'Move forward
if b0 = 4 then avoid 'Avoid mode
goto start
slp:
low 4: low 5 'Turn off motor
pulsout 3, b4 'Maintain servo motor
pause 18 'Timing for servo motor
goto start 'Read microcontroller 1
rt: 'Turn right
high 4: low 5 'Move forward
    if b4 > 200 then rtl: 'Is servo at maximum right?
    b4 = b4 + 1 'No
    rtl: 'Yes
pulsout 3, b4 'Turn servo
pause 18 'Adjust timing (55 Hz)
goto start 'Read microcontroller 1
lt: 'Turn left
high 4: low 5: 'Move forward
    if b4 < 100 then ltl: 'Is servo at maximum left?
    b4 = b4 - 1 'No
    ltl: 'Yes
pulsout 3, b4 'Turn servo
pause 18 'Adjust timing (55 Hz)
goto start 'Read microcontroller 1
fw: 'Forward

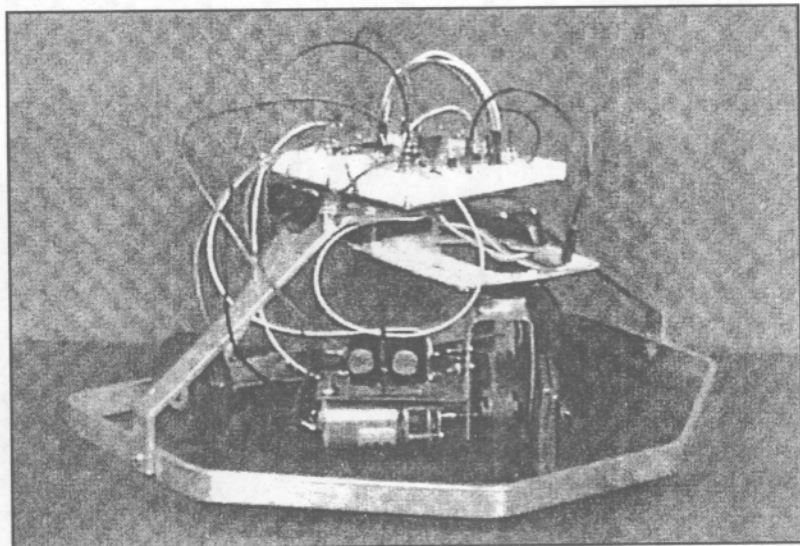
```

```

high 4: low 5: 'Move forward
pulsout 3, b4 'Turn servo
pause 18 'Adjust timing (55 Hz)
goto start 'Read microcontroller 1
avoid:
low 4: high 5 'Move backward
if b4 > 150 then vr 'Check steering, veer right?
if b4 <= 150 then vl 'Check steering, veer left?
vr: 'Veer right
b5 = b4 - 30 'Create servo direction
  for b6 = 1 to 120 'Make 2-s timing loop
    pulsout 3, b5 'Turn servo
    pause 18 'Adjust timing (55 Hz)
  next b6 'Loop
goto start 'Read microcontroller1
vl: 'Veer left
b5 = b4 + 30 'Create servo direction
  for b6 = 1 to 120 'Make 2-s timing loop
    pulsout 3, b5 'Turn servo
    pause 18 'Adjust timing (55 Hz)
  next b6 'Loop
goto start

```

Robot hoàn thiện được minh họa trên Hình 8.18



Hình 8.18. Mặt trước robot hoàn thiện.

Hành vi

Robot cần hoạt động trong môi trường ánh sáng yếu, ở đó robot có thể thấy rõ nguồn ánh sáng mạnh. Mức ánh sáng cần thiết của robot khá thấp, nên bạn có thể chế tạo một kính mát nhỏ phía ngoài lớp chất dẻo nhuộm màu để giảm cường độ ánh sáng đập vào tế bào quang CdS.

Robot nguyên mẫu biểu hiện hành vi sau. Trong ánh sáng môi trường xung quanh (không có nguồn sáng mạnh) robot di chuyển theo đường thẳng (hoặc vòng tròn tùy theo đích nguồn sáng gần nhất). Nếu ánh sáng môi trường xung quanh quá mạnh, robot sẽ đi lùi. Với nguồn sáng bình thường, robot sẽ nhắm và di chuyển về phía ánh sáng.

Chương trình có thể được phát triển thêm để khảo sát nhiều hành vi kỳ lạ và thú vị. Trước khi thực hiện điều đó, bạn hãy xem xét cách thức hoạt động của chương trình chuẩn. Chương trình 1 dành cho bộ vi điều khiển 1, chủ yếu kiểm tra các bộ cảm biến và truyền kết quả đến bộ vi điều khiển 2. Trong chương trình này, bạn có thể điều chỉnh độ nhạy của bộ cảm biến để bù cho các bộ cảm biến khác nhau, ví dụ, bằng cách dùng các dòng

```
if b0 <= 250 then skip 'Is it dark enough to sleep?
if b1 >= 250 then slp 'Yes
skip: 'No
```

Trị số cực đại từ bộ cảm biến có thể là 255 (tối hoàn toàn). Trị số này có thể được nâng lên để tăng cường độ sáng của môi trường cho chế độ ngủ.

Bạn có thể sửa đổi độ sáng kích hoạt chế độ tránh bằng cách dùng các dòng

```
if b0 > 25 then skip2 'Is it too bright to live?
if b1 < 25 then avoid 'Yes
skip2: 'No
```

Việc gia tăng giá trị số, trong trường hợp này là 25, sẽ làm giảm cường độ ánh sáng đưa robot vào chế độ tránh. Giảm giá trị số sẽ làm tăng cường độ ánh sáng cần thiết đưa robot vào chế độ tránh. Trong hầu hết các trường hợp bạn nên giảm số này. Tuy nhiên, bạn không nên giảm xuống thấp hơn giá trị 9, vì ngay cả khi ở điều kiện bão hòa ánh sáng, điện trở của tế bào CdS cũng không thể giảm đến zero. Trong các thí nghiệm ở điều kiện bão hòa ánh sáng, bộ cảm biến này (tế bào CdS) chưa bao giờ có giá trị nhỏ hơn 5.

Bạn có thể tăng hoặc giảm dung sai giữa hai quang điện trở CdS

bằng cách sửa đổi hiệu số cho phép trong chương trình con greater và lesser.

greater:

b2 = b0 - b1

if b2 > 10 then rt

goto straight

lesser:

b2 = b1 - b0

if b2 > 10 then lt

goto straight

Ngoài ra, bạn có thể tạo ra khuynh hướng thuận tay trong robot (thuận tay phải hoặc tay trái) bằng cách sửa đổi chương trình con greater hoặc lesser, nhưng không được sửa đổi cả hai. Điều này sẽ làm cho robot thích quay về một hướng nào đó hơn hướng kia. Ví dụ, nếu bạn sửa đổi dòng if b2 > 10 then lt trong chương trình con lesser thành if b2 > 15 then lt, bạn sẽ tạo ra robot thích quay về bên phải hơn.

Robot này đưa ra nhiều cơ hội cho các nhà robot học và các nhà thực nghiệm tiếp tục thí nghiệm và phát triển cả phần cứng lẫn phần mềm.

Danh mục linh kiện dùng cho rùa robot Walter

- ☐ (1) tấm kim loại cỡ 22 hoặc 24, kích thước 12" x 12".
- ☐ (1) thanh nhôm dài 12" x 1/8" x 1/2".
- ☐ (1) động cơ trợ động thông dụng 42-oz.
- ☐ (1) động cơ giảm tốc 100:1 (hoặc tương tự)
- ☐ Vít máy 3-48 và đai ốc.
- ☐ Vít máy 0-80 và đai ốc.
- ☐ (1) thanh nhôm dài 32" x 1/8" x 1/2".
- ☐ (1) thanh nhôm dài 14,5" x 1/8" x 1/2"
- ☐ (1) thanh nhôm dài 2" x 1/8" x 1/2".
- ☐ (1) động cơ trợ động tiêu chuẩn 42-oz.
- ☐ (1) động cơ DC giảm tốc 100:1.
- ☐ (1) bánh xe truyền động đường kính 2" - lắp chặt với trục 3 mm.
- ☐ (1) ống rỗng bằng thép hoặc đồng thau có đường kính trong 2 mm, đường kính ngoài 3 mm.

- ☐ (2) tế bào quang CdS có điện trở tối 100K-ohm, điện trở sáng 10K-ohm.
- ☐ [4 (Q1-Q4)] transistor NPN 2N2222.
- ☐ [4 (D1-D4)] diode 1N914.
- ☐ [1 (D5)] LED màu đỏ.
- ☐ [4 (R1-R4)] điện trở 1K-ohm, 1/4 W.
- ☐ [6 (R5-R7, R9-R11)] điện trở 10K-ohm, 1/4 W.
- ☐ [1 (R8)] điện trở 470 ohm, 1/4 W.
- ☐ (4) tụ điện 22 pF.
- ☐ [2 (C1,C2)] tinh thể thạch anh 4 MHz.
- ☐ [1 (Q5)] bộ điều chỉnh điện áp 7805.
- ☐ [2 (IC1, IC2)] bộ vi điều khiển PIC 16F84-04.
- ☐ Các chi tiết khác: vít máy 5-40 và đai ốc, vít máy 6-32 x 1" bằng plastic, đai ốc 6-32 bằng đồng thau, lò xo nén dài 1" (2 lb).

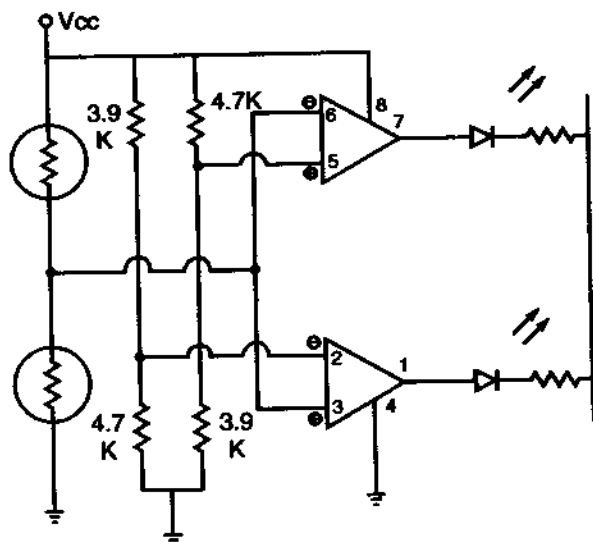
Chế tạo robot quang điện thông minh

Trong chương 6 đã trình bày cách lập trình hệ thống theo dõi ánh sáng bằng quang điện trở. Hệ thống theo dõi này bám chặt và theo dõi nguồn sáng. Khi bạn đặt hệ thống theo dõi này lên mẫu rùa robot Walter, hệ thống theo dõi điều khiển robot về phía nguồn sáng. Hành vi lái này có thể được xem là tăng kích thích – đáp ứng thứ nhất.

Chương trình này minh họa cách thức bộ vi điều khiển dựa trên nguyên tắc có thể mô phỏng các chức năng thần kinh. Để ví dụ, bạn hãy thiết kế mạch thần kinh thực hiện cùng một chức năng nhưng không dùng lập trình dựa trên nguyên tắc thuật toán.

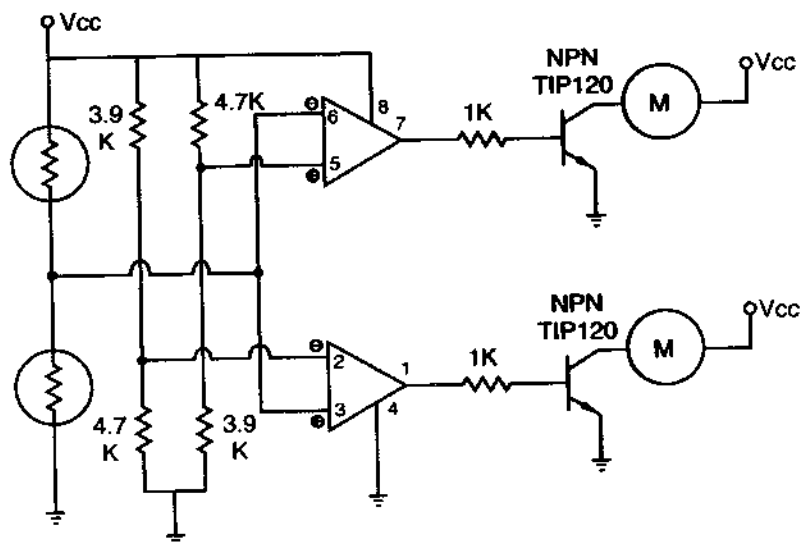
Hình 8.19 sử dụng bộ khuếch đại op-amp kép nguồn điện đơn dip 8-chân. Các op-amp được cấu hình như các bộ so sánh (Chương 5). Nếu có thắc mắc bất kỳ về Hình 8.19, bạn hãy xem lại Chương 5. Hai quang điện trở được mắc nối tiếp tạo thành bộ chia điện áp. Tín hiệu ra của bộ chia điện áp quang điện trở được cung cấp cho ngõ vào đảo của một op-amp và ngõ vào thuận của op-amp kia.

Bạn cần có hai bộ chia điện áp. Chúng đối xứng nhưng ngược nhau. Một bộ chia điện áp có điện trở 3.9K ohm nối với Vcc và điện trở 4.7K ohm nối với mát. Bộ chia điện áp thứ hai sử dụng các điện trở có cùng giá trị, ở các vị trí đối diện.

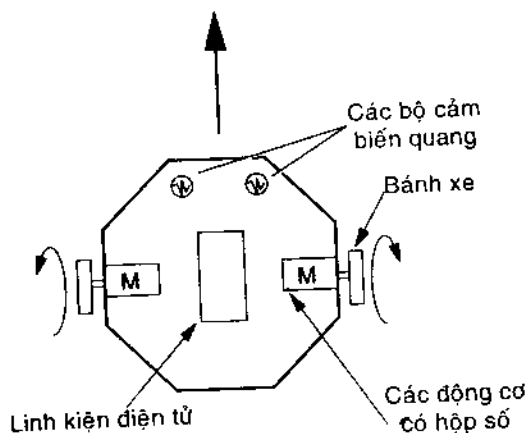


Hình 8.19. Mạch thiết bị so sánh thần kinh sử dụng op-amp kép.

Khi cả hai quang điện trở được chiếu sáng bằng nhau, không có LED nào bật sáng. Bạn hãy che một trong hai quang điện trở, LED tương ứng sẽ sáng.



Hình 8.20. Mạch điều khiển động cơ DC của bộ so sánh thần kinh.



Hình 8.21. Sơ đồ phác thảo robot hướng ánh sáng.

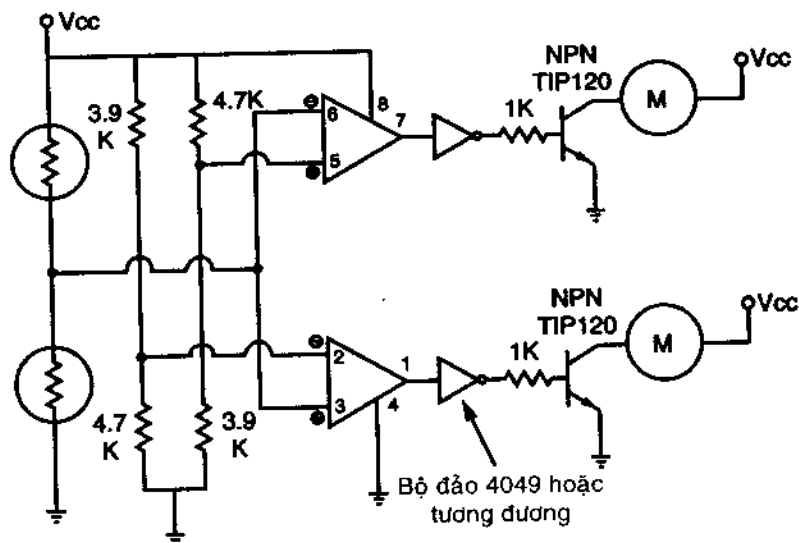
Mỗi op-amp tác động như một tế bào thần kinh điện tử đơn giản. Khi kích thích điện trên hoặc dưới (tùy theo op-amp đang đề cập) giá trị ngưỡng (do các bộ chia điện áp 3.9K ohm và 4.7K ohm xác định), tế bào thần kinh đó sẽ hoạt động. Hoạt động của tế bào thần kinh (hoặc các tín hiệu ra của op-amp) có thể được sử dụng để đóng mạch động cơ DC bằng cách sử dụng transistor NPN (Hình 8.20). Các động cơ DC lần lượt cung cấp chuyển động và chiều cho robot hướng ánh sáng.

Để chế tạo robot hướng ánh sáng đơn giản, khung sườn được thiết kế để gắn hai động cơ DC có hộp giảm tốc (Hình 8.21). Khi cả hai động cơ đều được cấp công suất, robot di chuyển về phía trước theo đường thẳng. Khi một động cơ ngừng, động cơ còn lại vẫn nhận công suất để quay robot qua phải hoặc trái.

Đối với robot hướng ánh sáng, điều cần thiết là cả hai động cơ phải được cấp nguồn khi hai quang điện trở được chiếu sáng bằng nhau. Việc còn lại là đưa các tín hiệu ra của từng op-amp vào bộ đệm đảo được bố trí ngay trước transistor NPN (Hình 8.22).

Hành vi

Khi một quang điện trở nhận ít ánh sáng hơn quang điện trở kia, động cơ tương ứng sẽ ngừng, động cơ còn lại vẫn được cấp nguồn để quay robot về phía nguồn sáng. Robot quay sao cho hai quang điện trở được chiếu sáng bằng nhau; khi đó, cả hai động cơ đều hoạt động, cho phép robot di chuyển về phía nguồn sáng.



Hình 8.22. Mạch điều khiển động cơ DC của bộ so sánh thần kinh với các bộ đảo.

Sự tránh né ánh sáng

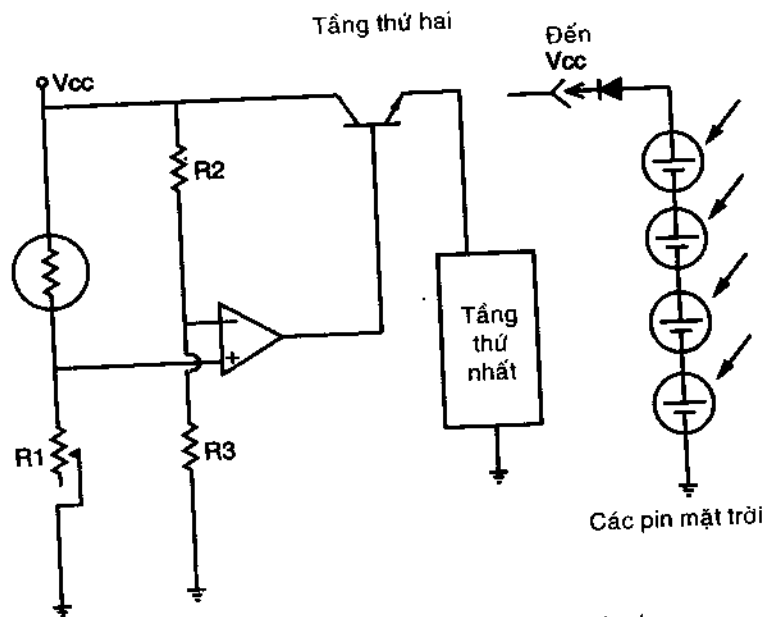
Nếu bạn nối chéo các ngõ ra của các op-amp đến các động cơ, hành vi của robot sẽ đảo ngược. Thay vì di chuyển về phía nguồn sáng, lúc này robot lại tránh xa ánh sáng và tìm kiếm chỗ ẩn náu.

Bổ sung hành vi (sự cung cấp)

Bạn có thể bổ sung hành vi cho robot quang điện bằng cách tăng thêm một tầng kích thích – đáp ứng (Hình 8.23). Tầng này phải là mạch so sánh khác được kích hoạt bằng ánh sáng để tạo thuận lợi cho việc cung cấp. Các bộ so sánh đã được trình bày ở Chương 5, nếu cần bạn có thể xem lại chương này. Tầng thứ hai được bố trí phía trên tầng thứ nhất. Khi cường độ ánh sáng đủ mạnh, thiết bị phát hiện ngưỡng này sẽ cắt công suất đến tầng thứ nhất và hệ thống truyền động động cơ. Nếu bạn bố trí nhiều pin mặt trời và một diode, công suất điện do pin mặt trời này tạo ra có thể nạp liên tục vào acquy công suất (Vcc) nickel – cadmium (NiCd). Chức năng này được gọi là sự cung cấp.

Hành vi đứng yên (sự nghỉ ngơi)

Có lẽ bạn không muốn robot quang điện của mình đi lòng vòng trong vùng tối làm lãng phí phần năng lượng quý báu. Muốn vậy, bạn



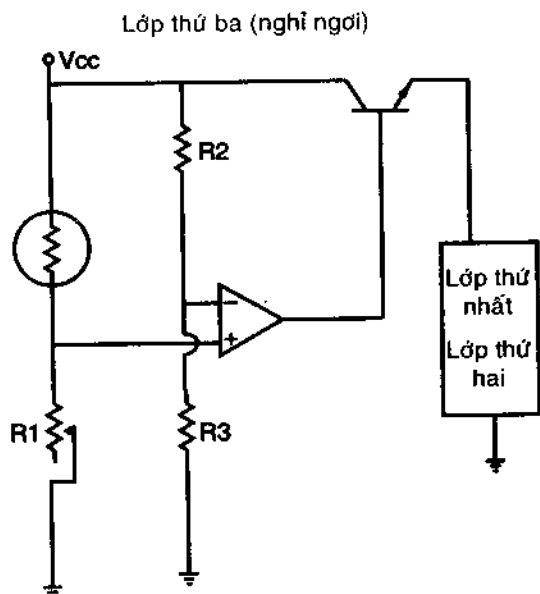
Hình 8.23. Mạch điện bộ so sánh hành vi.

hãy bổ sung một tầng nữa. Tầng thứ ba có một bộ dò tìm ngưỡng ánh sáng khác (Hình 8.24). Bộ dò tìm sẽ cắt công suất đến tầng thứ nhất, hệ thống truyền động động cơ, và tầng thứ hai khi robot trong vùng tối hoặc gần tối. Khi môi trường xung quanh có đủ ánh sáng trở lại, công suất được đưa đến tầng thứ nhất, hệ thống truyền động, và tầng thứ hai sẽ được khôi phục.

Hành vi nổi bật

Bạn hãy quan sát hành vi của robot hướng sáng kích thích – đáp ứng 3 – tầng và xem có thể coi hành vi của nó là trí thông minh hay không. Trong vùng tối hoàn toàn robot vẫn đứng yên, bảo toàn công suất thông qua tầng ba. Khi ánh sáng của môi trường xung quanh bắt đầu có và gia tăng; tầng ba khôi phục công suất cho hệ thống truyền động, tầng thứ nhất và tầng thứ hai. Tại thời điểm này, tầng 1 tiếp tục điều khiển hướng của robot. Robot tìm kiếm và di chuyển về phía nguồn sáng, cường độ ánh sáng tăng. Khi ánh sáng đạt đến cường độ thích hợp, tầng 2 cắt công suất đến hệ thống truyền động cho phép robot bồi dưỡng (nạp điện cho các ắc quy) thông qua các pin mặt trời.

Hành vi của robot này có được xem là trí thông minh hay không tùy thuộc vào quan điểm cá nhân. Nhưng ít ra, điều này đã làm sáng tỏ



Hình 8.24. Mạch so sánh hành vi nghỉ ngơi.

cách thức tạo ra các mẫu hành vi phức tạp bằng các dùng sự kích thích – đáp ứng đa tầng.

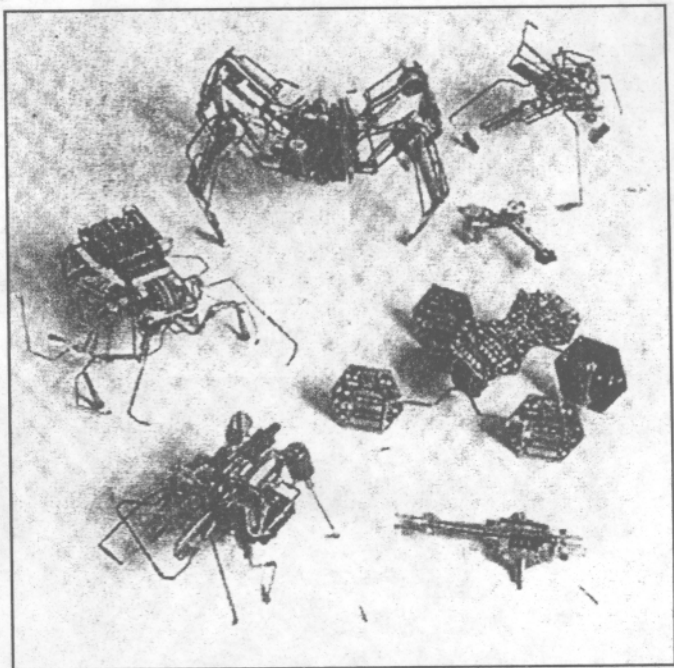
Robot học BEAM

Mark Tilden thành lập ngành robot học BEAM khi ở Viện Đại Học Waterloo Canada. Ý tưởng về các robot kiểu BEAM xuất phát từ buổi nói chuyện của Rodney Brooks tại MIT năm 1989 mà Mark có tham dự. Cách tiếp cận ngành robot học của Tiến sĩ Rodney Brook là hệ thống kích thích – đáp ứng mà ông gọi là “cấu trúc nhóm đa tầng”.

BEAM là từ viết bằng cách ghép mẫu tự đầu của các từ Biology (sinh vật học), Electronics (điện tử học), Aesthetics (mỹ học), và Mechanics (cơ học).

Cuộc thi BEAM

Hàng năm có đại hội Olympic dành cho ngành robot học BEAM với 14 cuộc thi. Cuộc thi BEAM đầu tiên được tổ chức năm 1991. Ý tưởng về các cuộc thi đấu BEAM xuất phát từ Đại hội Olympic Robot quốc tế lần thứ nhất tổ chức ở Glasgow, Scotland, năm 1990. Ý tưởng chính của triết lý BEAM là sự tiến hóa robot. Cuộc thi bắt đầu đơn giản và hướng



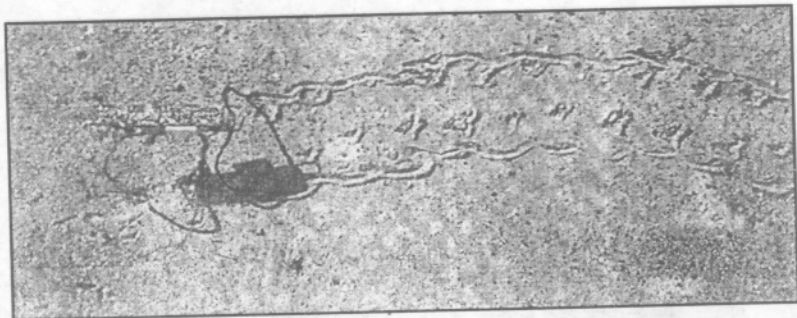
Hình 8.25. Các robot BEAM.

dẫn về các hệ thống phức tạp. Ví dụ, ý tưởng tách rời thiết kế robot tiêu chuẩn, sử dụng các CPU mạnh để điều khiển, và đi theo cách tiếp cận từ dưới lên bằng cách sử dụng sự đáp ứng kích thích phân tầng (mạng thần kinh, các hệ thống mạng thần kinh). Mark Tilden gọi các cơ cấu kích thích – đáp ứng của ông là “mạng thần kinh”.

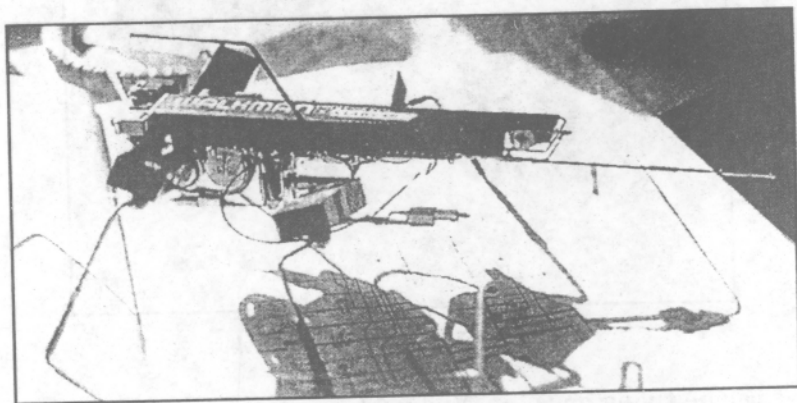
Tilden đã thiết kế rất nhiều robot thú vị (Hình 8.25). Chúng sử dụng hệ thống mạng thần kinh được chế tạo từ các transistor. Vì hệ thống mạng thần kinh này đã được cấp bằng sáng chế (cho Mark Tilden) và các sơ đồ về hệ thống mạng thần kinh của ông không được công bố.

Robot trên Hình 8.26 được đặt tên là Gumby Trks. Đây là loại robot đi bộ cơ sinh học được thiết kế để đi trên nhiều địa hình khác nhau. Gumby 1.0 là robot đi bộ có tám transistor lõi kép, dài khoảng 30 cm, tạo thành các rãnh khi đi qua sa mạc cát.

Robot trên Hình 8.27 có tên là Walkman 1.0. Đây là mẫu đầu tiên của loại robot đi bộ “vi lõi”. Thiết bị này được lắp ráp từ năm máy cassette Walkman cũ cùng loại, và có bảy bộ cảm biến kể cả hai mắt và có thể xử lý các địa hình rất phức tạp với thiết kế năm động cơ.



Hình 8.26. Gumby Trks.



Hình 8.27. Walkman 1.0

Thiết bị điện tử cũ

Các nhà robot học BEAM tự hào về việc sử dụng các linh kiện điện tử hỏng trong kết cấu các robot của họ; ví dụ, pin mặt trời từ các máy tính cầm tay, động cơ điện hiệu suất cao từ các máy Walkman và các máy cassette, cùng với các puli, công tắc, tụ điện, bánh răng, và solenoid. Góp nhặt linh kiện điện tử cũ và biến các linh kiện đó thành những robot hữu ích là công trình tái chế kỹ thuật.

Cuộc thi robot BEAM mở ra cho mọi người. Tất cả đấu thủ đều khởi đầu ở vị trí như nhau. Các nhà robot học bảy tuổi cũng có cơ may thắng cuộc như giáo sư của một trường đại học danh tiếng. Trong một số trường hợp nhà robot học bảy tuổi đã từng chiến thắng.

Các trận đấu

Sau đây là bản tóm tắt các trận đấu được tổ chức ở cuộc thi BEAM.

Bạn có thể tìm kiếm các bản mô tả đầy đủ các trận đấu và các nguyên tắc trong bản hướng dẫn BEAM của Viện Đại Học California, và địa chỉ được liệt kê ở cuối chương này.

Solaroller

Chế tạo vận động viên robot sử dụng năng lượng mặt trời lắp vào khối lập phương 15 cm. Kích cỡ cực đại của pin mặt trời là 0.5" x 2.5" [1.25 inch vuông (in²)]. Đường chạy dài 1 m, rộng 15 cm. Các đấu thủ chạy đua dưới ánh nắng đầy đủ (hoặc đèn halogen 500 W).

☐ **Hạng A.** Chạy đua trên tấm kính phẳng.

☐ **Hạng B.** Chạy thi trên địa hình gồ ghề.

Photovore

Chế tạo robot tìm kiếm mục tiêu sử dụng năng lượng mặt trời lắp vừa vào khối 17.5 cm. Robot này được đặt cùng với các đấu thủ khác vào "Công Viên Kỷ Jura" khép kín trong thời gian 30 giờ. Robot nào cho thấy khả năng tồn tại, thám hiểm, đối phó, tốc độ và hiệu suất công suất tốt nhất, được xác định bằng cách xem lại các hình ảnh và băng video, sẽ là robot thắng cuộc.

Aquavore

Chế tạo robot sử dụng năng lượng mặt trời có thể lắp vừa bên trong khối 17.5 m và có khả năng bơi theo chiều dài hồ cá chứa 55 galon nước (dài khoảng 1m). Một vách cao 15 cm được đặt giữa hồ buộc các đấu thủ phải vượt qua để đến đích.

Robot limbo

Chế tạo robot có thể lắp bên trong khối 17.5 cm để chạy qua một mê cung đơn giản. Trong cuộc thi này, năng lượng mặt trời không bắt buộc, nhưng khuyến khích sử dụng.

Thi leo dây

Chế tạo robot có thể leo lên một mét dây, sau đó tuột xuống. Robot nhanh nhất sẽ giành chiến thắng. Dây leo thi là dây câu nylon thử nghiệm 40 lb. Robot phải được lắp vào khối 50 cm.

Thi nhảy cao và nhảy xa

Hạng A. Chế tạo robot có thể nhảy lên ba lần với toàn bộ khối lượng của nó, sử dụng công suất từ bình ắc quy tùy chọn. Robot này phải lắp trên đế 1ft².

Hạng B. Chế tạo robot có thể nhảy về phía trước ba lần với toàn bộ khối lượng của nó, sử dụng công suất từ bình acquy tùy chọn. Robot này phải lắp trên đế 1ft².

Robot có chân

Các robot có chân tranh đua với nhau. Các robot được đặt ở các điểm dựa trên khả năng đi qua các địa hình khác nhau và vượt chướng ngại vật của chúng. Kích thước robot không giới hạn.

Các máy cải tiến

Chế tạo thiết bị mới không cần có mục đích rõ ràng. Các đấu thủ được phân xử theo chất lượng thiết kế và lắp ráp, phạm vi bao quát, và sự kỳ lạ về ứng dụng.

Cuộc thi nghệ thuật robot/thiết bị cải tiến tốt nhất

Chế tạo robot có thể vẽ hoặc sáng tác nghệ thuật. Việc sáng tạo nghệ thuật có thể do sự chuyển động của bản thân robot. Ví dụ, hoa mặt trời nở ra từ từ và đóng sập lại khi ánh sáng chiếu lên.

Nhóm A. Các robot được chế tạo từ những thứ hỗn tạp.

Nhóm B. Các thiết bị cải tiến, đồ chơi, thiết bị, v.v...

Thi đấu vật sumo

Nhóm A. Các robot được bắt cặp với nhau trong thi đấu. Mỗi robot cố gắng đẩy robot kia ra khỏi mép của một bệ tròn có đường kính 1.5 mét. Các robot có thể thi đấu độc lập, được điều khiển hữu tuyến hoặc vô tuyến (radio).

Nhóm B. Các robot cố gắng đẩy từng robot khác ra khỏi bệ tròn có đường kính 1.8 mét.

Cuộc thi Nanomouse

Chế tạo chuột robot hoạt động độc lập có thể chạy qua mê cung. Dấu chân của robot không được lớn hơn 10 cm x 10 cm. Chiều cao robot không giới hạn.

Cuộc thi micromouse

Chế tạo chuột robot hoạt động độc lập có thể chạy qua mê cung. Dấu chân của robot không được lớn hơn 25 cm x 25 cm. Chiều cao robot không giới hạn.

Cuộc thi aerobot

Chế tạo robot bay. Robot sẽ tự phóng, bay vào khu vực thả dù có

diện tích 7.5 m x 7.5 m, tìm mục tiêu được đặt ngẫu nhiên, thả pháo sáng vào vị trí đó, và trở về bộ phóng ban đầu.

Các cuộc thi pha tạp

Nếu bạn đã chế tạo một robot ngoài các loại nêu trên, bạn có thể tham gia vào loại pha tạp.

Tham gia

Các cuộc thi BEAM mở ra cho mọi nhà robot chuyên nghiệp và nghiệp dư. Bạn có thể mang robot tham gia cuộc thi hoặc tham dự cho vui. Để liên lạc với Ủy ban Olympic về robot BEAM, bạn có thể theo địa chỉ sau:

BEAM Robot Olympics c/o Mark W. Tilden

Mail Stop D449

Los Alamos National Labs

Los Alamos, NM 87545

(505) 667-2902

Địa chỉ Internet đối với các cuộc thi BEAM là:

<http://www.nis.lanl.gov/projects/robot/>

Địa chỉ Internet cung cấp các sơ đồ chế tạo robot kiểu con lăn mặt trời đơn giản là:

<http://www.imagesco.com>

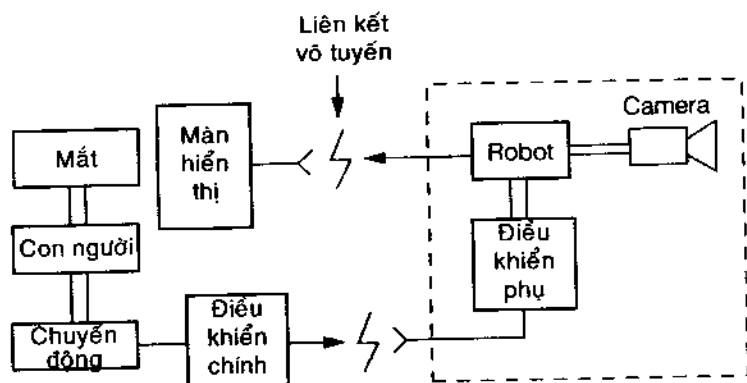
Chương 9

Robot ở xa

Chương này sẽ trình bày về robot ở xa (T-bot). Robot ở xa còn gọi là robot thực tại xa có mặt trong nhiều lĩnh vực khoa học, giải trí, kinh doanh, quân sự, thám hiểm, và các ứng dụng công nghiệp đã được minh họa trong Chương 2.

Robot thực tại xa được hiểu là thiết bị tự động, vận hành ở cách xa người điều khiển từ vài chục mét đến hàng triệu km, chẳng hạn các tàu không gian, các robot thám hiểm và nghiên cứu bề mặt sao Hỏa, ...

Thực tại xa là dạng điều khiển từ xa có độ trung thực cao nhằm phóng giác quan của người vận hành vào robot ở vị trí cách xa. Các giao diện hội tiếp được sử dụng để thiết lập hệ thống thực tại xa tương tự hệ thống thực tế ảo (VR). Hình 9.1 minh họa hệ thống thực tại xa cơ bản.



Hình 9.1. Sơ đồ hệ thống thực tại xa cơ bản.

Trong thực tế ảo, bạn đắm chìm vào môi trường tổng hợp do máy tính tạo ra, bằng cách đánh lừa các giác quan của mình đến mức cao nhất, để tin tưởng và tương tác với môi trường tổng hợp của máy tính. Trong thực tại xa, môi trường là thật nhưng cách xa. Do đó, thay vì máy tính tạo ra môi trường tổng hợp, các bộ cảm biến gắn trên robot ở xa sẽ cung cấp toàn bộ thông tin về không gian và môi trường cho người dùng; bằng cách này, người điều khiển có cảm giác mình “thực sự” đang ở đó.

Về phía con người, trang thiết bị VR được sử dụng để cung cấp thông tin đầy đủ từ các cảm biến ở xa nhằm đưa các cảm giác của con người vào niềm tin môi trường đó là thật và hiện hữu. Mức độ thực đạt được tùy thuộc vào độ trung thực của các thiết bị giao diện. Người máy có thể làm theo một cách chính xác sự di chuyển, các điệu bộ, vận động, và sự thăng bằng của con người khi cung cấp phản xạ về thị giác, nhiệt, xúc giác, và lực qua toàn bộ khung bên ngoài cho người vận hành, là người máy hoàn hảo. Ảo giác được tạo ra do người vận hành sẽ kết hợp vào trong cấu trúc robot.

Hầu hết hệ thống thực tại xa hiện tại đều chưa đạt mục tiêu này. Trong nhiều trường hợp robot từ xa là xe cộ, giống như loại sẽ được trình bày trong chương này. Thực tại xa tốt nhất hiện có sử dụng các T-bot thô sơ, cho phép người dùng tin rằng họ đang lái xe thực sự.

T-bot có thể được chế tạo để thám hiểm và vận hành trong các môi trường khắc nghiệt hoặc nguy hiểm, bao gồm các vùng nước băng giá ở Bắc Cực, đáy biển, cháy rừng, núi lửa đang hoạt động, lò phản ứng hạt nhân, Mặt Trăng, sao Hỏa, v.v...

Cơ sở hạ tầng của hệ thống

Khung sườn bạn dùng để chế tạo T-bot là chiếc xe điện điều khiển bằng radio (R/C). Lý tưởng nhất là kiểu xe có sự điều khiển tay lái và tốc độ theo tỷ lệ. Đây là loại xe được dùng để chế tạo mẫu đầu tiên. Bạn có thể sử dụng các kiểu R/C khác, nhưng khi lái bạn có mức điều khiển thấp hơn.

Hình 9.2 là hình ảnh chiếc xe R/C. Kiểu xe này có hệ thống treo giảm xóc bằng lò xo, có thể được kết hợp với hệ thống cảm biến độ rung lắc và độ nghiêng để cung cấp cảm giác về địa hình.

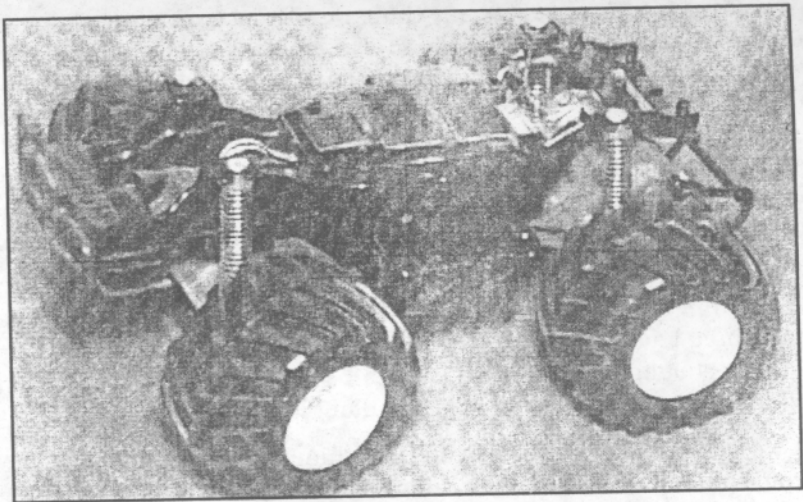
Bạn hãy mua một chiếc xe R/C có bộ nạp điện và ắc quy. Đối với vài kiểu xe R/C, bạn phải mua bộ nạp điện và ắc quy riêng

Vài kiểu R/C

Các kiểu điều khiển bằng radio được ứng dụng nhiều trong các đồ chơi thông dụng, như máy bay, trực thăng, tàu lượn, thuyền máy, tàu ngầm, xe hơi, mô tô, v.v... Hầu hết các kiểu đều là khung sườn thích hợp và là cơ sở ban đầu để thiết kế và chế tạo robot thực tại xa.

Cách đây không lâu, các kiểu R/C chỉ chạy bằng khí đốt. Vào cuối thập niên 1970, các cải tiến trong công nghệ ắc quy và động cơ điện giúp cho các xe chạy bằng điện trở thành hiện thực.

Các xe R/C thường được điều khiển bằng cách sử dụng thiết bị

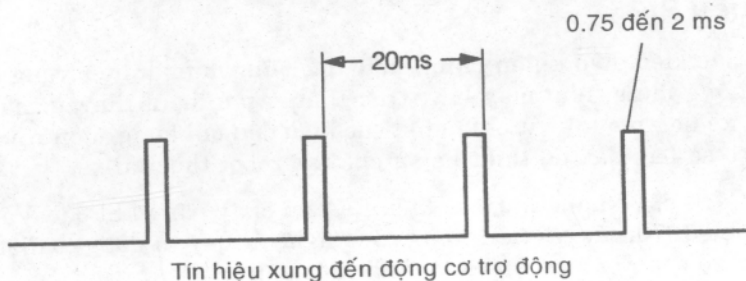


Hình 9.2. Xe R/C được dùng trong hệ thống thực tại xa.

phát/thu hai kênh. Một kênh điều khiển tay lái và kênh kia điều khiển van tiết lưu. Mỗi tín hiệu của máy phát được điều khiển bằng chiết áp kế bên trong máy phát đó. Chiết áp kế tay lái thường được nối với vô lăng điều khiển máy phát. Van tiết lưu thường được nối với nút bấm hoặc cần.

Vi mạch mã hóa trong máy phát sẽ điều biến chiều rộng xung trên sóng mang của máy phát. Chiều rộng xung dựa vào vị trí (điện trở) của trục chiết áp kế. Các chiều rộng xung thay đổi trong khoảng 1 và 2 mili giây (ms) (Hình 9.3). Khi chiết áp kế ở vị trí giữa, chiều rộng xung tương ứng kênh đó là 1.5 ms. Khi sự điều khiển được đẩy đến một cực, chiều rộng xung tăng đến 2 ms. Khi được đẩy đến cực đối diện, chiều rộng xung giảm xuống 1 ms.

Thiết bị nhận giải mã các xung trên sóng mang và gửi chúng đến

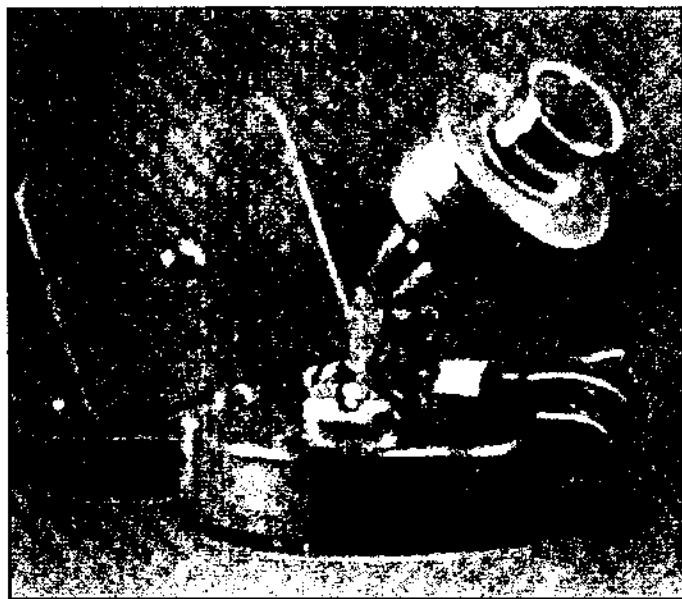


Hình 9.3. Chiều rộng xung được dùng để điều khiển động cơ trợ động.

các động cơ trợ động tương ứng. Động cơ trợ động là thiết bị trộn bộ gồm động cơ, hộp số, trục ra, và bản mạch in (PCB). PCB bên trong động cơ trợ động tạo ra xung qui chiếu dựa trên vị trí nội chiết áp kết nối với trục ra của động cơ. Vì mạch bộ giải mã trên PCB nội so sánh các xung đến từ thiết bị nhận với các xung qui chiếu. Động cơ trợ động tìm cách tương hợp chiều rộng xung của hai tín hiệu này, điều chỉnh vị trí trục ra của động cơ trợ động. Đây là cách động cơ trợ động theo dõi và duy trì vị trí của nó dựa trên tín hiệu từ máy phát.

Đôi mắt

Mắt của T-bot là một hệ thống camera video màu thu nhỏ có bộ phận audio (Hình 9.4). Hệ thống camera màu gồm máy phát 2.4 GHz và máy thu.



Hình 9.4. Camera màu có bộ phận audio và máy phát 2.4 GHz.

Kích cỡ tổng thể của camera tương đối nhỏ, được lắp vào thân máy phát bằng giá đỡ vuông góc. Camera video đủ nhỏ để có thể lắp hai camera cạnh nhau và có khoảng cách liên đồng tử (IPD) là 63 mm giữa các thấu kính. Việc lắp cặp camera như trên cho phép T – bot phát các hình ảnh nổi như thực cho người vận hành. Đối với mẫu đầu tiên bạn chỉ nên dùng một camera; sau đó sẽ bàn về các cải tiến đối với hệ thống này,

bổ sung hình ảnh nổi để có sự nhận thức chiều sâu nhằm cải thiện thực tại xa và sự vận hành.

T- bot nguyên mẫu gồm một camera video nhỏ có hệ thống audio. Các hệ thống phụ của T – bot được chế tạo theo dạng module. Vì vậy, nếu bạn muốn tạo ra hệ thống stereo trong tương lai cho T-bot, các linh kiện video này có thể sử dụng lại.

Kết cấu

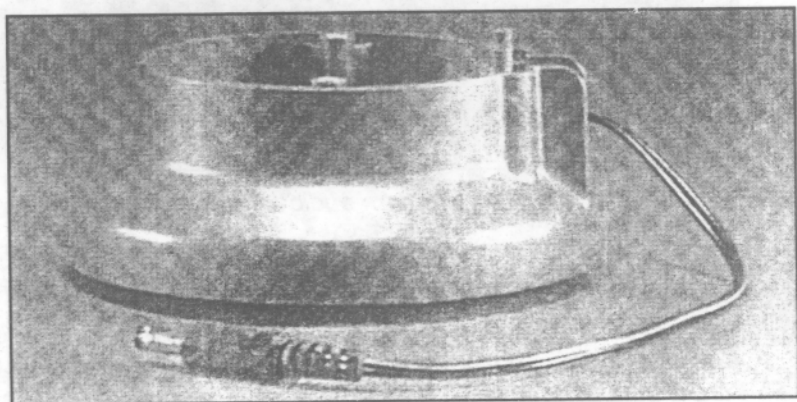
Kết cấu T- bot bắt đầu bằng việc phân tích khung sườn của chiếc xe mẫu. Hầu hết các xe R/C đều có vỏ trang trí bên ngoài để làm cho xe trông giống chiếc xe tiêu chuẩn: xe du lịch, xe tải, v.v... Bạn hãy tháo bỏ vỏ trang trí bên ngoài của xe R/C, để có thể gắn các trang thiết bị trực tiếp trên khung sườn.

Bạn cần có nguồn điện riêng cho camera màu (Hình 9.5). Bộ pin 6V được dùng với cặp camera - máy phát phải có thời gian sử dụng 4 – 6 giờ với bốn pin AA mới.

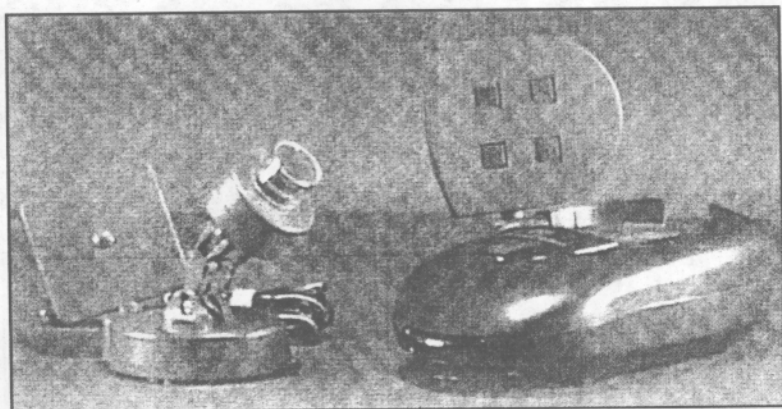
Để lắp ráp các linh kiện một cách đơn giản và theo cụm, bạn có thể sử dụng vật liệu Velcro (khóa dán). Khóa dán thường bán theo chiều dài. Dây khóa dán gồm hai dây bám dính với nhau, và đều có chất bám dính ở mặt sau. Một dây của khóa dán được gắn lên khung sườn, dây phối hợp (dây kia) được đặt trên linh kiện cần lắp.

Hệ thống video 2.4 GHz

Máy phát 2.4 GHz là phần tích hợp của camera màu (Hình 9.6).



Hình 9.5. Giá lắp 6V để gắn bốn pin AA



Hình 9.6. Hệ thống camera video, máy phát, và máy thu.

Máy thu 2.4 GHz là thiết bị rời, có hai đầu cắm RCA, một cho ngõ ra video và một cho ngõ ra audio. Các đầu cắm này được nối qua cáp RCA đến ngõ vào video và ngõ vào audio trên TV, màn hình, hoặc đầu máy video (VCR).

Lắp camera video

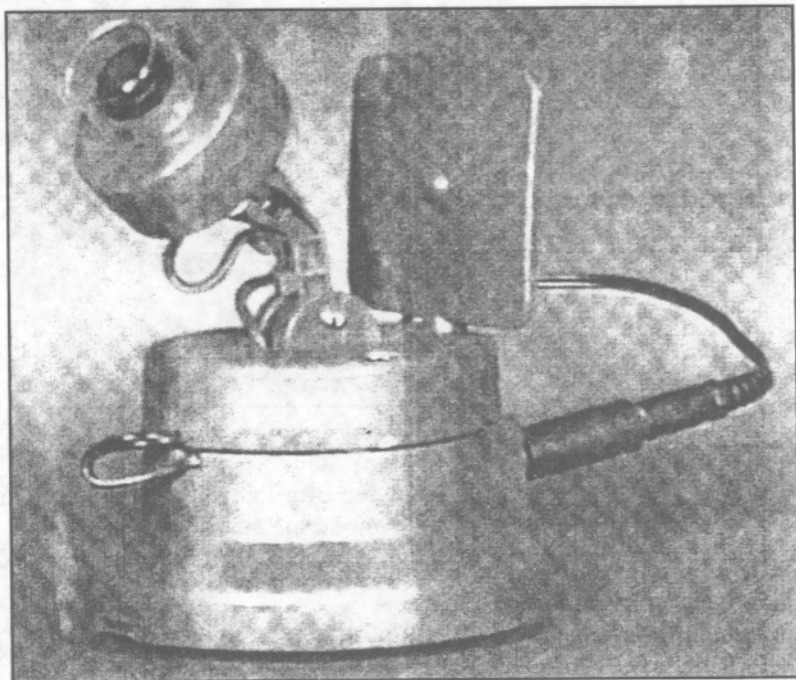
Có hai chọn lựa khi lắp camera video. Camera video và máy phát được gắn với bộ pin (Hình 9.7). Bạn có thể khởi đầu với vị trí camera cố định, hoặc lắp camera video lên trên động cơ trợ động để camera chuyển động và theo dõi. Việc lắp ráp động cơ trợ động phức tạp hơn và đòi hỏi xây dựng bộ điều khiển R/C riêng để quay camera qua trái và phải. Trong hệ thống có độ trung thực cao, việc quay camera sẽ được liên kết với thiết bị theo dõi gắn ở đầu. Vì vậy, nếu người vận hành quay đầu qua trái hoặc phải, camera trên robot di động cũng sẽ quay qua trái hoặc phải, đồng bộ với đầu của người vận hành. Để thực hiện công việc này một cách chính xác, người vận hành phải mang thiết bị hiển thị gắn trên đầu (HMD) kiểu VR.

Cố định linh kiện

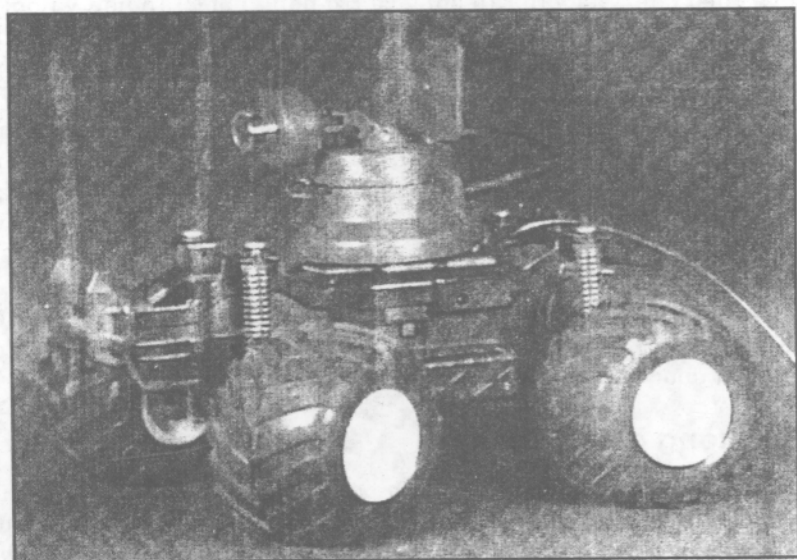
Bạn cần một dây khóa dán ngắn gắn với đáy hộp pin của camera. Dây còn lại của khóa dán được gắn vào sườn xe R/C. Robot thực tại xa hoàn thiện được minh họa trên Hình 9.8.

Lái xe thông qua thực tại xa

Bạn có thể lái chiếc xe ở rất xa bằng cách sử dụng các điều khiển radio trong khi quan sát màn hình TV. Camera có trang bị microphone, vì vậy bạn có thể nghe âm thanh xung quanh chiếc xe R/C khi bạn đang lái.



Hình 9.7. Camera màu với bộ pin hoàn chỉnh để lắp trên xe R/C



Hình 9.8. Camera màu được lắp trên xe R/C.

Nói chuyện

Bạn có thể mua hai máy bộ đàm loại đồ chơi của trẻ em. Lắp một máy bộ đàm lên T - bot. Bạn có thể nối từ T -bot bằng cách sử dụng máy bộ đàm thứ hai.

Bổ sung các điều khiển xe thực

Robot thực tại xa sử dụng các điều khiển radio tiêu chuẩn để đến với chiếc xe. Bạn có thể cải thiện rất nhiều tính trung thực của hệ thống thực tại xa bằng cách thêm các điều khiển như chiếc xe thực. Điều này không khó, bạn cần tháo mạch điện và các chi tiết áp kế ra khỏi hệ thống điều khiển máy phát radio, và chế tạo một bánh lái (vô lăng) theo mô hình vô lăng xe hơi cho một chi tiết áp kế và một bàn đạp điều khiển van tiết lưu cho chi tiết áp kế kia.

Cải thiện hệ thống thực tại xa

Từ các gợi ý T-robot ban đầu, bạn có thể suy nghĩ và sáng tạo thêm, bổ sung các chức năng mới cho robot thực tại xa, chẳng hạn chụp ảnh ở nơi con người khó tiếp cận, ... Tuy nhiên, các cải tiến này đòi hỏi chi phí, thời gian, tích kiên nhẫn, ... bạn có thể thực hiện từng bước tùy theo sự đam mê và sức sáng tạo của bạn.

Hình ảnh nổi

Việc tạo hình ảnh nổi có độ trung thực cao cho robot thực tại xa là cần thiết. Bạn sẽ nhận được nhiều tiện ích từ thí nghiệm này, đó là, sự cảm nhận chiều sâu. Đây vẫn là lĩnh vực có thể đưa đến nhiều đóng góp đáng kể. Trước khi thực hiện dự án này, điều quan trọng là bạn cần có HMD (màn hiển thị gắn trên đầu) để cung cấp hình ảnh nổi cho người dùng được phát đi từ T - bot.

Các camera có kích thước nhỏ rất thích hợp để tạo hình ảnh nổi, vì bạn có thể bố trí chúng bên nhau với khoảng cách tương ứng giữa hai mắt người. Nói chung khoảng cách giữa hai mắt trung bình (đồng tử đến đồng tử) của người trưởng thành là 63 mm. Các thấu kính của camera bố trí, cách nhau theo tâm điểm bằng khoảng cách giữa hai mắt người sẽ đạt được sự cảm nhận chiều sâu với hiệu quả cao. Các máy phát cho từng camera phải được điều chỉnh để truyền phát trên các tần số khác nhau. Điều này cho phép thiết bị nhận hình ảnh HMD hiển thị chính xác hình ảnh của mắt (thấu kính) phải cho mắt phải và hình ảnh của mắt (thấu kính) trái cho mắt trái.

Với hình ảnh nổi do robot thực tại xa cung cấp, người vận hành có sự cảm nhận về chiều sâu khi điều khiển. Tầm quan trọng của hình nổi gia tăng khi có nhu cầu cảm nhận chiều sâu, ví dụ, khi sử dụng tay máy. Khả năng quan sát tay máy di chuyển dọc theo trục Z trong hệ thống tọa độ ba – chiều (3D) (X, Y, và Z) cho phép bạn vận hành hiệu quả hơn.

Người vận hành khó sử dụng các tay máy một cách hiệu quả thông qua thực tại xa khi thiếu chiều Z (chiều sâu) khi nhìn bằng một mắt. Người vận hành buộc phải chạm nhẹ vào đối tượng để ước lượng vị trí của tay máy dọc theo trục Z.

Khi lái chiếc xe thực tại xa cũng vậy. Nếu thiếu sự cảm nhận chiều sâu, bạn khó xác định khoảng cách giữa đầu xe với vật thể nào đó.

Khi vận hành chiếc xe có lắp đặt hệ thống nổi (stereo), người vận hành sẽ nhìn thấy môi trường của T – bot dưới dạng hình ảnh 3D. Tuy nhiên, hình ảnh nổi được truyền phát sẽ không có các điểm hội tụ rất quan trọng. Khả năng ước lượng khoảng cách của chúng ta kết hợp các điểm hội tụ nhận được bằng mắt. Sự hội tụ là góc hai mắt chúng ta quay vào khi quan sát vật thể. Vật thể rất gần sẽ làm hai mắt quay vào phía trong. Ngược lại, khi quan sát vật thể cách xa, hai mắt chúng ta nhìn thẳng về phía trước. Bộ não tự động sử dụng thông tin hội tụ để tính toán khoảng cách. Trong y học điều này được gọi là góc nhìn, hoặc thị trường.

Các camera video stereo ở vị trí cố định nhìn thẳng về phía trước. Sự bổ sung các đầu hội tụ đòi hỏi kỹ thuật điều chỉnh mắt. Bạn phải có HMD cung cấp hồi tiếp để liên tục xác định độ hội tụ của mắt người vận hành. Thông tin điều chỉnh (độ hội tụ) mắt được truyền đến các động cơ trợ động liên kết với các camera video và sẽ hội tụ các camera video tỷ lệ thuận với độ hội tụ của mắt người vận hành.

Kiểu hệ thống chủ – tớ này hiện nay chưa có trên thị trường. Hệ thống này đòi hỏi phải có độ chính xác cao nhằm giúp người vận hành xác định khoảng cách, và ngoài phạm vi cuốn sách này.

La bàn digital

Chương 5 đã trình bày các sơ đồ của la bàn digital thích hợp với robot thực tại xa. La bàn này có thể lắp đặt theo hai cách. Phương pháp thứ nhất là giữ các diode phát quang (LED) của la bàn ở trong thị trường (tầm nhìn) của camera video. Người vận hành chỉ cần nhìn lướt có thể biết được hướng di chuyển của robot thực tại xa. Phương pháp thứ hai sử dụng liên kết radio giữa ngõ ra digital của la bàn trên T – bot và vị trí của người vận hành ở xa.

Giao diện độ rung

Khi lái xe mô hình thông qua thực tại xa, bạn không thể cảm nhận độ nghiêng hoặc mức gồ ghề của con đường như khi bạn đang lái xe thực sự. Để kết hợp đặc tính độ rung vào hệ thống, bạn có thể dùng hệ thống lò xo giảm xóc của xe mô hình. Bạn có thể sử dụng nhiều bộ cảm biến cho mục đích này, chẳng hạn máy biến năng áp điện, linh kiện bán dẫn hiệu ứng Hall, và đồng hồ biến dạng.

Thách thức đối với bạn không phải là việc phát hiện độ rung, mà là cung cấp thông tin đó đến ghế ngồi của người vận hành. Hầu hết các bộ di động sử dụng hệ thống khí nén hoặc thủy lực đắt tiền. Nếu chi phí là vấn đề, bạn có thể chọn giải pháp khác.

Bạn có thể tìm thấy giải pháp rẻ tiền hơn trong ThunderSeat (ghế sấm) của công ty ThunderSeat Technologies. Thunderseat tận dụng mọi nguồn âm thanh để tạo ra cảm giác rung động. ThunderSeat có loa đơn âm ghép với khoang sóng âm thanh bên trong ghế. Khoang sóng âm thanh làm rung động toàn bộ ghế. Loa tần số thấp (trầm) có thể xử lý đến công suất 100 W. Hệ thống này đáp ứng tần số 50 Hz đến 3.7 kHz. Lúc đầu được thiết kế để làm việc với các chương trình của thiết bị mô phỏng chuyển bay chạy với thẻ mạch âm thanh trên các máy tính cá nhân, tín hiệu ra của thẻ mạch âm thanh được đưa vào bộ khuếch đại dẫn đến ThunderSeat.

Giao diện độ nghiêng

Cũng như giao diện độ rung, nhiều bộ biến năng có thể được sử dụng để xác định độ nghiêng (Chương 5). Một bộ cảm biến độ nghiêng sử dụng quả cầu thép đặt trong bao chất dẻo. Khi bị nghiêng, quả cầu thép làm nổi mạch các điện cực đặt trong bao chất dẻo. Các công tắc thủy ngân cũng có thể được sử dụng.

Bộ cảm biến độ nghiêng kiểu điện phân rất đắt, nhưng là bộ cảm biến tuyệt vời. Một bộ cảm biến điện phân có thể cung cấp thông tin độ nghiêng của hai trục. Bộ cảm biến bọc kín này có một điện cực tâm được bao quanh bằng bốn điện cực cách đều. Khi dung dịch điện phân tiếp xúc với các điện cực này, điện trở của dòng điện xoay chiều (AC) giữa các điện cực thay đổi tỷ lệ với góc nghiêng.

Thật đáng tiếc, các bộ cảm biến điện phân không thể hoạt động với nguồn điện áp một chiều (DC). Điều này sẽ tạo thành kết tủa trên các điện cực, làm chúng mất tác dụng. Để thay thế, điện áp AC xấp xỉ 3 V có tần số 1000 Hz được cấp cho bộ cảm biến điện phân. Điện áp AC ở điện cực tâm tỷ lệ với độ nghiêng của bộ cảm biến.

Nếu sử dụng bộ cảm biến độ nghiêng kiểu điện phân, bạn có một cách để thiết lập dòng thông tin. Nối ngõ ra AC của bộ cảm biến độ nghiêng với bộ chỉnh lưu cầu để thu được điện áp DC tương đương. Điện áp DC được đưa vào bộ tạo dao động điều khiển bằng điện áp (VCO). Tần số ra của VCO thay đổi tỷ lệ với điện áp vào. Tín hiệu ra của VCO được truyền qua liên kết radio đến máy nhận trên bệ di động. Máy nhận đo tần số (độ nghiêng) và kích hoạt sự điều khiển tỷ lệ với độ nghiêng của bệ.

Tổ hợp Spectron đưa ra mạch tích hợp, SA40011, đơn giản hóa giao diện cảm biến độ nghiêng. Tín hiệu ra DC của SA40011 có thể được đưa vào VCO như đã trình bày ở phần trước.

Xin nhắc lại, việc cung cấp độ nghiêng cho người vận hành là phần khó của hệ thống này. Các hệ thống khí nén hoặc thủy lực tỷ lệ có thể được sử dụng trong ghế ThunderSeat để cung cấp độ nghiêng.

Tăng phạm vi video

Phạm vi video của máy phát nhỏ xấp xỉ 30 m đến 90 m. Để thấy rõ các khoảng cách xa hơn, bạn cần sử dụng hệ thống khác, hệ thống vô tuyến truyền hình nghiệp dư.

Hệ thống vô tuyến truyền hình nghiệp dư (ATV) đã có cách đây vài năm. Đó là phương pháp của những người chơi vô tuyến nghiệp dư để liên lạc thông qua truyền hình hai chiều. ATV là lĩnh vực của nhà đam mê vô tuyến thượng lưu do giá cả trang thiết bị khá đắt. Tuy nhiên, các tiến bộ gần đây trong công nghệ bán dẫn đã thay đổi điều đó.

Các linh kiện cho hệ thống ATV 5 W bao gồm màn hình TV và camera video. Các camera video trên robot thực tại xa thích hợp cho việc sử dụng trong hệ thống ATV.

Hệ thống ATV 5 W có thể phát xa 45 đến 60 km; tùy theo độ nhiều radio, địa hình, thời tiết v.v... Tuy nhiên, bạn cũng có thể sử dụng loại ATV có công suất 3/4 W, rẻ tiền hơn, nhưng tầm hoạt động cũng ngắn hơn.

Các mô hình khác

Với kinh nghiệm thông qua chế tạo hệ thống T – bot, bạn có thể chế tạo các mô hình khác. Công ty chế tạo Erector Sets đã cập nhật và thổi sức sống mới cho sản phẩm của họ và đưa ra thị trường nhiều bộ dụng cụ đáng quan tâm. Các bộ này có tên là Meccano – Erector Sets gồm động cơ, bánh răng, và puli cùng các vật liệu của Erector Set tiêu chuẩn.

Có nhiều bộ dụng cụ chuẩn dùng để chế tạo xe tái, xe du lịch, mô tô ... Các bộ dụng cụ này cung cấp sức bật cho những người thích khám phá T - bot.

Danh mục linh kiện của robot thực tại xa

- ☐ (1) camera màu thu nhỏ có máy thu và máy phát 2.4 GHz.
- ☐ (1) bộ pin hoặc acquy tùy chọn (6V).
- ☐ (1) hệ thống điều khiển vô tuyến tỷ lệ [máy thu hai kênh, máy phát hai kênh, Xtals, 2 động cơ trợ động (42 oz)].
- ☐ (1) dây khóa dán dài 0.3 m.

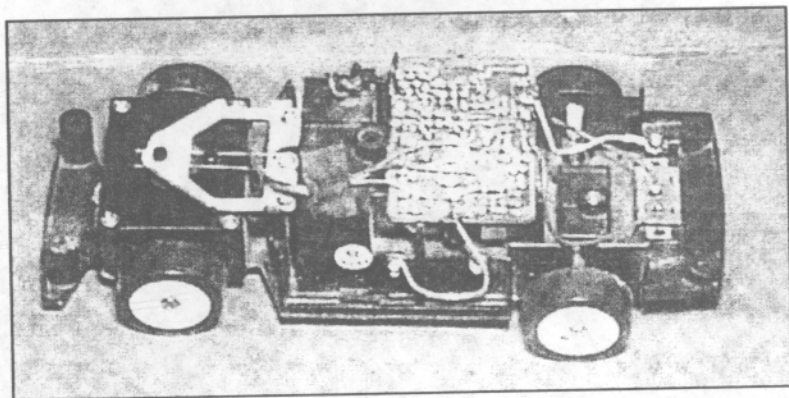
Chương 10

Bộ di động

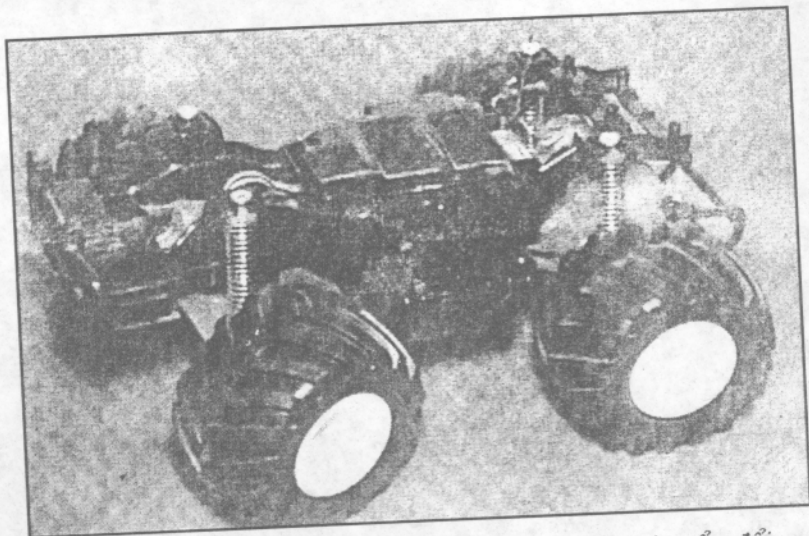
Bộ di động là nền của robot di động. Bạn có hai lựa chọn: chế tạo hoặc mua. Nếu bạn là người có kỹ năng cơ khí tốt hoặc ham học hỏi, việc chế tạo bộ di động từ các vật liệu linh tinh có các ưu điểm riêng. Bộ được thiết kế và chế tạo theo nhiệm vụ cụ thể và mục đích của robot. Bạn hầu như không bị giới hạn trong việc chọn lựa động cơ truyền động, hộp số, liên kết cơ khí, nguồn công suất, v.v...

Việc mua bộ di động giúp bạn khỏi bận tâm chế tạo bộ, nhưng bạn phải giải quyết vấn đề về tỉ số truyền, công suất, và tốc độ được thiết kế cho mục đích khác. Đây là một trường hợp rõ ràng nhất: Hầu hết các xe điện di chuyển quá nhanh. Nếu là người không có kỹ năng cơ khí, bạn có thể mua một chiếc xe điện điều khiển bằng radio (R/C), (loại đồ chơi, có lẽ không quá đắt) tháo bỏ các bộ phận điều khiển radio ra khỏi thiết bị, giữ lại các liên kết (các dây) điện dẫn đến bộ điều khiển tay lái và động cơ truyền động.

Sau đây là một số điều bạn cần nhớ khi mua xe điện để chuyển đổi. Trước hết, bạn không nên chọn chiếc xe quá nhỏ hoặc quá thấp (gần sát mặt đất). Kích thước xe nhỏ sẽ làm bạn khó lắp ráp các hệ thống cảm biến và các bộ vi điều khiển lên khung xe. Nếu xe quá thấp, xe dễ bị mắc kẹt. Bạn hãy chọn chiếc xe có khoảng cách giữa bánh trước và bánh sau lớn.



Hình 10.1. Xe điện R/C nhỏ không thích hợp cho việc chuyển đổi.



Hình 10.2. Xe điện R/C lớn thích hợp cho việc chuyển đổi.

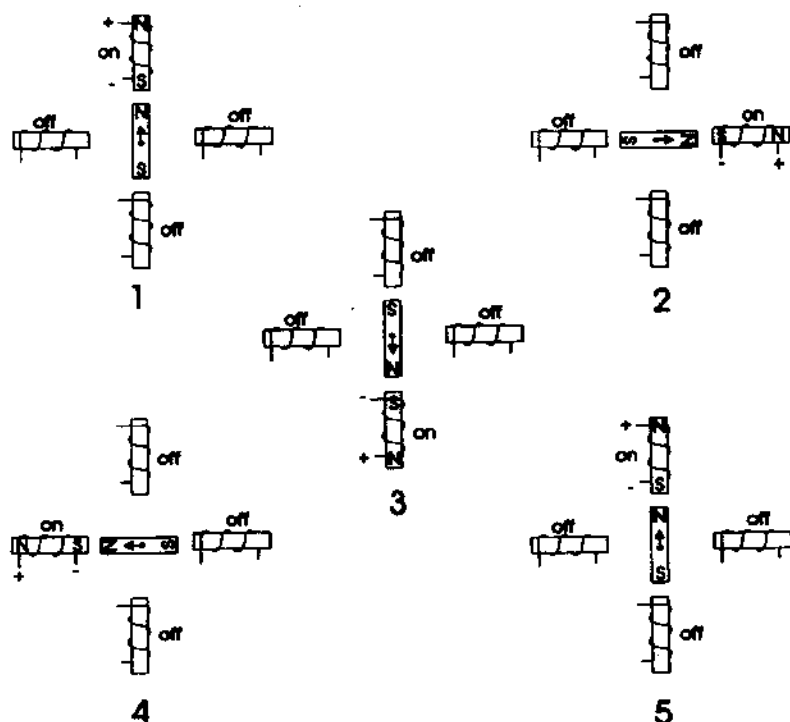
Hình 10.1 minh họa chiếc xe điện không thích hợp để chuyển thành robot di động. Xe này quá nhỏ để mang trọng lượng lớn, và quá thấp, dễ bị mắc kẹt. Hình 10.2 minh họa sự chọn lựa tốt hơn. Sàn xe lớn hơn (có thể lắp nhiều linh kiện hơn) và có khoảng cách giữa bánh trước và bánh sau lớn.

Động cơ bước

Nếu bạn muốn chế tạo bộ robot, động cơ bước làm động cơ truyền động là tuyệt vời. Động cơ bước có một số ưu điểm sau. Do động cơ bước quay theo các giá số chính xác trong mỗi bước, bộ vi điều khiển có thể tính toán khoảng cách đã di chuyển bằng cách đếm số xung đồng hồ đã cung cấp cho động cơ bước và biết được kính bánh xe truyền động. Nếu bạn sử dụng hai động cơ bước trên bộ di động, mỗi bên một động cơ, cho việc di chuyển và lái, số vòng quay chính xác cũng có thể thực hiện được. Do động cơ bước có tầm quan trọng như vậy trong robot học, bạn nên xem xét sự vận hành cơ bản của động cơ bước trước khi xây dựng các mạch điều khiển.

Cấu tạo và vận hành động cơ bước

Động cơ bước được xây dựng bằng cách sử dụng các nam châm vĩnh cửu mạnh và nam châm điện. Nam châm vĩnh cửu được bố trí trên trục quay, còn gọi là *rotor*. Nam châm điện hoặc các cuộn dây được bố trí trên



Hình 10.3. Bước toàn phần.

phần đứng yên của động cơ, còn gọi là *stator*. Hình 10.3. minh họa động cơ bước đang bước lần lượt qua một vòng. Stator của động cơ bao quanh rotor.

Trên Hình 10.3, vị trí 1, bạn bắt đầu với rotor quay về phía nam châm điện phía trên, nam châm này đang có điện. Để rotor quay thuận chiều kim đồng hồ (CW), nam châm điện phía trên phải được ngắt mạch khi nam châm điện bên phải hoạt động. Điều này làm rotor quay 90° thuận chiều kim đồng hồ để tự thẳng hàng với nam châm điện bên phải (vị trí 2). Tiếp tục như vậy, rotor sẽ bước hết vòng quay cho đến khi bạn kết thúc ở cùng vị trí như khi bắt đầu (vị trí 5).

Độ phân giải

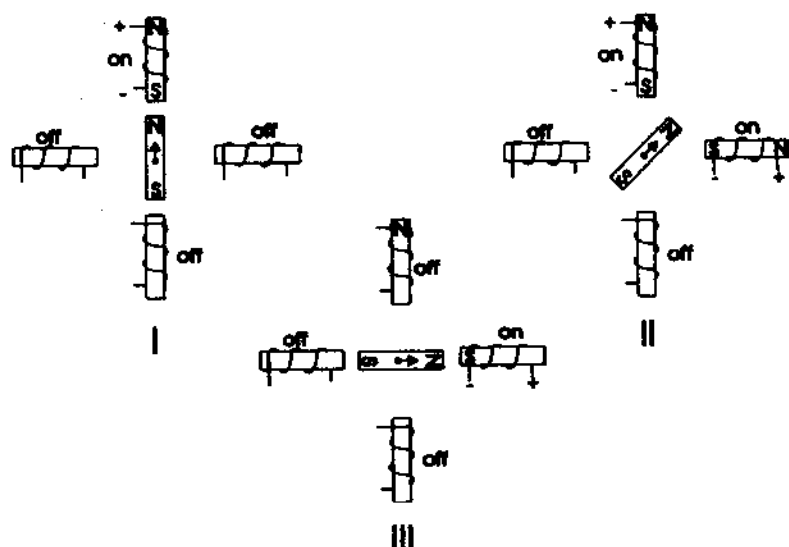
Góc quay trên mỗi xung là độ phân giải (độ chuyển vị) của động cơ bước. Trong ví dụ minh họa trên Hình 10. 3, rotor quay 90° trên mỗi xung, không phải là động cơ thực tế. Các động cơ bước trong thực tế có độ phân giải lớn hơn (các bước nhỏ hơn), ví dụ, động cơ có trục quay 1° trên

mỗi xung (hoặc bước). Động cơ này đòi hỏi 360 xung (hoặc bước) để hoàn tất một vòng quay. Khi động cơ bước được sử dụng trong chuyển động hoặc định vị chuyển động tuyến tính, mỗi bước của động cơ được dịch thành một giá số chính xác của chuyển động tuyến tính.

Giả sử một vòng quay của động cơ tương đương 2.5 cm trên chuyển động tuyến tính. Đối với động cơ bước quay 3.750 trên mỗi bước, giá số của chuyển động thẳng xấp xỉ 0.025 cm trên mỗi bước. Động cơ bước quay 1° trên mỗi bước sẽ cung cấp khoảng dịch chuyển 0.00675 cm. Giá số chuyển động tỷ lệ nghịch với độ phân giải.

Qui trình nửa bước

Bạn có thể tăng gấp đôi độ phân giải của một số động cơ bước bằng qui trình *nửa bước*. Qui trình này được minh họa trên Hình 10.4. Ở vị trí I, động cơ khởi động với nam châm điện phía trên đang có điện, như phần trước. Ở vị trí II, nam châm điện bên phải được đóng mạch trong khi vẫn duy trì công suất cho cuộn dây phía trên. Do cả hai cuộn dây đều có điện, nên rotor bị hút về hai nam châm điện với lực bằng nhau và tự định vị ở giữa hai vị trí (nửa bước). Ở vị trí III, nam châm điện phía trên bị ngắt mạch và rotor hoàn tất một bước. Tiếp tục như vậy, động cơ có thể thực hiện nửa bước suốt toàn bộ chuyển động quay.



Hình 10.4. Qui trình nửa bước.

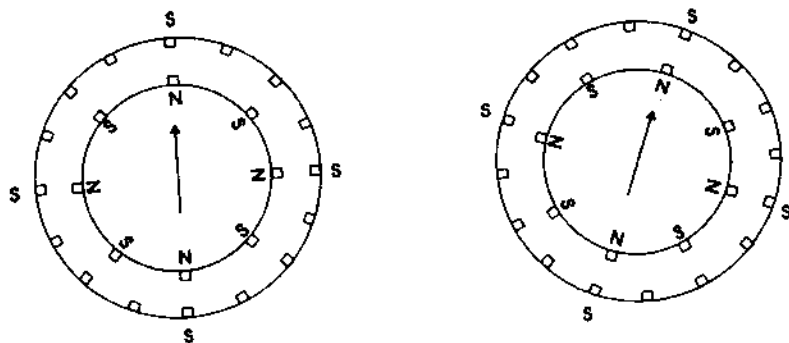
Các loại động cơ bước

Có loại động cơ bước bốn dây. Các động cơ này được gọi là lưỡng cực và có hai cuộn dây, với một cặp dây dẫn cho mỗi cuộn dây. Mặc dù hệ thống mạch điện của động cơ bước này đơn giản hơn động cơ thông dụng, nhưng cần có mạch điều khiển phức tạp hơn, có khả năng đảo chiều dòng điện trong các cuộn dây sau mỗi bước.

Thế giới thực

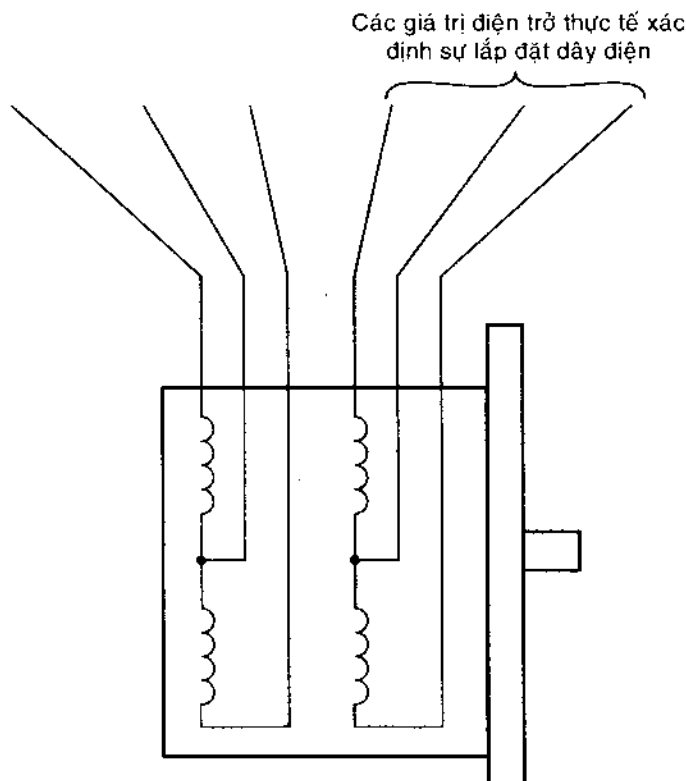
Động cơ bước được minh họa quay 90° trên mỗi bước. Các động cơ bước trong thực tế sử dụng một chuỗi cực mini trên stator và rotor. Các cực mini làm giảm góc quay trên mỗi bước và cải thiện độ phân giải của động cơ bước. Mặc dù minh họa trên Hình 10.5 có vẻ phức tạp, nhưng sự vận hành vẫn có cùng nguyên lý như trên các Hình 10.3 và 10.4.

Rotor trên Hình 10.5 quay theo chiều kim đồng hồ. Ở vị trí thứ nhất, cực bắc của nam châm vĩnh cửu trên rotor thẳng hàng với cực nam của nam châm điện trên stator. Bạn hãy chú ý có nhiều vị trí tạo thành một đường thẳng. Ở vị trí thứ hai, nam châm điện này bị ngắt mạch và cuộn dây ngay bên trái được đóng mạch. Điều này làm rotor quay theo chiều kim đồng hồ một góc xác định. Động cơ tiếp tục theo cách này cho tất cả các bước. Sau tám bước, chuỗi xung điện sẽ bắt đầu lặp lại. Qui trình nửa bước với vị trí đa cực qui trình nửa bước được trình bày ở phần trước.



Hình 10.5. Sự vận hành của động cơ bước đa cực.

Hình 10.6 là mạch điện tương đương của động cơ bước đơn cực. Động cơ bước này có sáu dây ra. Bạn có thể quan sát Hình 10.6, ba dây dẫn đi đến mỗi nửa của các cuộn dây và các cuộn dây này được nối theo cặp. Nếu bạn chọn động cơ bước này và chưa biết về cấu tạo, cách đơn giản nhất để phân tích là kiểm tra điện trở giữa các dây dẫn. Bằng cách



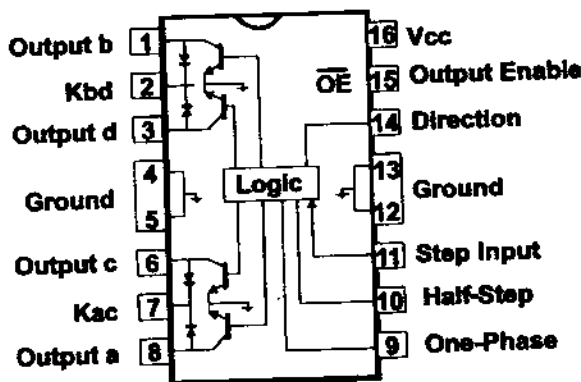
Hình 10.6. Sơ đồ động cơ bước đơn cực sáu dây.

lập bảng gồm màu của các dây và điện trở đo được giữa các dây dẫn, bạn sẽ nhanh chóng tìm ra các dây đó được nối với cuộn dây nào. (Trong một số trường hợp, động cơ bước đơn cực chỉ có năm dây ra. Trong trường hợp này, các dây rơ giữa các cuộn dây được nối với nhau).

Động cơ đang đề cập có điện trở 110 ohm giữa dây rơ giữa và dây dẫn ở đầu cuộn dây, điện trở 220 ohm giữa hai dây dẫn ở hai đầu. Dây điện của từng cuộn dây riêng rẽ có điện trở rất cao (không có nối kết) giữa chúng. Với thông tin này bạn có thể dễ dàng tìm hiểu động cơ bước sáu dây bất kỳ. Động cơ bước trên Hình 10.6 quay 1.8° trên mỗi bước.

UCN-5804

Hình 10.7 là sơ đồ chân ra của UCN-5804. Mạch tích hợp (IC) được thiết kế để điều khiển và truyền động động cơ bước đơn cực bốn pha. UCN có các đặc tính sau:



Hình 10.7. Vi mạch UCN-5804 của bộ điều khiển động cơ bước.

- ☐ Dòng điện (liên tục) ngõ ra cực đại 1.25 A.
- ☐ Điện áp duy trì ngõ ra 35 V.
- ☐ Các ngõ ra bước toàn phần và nửa bước.
- ☐ Cho phép điều khiển trực tiếp ngõ ra.
- ☐ Các diode kẹp bên trong.
- ☐ Cài đặt lại công suất.
- ☐ Mạch ngắt mạch do nhiệt nội

IC này có ngõ ra liên tục danh định là 1.25 A trên mỗi pha ở điện áp cực đại 35 V. IC dư công suất để chạy động cơ bước 12 V. Dòng điện yêu cầu cho mỗi pha ($12 \text{ V}/110 \text{ ohm} = 0.11 \text{ A}$), chỉ khoảng 1/10 A.

Logic nội của UCN-5804 lập chuỗi thứ tự các chân ra của IC theo thời gian với xung sóng vuông được gửi đến chân 11. Mỗi xung sóng vuông (chuyển dẫn từ cao đến thấp) cung cấp các gia số đến chân này cho chuỗi của động cơ bước.

Khi đến cuối bảng, chuỗi này lặp lại bắt đầu từ đầu bảng. Để đảo chiều động cơ bước, bạn khởi đầu chuỗi từ cuối bảng và đi về phía đầu bảng.

Chân 15 điều khiển ngõ ra. Khi chân này được giữ ở mức cao, tất cả các ngõ ra trên IC UCN-5804 đều không hoạt động (ngắt). Nếu mạch hoặc hệ thống của bạn không cần sử dụng chức năng này, bạn hãy nối chân 15 với mát (thấp).

Chân 14 điều khiển chiều. Khi chân này được nối với mát (thấp), chuỗi thứ tự sẽ tuân theo Bảng 10.1 hoặc 10.2, bắt đầu từ trên xuống.

Bảng 10.1. Chuỗi bước toàn phần

a	b	c	d	Các chân ra của UCN-5804
hoạt động	—	—	—	(Hình 10.7)
—	hoạt động	—	—	
—	—	hoạt động	—	
—	—	—	hoạt động	

Bảng 10.2. Chuỗi nửa bước

a	b	c	d	Các chân ra của UCN-5804
hoạt động	—	—	—	
hoạt động	hoạt động	—	—	
—	hoạt động	—	—	
—	hoạt động	hoạt động	—	
—	—	hoạt động	—	
—	—	hoạt động	hoạt động	
—	—	—	hoạt động	
hoạt động	—	—	hoạt động	

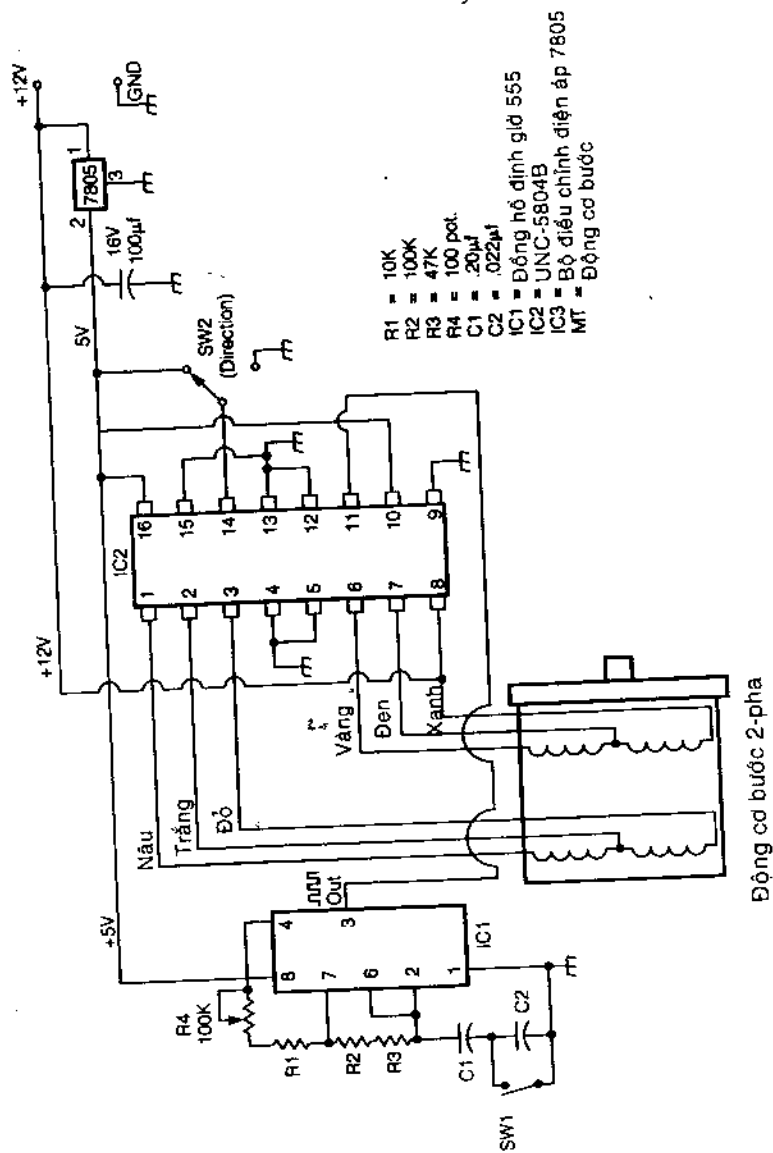
Khi được nối với mức cao (15V), chân này sẽ đảo chiều chuỗi thứ tự, bắt đầu từ dưới lên.

Sử dụng UCN-5804

Hình 10.8 là sơ đồ sử dụng UCN-5804. Tín hiệu định giờ do đồng hồ định giờ 555 cung cấp. Bạn có thể tăng hoặc giảm tín hiệu định giờ bằng cách sử dụng chiết áp kế V1. Việc thay đổi tần số của tín hiệu đồng hồ sẽ trực tiếp điều khiển tốc độ động cơ bước. Chương này sẽ trình bày cách bộ vi điều khiển PIC có thể truyền động động cơ bước khi có hoặc không có các linh kiện đặc biệt.

Trong sơ đồ này, ba công tắc đóng/ngắt bằng tay sẽ điều khiển các chức năng bổ sung. Các chân nối với các công tắc này cũng có thể được điều khiển bằng các chân nhập/xuất tách rời với bộ vi điều khiển cơ bản. Công tắc nối với chân 15 là chân điều khiển. Khi đưa lên mức logic cao, chân này sẽ ngắt ngõ ra của vi mạch UCN-5804, dừng động cơ bước.

Công tắc nối với chân 14 điều khiển chiều quay của trục, thuận (CW) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (CCW). Công tắc nối với chân 10 điều khiển chức năng bước/nửa bước của UCN-5804. Khi chân 10 cao, vi

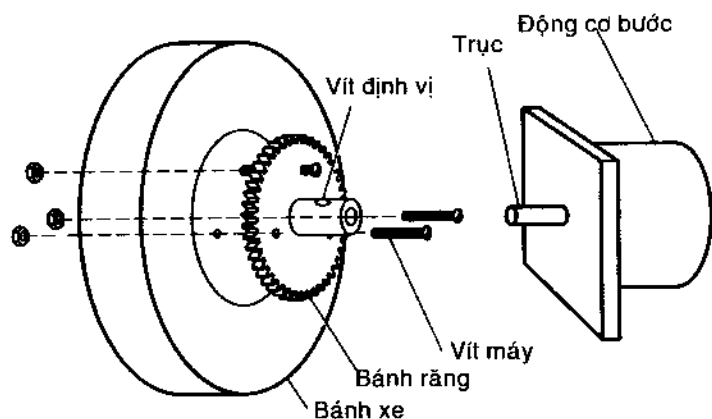


Hình 10.8. Sơ đồ mạch của thiết bị truyền động động cơ bước cơ bản.

mạch vận hành theo chế độ nửa bước. Chế độ này sẽ tăng gấp đôi độ phân giải của động cơ bước. Ví dụ, mỗi bước trục động cơ quay 1.8° . Khi vận hành theo chế độ nửa bước, trục động cơ sẽ quay 0.9° trong mỗi bước và tốc độ quay toàn phần (vòng/phút) của trục động cơ sẽ bằng nửa tốc độ ở chế độ bước toàn phần. Nếu chân 10 được đưa về mát, UCN-5804 sẽ vận hành theo chế độ bước toàn phần.

Nối bánh xe với trục động cơ bước

Việc nối bánh xe truyền động với trục động cơ bước có thể trở thành vấn đề. Giải pháp đơn giản (Hình 10.9) là bạn mua một bánh răng bằng plastic đường kính lớn có vít hãm. Lắp ráp trên bánh răng này phải phù hợp với đường kính của trục động cơ bước. Đặt bánh răng lên tâm bánh xe. Khoan ba lỗ qua bánh răng và bánh xe cách nhau 1200. Lắp ráp bánh xe với bánh răng bằng ba ốc máy, vòng đệm (long dền), và đai ốc. Sau đó, bạn lắp cụm bánh răng – bánh xe vào trục động cơ bước bằng cách dùng vít hãm (vít định vị).



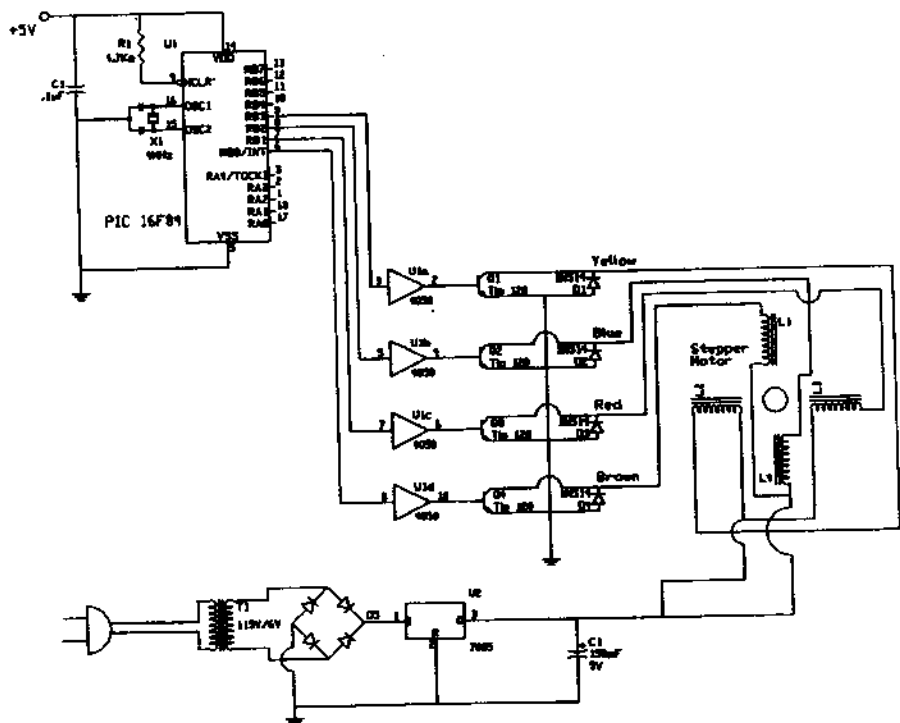
Hình 10.9. Lắp ráp bánh xe với trục động cơ.

Chế tạo bộ vi điều khiển bước

Đến lúc này bạn hãy chế tạo bộ điều khiển động cơ bước đơn giản từ PIC16F84 và kiểm tra nguyên lý vận hành của động cơ bước.

Mạch bước thứ nhất

Hình 10.10 là sơ đồ mạch thử nghiệm thứ nhất. Các đường ra từ PIC16F84 được đệm bằng vi mạch của bộ đệm thập lục phân (hex) 4050.



Hình 10.10. Mạch động cơ bước có bộ vi điều khiển.

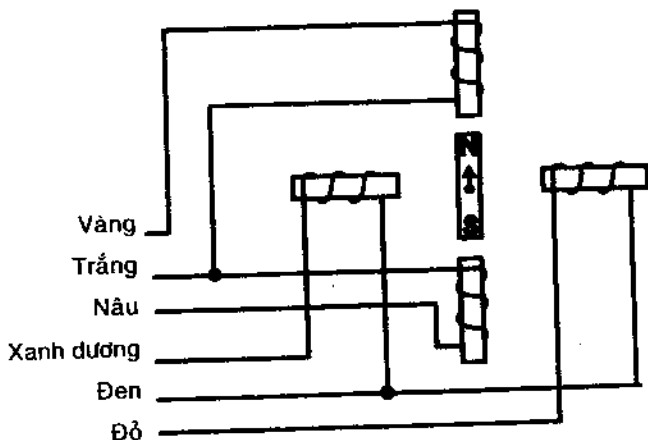
Mỗi đường truyền tín hiệu đệm được nối với một transistor NPN. Transistor TIP 120 thực chất là Darlington NPN; trên sơ đồ, transistor này được minh họa dưới dạng NPN tiêu chuẩn. Các transistor TIP 120 hoạt động như các công tắc, mỗi lần đóng mạch một cuộn dây của động cơ bước.

Các diode được đặt ngang qua từng transistor nhằm bảo vệ transistor trước đỉnh sóng cảm ứng, do việc đóng và ngắt dòng điện trong các cuộn dây của động cơ bước tạo ra. Diode cung cấp đường trở về an toàn cho dòng điện đảo. Không có các diode này, transistor dễ bị hư hỏng hơn và/hoặc giảm tuổi thọ.

Động cơ bước

Hình 10.11 là mạch điện tương đương của động cơ bước có sáu dây dẫn.

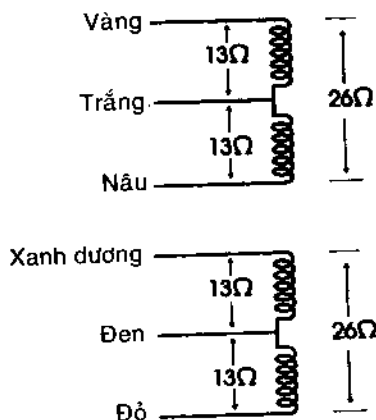
Giả sử bạn chọn loại động cơ bước này và chưa biết gì về nguyên lý hoạt động của động cơ. Như đã trình bày ở phần trước, cách đơn giản



Hình 10.11. Hệ thống dây điện của động cơ bước đơn cực.

nhất để phân tích động cơ là kiểm tra điện trở giữa các dây dẫn. Bằng cách lập bảng các giá trị điện trở đo được ở các dây dẫn, bạn sẽ nhanh chóng xác định dây nối với từng cuộn dây.

Hình 10.12 minh họa cách tìm điện trở của động cơ. Điện trở giữa dây rẽ ở tâm và dây dẫn ở mỗi đầu cuộn dây là 13 ohm, điện trở giữa hai dây dẫn ở đầu cuộn dây là 26 ohm. Điện trở được đo trên các dây xuất phát từ các cuộn dây riêng rẽ là rất cao (không có nối kết). Ví dụ, điện trở giữa dây màu xanh dương và dây màu nâu. Với thông tin này, bạn có thể nối chính xác các dây của động cơ vào mạch điện.



Hình 10.12. Điện trở đo từ các dây dẫn của động cơ bước đơn cực.

Chương trình và mạch thử nghiệm thứ nhất

Sau khi xây dựng xong mạch thử nghiệm, bạn hãy lập trình PIC với chương trình BASIC như sau. Đây là chương trình nhỏ và đơn giản nêu rõ phương pháp làm cho động cơ bước chuyển động. Bảng 10.3 minh họa từng bước theo thứ tự đóng mạch một transistor. Bạn hãy sử dụng Bảng 10.3 theo logic trong chương trình PICBASIC. Khi đến cuối bảng, chuỗi thứ tự lặp lại từ đầu bảng.

Bảng 10.3. Các transistor trong chế độ bước toàn phần

Q1	Q2	Q3	Q4	Tín hiệu ra cổng B (thập phân)
Hoạt động	—	—	—	1
—	Hoạt động	—	—	2
—	—	Hoạt động	—	4
—	—	—	Hoạt động	8

'Stepper Motor Controller

Symbol TRISB = 134 'Initialize TRISB to 134

Symbol Port B = 6 'Initialize portb to 6

symbol ti = b6 'Initial ti delay

ti = 25 'Set delay to 25 ms

Poke TRISB,0 'Set PORTB lines output

start: 'Forward rotation sequence

poke portb,1 'Step 1

pause ti 'Delay

poke portb,2 'Step 2

pause ti 'Delay

poke portb,4 'Step 3

pause ti 'Delay

poke portb,8 'Step 4

pause ti 'Delay

goto start 'Do again

Một vòng quay

Sử dụng các bước toàn phần, động cơ bước cần 200 xung để hoàn tất một vòng quay ($360^\circ/1.8^\circ$ trên mỗi bước). Đếm các xung cho phép bộ vi điều khiển định vị và điều khiển rotor của động cơ bước.

Chương trình PICBASIC thứ hai

Chương trình PICBASIC thứ hai rất linh hoạt. Người dùng có thể sửa đổi các tham số (thời gian trễ) đã lập trình khi chương trình đang

chạy, bằng cách sử dụng một trong bốn công tắc được nối với cổng A. Nhấn công tắc 1 (SW1) sẽ kéo dài thời gian ngừng giữa các bước trong chuỗi và làm cho động cơ bước quay chậm hơn. Nhấn SW2 bạn sẽ có kết quả ngược lại. Nếu bạn nhấn SW3, chương trình sẽ dừng động cơ bước cho đến khi SW3 được đóng (được nhấn). Chiều quay của động cơ, ngược hoặc thuận chiều kim đồng hồ, được điều khiển bằng SW4. Khi nhấn SW4, bạn sẽ làm đảo chiều quay của động cơ bước, và chiều quay bị đảo vẫn tiếp tục cho đến khi bạn nhấn SW4 (hoặc đóng).

'Stepper motor controller

Symbol TRISB = 134 'Initialize TRISB to 134

Symbol TRISA = 133 'Initialize TRISA to 133

Symbol PortB = 6 'Initialize portb to 6

Symbol PortA = 5 'Initialize porta to 5

Symbol ti = b6 'Initial ti delay

ti = 100 'Set delay to 100 ms

Poke TRISB,0 'Set PORTB lines output

start: 'Forward stepper motor rotation sequence

poke portb,1 Step 1

pause ti 'Delay

poke portb,2 Step 2

pause ti 'Delay

poke portb,4 Step 3

pause ti 'Delay

poke portb,8 Step 4

pause ti 'Delay

goto check 'Jump to check switch status

start2: 'Reverse motor rotation sequence

poke portb,8 Step 1

pause ti 'Delay

poke portb,4 Step 2

pause ti 'Delay

poke portb,2 Step 3

pause ti 'Delay

poke portb,1 Step 4

pause ti 'Delay

goto check 'Jump to check switch status

Check: 'Switch status

Peek PortA, B0 'Peek the switches

If bit0 = 0 then loop1 'If SW1 is closed, increase ti

If bit1 = 0 then loop2 'If SW2 is closed, decrease ti

If bit2 = 0 then hold3 'Stop motor

If bit3 = 0 then start 'Go forward

```

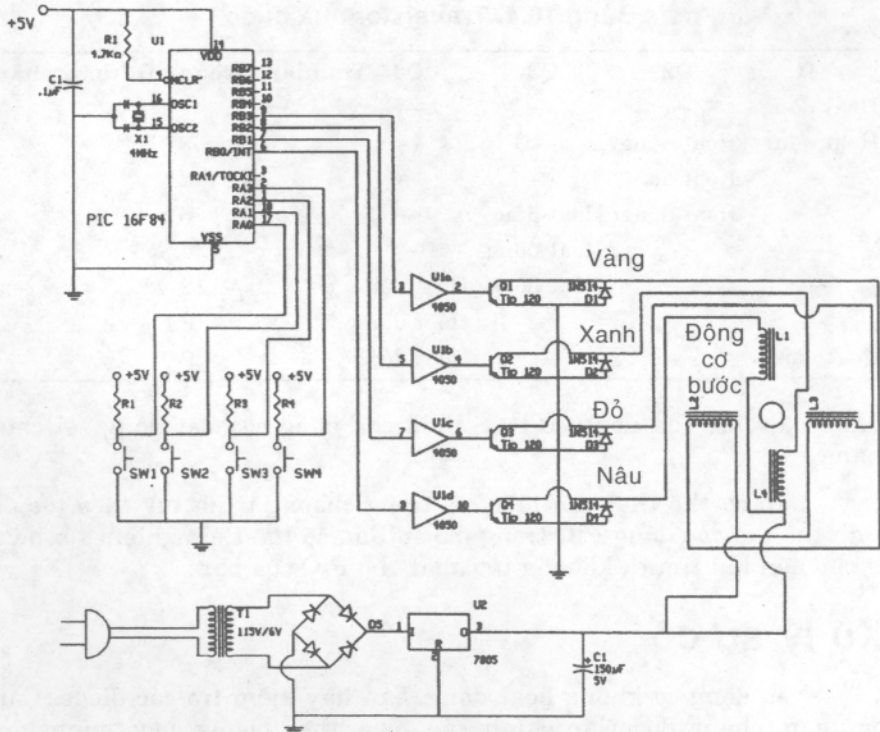
goto start2 'Go reverse
loop1: 'Increase delay
poke portb,0 'Turn off transistors
ti = ti + 5 'Increase delay by 5 ms
pause 50 'Delay
if ti > 250 then hold1 'Limit delay to 250 ms
peek porta,b0 'Check switch status
if bit0 = 0 then loop1 'Still increasing delay?
goto check 'If not, jump to main switch status
loop2: 'Decrease delay
poke portb,0 'Turn off transistors
ti = ti - 5 'Decrease delay by 5 ms
pause 50 'Pause a moment
if ti < 20 then hold2 'Limit delay to 20 ms
peek porta,b0 'Check switch status
if bit1 = 0 then loop2 'Still decreasing delay?
goto check 'If not, jump to main switch status
hold1: 'Limit upper delay
ti = 245 'to 250 ms
goto loop1 'Go back
hold2: 'Limit lower delay
ti = 25 'to 25 ms
goto loop2 'Go back
hold3: 'Stop stepper motor
poke portb,0 'Turn off transistor
peek porta, b0 'Check switches
if bit2 = 0 then hold3 'Keep motor off?
goto check 'If not, go to main switch status
check

```

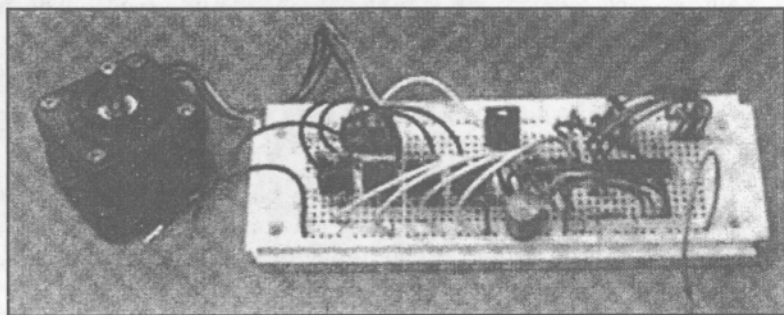
Sơ đồ mạch của chương trình này được minh họa trên Hình 10.13. Trong hình mạch điện (Hình 10.14), bạn khó nhận thấy bốn công tắc. Phía sau bộ vi điều khiển PIC có bốn dải dây điện trần. Mặt trên của các dải dây điện trần được nối với nguồn +5V qua các điện trở 10K-ohm. Dây điện từ mỗi công tắc được nối với chân thích hợp trên cổng A. Dây đơn được nối với mát và được sử dụng để đóng công tắc bất lý bằng cách chạm vào dải dây điện trần.

Chế độ nửa bước

Việc áp dụng chế độ nửa bước cho động cơ có tác dụng tăng gấp đôi độ phân giải. Trong ví dụ này, động cơ cần 400 xung để hoàn tất một vòng quay. Bảng 10.4 minh họa logic chuyển mạch được yêu cầu trong chương trình. Khi đến cuối bảng, chuỗi thứ tự sẽ lặp lại bắt đầu trở về đầu bảng.



Hình 10.13. Mạch bước của bộ vi điều khiển với các công tắc tùy chọn.



Hình 10.14. Mạch điện động cơ bước của bộ vi điều khiển.

Biến trễ t_i

Biến t_i được sử dụng trong từng chương trình PICBASIC để điều khiển thời gian tạm trễ, nhằm làm chậm chuỗi tín hiệu ra đến cổng B. Không có thời gian tạm ngừng, chuỗi này có thể quá nhanh so với khả

Bảng 10.4. Transistor nửa bước

Q1	Q2	Q3	Q4	Tín hiệu ra cổng B (thập phân)
Hoạt động	—	—	—	1
Hoạt động	Hoạt động	—	—	3
—	Hoạt động	—	—	2
—	Hoạt động	Hoạt động	—	6
—	—	Hoạt động	—	4
—	—	Hoạt động	Hoạt động	12
—	—	—	Hoạt động	8
Hoạt động	—	—	Hoạt động	9

năng đáp ứng của động cơ bước, làm cho động cơ hoạt động sai chức năng.

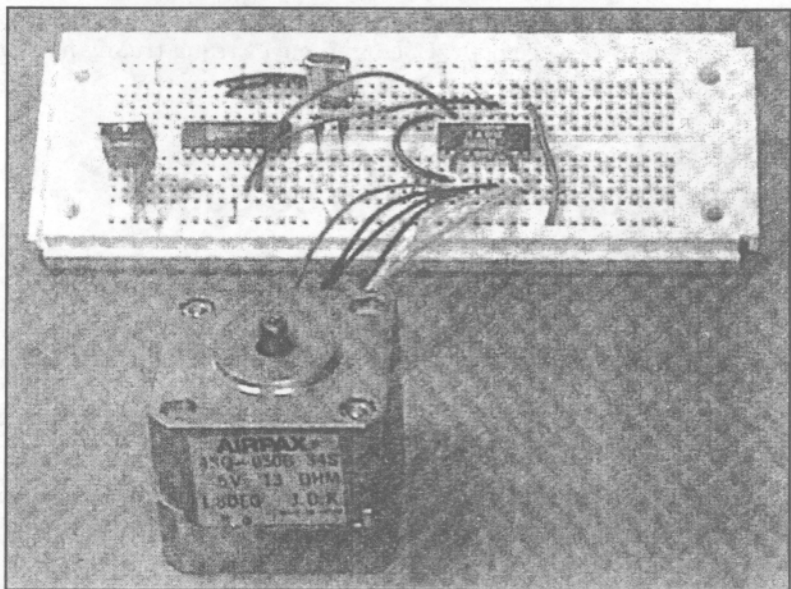
Bạn có thể thay đổi biến ti trong chương trình tùy theo tốc độ tinh thể tạo dao động PIC trong mạch. Bạn có thể thử nghiệm với biến ti cho đến khi tìm ra khoảng tốt nhất cho PIC của bạn.

Xử lý sự cố

Nếu động cơ không hoạt động, bạn hãy kiểm tra các diode. Cần bảo đảm chúng được lắp chính xác, quay theo hướng được minh họa trong sơ đồ.

Nếu động cơ bước có nhúc nhích và/hoặc rung, có thể do nhiều nguyên nhân.

1. Nếu bạn sử dụng nguồn điện từ ắc quy, ắc quy có thể quá yếu để cung cấp công suất cho động cơ. *Chú ý:* Ắc quy nhanh chóng cạn kiệt do các động cơ bước thường sử dụng dòng điện cao.
2. Nếu bạn thay transistor TIP 120 bằng loại transistor khác, transistor thay thế không thể chuyển mạch chính xác hoặc dòng điện của động cơ bước quá lớn. *Giải pháp:* Sử dụng các transistor TIP 120.
3. Nối dây động cơ bước với mạch điện không chính xác. Bạn hãy dùng ohm kế kiểm tra các cuộn dây và đấu nối lại dây điện nếu cần.
4. Tần số xung quá cao. Nếu các xung đến động cơ bước nhanh hơn khả năng đáp ứng của động cơ, động cơ sẽ hoạt động sai chức năng. Bạn có thể điều khiển tần số xung bằng biến ti trong



Hình 10.16. Bộ vi điều khiển và IC của động cơ bước.

10.16. UCN-4804 được cấp công suất bằng bộ nguồn DC 5V. Với bộ nguồn nội 5V, IC này có thể điều khiển các điện áp của động cơ bước đến 35V.

Chú ý, trong sơ đồ có hai điện trở được ghi nhãn “rx” và “ry” mà không cho biết giá trị điện trở. Tùy theo động cơ bước, bạn có thể sử dụng hoặc không sử dụng các điện trở này. Mục đích của chúng là giới hạn dòng điện qua động cơ bước đến 1.25A (nếu cần).

Bạn hãy quan sát động cơ bước 5V. Động cơ có điện trở cuộn dây là 13 ohm. Dòng điện của động cơ này là $5\text{ V}/13\text{ ohm} = 0.385\text{ A}$ (385 mA), thấp hơn định mức cực đại 1.25 A của UCN-5804. Vì vậy, trong trường hợp này, các điện trở rx và ry là không cần thiết và bạn có thể loại bỏ chúng ra khỏi sơ đồ.

Trước khi tiếp tục, bạn hãy xem xét trường hợp khác. Động cơ bước 12 V có điện trở pha (cuộn dây) là 6 ohm. Dòng điện tiêu thụ của động cơ là $12\text{ V}/6\text{ ohm} = 2\text{ A}$. Giá trị này cao hơn định mức dòng điện cực đại của UCN-5804. Để sử dụng động cơ bước này, bạn phải bổ sung các điện trở rx và ry. Giá trị của các điện trở rx và ry phải bằng nhau, để mỗi pha đều có moment quay giống nhau. Giá trị được chọn cho các điện trở phải giới hạn sự tiêu thụ dòng điện đến 1.25 A hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp này, bạn phải chọn các điện trở có giá trị tối thiểu là 4 ohm

(5 – 10 W). Khi được gắn các điện trở này, dòng điện tiêu thụ sẽ là 12 V/10 ohm = 1.20 A.

Các ngõ vào của UCN-5804 tương thích với CMOS (bán dẫn oxide – kim loại bù) và TTL (transistor – transistor logic). Điều này có nghĩa là bạn có thể nối trực tiếp các ngõ ra từ bộ vi điều khiển PIC với UCN-5804 và mong đợi thiết bị hoạt động chính xác. Tín hiệu vào của bước (chân 11) đến UCN-5804 do bộ vi điều khiển PIC tạo ra. Chân điều khiển ngõ ra này khi được giữ ở mức thấp sẽ cho phép động cơ bước hoạt động; khi được đưa lên mức cao, sẽ làm động cơ dừng.

Chân 10 và 14 trên UCN-5804 được điều khiển bằng công tắc để đưa các chân này đến mức logic cao hoặc thấp. Chân 10 điều khiển chế độ nửa bước hoặc toàn bước của động cơ bước, và chân 14 điều khiển chiều quay. Nếu muốn, bạn cũng có thể đặt các tùy chọn này dưới sự điều khiển của PIC. Các chân này được đưa đến mức logic cao hoặc thấp để kích hoạt các tùy chọn trên, tương tự chân điều khiển tín hiệu ra.

Dưới đây là chương trình PICBASIC để sử dụng IC động cơ bước chuyên dùng.

```
'Stepper motor with UCN-5804
Symbol TRISB = 134 'Initialize TRISB to 134
Symbol PortB = 6 'Initialize portb to 6
Poke TRISB,0 'Set PORTB lines output
low1 'Bring output enable low to run
start:
pulsout 0, 10000 'Send 10-ms pulse to UCN-5804
goto start 'Do again
```

Đây chỉ là chương trình cơ bản đơn giản để minh họa cách làm cho động cơ bước hoạt động. Tất nhiên, bạn có thể bổ sung các tùy chọn vào chương trình để thay đổi tần số xung, nối các chân điều khiển chiều và chế độ bước, v.v...

Danh mục linh kiện dùng cho bộ điều khiển động cơ bước

- ☐ (1) bộ vi điều khiển 16F84.
- ☐ (2) tụ điện 22 pF
- ☐ (1) tinh thể thạch anh 4.0 MHz.
- ☐ (1) điện trở 4.7K ohm, 1/4 W

- ☐ (1) đồng hồ định giờ 555
- ☐ (1) vi mạch UCN-5804 điều khiển động cơ bước.
- ☐ (1) động cơ bước [đơn cực (sáu dây)]
- ☐ (1) bộ biến áp giảm
- ☐ (6) diode 1N914
- ☐ (4) transistor TIP 120 NPN
- ☐ (1) bộ điều chỉnh điện áp (7805, 7812)
- ☐ (1) bộ chỉnh lưu 50V, 1A
- ☐ (1) tụ điện 150 μ F
- ☐ (1) vi mạch bộ đếm 4050 hex
- ☐ Các linh kiện khác: Để bản mạch không hàn.

Robot walker

Walker là loại robot bắt chước sự di chuyển của động vật và côn trùng. Về cơ bản, robot walker sử dụng các chân để di chuyển. Sự di chuyển bằng chân đã có cách đây hàng trăm triệu năm. Trái lại, bánh xe liên quan đến kiến thức mới, chỉ cách đây 7.000 đến 10.000 năm. Các bánh xe rất hữu dụng, nhưng chúng đòi hỏi bề mặt tương đối phẳng để chạy.

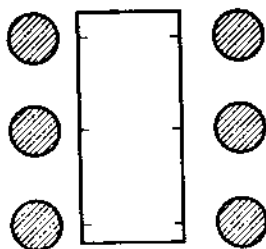
Các robot walker có khả năng vượt qua địa hình gồ ghề mà không một chiếc xe tiêu chuẩn nào có thể thực hiện được. Từ đó các nhà robot học phát triển robot walker.

Các walker tinh xảo bắt chước côn trùng, con cua, và đôi khi bắt chước con người. Walker hai chân tương đối khó, vì đòi hỏi khá nhiều kiến thức kỹ thuật. Chương này sẽ nói về robot walker sáu chân.

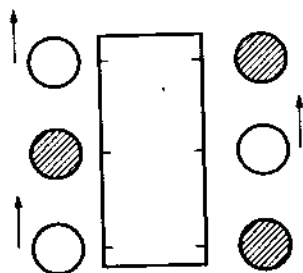
Sáu chân – kiểu đi ba chân

Mô hình sáu chân có thể biểu lộ kiểu đi ba chân mà đa số sinh vật có chân đều sử dụng. Trong các hình vẽ sẽ sử dụng ký hiệu, vòng tròn tối biểu diễn bàn chân đặt trên mặt đất và đỡ trọng lượng của sinh vật, vòng tròn sáng nghĩa là chân đang nhấc lên và chuyển động.

Hình 11.1 minh họa côn trùng ở tư thế nghỉ. Tất cả các chân đều đứng trên mặt đất. Từ tư thế nghỉ này côn trùng quyết định di chuyển về phía trước. Để bước về phía trước, côn trùng nhấc ba chân của nó (Hình 11.2, các vòng tròn trắng), trọng lượng bản thân tựa lên các chân còn lại (các vòng tròn tối). Chú ý, các chân đỡ trọng lượng cơ thể (các vòng tròn tối) bố trí theo dạng kiềng ba chân. Đây là tư thế đỡ trọng lượng cơ thể ổn định, côn trùng không thể ngã. Ba chân được nhấc lên (các vòng tròn trắng) tự do, và chúng di chuyển về phía trước.

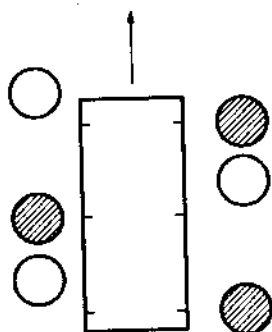


Hình 11.1. Kiểu đi ba chân, tư thế nghỉ.

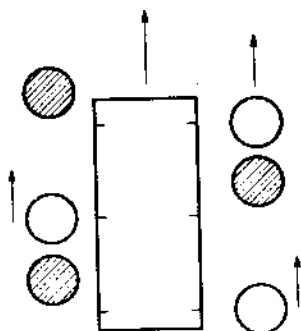


Hình 11.2. Kiểu đi ba chân, lần di chuyển thứ nhất về phía trước.

Hình 11.3 minh họa sự chuyển động của ba chân được nhắc lên. Ở điểm này, trọng lượng của côn trùng chuyển từ các chân đứng yên sang các chân chuyển động (Hình 11.4). Chú ý, trọng lượng của côn trùng vẫn được đỡ trên các chân ở tư thế kiễng ba chân. Bây giờ đến lượt ba chân khác di chuyển về phía trước và chu kỳ này lặp lại. Đây là kiểu đi ba chân, vì trọng lượng của côn trùng luôn luôn được đỡ trên các chân bố trí theo kiểu kiễng ba chân. Các bước đi của côn trùng 6 – chân luôn luôn theo bộ ba đối xứng ổn định trọng tâm cơ thể theo bộ ba, do đó rất cân bằng.



Hình 11.3. Kiểu đi ba chân, lần di chuyển thứ hai.



Hình 11.4. Kiểu đi ba chân, lần di chuyển thứ ba.

Chế tạo robot walker

Có nhiều loại walker đồ chơi, chuyển động các chân lên xuống và tới lui bằng cơ cấu cam quay. Tuy nhiên, nhiệm vụ của bạn là chế tạo walker không sử dụng cam quay để bắt chước các bước đi theo bộ ba chân luân phiên của côn trùng.

Bạn sẽ xây dựng một robot walker bắt chước kiểu đi ba chân. Walker được phác họa trong Chương này đòi hỏi tối thiểu ba động cơ trợ động. Có nhiều mẫu walker sáu chân và bốn chân đòi hỏi khả năng chuyển động (bậc tự do) của mỗi chân lớn hơn. Khả năng chuyển động của mỗi chân lớn hơn có nghĩa là chân cần nhiều thiết bị truyền động hơn. Nếu sử dụng thiết bị truyền động là động cơ trợ động, mỗi chân có thể cần đến hai, ba, hoặc bốn động cơ trợ động.

Sở dĩ có nhu cầu động cơ trợ động (thiết bị truyền động) nhiều như vậy là vì mỗi chân của walker cần tối thiểu hai trục (bậc) tự do. Một để chuyển động lên xuống và một để di chuyển tới lui.

Walker ba – trợ động

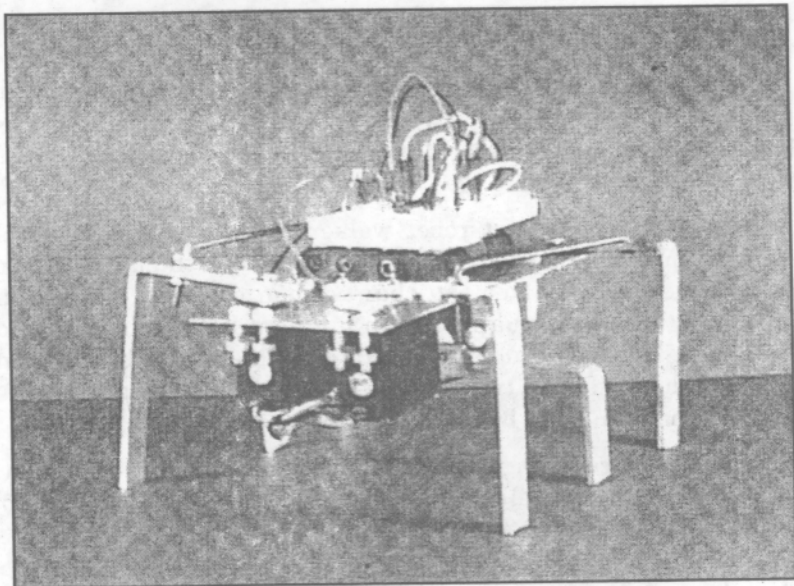
Robot walker được nêu trong phần này là sự kết hợp về thiết kế và chế tạo, nhưng chỉ cần ba động cơ trợ động. Mặc dù chỉ sử dụng ba động cơ, nhưng vẫn là walker có kiểu đi ba chân thực thụ. Bạn cần dùng ba động cơ trợ động có trọng lượng nhẹ HS300 (42 oz) và bộ vi điều khiển 16F84-04.

Chức năng

Trước khi đi sâu vào cấu trúc của robot walker, trước hết, bạn hãy quan sát robot hoàn thiện (Hình 11.5), và phân tích các bước đi của robot. Kiểu đi ba chân của robot này khá đơn giản, bạn có thể nghiên cứu để sáng tạo kiểu đi phức tạp và linh hoạt hơn.

Mặt trước của robot có hai động cơ trợ động. Mỗi động cơ trợ động điều khiển hai chân cùng phía với động cơ, chân trước và chân sau. Chân trước được gắn trực tiếp với rotor của động cơ trợ động và có khả năng chuyển động tới lui. Chân sau nối với chân trước thông qua cơ cấu bản lề. Cơ cấu bản lề làm cho chân sau tuân theo hoạt động của chân trước khi chuyển động tới lui.

Hai chân giữa được điều khiển bằng động cơ trợ động thứ ba. Động cơ trợ động này quay các chân giữa 20° đến 30° thuận (CW) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (CCW) để nghiêng robot về bên trái hoặc phải. Bạn hãy quan sát Hình 11.6. Robot bắt đầu ở tư thế nghỉ. Mỗi vòng tròn biểu



Hình 11.5. Walker sáu chân hoàn thiện.

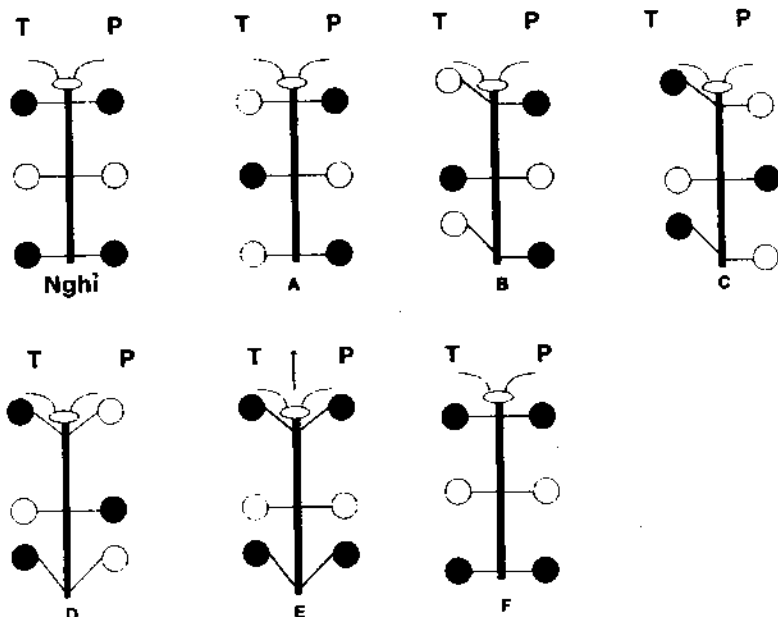
diễn một chân. Như phần trước, các vòng tròn tối minh họa các chân chịu trọng lượng robot. Chú ý, ở tư thế nghỉ, các chân giữa không đỡ trọng lượng. Các chân này ngắn hơn chân trước và chân sau $1/8$ ".

Ở tư thế A các chân giữa quay theo chiều kim đồng hồ khoảng 20° so với vị trí giữa. Điều này làm robot nghiêng về bên phải. Lúc này, trọng lượng phân bố lên chân trước và chân sau bên phải, và chân giữa bên trái. Đây là tư thế "kiềng ba chân" tiêu chuẩn đã trình bày ở phần trước. Do không có trọng lượng trên chân trước và chân sau bên trái, chúng tự do di chuyển về phía trước (Hình 11.6, tư thế B).

Ở tư thế C, các chân giữa quay ngược chiều kim đồng hồ khoảng 20° tính từ vị trí giữa, làm cho robot nghiêng về bên trái. Lúc này, trọng lượng phân bố trên chân trước và chân sau bên trái, và chân giữa bên phải. Do không có trọng lượng trên chân trước và chân sau bên phải, chúng tự do di chuyển về phía trước (Hình 11.6, tư thế D).

Ở tư thế E, các chân giữa quay ngược về vị trí giữa của chúng. Robot không bị nghiêng, vì vậy trọng lượng của nó được phân bố trên các chân trước và chân sau. Ở tư thế F, các chân trước và sau đồng thời chuyển động về phía sau làm cho robot di chuyển về phía trước. Sau đó, chu kỳ đi bộ này lặp lại.

Đây là kiểu đi thứ nhất. Còn nhiều kiểu đi khác mà bạn có thể



Hình 11.6. Sơ đồ đi bộ của sáu chân.

thiết kế, phát triển, và thử nghiệm; chẳng hạn, đi lùi, quay trái, và quay phải.

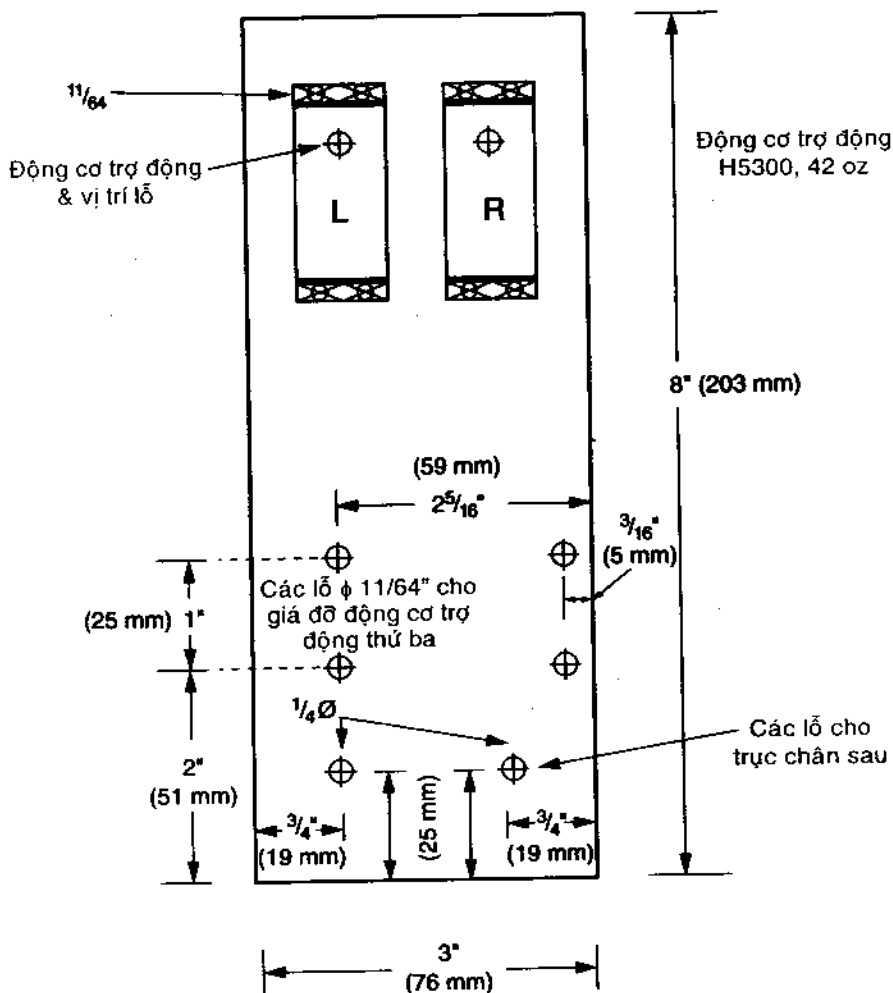
Chế tạo

Để làm thân chính của walker bạn có thể sử dụng nhôm tấm rộng 7.5 cm, dài 20 cm, và dày 0.08 cm (0.8 mm). Các động cơ trợ động được lắp vào mặt trước của thân walker (Hình 11.7). Bạn có thể sao chép hình vẽ các lỗ của động cơ trợ động được minh họa và áp lên tấm nhôm, nhằm định vị chính xác các lỗ dùng để lắp ráp động cơ trợ động.

Bốn lỗ đường kính 11/64" hơi lệch xuống dưới quá nửa thân chính dùng để lắp động cơ trợ động ở giữa. Bốn lỗ này lệch về bên phải. Điều này là cần thiết để đặt nắp của động cơ trợ động ngay giữa thân walker. Hai lỗ phía dưới dùng để lắp trực cố định cho hai chân sau.

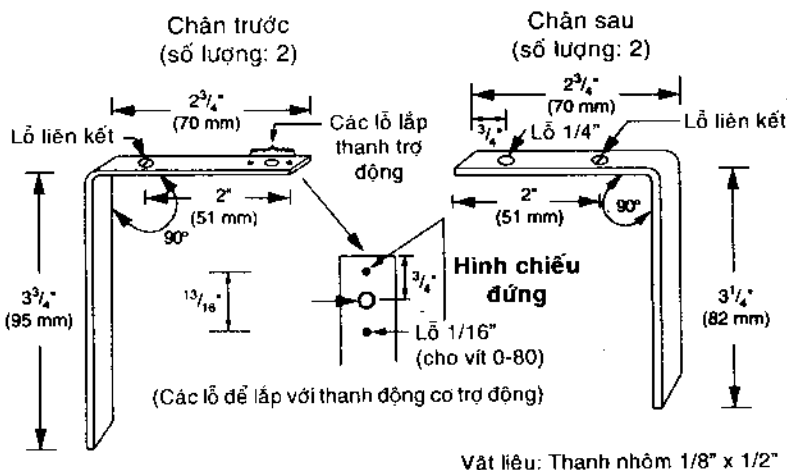
Bạn hãy dùng mũi đột đánh dấu lên tấm kim loại ở tâm từng lỗ định khoan. Điều này sẽ tránh mũi khoan bị trượt khi bạn khoan lỗ. Nếu không có mũi đột, bạn có thể dùng đầu nhọn của cái đinh để thay thế.

Chân của robot được chế tạo bằng thanh nhôm dày 3.2 mm và rộng 12.5 mm (Hình 11.8). Bạn khoan bốn lỗ vào hai chân trước. Hai



chân sau mỗi chân chỉ cần hai lỗ, một cho trục cố định và một cho bản lề. Bạn cũng cần lưu ý là các chân sau ngắn hơn các chân trước 6.25 mm, để bù chiều cao của động cơ trợ động có lắp nắp trên các động cơ trợ động phía trước, nơi các chân trước được gắn vào. Việc rút ngắn các chân sau làm cho bộ robot cân bằng hơn.

Sau khi khoan các lỗ, bạn cần uốn định hình thanh nhôm. Kẹp chặt thanh nhôm trong bàn kẹp (ê tô) ở vị trí 7 cm tính từ đầu có các lỗ khoan. Dùng lực để uốn thanh nhôm theo góc 90° . Bạn nên tác động lực

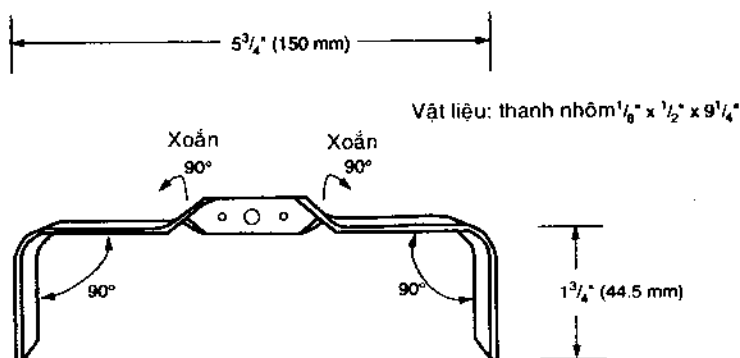


Hình 11.8. Chế tạo các chân trước và sau.

lên góc thanh nhôm, nơi gắn bàn kẹp. Điều này sẽ giúp bạn uốn chân robot theo góc 90° , trong khi vẫn giữ phần dưới của chân thẳng.

Các chân giữa được chế tạo từ một thanh nhôm (Hình 11.9). Khi được lắp vào robot, các chân giữa ngắn hơn chân trước và chân sau khoảng 3 mm. Vì vậy khi được bố trí ở giữa, các chân này không mang trọng lượng. Các chân giữa dùng để nghiêng robot về bên trái hoặc phải, bằng cách quay động cơ trợ động ở giữa trong khoảng $\pm 20^\circ$.

Để chế tạo các chân giữa, trước hết bạn khoan các lỗ gá lắp ở giữa thanh nhôm $1/8" \times 1/2" \times 9.5"$. Kẹp chặt thanh nhôm vào bàn kẹp. Đinh bàn kẹp phải kẹp chặt thanh nhôm ở vị trí cách tâm thanh nhôm $3/4"$.



Hình 11.9. Chân giữa.

Bạn dùng kìm kẹp chặt thanh nhôm, ở vị trí cách bàn kẹp khoảng $\frac{1}{2}$ " về phía trên, từ từ vặn thanh nhôm đến 90° . Bạn không nên xoắn nhanh, vì có thể làm gãy thanh nhôm. Lắp lại động tác xoắn trên phía bên kia lỗ tâm.

Sau khi thực hiện hai lần xoắn 90° , bạn uốn góc 90° cho chân này, như đã làm ở phần trước trên các chân trước và chân sau.

Lắp ráp động cơ trợ động

Các động cơ trợ động phía trước được gắn với thân nhôm của robot bằng các vít máy 6-32 bằng plastic và đai ốc. Lý do phải sử dụng các vít plastic là chúng hơi dẻo, cho phép các lỗ khoan lệch tâm chút đỉnh so với các lỗ gá lắp trên động cơ trợ động.

Các chân được gắn với nắp plastic của động cơ trợ động, bạn có thể sử dụng các vít máy 0-80 và đai ốc. Khi lắp nắp lên động cơ trợ động, bạn cần bảo đảm các chân đều có thể di chuyển tới lui một khoảng bằng nhau tính từ vị trí thẳng đứng.

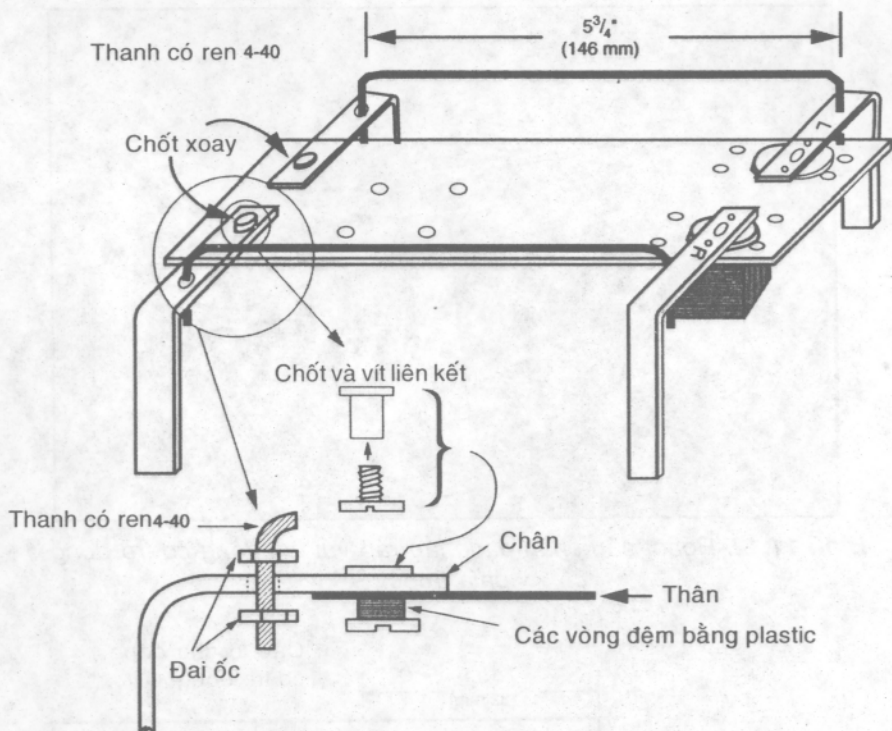
Cơ cấu bản lề

Cơ cấu bản lề giữa các chân trước và sau được chế tạo bằng thanh 4-40 có ren (Hình 11.10). Trong robot nguyên mẫu cơ cấu bản lề có khoảng cách tâm – tâm là 5.75" (146 mm). Cơ cấu này được lắp vào các lỗ trên các chân trước và sau, và được cố định bằng các đai ốc lục giác 4-40.

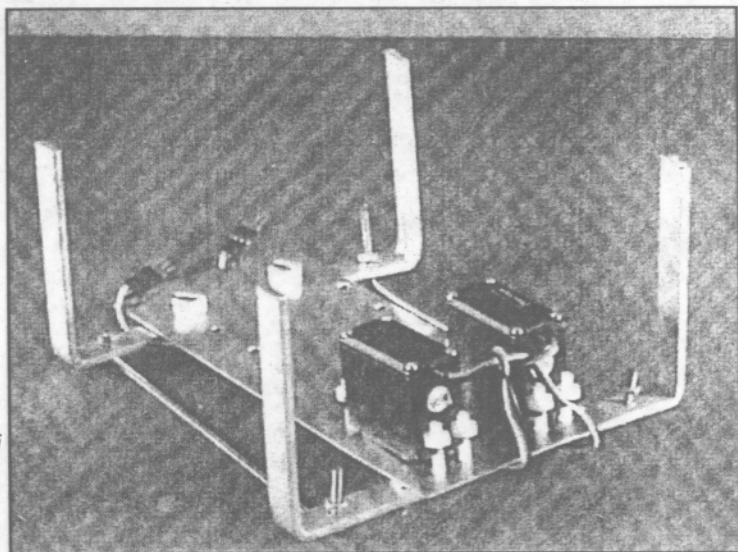
Bạn phải gắn các chân sau vào thân robot trước khi lắp cơ cấu bản lề. Chốt xoay các chân sau được chế tạo từ trụ ghép $\frac{3}{8}$ " và vít. Chân sau được lắp ráp như trên Hình 11.10. Các vòng đệm (long đền) bằng plastic bên dưới thân robot là cần thiết. Chúng chiếm khoảng trống giữa thân nhôm của robot và đầu vít, giúp giữ chân sau sát với thân robot mà không làm lún thân robot. Lý do để bạn chọn vòng đệm plastic là vòng đệm này có ít ma sát. Bạn không nên dùng loại vòng đệm tạo ra lực ràng buộc chân sau với thân robot. Mỗi ghép phải cho phép chốt xoay dễ dàng. Bạn hãy quan sát các Hình 11.11 và 11.12 để hình dung robot walker sáu chân.

Động cơ trợ động ở giữa

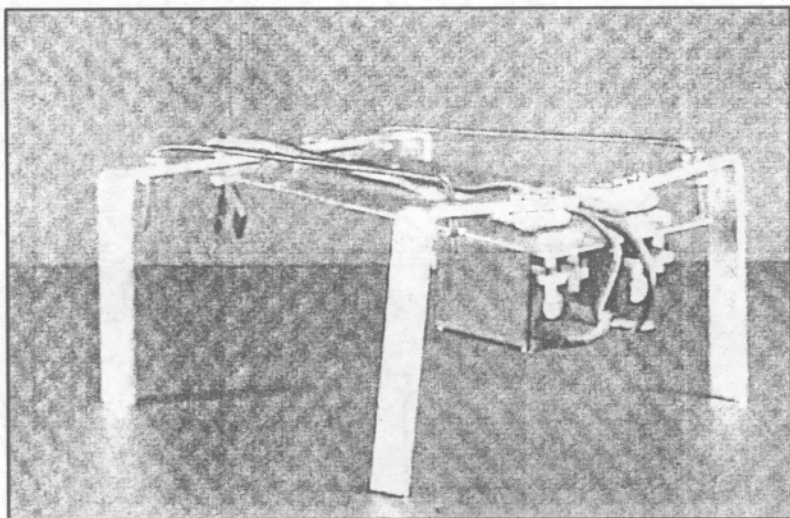
Việc gắn động cơ trợ động ở giữa vào thân robot cần có hai giá đỡ chữ L (Hình 11.13). Bạn hãy khoan các lỗ vào bản nhôm, sau đó uốn theo góc 90° để tạo thành các giá đỡ chữ L. Bạn dùng vít và đai ốc plastic gắn hai giá đỡ chữ L với động cơ trợ động ở giữa (Hình 11.14). Tiếp theo, bạn lắp cụm động cơ trợ động vào dưới thân robot. Canh bốn lỗ trên thân



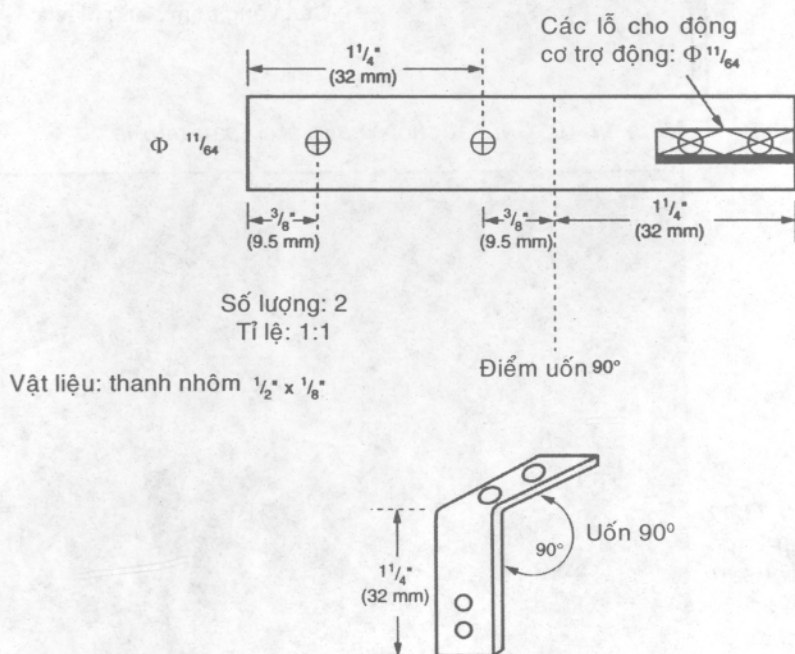
Hình 11.10. Chi tiết chốt xoay và cơ cấu bản lề.



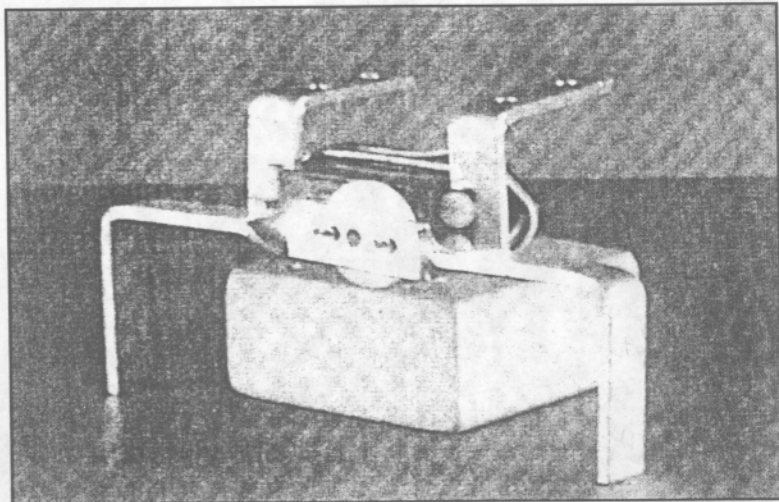
Hình 11.11.
Mặt dưới
robot sáu
chân với hai
động cơ trợ
động phía
trước.



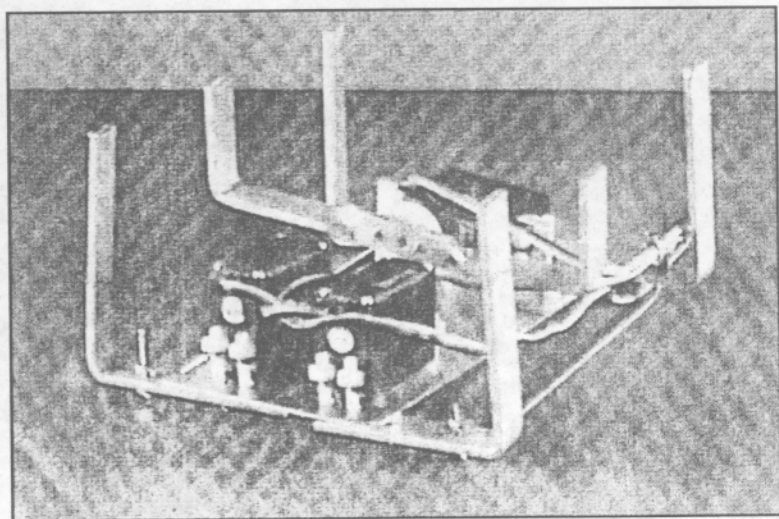
Hình 11.12. Robot sáu chân đang lắp ráp với hai động cơ trợ động ở phía trước.



Hình 11.13. Giá đỡ động cơ trợ động ở giữa.

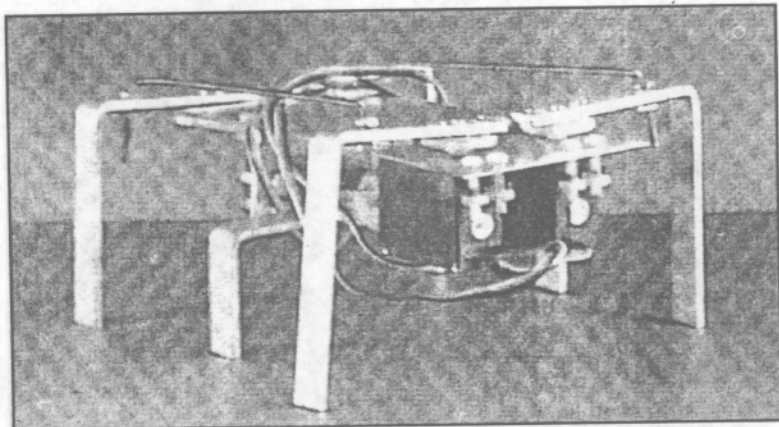


Hình 11.14. Động cơ trợ động ở giữa có gắn giá đỡ và các chân giữa.



Hình 11.15. Mặt dưới của walker sáu chân với ba động cơ trợ động.

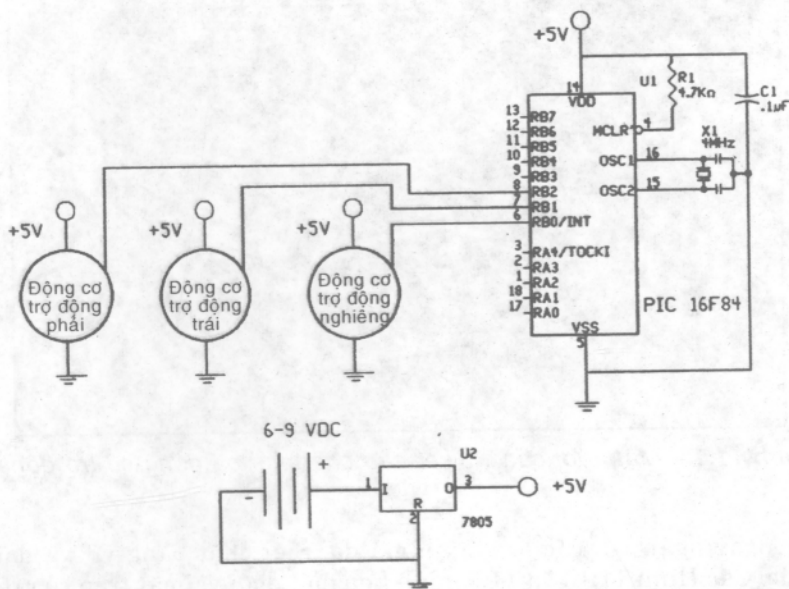
robot ngay ngắn với các lỗ ở đỉnh giá đỡ. Siết chặt bằng vít và đai ốc plastic. Các Hình 11.15 và 11.6 minh họa mặt dưới và mặt trên của robot sáu chân.



Hình 11.16. Walker sáu chân sẵn sàng lắp các mạch điều khiển.

Mạch điện tử

Hình 11.17 minh họa sơ đồ dùng cho các động cơ trợ động và bộ vi điều khiển PIC. Chú ý, hộp pin 6V cung cấp công suất cho bộ vi điều khiển và các động cơ trợ động. Hộp pin 6V sử dụng 4 pin AA. Mạch điện của bộ vi điều khiển được xây dựng trên đế bản mạch nhỏ không hàn.



Hình 11.17. Sơ đồ điện của walker sáu chân.

Hộp pin và mạch điện được đặt trên đỉnh thân nhôm của robot. Hình 11.5 minh họa walker hoàn chỉnh sẵn sàng hoạt động.

Chương trình của bộ vi điều khiển

Bộ vi điều khiển 16F84 điều khiển ba động cơ trợ động. Có nhiều đường truyền nhập/xuất (I/O) và không gian lập trình được dành riêng để cải thiện và bổ sung cho walker cơ bản, đang chờ sự sáng tạo của bạn

Chương trình PICBASIC

```
'Hexapod walker
' The connections
' Left servo motor      Pin RB1
' Right servo motor     Pin RB2
' Tilt servo motor      Pin RB0
' Moves in forward direction only

start:
FOR B0 = 1 TO 60
    pulsout 0,155      ' Start by tilting CW, lift right side
    pulsout 1,145      ' Keep left legs back
    pulsout 2,145      ' Bring right legs forward
    pause 18
NEXT B0
FOR B0 = 1 TO 60
    pulsout 0,190      ' Tilt CW, lift left side
    pulsout 1,200      ' Bring left legs forward
    pulsout 2,145      ' Keep right legs forward
    pause 18
NEXT B0
for b0 = 1 to 15
    pulsout 0,172      ' No tilt
    pulsout 1,200      ' Keep left legs forward
    pulsout 2,145      ' Keep right legs forward
    pause 18
next b0
for b0 = 1 to 60
    pulsout 0,172      ' No tilt
    pulsout 1,145      ' Bring left legs back
    pulsout 2,200      ' Bring right legs back
    pause 18
next b0
goto start
```

Không phải tất cả động cơ trợ động đều giống nhau hoặc đáp ứng theo đồng nhất với cùng một lệnh pulsout. Các động cơ trợ động bạn mua để chế tạo robot có lẽ sẽ khác chút ít so với động cơ người khác sử dụng. Bạn hãy ghi nhớ, các lệnh pulsout điều khiển vị trí của động cơ trợ động có thể cần điều chỉnh. Bạn hãy điều chỉnh giá trị số của lệnh pulsout để bù cho các động cơ trợ động được sử dụng trong robot walker sáu chân của bạn.

Mặc dù chương trình này chỉ cung cấp chuyển động tiến về phía trước, nhưng với một chút thử nghiệm và sáng tạo, bạn có thể làm cho robot này quay trái hoặc phải và đi thụt lùi. Vài công tắc cảm biến ở phía trước có thể thông báo cho robot biết khi đụng phải chướng ngại vật.

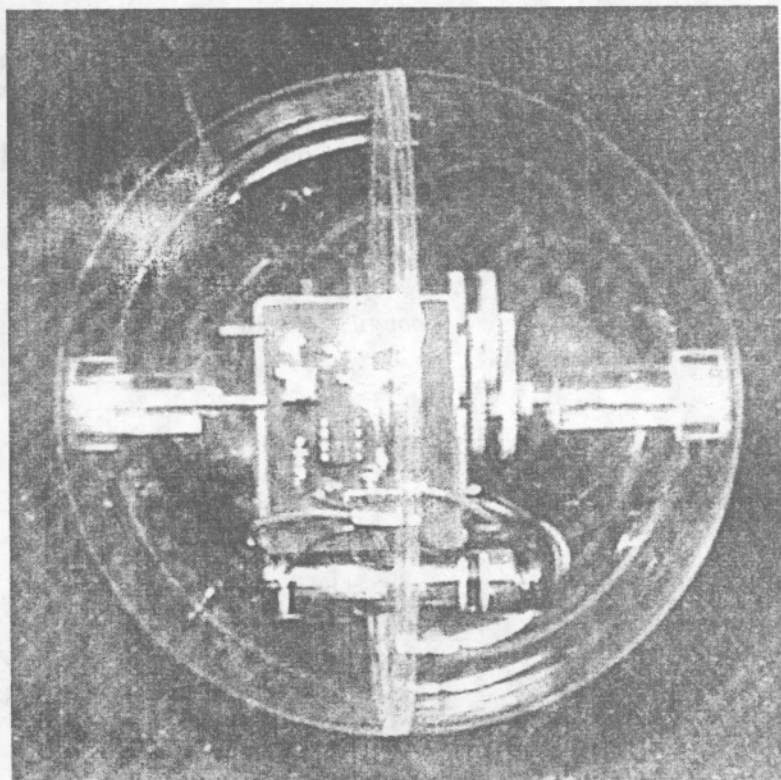
Danh mục linh kiện dùng cho robot walker

- ☐ Các động cơ trợ động.
- ☐ Các bộ vi điều khiển 16F84.
- ☐ Các thanh nhôm.
- ☐ Các tấm nhôm.
- ☐ Các thanh có ren 4-40 và đai ốc.
- ☐ Các ốc máy, đai ốc, và vòng đệm bằng plastic.

Robot quả cầu mặt trời

Ý tưởng về loại robot này bắt nguồn từ Richard Weait ở North York, Toronto. Richard đã sáng tạo một robot tìm kiếm ánh sáng bên trong quả cầu trong suốt. Gần đây, Dave Hrynkiw ở Calgary, Canada, đã chọn quả cầu và phát triển hàng loạt robot hình quả cầu mặt trời di chuyển về hướng ánh sáng.

Robot di động này có hai đặc tính đáng chú ý (Hình 12.1). Thứ nhất là phương pháp vận động. Bên trong quả cầu có một hộp số. Một đầu của trục hộp số được khóa chặt với mặt trong của quả cầu trong suốt.



Hình 12.1. Robot quả cầu mặt trời.

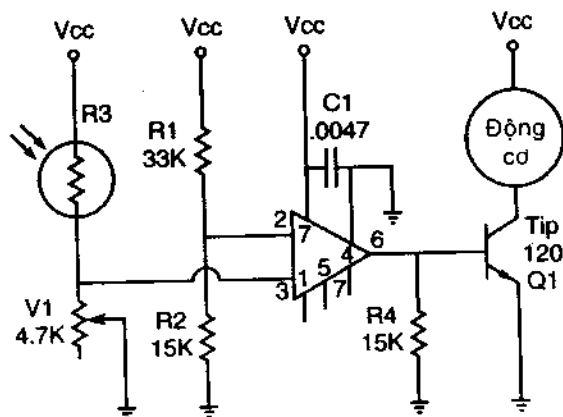
Trục bị khóa này không thể quay, buộc hộp số tự quay. Hộp số nặng sẽ làm trọng tâm của quả cầu lệch về phía trước. Nhờ vậy, quả cầu di chuyển về phía trước.

Khi đứng yên, trọng lượng hộp số sẽ giữ hộp số ở đáy điểm chết (hộp số quay xuống), và quả cầu không bị lăn, về nguyên tắc, tương tự đồ chơi “bắt đảo ông” của người Hoa. Khi được kích hoạt, hộp số bắt đầu quay bên trong quả cầu. Điều này sẽ di chuyển trọng tâm của quả cầu về phía trước, làm cho quả cầu lăn về phía trước.

Đặc tính thứ hai liên quan đến nguồn cung cấp công suất cho hộp số. Các robot mặt trời đầu tiên có nguồn công suất onboard cung cấp công suất gián đoạn cho hộp số (Chương 3). Nguồn công suất onboard gồm pin mặt trời, tụ điện chính, và mạch dao động chậm (mạch kích hoạt). Khi được mặt trời chiếu sáng, pin mặt trời bắt đầu nạp điện cho tụ chính của mạch điện trong robot. Khi tụ điện đạt đến điện áp nhất định, mạch kích hoạt tiêu thụ điện năng tích lũy qua động cơ hiệu suất cao được nối với hộp số, làm cho robot nhích về phía trước.

Robot quả cầu mặt trời cũng sử dụng bộ hộp số tương tự, nhưng có nguồn điện từ hai pin AA tiêu chuẩn. Nhược điểm của các pin là phải thay thế khi chúng hết điện. Tuy nhiên, chúng cũng có ưu điểm là cung cấp công suất liên tục cho robot, cho phép bạn dễ dàng nghiên cứu hành vi (chủ yếu là tính hướng quang), sự vận động, di chuyển của robot.

Với robot quả cầu mặt trời, nhà robot học phải sử dụng kỹ thuật nhiếp ảnh để nghiên cứu các hiệu ứng này. Việc nạp điện cho tụ điện mất khoảng vài phút, tùy theo cường độ ánh sáng mặt trời. Khi điện năng được phóng vào động cơ, robot tiến về phía trước một đoạn ngắn.



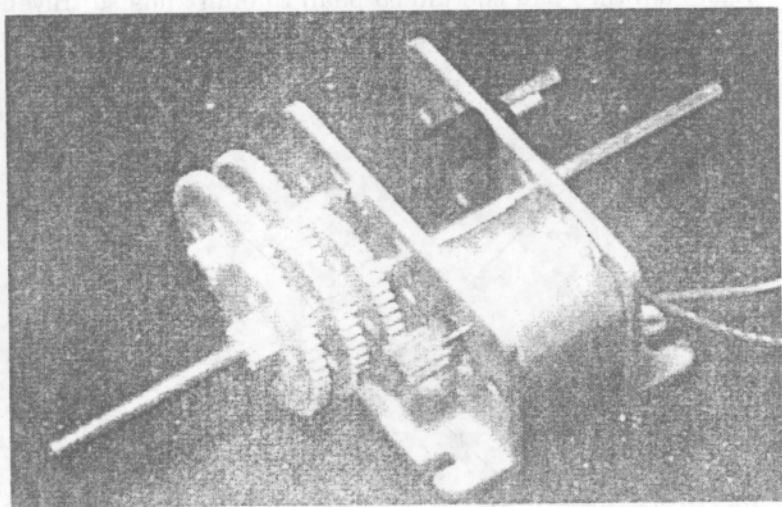
Hình 12.2. Sơ đồ mạch điện của quả cầu mặt trời.

Ví dụ, 10 giờ chuyển động của quả cầu mặt trời nguyên thủy có thể được rút ngắn trong vài phút nghiên cứu với robot này.

Mặc dù robot này không kết hợp linh kiện điện tử cho nguồn công suất onboard, nhưng vẫn sử dụng bộ kích hoạt ánh sáng. Mạch điện được trình bày trên Hình 12.2 điều khiển công suất từ các pin đến động cơ hộp số. Mạch này đo mức chiếu sáng mà robot nhìn thấy. Nếu mức ánh sáng đủ cao, mạch điện nối kết động cơ với hộp số. Mức nhả động cơ và hộp số của mạch do người dùng điều chỉnh bằng chiết áp kế V1.

Hộp số

Trước khi nghiên cứu cách chế tạo robot, trước hết bạn hãy quan sát hộp số (Hình 12.3). Về hình dạng, hộp số này nhỏ hơn so với nhiều hộp số khác và dễ dàng lắp ráp vào bên trong quả cầu, có tỉ số truyền là 1000:1. Tỉ số truyền càng cao, robot sẽ di chuyển càng chậm. Bạn có thể sử dụng hộp số bất kỳ có thể lắp và quay bên trong quả cầu trong suốt có đường kính 5.5" (139 mm). Bạn hãy chọn hộp số có tỉ số truyền cao để có tốc độ quay thấp (7 v/ph).



Hình 12.3. Hộp số có tỉ số truyền 1000:1.

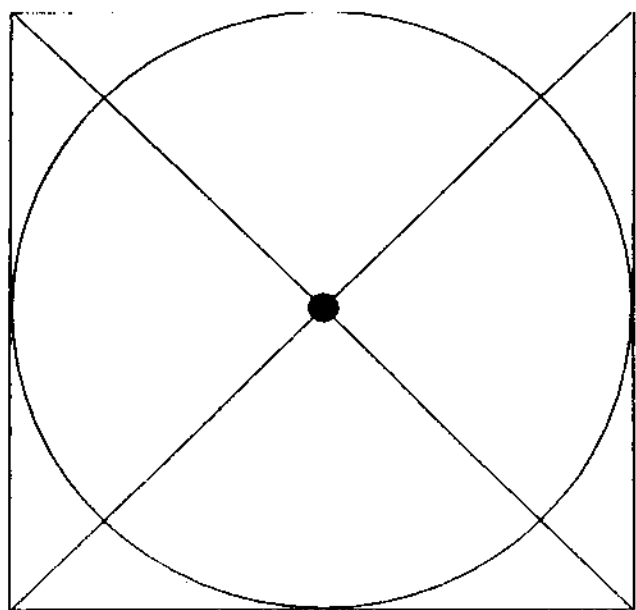
Chế tạo robot

Vỏ robot là bộ phận đầu tiên bạn cần quan tâm. Vỏ phải trong suốt và đủ lớn để giữ hộp số và các linh kiện điện tử. Vỏ của quả cầu được

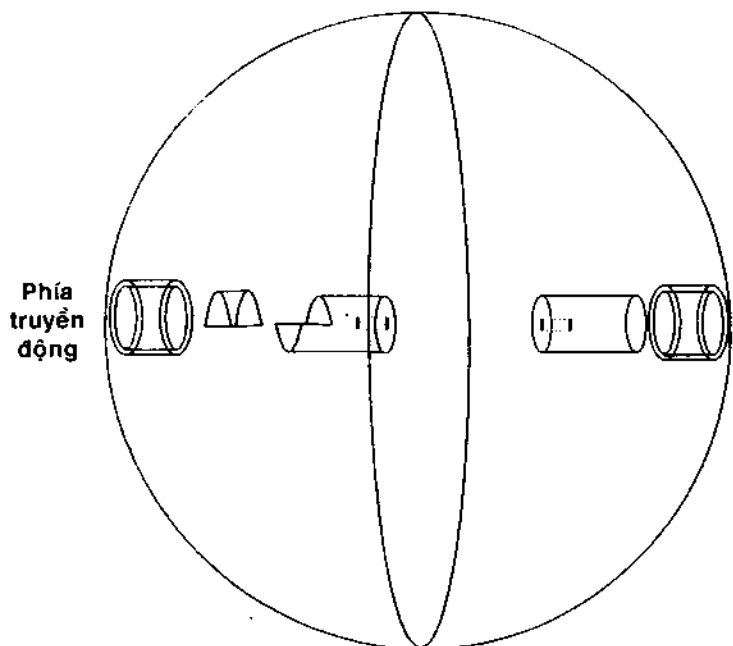
trình bày trong Chương này có đường kính 5.5". Các quả cầu trong suốt gồm hai phần gắn với nhau thường có trong nhiều cửa hàng đồ chơi và đồ thủ công. Chúng thường được dùng để dựng các đồ trang trí trong ngày lễ. Vỏ plastic rất dễ vỡ. Bạn không nên cho robot của mình lên xuống cầu thang, vì chắc chắn robot sẽ vỡ.

Bạn hãy tách riêng hai nửa của vỏ. Công việc đầu tiên là xác định tâm của mỗi nửa hình cầu. Đây là vị trí nối kết các trục hộp số. Để tìm tâm, bạn hãy vẽ một vòng tròn theo chu vi của vỏ lên giấy, sau đó vẽ hình vuông bao quanh hình tròn bạn vừa vẽ sao cho hình tròn tiếp xúc với bốn cạnh của hình vuông (Hình 12.4). Bạn tiếp tục vẽ các đường chéo từ các góc của hình vuông. Điểm giao nhau của hai đường chéo được gọi là tâm chết. Cuối cùng bạn hãy dùng băng keo dán tờ giấy này lên miếng gỗ dày khoảng 12 mm và khoan một lỗ nhỏ ở tâm chết. Sau đó, bạn đặt một chốt nhỏ, dài khoảng 64 mm, vào lỗ khoan, bảo đảm chốt thẳng góc với miếng gỗ. Đặt nửa quả cầu lên miếng gỗ, điều chỉnh sao cho chu vi của quả cầu ngay đường tròn bạn đã vẽ; chốt sẽ xác định tâm của nửa quả cầu này khá chính xác. Đánh dấu tâm của nửa quả cầu này, sau đó đánh dấu tâm trên nửa quả cầu kia.

Bước tiếp theo bạn chế tạo bộ phận cố định khóa sự truyền động bên trong quả cầu để ngăn không cho trục hộp số quay tự do. Khi trục bị



Hình 12.4. khai triển để tìm tâm vòng tròn.



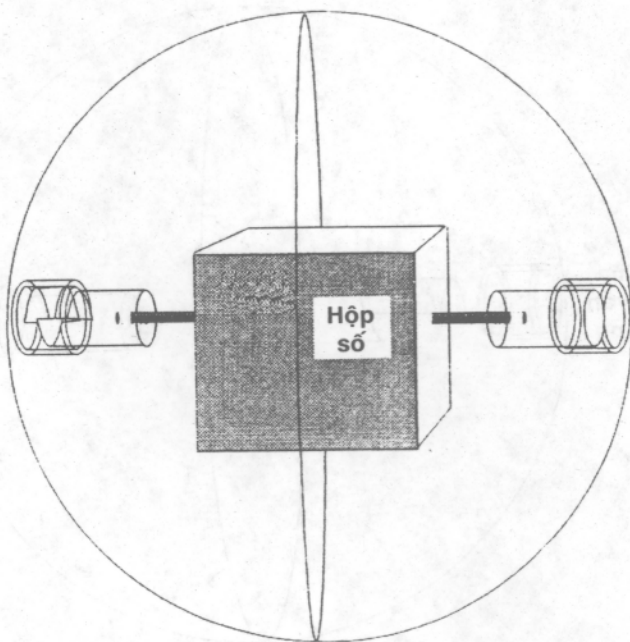
Hình 12.5. Các bộ phận truyền động của quả cầu trong suốt.

khóa sẽ buộc hộp số quay bên trong quả cầu, làm thay đổi trọng tâm và robot di chuyển. Bộ phận cố định truyền động phải cho phép quả cầu gắn kết hoặc nhả tùy ý. Hệ thống gợi ý được minh họa trên Hình 12.5 và 12.6. Mặc dù các bộ phận truyền động của robot được trình bày ở đây làm bằng plastic trong suốt, nhưng bạn có thể chế tạo các bộ phận này bằng các vật liệu khác, chẳng hạn đồng thau và gỗ.

Bộ phận thứ nhất là một đoạn ống ngắn có đường kính ngoài (OD) khoảng 16 mm, đường kính trong (ID) khoảng 12.5 mm, và dài khoảng 10 mm. Đoạn ống này được gắn với tâm của nửa quả cầu, sử dụng các dấu hướng dẫn bạn đã ghi.

Bên trong đoạn ống này, bạn dùng keo gắn nửa vòng tròn có đường kính 12.5 mm và dài khoảng 10 mm. Bạn có thể gắn mảnh này vào mặt trong của đoạn ống nêu trên, trước khi dùng keo gắn đoạn ống vào trong quả cầu.

Tiếp theo, bạn cắt một đoạn ngắn từ thanh đường kính 12.5 mm. Ở một đầu của thanh này bạn dùng cửa tay cắt bỏ phần nửa dài khoảng 10 mm. Trước hết bạn cắt dọc qua tâm của thanh khoảng 10 mm. Sau đó bạn cửa ngang để loại bỏ nửa này. Bạn hãy kiểm tra để chắc chắn trục



Hình 12.6. Cách bố trí hộp số bên trong quả cầu.

này dễ dàng lắp vào đoạn ống 10 mm có gắn nửa vòng tròn bên trong nửa quả cầu nêu trên. Nếu không, bạn hãy giữa đầu cắt cho đến khi lắp vừa với đoạn ống đó. Ở đầu kia của thanh này, bạn khoan một lỗ ở tâm để gắn trục hộp số.

Chú ý: Bạn không cần chế tạo trục thứ hai có liên kết truyền động. Liên kết truyền động đơn cũng làm việc tốt như liên kết đôi.

Với nửa quả cầu thứ hai, công việc của bạn dễ dàng hơn. Bạn dùng keo gắn một đoạn ống có OD là 16 mm, ID là 12.5 mm vào tâm của nửa quả cầu này, sử dụng dầu hướng dẫn bạn đã ghi. Cắt một đoạn thanh đường kính 12.5 mm. Bạn hãy kiểm tra để chắc chắn trục này dễ dàng lắp vào đoạn ống có OD 16 mm vừa nêu. Nếu không, bạn dùng giấy nhám 100-grit quấn quanh đầu trục với chiều dài khoảng 12.5 mm, rồi vận giấy nhám quanh trục để đánh bóng cho đến khi đầu trục này dễ dàng tháo lắp với đoạn ống nêu trên. Tiếp theo, phía đầu đối diện, bạn khoan lỗ ở tâm trục này để lắp trục hộp số.

Để định vị hộp số ở tâm quả cầu, bạn hãy đặt trục hộp số vào thanh nói trên, sau đó đặt thanh này vào đoạn ống gắn trên nửa mặt cầu của quả cầu.

Vị trí của hộp số tải ở đúng tâm quả cầu. Trên trục hộp số, bạn đánh dấu độ dài trục hộp số phải cắm vào thanh plastic (thanh đặc). Tháo trục hộp số ra. Trộn một lượng nhỏ hỗn hợp keo epoxy hai thành phần. Bôi hỗn hợp keo epoxy lên trục hộp số và cắm vào thanh plastic. Chờ cho keo khô trước khi tiếp tục.

Sau khi keo trên trục thứ nhất đã khô, bạn bôi keo lên thanh plastic thứ hai trên phía đối diện với trục hộp số, rồi định vị thanh có bôi keo vào nửa mặt cầu. Lắp thanh plastic thứ hai lên trục đối diện. Lắp nửa quả cầu thứ hai với nửa thứ nhất. Xác định độ sâu mà trục hộp số phải cắm vào thanh plastic thứ hai và cộng thêm sai số khoảng 3 mm. Bôi keo và chờ khô. Bạn hãy kiểm tra công việc của mình trong khi keo trên trục thứ hai chưa kịp khô để bảo đảm bạn có thể đóng quả cầu một cách chính xác.

Mạch điện tử

Mạch điện tử là công tắc đóng ngắt được kích hoạt bằng ánh sáng. Khi mức ánh sáng của môi trường thấp (điều chỉnh được), mạch điện tử sẽ ngắt công suất đến hộp số. Bạn có thể điều chỉnh độ nhạy của mạch này bằng chiết áp kế V1.

Nếu không muốn mua hoặc chế tạo bản mạch in (PCB), bạn có thể thực hiện mạch này bằng cách nối dây và lắp ráp lên bản mạch bình thường.

Nguyên lý làm việc của mạch điện tử

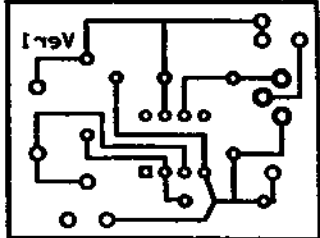
Mạch này định dạng op-amp CMOS theo là bộ so sánh điện áp giám sát hai giá trị điện áp vào. Một điện áp được xác lập là điện áp quy chiếu, "Vref". Điện áp thứ hai là điện áp vào, "Vin", đó là điện áp sẽ được so sánh. Khi điện áp Vin cao hoặc thấp hơn Vref, ngõ ra của bộ so sánh (chân 6) thay đổi trạng thái.

Hai điện áp này được đưa vào các chân 2 và 3. Chân 2 (ngõ vào đảo) được nối với điện áp quy chiếu, xấp xỉ 1.5 V, bằng cách sử dụng bộ chia điện áp đơn giản gồm các điện trở R1 và R2.

Điện trở cảm quang R3 tạo thành bộ phân chia điện áp khác cùng với chiết áp kế V1 được nối với ngõ vào thuận (chân 3) của op-amp.

Giữa ngõ ra (chân 6) và hai ngõ vào (chân 2 và 3) không cần điện trở hồi tiếp. Điều này buộc op – amp phải vận hành theo độ lợi vòng hở.

Quang điện trở cadmium – sulfide (CdS) được sử dụng làm bộ cảm biến ánh sáng. Quang điện trở thay đổi giá trị điện trở tỉ lệ với cường độ



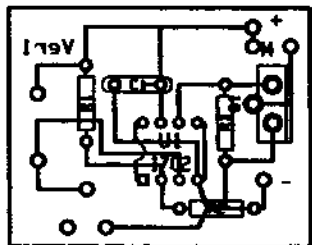
Hình 12.7. Mặt sau bản mạch in.

ánh sáng chiếu lên bề mặt của chúng. Tế bào CdS có điện trở lớn nhất khi ở trong vùng tối hoàn toàn. Khi cường độ ánh sáng tăng, giá trị điện trở của quang điện trở giảm. Trong mạch điện này, tế bào CdS là một phần của bộ chia điện áp. Điện trở của tế bào CdS thay đổi sẽ làm thay đổi độ sụt áp qua chiết áp kế V1 được nối với chân 3. Khi cường độ ánh sáng tăng, giá trị điện trở của tế bào CdS giảm, dẫn đến tăng độ sụt áp qua chiết áp kế. Độ sụt áp gia tăng này được xem như điện áp tăng. Bạn có thể xác lập điện áp kích hoạt cho các mức ánh sáng khác nhau bằng cách sử dụng chiết áp kế.

Mạch điện tử không phải là thành phần cốt yếu. Bạn có thể chế tạo mạch này bằng cách hàn điểm – điểm trên bản mạch bình thường. Bạn có thể mua hoặc tự chế tạo bản mạch in (Hình 12.7). Cách bố trí các bộ phận trên bản mạch in được minh họa trên Hình 12.8.

Sau khi hoàn tất mạch điện tử, bạn sử dụng chiết áp kế V1 để điều chỉnh mức sáng kích hoạt mạch này. Bạn hãy thực hiện các nối kết tạm thời với động cơ của hộp số bằng các dây điện có đầu kẹp cá sấu. Công suất cung cấp cho mạch điện tử và hộp số được lấy từ hai pin AA, và hộp pin AA gắn chặt bằng keo với mặt sau hộp số trong lúc lắp ráp hoàn chỉnh. Bạn nên bảo đảm hộp pin có kẹp để dễ ngắt và nối với nguồn công suất.

Khi điều chỉnh mức ánh sáng, bạn sử dụng mức ánh sáng thấp để kích hoạt robot. Khi robot ở trên sàn nhà, nếu mức ánh sáng được xác lập quá cao, robot sẽ dừng khi đi qua bóng râm.



Hình 12.8. Cách bố trí các bộ phận trên bản mạch in.

Lắp ráp robot

Sau khi điều chỉnh mạch điện tử, bạn chuẩn bị lắp ráp hoàn chỉnh. Dùng keo gắn hộp pin AA vào mặt sau hộp số, không để keo dính vào bánh răng. Dùng keo gắn bản mạch điện tử vào mặt trước hộp số, xin nhắc lại, không để keo dính vào bánh răng. Nối kết nguồn công suất. Tại thời điểm này, có lẽ hộp số sẽ bắt đầu quay. Để lắp cơ cấu này vào trong robot, bạn hãy mang tất cả các bộ phận vào phòng tối để khử hoạt động của mạch điện tử. Lắp toàn bộ cụm này vào trong quả cầu.

Bạn hãy mang robot ra chỗ sáng. Hộp số sẽ chuyển sang trạng thái hoạt động. Đặt robot lên sàn nhà. Robot sẽ di chuyển về hướng ánh sáng. Nếu robot di chuyển theo chiều ngược lại, bạn hãy dừng robot, tháo hộp số và mạch điện tử ra, đảo ngược các dây điện dẫn đến đến động cơ.

Sự di chuyển

Có thể bạn sẽ nghĩ rằng robot này dễ dàng bị mắc kẹt. Nhưng không. Khi robot đi vào góc tường và dừng lại, hộp số bên trong bắt đầu lúc lắc, nỗ lực nâng trọng lượng của nó qua tử điểm thượng và di chuyển robot ra khỏi góc.

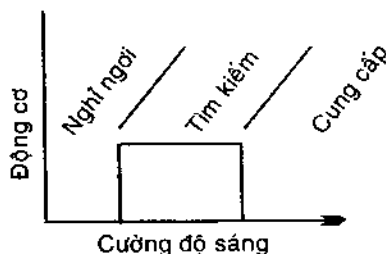
Nâng cấp thiết kế

Việc sử dụng cơ cấu lái cho robot để theo dõi nguồn sáng có thể là lĩnh vực nghiên cứu hay trong việc nâng cao thiết kế tổng thể. Mặc dù cơ cấu lái nhỏ, không đủ nặng để quay robot theo hướng bất kỳ một cách nhanh chóng. Ngoài ra, trên đường dài, các yếu tố khác (địa hình, chướng ngại vật, ...) sẽ tác động đến hướng của robot.

Bổ sung module ứng xử cao cấp

Khi đang đứng, nếu môi trường xung quanh đạt đến mức sáng nhất định, robot sẽ chuyển sang trạng thái hoạt động. Bạn có thể bổ sung chế độ ứng xử cao hơn, nạp điện, bằng cách lắp thêm vài linh kiện khác (hai tế bào mặt trời và các diode dẫn hướng) và mạch so sánh thứ hai. Mạch so sánh thứ hai sẽ khử hoạt động của động cơ khi mức chiếu sáng đủ cao, cho phép các tế bào mặt trời nạp điện cho các pin AA (NiCd).

Hình 12.9 minh họa cách ứng xử này. Khi mức ánh sáng thấp, robot không hoạt động (chế độ nghỉ). Khi độ sáng tăng và đạt đến mức động cơ hoạt động, robot chuyển sang chế độ tìm kiếm. Khi mức ánh sáng tăng quá điểm này (chế độ tìm kiếm) khá lớn, bộ so sánh thứ hai sẽ



Hình 12.9. Các tầng ứng xử

ngắt công suất đến động cơ của hộp số, cho phép hai tế bào mặt trời nạp điện cho các pin NiCd AA, chế độ nạp điện được kích hoạt.

Nếu dự định bổ sung mạch nạp điện cho robot, bạn hãy theo dõi dòng điện tiêu thụ của các mạch so sánh. Dòng điện này không được vượt quá dòng điện do các tế bào mặt trời cung cấp; nếu không, việc nạp điện cho các pin NiCd sẽ không xảy ra.

Danh mục linh kiện dùng cho robot quả cầu mặt trời

- ☐ (1) quả cầu bằng plastic trong suốt có đường kính 5.5" (14 cm).
- ☐ (1) hộp số.
- ☐ (1) thanh plastic đặc đường kính 0.5" (12.5 mm), dài 6" (15 cm).
- ☐ (1) ống plastic dài 3", OD 5/8", ID 1/2".
- ☐ (1) thanh plastic dạng nửa hình trụ đường kính 1/2" và dài 1".

Mạch điện tử

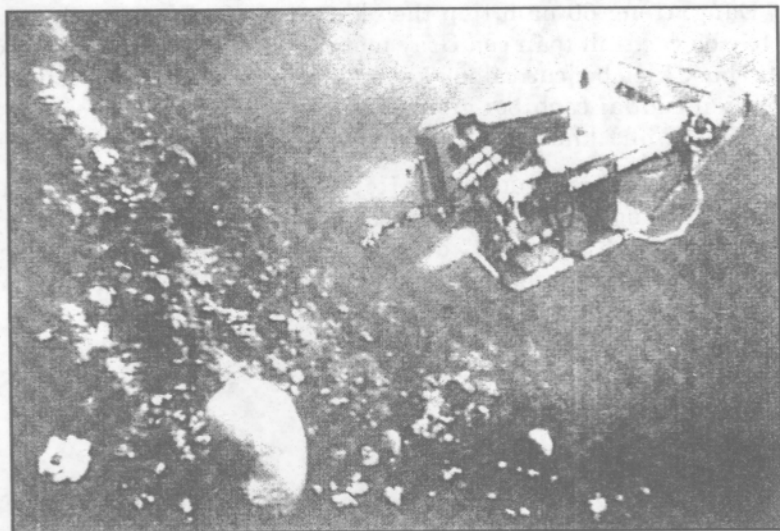
- ☐ (1) op – amp CMOS ALD 1702, 5V, hoặc tương đương.
- ☐ (1) điện trở 33K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) quang điện trở CdS.
- ☐ (1) chiết áp kế 4.7K ohm (lắp trong PC).
- ☐ (2) điện trở 5K ohm.
- ☐ (1) tụ điện 0.0047 μ F.
- ☐ (1) Darlington NPN TIP 120
- ☐ (1) bản mạch in.

Robot hoạt động dưới nước

Ngành robot học dưới nước là một lĩnh vực rộng lớn. Hầu hết các robot hoạt động dưới nước được thiết kế cho các hoạt động cứu hộ hoặc thám hiểm. Trong tương lai, các robot hoạt động dưới nước sẽ giúp khai thác các nguồn lợi từ đại dương như cá, dược phẩm, khoáng sản, và năng lượng.

Robot hoạt động dưới nước cũng có thể được sử dụng làm mô hình thử nghiệm các robot du hành trong không gian. Về bản chất robot nổi lờ lững là phi trọng lượng. Trên các robot hoạt động dưới nước này chân vịt và động cơ sẽ thay thế tên lửa đẩy. Sự thiếu ma sát thường gặp trong không gian chỉ có thể được mô phỏng trong môi trường nước. Nếu muốn thiết kế robot thực hiện các nhiệm vụ trong không gian, bạn hãy bắt đầu với robot hoạt động dưới nước.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) đã tài trợ cho việc phát triển các thiết bị vận hành ở thực tại xa (TROV) (Hình 13.1) và các xe tự hành dưới nước (AUV). TROV thử nghiệm thực tại ảo (VR) dựa trên kỹ thuật telerobotic (robot tự động xa). Công nghệ thực tại



Hình 13.1. Tàu TROV của NASA.

vụ nguy hiểm. Công nghệ thực tại xa sẽ tiếp tục phát triển trong các lĩnh vực này và mở rộng qua các lĩnh vực khác như giải trí.

Cá heo và cá ngừ

Thật thú vị, các nghiên cứu đều hướng tới việc khảo sát hoạt động bơi và vận động của loài cá. Nói chung các động vật sống dưới nước di chuyển và bơi hiệu quả hơn so với chân vịt của tàu thuyền. Để xác nhận điều này, bạn thử cạo lên mặt kính của bể cá, tiếng động này đôi khi làm cá phóng lung tung, nhanh đến mức mắt bạn không thể theo dõi chuyển động của chúng.

Để so sánh hiệu suất bơi của cá và phương pháp đẩy nước chúng ta đang sử dụng, bạn hãy lướt qua sự phân tích sơ bộ. Năm 1936, James Gray, nhà động vật học người Anh, đã nghiên cứu về cá heo. Mục đích của ông là tính công suất cần thiết để cá heo di chuyển với tốc độ 20 hải lý, tốc độ bình thường của cá heo. Mô hình cá heo của Gray cứng nhắc, giả sử trở lực của nước đối với chuyển động của cá heo và mô hình là như nhau. Điều này không đúng, nhưng dù có sự giải thích cho sai số này, kết luận có tính toán của Gray là đáng quan tâm. Cá heo của Gray quá yếu, phải nhân với 7 để đạt được tốc độ 20 hải lý. Bạn có thể suy luận thêm là có khả năng giảm sức cản của nước đối với cá heo này đi bảy lần để bù trừ. Nhưng có lẽ đây không phải là câu trả lời hoàn chỉnh.

Đúng, trong 60 năm tiếp theo không ai có khả năng chứng minh hoặc bác bỏ các tính toán của Gray một cách thuyết phục. Cơ cấu bơi bất kỳ bất chước kiểu bơi của cá đều không hiệu quả. Các nghiên cứu gần đây đều nghiên cứu lại cách bơi giống như cá. Với sự hỗ trợ của công nghệ máy tính, các nhà khoa học hy vọng sẽ trả lời được các câu hỏi này.

Các nhà nghiên cứu thuộc Học viện Công nghệ Massachusetts (MIT) ở Cambridge nghiên cứu loại cá ngừ trong nhiều năm gần đây. Họ đã tạo ra mô hình “cá robot” dài 1,2 m bơi trong Bể Thử Nghiệm Kỹ Thuật Đại Dương. Cá robot này tương tự cá thật. Da được làm bằng bọt Lycra. Robot sử dụng sáu động cơ bên ngoài được nối với các puli và các gân bên trong robot, có khả năng di chuyển và bơi giống như con cá ngừ thật.

Bơi với vây đuôi

Đuôi cá được xem là thiết bị nâng thủy lực. Khi đuôi vẫy từ bên này sang bên kia, sẽ đẩy nước về phía sau và đẩy cá về phía trước. Khi đuôi chuyển động sẽ tạo ra các xoáy nước phía sau đuôi. Sự hình thành

xoáy nước này được xem là chìa khóa để hiểu hiệu suất cao của lực đẩy khi cá bơi.

Loài cá heo thật đáng quan tâm; đuôi của chúng nằm ngang. Vì vậy, thay vì chuyển động đuôi qua lại như các loài cá khác, cá heo di chuyển đuôi của chúng lên xuống. Kiểu chuyển động này tạo ra hiệu suất đẩy nước đều đặn để đưa cá heo lao tới trước.

Các chim cánh cụt bơi bằng cách sử dụng lực đẩy do đôi cánh của chúng tạo ra. Hình ảnh chim cánh cụt bơi trong nước rất giống hình ảnh chim đang bay. Tuy nhiên, vẫn có sự khác nhau. Với những con chim đang bay, việc đập cánh của chúng phải cung cấp cả lực nâng và lực đẩy về phía trước. Lực nâng là cần thiết để chống lại trọng lực. Với chim cánh cụt, lực nâng là không cần thiết. Tỷ trọng của nước bằng tỷ trọng cơ thể của chim cánh cụt (sức nổi trung hòa), vì vậy việc vỗ cánh của chim cánh cụt chỉ để tạo ra lực đẩy tới phía trước.

Mái chèo và cách chèo

Từ quan sát các phương pháp di chuyển trong nước, có thể bạn cũng tính đến các mái chèo và phương pháp chèo. Vịt sử dụng đôi bàn chân màng làm các mái chèo khi bơi qua nước. Bộ nước sử dụng các chân của chúng như những mái chèo và chèo đi như chiếc thuyền bé xíu.

Chúng ta học được gì?

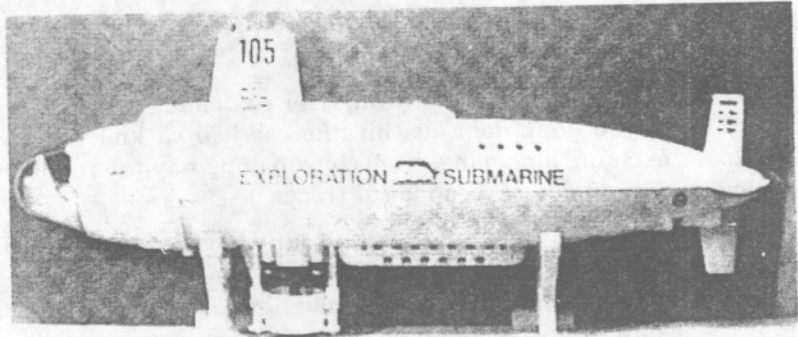
Kết quả nghiên cứu ở MIT giúp các nhà nghiên cứu sử dụng tham số động lực học lưu chất (số Strouhal). Đối với cá, số này được tính bằng cách nhân tần suất vẩy đuôi tới lui với chiều rộng xoáy nước được tạo ra và chia cho tốc độ của cá. Tham số của loài cá đã được nghiên cứu với các kết quả là hiệu suất cực đại đạt được khi số Strouhal trong khoảng 0.25 và 0.35.

Khi các lá kim loại (vây) của cá robot ở MIT được điều chỉnh và tái định dạng để tạo ra số Strouhal trong khoảng nêu trên, hiệu suất của cá robot cao hơn 86%. Đây là cải tiến quan trọng so với chân vịt thường chỉ có hiệu suất khoảng 40%.

Có hai dự án robot hoạt động dưới nước được phác họa trong chương này, một là cải tiến liên quan tàu ngầm đồ chơi, dự án kia là chế tạo cá robot từ đầu.

Tàu ngầm

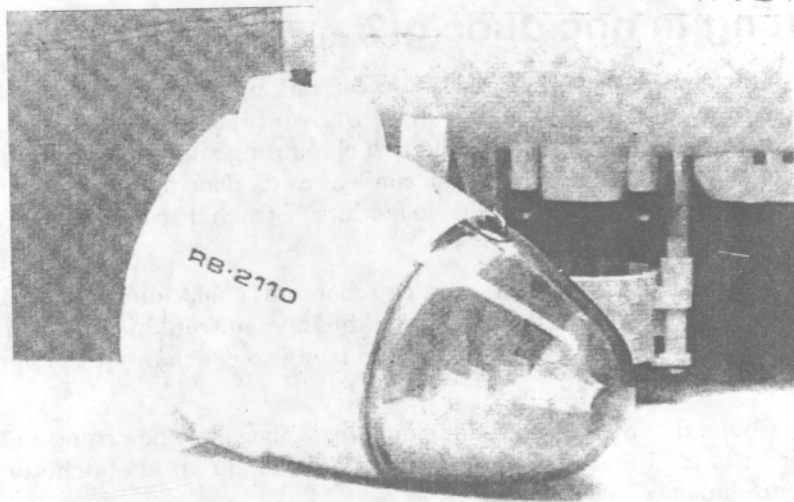
Có nhiều công ty sản xuất và bán các mô hình tàu ngầm giải trí.



Hình 13.2. Tàu ngầm đồ chơi sẵn sàng để chuyển thành TROV.

Tùy theo độ tinh xảo, mô hình này thường được điều khiển bằng vô tuyến (R/C), có khả năng lặn và nổi lên mặt nước (Hình 13.2).

Trong sửa đổi tàu ngầm đồ chơi, bạn hãy quên thiết bị R/C và chuyển qua điều khiển bằng dây (hữu tuyến) và sử dụng “dây rốn” dẫn đến tàu ngầm. Dây rốn có thể tải công suất, lệnh và các tín hiệu điều khiển.



Hình 13.3. Ngăn chứa thiết bị điện tử.

Các loại tàu ngầm giải trí có thể được sửa đổi để tạo ra hệ thống hực tại xa nhỏ. Sửa đổi đầu tiên là bổ sung camera video màu. Hầu hết các tàu ngầm giải trí đều có các ngăn rộng rãi có thể chứa thiết bị điện tử (Hình 13.3).

Nhiều hệ thống được sử dụng trong xe telerobotic (Chương 9) có thể được áp dụng ở đây, sự khác biệt cơ bản là sử dụng điều khiển bằng dây thay vì R/C.

Vì chúng là các tàu ngầm đồ chơi, có lẽ bạn không nên thả chúng vào vùng nước rộng. Động cơ đẩy trong các tàu ngầm này chỉ hoạt động tốt trong vùng nước phẳng lặng. Tất nhiên, các tàu ngầm này có thể là điểm khởi đầu cho các hệ thống mạnh hơn.

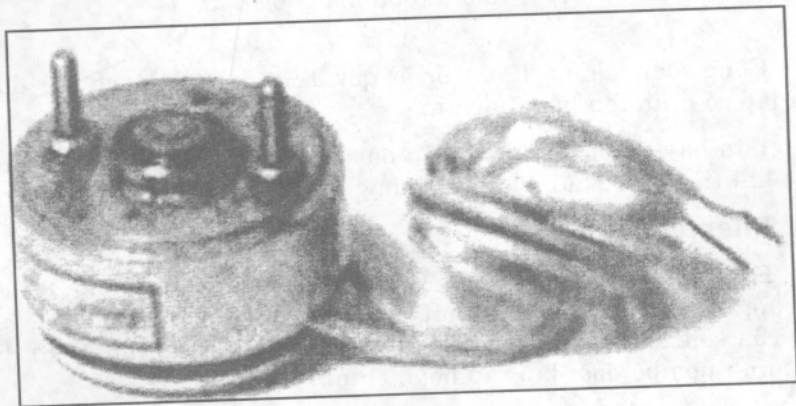
Bơi bằng đuôi

Như đã trình bày ở phần trước, hầu hết cơ cấu bắt chuyển động của cá đều có hiệu suất rất kém. Mô hình này cũng không ngoại lệ. Tuy nhiên, thông tin thu từ các nguồn như MIT có thể được đưa vào mô hình này (không trình bày ở đây) để cải thiện hiệu suất tổng quát. Và nếu bạn dự định chế tạo các robot mô phỏng động vật thì đây là điểm khởi đầu tốt.

Solenoid quay

Điểm then chốt của cá robot là sử dụng solenoid quay (Hình 13.4). Khi được kích hoạt, solenoid quay tấi đỉnh khoảng 30° . Lò xo sẽ đưa tấi này về vị trí ban đầu khi solenoid bị ngắt điện.

Tấi đỉnh của solenoid quay có ít nhất hai lỗ ren $3/48$ để lắp các vật thể. Mặt dưới của solenoid có hai thanh ren $3/48$ chìa ra ngoài để lắp

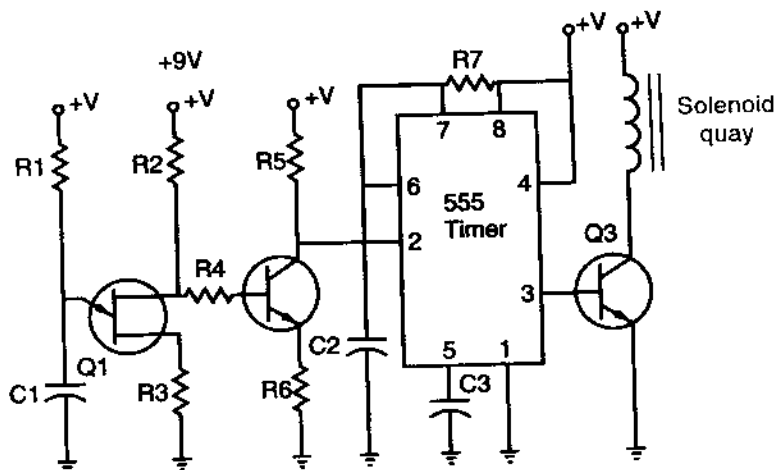


Hình 13.4. Solenoid quay.

solenoid. Có thể solenoid này không mạnh như bạn mong muốn, nhưng đủ để cung cấp lực đẩy dưới nước.

Mạch điện tử

Mạch điện tử sử dụng transistor tiết kiệm đơn Q1 (UJT 2646) để tạo ra dòng các xung chậm (Hình 13.5). Việc định giờ cho các xung được xác định bằng C1 và R1. Các xung đi qua R4 đến cực gốc của transistor NPN 2N2222 (Q2). Nhiệm vụ của Q2 là đảo tín hiệu xung để đưa vào chân 2 của IC1. IC1 là đồng hồ định giờ 555 được cấu hình theo chế độ ổn định đơn. IC1 sẽ quyết định chiều rộng xung. Tín hiệu ra của các đồng hồ định giờ 555 sẽ đóng hoặc ngắt Q3. Q3 điều khiển dòng điện truyền đến solenoid quay được sử dụng trong cá robot.



Hình 13.5. Sơ đồ mạch điện tử.

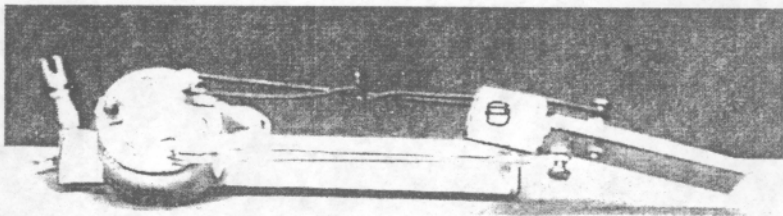
Công suất của mạch này do ắc quy 9V cung cấp. Mạch này đủ đơn giản lắp cố định lên bản mạch in.

Bạn hãy kiểm tra mạch điện này bằng cách nối với solenoid quay trước khi tiếp tục. Thời lượng của xung phải xấp xỉ 1 giây.

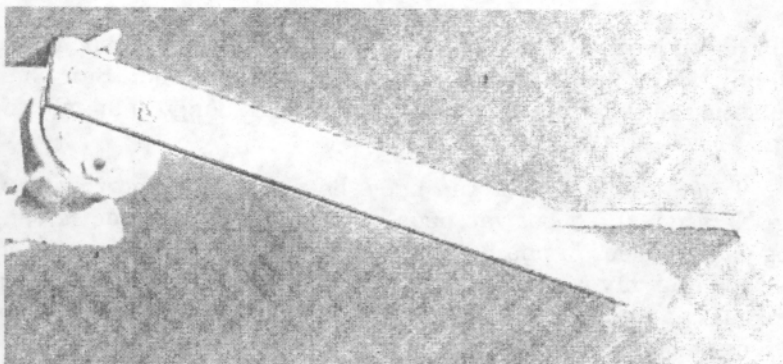
Phần cơ

Để giảm trọng lượng và khối lượng, hầu hết các bộ phận được chế tạo bằng nhôm. Cơ cấu thứ nhất được sử dụng để chuyển đổi chuyển động của solenoid thành hoạt động vẩy đuôi của cá (Hình 13.6). Hình 13.7 minh họa bộ đuôi lắp ráp hoàn chỉnh.

Bạn hãy gắn chặt thanh nhôm dài 5.5", rộng 0.5", và dày 0.125"



Hình 13.6. Bộ đuôi ban đầu.



Hình 13.7. Bộ đuôi hoàn chỉnh.

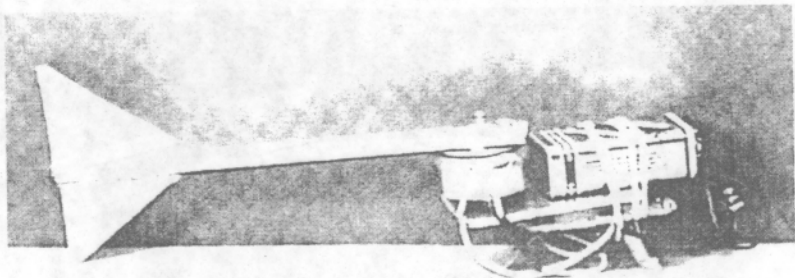
với mặt trên của solenoid quay bằng hai vít $3/48 \times 1/4"$. Trước hết bạn khoan hai lỗ trên thanh nhôm tương thích với các lỗ ở mặt trên của solenoid. Tiếp theo, bạn vặn một đai ốc lục giác ngang bằng với mặt dưới của mỗi đầu ốc để ngăn các ốc xuống quá sâu. Nếu các đỉnh ốc được vặn quá sâu, chúng sẽ cản trở chuyển động xoay của mặt trên solenoid. Bạn hãy dùng các ốc vít này gắn chặt thanh nhôm với mặt trên của solenoid.

Để chế tạo các vây, bạn cắt theo đường chéo của miếng nhôm hình vuông có cạnh 1.25". Các vây và đuôi được gắn chặt với thanh nhôm 0.5" bằng keo nóng. Có lẽ bạn cần làm nhám các bề mặt nhôm bằng giấy nhám để tăng độ bám chắc trước khi bôi keo.

Solenoid được gắn chặt với đầu miếng nhôm dày 0.125", rộng 1.25" và dài 2", sử dụng hai chốt có ren $3/48$ ở mặt dưới solenoid và vài đai ốc lục giác $3/48$. Mạch điện và ắc quy được lắp ở mặt trước miếng nhôm này (Hình 13.8).

Chống ẩm (uớt)

Rõ ràng bạn có mạch điện và solenoid hở. Để ngăn nước làm hỏng



Hình 13.8. Cá robot hoàn chỉnh.

các bộ phận, bạn hãy dùng bao plastic trong suốt, mỏng bọc kín các bộ phận này, và dùng dây buộc chặt bao này với phần đuôi. Bạn phải buộc bao plastic sao cho phần đuôi vẫn có thể chuyển động tới lui một cách dễ dàng.

Trước khi thả robot vào nước, bạn phải làm cho robot nổi cân bằng. Nếu bạn thả robot vào nước, robot nặng phần trước sẽ chúi mũi xuống đáy bể nước với phần đuôi ve vẩy tới lui một cách không hiệu quả. Bạn hãy dùng dây cao su buộc các dải Styrofoam vào phần trước robot, bên ngoài bao plastic. Đặt robot vào nước và kiểm tra. Khi robot chìm và nổi trong nước theo tư thế thẳng bằng hoặc gần thẳng bằng, bạn chuẩn bị để vận hành. Cấp công suất cho mạch điện để cho phép robot di chuyển.

Hiệu suất

Robot này không thể di chuyển với hiệu suất của cá thực, nhưng vẫn di chuyển. Bạn có thể cải thiện hiệu suất bằng cách cắt đôi thanh đuôi nhôm $0.5" \times 5.5"$, sau đó, dùng lò xo 2" gắn hai nửa này lại với nhau. Lò xo sẽ cho phép phần đuôi uốn cong và linh động để tạo ra lực đẩy mạnh hơn.

Cá robot như thật

Những khác biệt về hình dáng giữa robot và robot cá như thật là gì. Robot trông giống robot và robot như thật trông y hệt con người hoặc động vật robot đó mô phỏng. Vì vậy cá robot như thật phải trông giống cá.

Khó khăn trong việc chế tạo cá robot giống như thật là tìm kiếm lớp phủ cho cá có chất lượng thích hợp (Hình 13.9). Bạn có thể mổ con cá bằng cao su ra và đặt cơ cấu robot vào bên trong.

Con cá bằng cao su mềm, dày có hình dáng và độ mịn tuyệt vời, nhưng đòi hỏi kết cấu robot bên trong để di chuyển đuôi phải khá mạnh.



Hình 13.9. Da cá bằng cao su dùng cho cá robot

Những con cá có lớp da cao su mỏng hơn thường ít giống thật, nhưng dễ di chuyển, và đó là chọn lựa tốt.

Danh mục các bộ phận dùng cho cá robot

- ☐ R1, 33K ohm.
- ☐ R2 và R6, 100 ohm.
- ☐ R3, 470 ohm.
- ☐ R5, 10K ohm.
- ☐ R7, 15K ohm.
- ☐ Q2, transistor NPN 2N2222.
- ☐ Q3, Darlington NPN TIP 120.
- ☐ IC1, đồng hồ định giờ 555.
- ☐ C1 và C2, các tụ điện 22 μ F.
- ☐ C3, tụ điện 0.01 μ F.
- ☐ Solenoid quay.
- ☐ Q1 2N2646 UJT.
- ☐ Thanh nhôm dài 6", rộng 0.5", dày 0.125".
- ☐ Thanh nhôm dài 2", rộng 1.25", dày 0.125".

Aerobot

Aerobot (robot trên không) là loại robot có thể bay. Chúng gồm khí cầu nhẹ hơn không khí (khí cầu nhỏ), trực thăng, và máy bay. Ngành aerobot được áp dụng trong một số lĩnh vực như bay tự động, máy bay không người lái, chiến đấu, giám sát, quảng cáo, và truyền thực tại xa.

Máy bay tự động có lịch sử lâu dài, những máy bay đầu tiên được chế tạo vào đầu thập niên 1920. Một chiếc xe bay không người lái (UAV) có bí danh là "con bọ" được thiết kế để chiến đấu. Con bọ này dài khoảng 12 ft với sải cánh 15 ft. Hệ thống điều khiển bay tinh vi (vào thời đó) của con bọ này gồm con quay hồi chuyển, thiết bị đo độ cao, các hệ thống điều khiển bằng điện và khí nén. Hệ thống điều khiển bay này đã lái máy bay vào sâu trong lãnh thổ đối phương khoảng 50 đến 60 cây số. Khi đến khoảng cách chỉ định, máy bay vứt bỏ đôi cánh, buộc thân máy bay nặng đầu rơi xuống mặt đất mang theo 200 cân Anh thuốc nổ. Nhưng Chiến Tranh Thế Giới I kết thúc trước khi con bọ có thể thực hiện hoạt động bất kỳ.

Từ sự khởi đầu này các UAV liên tục được phát triển và cải tiến. Những UAV mới nhất đã được đưa vào hoạt động trong chiến tranh Vùng Vịnh. Mặc dù không có sự thúc ép, các UAV này đã thực hiện hơn 300 chuyến xuất kích. Chúng thực hiện các nhiệm vụ do thám, đánh giá thiệt hại, và theo dõi việc bố trí vũ khí của đối phương. Máy bay tự động tinh xảo nhất là hình ảnh thu nhỏ của tên lửa tầm thấp tự dẫn đường mang đầu đạn hạt nhân.

Các hệ thống điều khiển chuyển bay thực tại xa cũng có lịch sử lâu đời, nhưng không lâu bằng các UAV. Trong Chiến Tranh Thế Giới II, Mỹ đã sử dụng máy bay điều khiển từ xa để thực hiện các nhiệm vụ theo kiểu phi đội Thần Phong của Nhật. Các hệ thống điều khiển từ xa kiểu cũ có độ tinh tế kỹ thuật thua xa các hệ thống ngày nay. Các hệ thống điều khiển từ xa đời cũ không đáng tin cậy, và việc điều khiển đòi hỏi phải quan sát máy bay từ xa để lái một cách chính xác.

Máy bay điều khiển từ xa ngày nay có các camera video truyền hình ảnh về cho người điều khiển. Người điều khiển có thể đứng bất kỳ ở đâu trên thế giới. Các hệ thống này đã được áp dụng trong các hệ thống thực tại ảo (VR) ở xa.

Aerobot được trình bày trong chương này là khí cầu bay ở xa. Lý do

để chọn mô hình bay này (khung sườn nhẹ hơn không khí) thay vì mô hình trực thăng hoặc mô hình máy bay là tính an toàn, yên lặng, chi phí thấp, và dễ sử dụng.

Các khí cầu bay một cách yên lặng, chậm, thanh nhàn, và không đòi hỏi kỹ thuật bay nghiêm ngặt. An toàn là lý do chính trong việc chọn mô hình này. Nếu đựng vào người hoặc vật thể, khí cầu chỉ gây ra thiệt hại nhỏ hoặc không có thiệt hại. Trái lại, mô hình máy bay và trực thăng là những vũ khí (cánh quạt của máy bay và trực thăng) chết người tiềm ẩn khi tiếp cận với con người.

Khí cầu được trình bày trong chương này được giới hạn để sử dụng trong nhà. Bạn hãy chú ý trong việc chọn các bộ phận để có trọng lượng cực nhẹ. Khả năng tải (nâng) của khí cầu xấp xỉ 6 oz. Điều này có nghĩa là thiết bị nhận điều khiển radio (R/C), động cơ đẩy, nguồn công suất, camera, và thiết bị phát video phải có trọng lượng bằng hoặc nhẹ hơn giới hạn trọng lượng 6 oz.

Khí cầu nhẹ hơn không khí

Khí cầu nhẹ hơn không khí có ba loại: *cứng*, *bán cứng*, và *mềm*. Khí cầu cứng có các khung bên trong thường làm bằng nhôm nhẹ. Nổi tiếng nhất trong loại này là các khí cầu Zeppelin.

Khí cầu bán cứng có phần khung cứng ở dưới. Túi mềm chứa khí helium được buộc chặt bên trên khung sườn.

Khí cầu mềm là loại thông dụng nhất hiện nay. Đây là các khí cầu nhỏ. Một trong các loại khí cầu nổi tiếng là khí cầu Goodyear được sử dụng trong quảng cáo. Khí cầu mềm được làm bằng một túi khí khổng lồ. Hình dáng của túi khí hình thành khi được bơm đầy khí helium.

Các hệ thống khí cầu

Ngày nay, công dụng phổ biến nhất của khí cầu là thu hình ảnh các trận đấu bóng đá quan trọng từ trên cao, công dụng phổ biến khác là quảng cáo.

Mặc dù khí cầu có thể được xem là công nghệ cũ, nhiều nhà khoa học và kỹ sư vẫn phát triển các công dụng của chúng. Ví dụ, quân đội Mỹ đã sử dụng khí cầu không người lái gọi là SASS LITE (Small Airship Surveillance System, Low Intensity Target Exploitation). SASS LITE được sử dụng để tuần tra biên giới. Gần đây, nhà sản xuất SASS LITE cho biết khí cầu 90 ft này có thể dùng cho các dự án kinh doanh thương mại.

Các khí cầu helium có thể bay đến tầng bình lưu. Một công ty đã đề nghị xây dựng trạm khí cầu ở độ cao 100.000 ft (33.000 m). Trạm này sẽ cung cấp liên kết viễn thông như vệ tinh, với chi phí chỉ bằng 50% so với vệ tinh được trang bị tương tự.

Các hệ thống robot và hệ thống thực tại xa đã được đưa lên mô hình khí cầu từ nhiều năm nay. Ở đây sẽ trình bày lại hai dự án, một của Robot Group và thứ hai là khí cầu WEB của Berkeley. Điều bạn cần chú ý là hoàn thành việc bố trí hệ thống thực tại xa đơn giản lên mô hình khí cầu. Trên thực tế, hệ thống thực tại xa là loại giám sát xách tay, nhẹ, không dây. Các hệ thống hồi tiếp của bộ cảm biến có thể chuyển tiếp xúc giác, để có thực tại xa "thực", không được trình bày ở đây. Hệ thống đơn giản ở đây chỉ truyền phát hình ảnh và âm thanh. Người dùng (người vận hành) có thể lái khí cầu thông qua điều khiển vô tuyến.

Robot Group – Austin, Texas

Các hệ thống robot đã được đặt trên các khí cầu mẫu. Robot Group, có trụ sở tại Austin, Texas, đã trưng bày một khí cầu robot ở Robofest (Lễ hội Robot) vào mùa thu năm 1989. Robot Group tiêu biểu cho giới thám hiểm tư nhân (không có tài trợ của chính phủ) trong vùng này. Robot Group tiếp tục phát triển và cải tiến khí cầu robot. Năm 1991, dự án khí cầu điều khiển bằng máy tính, Mark III, sử dụng các bộ cảm biến siêu âm và hệ thống mạng thần kinh định hướng. Mặc dù hệ thống này không đáp ứng mọi mong muốn thiết kế, nhưng đã thực hiện chức năng một cách chính xác.

Robot Group có website trên Internet, bạn có thể truy cập để có thông tin mới nhất (xem phần Truy Cập Internet ở cuối chương này).

Khí cầu WEB – Đại học California, Berkeley

Trình duyệt không gian là tên của các hệ thống khí cầu thực tại xa đang được thiết kế và xây dựng tại Khoa Năng lượng Điện và Khoa học Máy tính, Đại học California, Berkeley. Nhóm Berkeley cố gắng đạt được các hệ thống hiện thực ở xa. Hệ thống hiện thực xa thật sự cần có hệ thống hồi tiếp cảm biến phức tạp từ khí cầu đến người dùng. Hiện nay, hệ thống hồi tiếp chỉ cung cấp hình ảnh và âm thanh. Người dùng có thể vận hành khí cầu thông qua điều khiển vô tuyến.

Khía cạnh đáng chú ý nhất của khí cầu này là người dùng có thể điều khiển khí cầu thông qua Internet, vì vậy được mang tên Khí cầu WEB. Hình ảnh được cung cấp cho Internet thông qua thiết bị nắm bắt khung hình với tín hiệu ra có dạng CU-SeeMe. Bạn có thể tìm hiểu về

Khí cầu WEB trên website Berkeley (xem phần Truy cập Internet ở cuối chương này).

Thiết kế khí cầu thực tại xa

Các khí cầu robot có tương lai sáng sủa trong công nghiệp thực tại xa. Giả sử bạn muốn xem một số bức tranh ở Bảo tàng Louvre, Paris, thăm Viện Bảo tàng Lịch Sử Tự Nhiên Hoa Kỳ ở New York City, rồi đến Smithsonian ở Washington, D.C., và quan sát với các con chim cánh cụt trên đảo Galapagos. Và giả dụ bạn muốn thực hiện tất cả điều này trong vòng hai giờ.

Có một cách để biến các ước muốn của bạn thành hiện thực là sử dụng các hệ thống thực tại xa. Một ngày nào đó trong tương lai sẽ có các telerobot tham quan mà bạn có thể truy cập thông qua liên kết điện thoại (hoặc vệ tinh) và hệ thống thực tại ảo (VR) trên máy tính ở nhà của bạn. Các robot này sẽ được bố trí ở nhiều điểm quan trọng trên khắp thế giới.

Các telerobot không chỉ giới hạn ở mặt đất. Sẽ có các telerobot trong không gian, dưới nước, và bay trong không khí. Dự án Jason là sự mạo hiểm của khoa học dưới nước dành cho các trường học. Thông qua liên kết vệ tinh, các trường học thiết lập liên kết truyền thông với các nhà khoa học đang làm việc, đặt câu hỏi, và thỉnh thoảng vận hành TROV (telepresen remotly operated vehicle) thông qua liên kết vệ tinh.

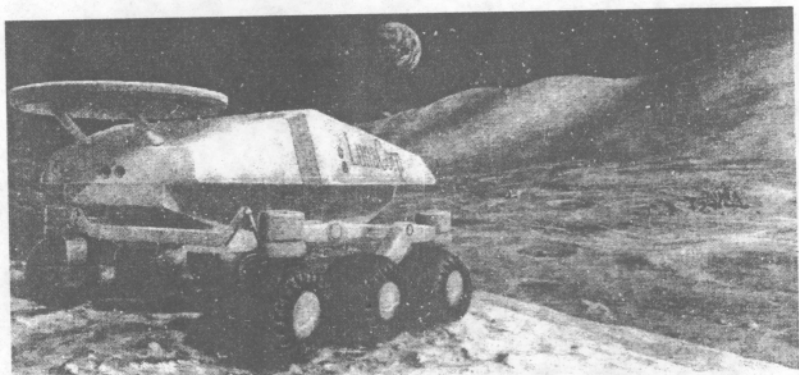
Hướng đến mặt trăng

Lunacorp ở Fairfax, Virginia, đã lập kế hoạch đưa lữ khách dân sự lên mặt trăng (Hình 14.1). Lữ khách này sẽ được sử dụng như một hệ thống thực tại xa đối với những người điều khiển ở mặt đất (Hình 14.2). Thật đáng tiếc, chi phí vận hành khá đắt, gần 7.000 USD/giờ.

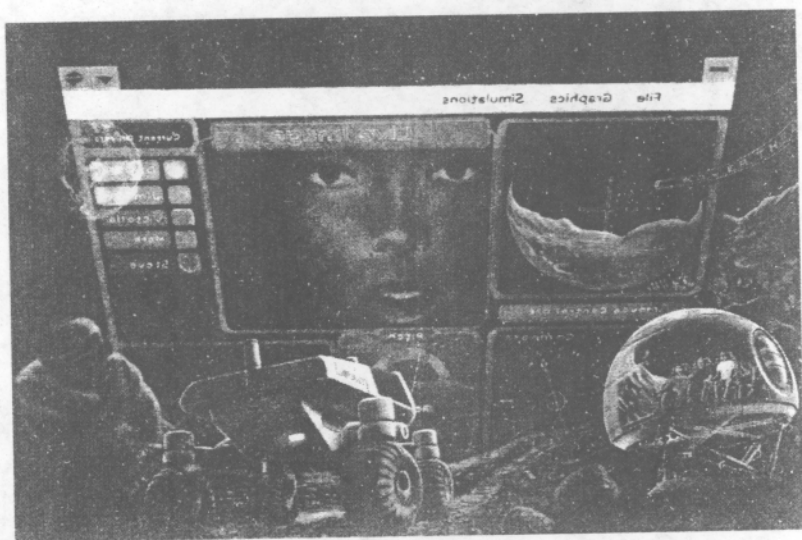
Lunacorp dự định đưa lữ khách lên mặt trăng vào năm 2003: địa điểm, Tranquility Base.

Các tham số của khí cầu

Khí cầu cần đáp ứng các tiêu chuẩn thiết kế nhất định, để có thể sử dụng một cách hiệu quả đối với các hệ thống thực tại xa trên mặt đất. Các khí cầu phải tuyệt đối an toàn với người xung quanh, và có khả năng di chuyển qua những đường phố nhỏ có người đi lại. Camera CCD phát hình ảnh nên bố trí gần ngang tầm mắt. Khí cầu phải có khả năng lái qua những cơn gió nhẹ thổi ngang một cách dễ dàng.



Hình 14.1. Lữ khách Lunacorp.



Hình 14.2. Nhận thức về hệ thống thực tại xa Lunacorp của họa sĩ.

Khí cầu cần có hệ thống dẫn để bay lên một cách cân bằng hoặc đi qua các tầng của tòa nhà. Nếu không thể thực hiện hệ thống dẫn, bạn có thể định vị các khí cầu robot bay thẳng bằng ở mỗi tầng. Nhóm vận hành chỉ cần chuyển đến robot thực tại xa ở tầng được yêu cầu khi cần chuyển đổi các tầng.

Do trọng lượng nhẹ, khí cầu có những hạn chế vật lý nhất định. Ví dụ, khí cầu không thể tự mở cửa. Các cao ốc cần sửa đổi sao cho cửa ra vào và thang máy được vận hành bằng điện tử, sử dụng các tín hiệu điều khiển từ xa do khí cầu phát ra.

Bộ khí cầu

Khí cầu được làm bằng vật liệu Mylar dai. Vật liệu này có thể được hàn kín bằng nhiệt của bàn ủi gia đình. Khí cầu có nhiều kiểu: hình đĩa bay, kiểu tàu lượn, hình tam giác, hoặc phổ biến là khí cầu "Goodyear". Có lẽ nên bắt đầu bằng kiểu đơn giản nhất là khí cầu hình cái gối.

Bạn gấp đôi tấm Mylar (mặt bóng ra ngoài). Dùng nhiệt hàn kín ba cạnh hở, chỉ chừa một khoảng trống nhỏ không hàn cho ống nạp khí ở đáy.

Helium - hydrogen

Helium được bán trong các bình nhỏ tương tự các bình khí propan.

Lúc đầu nhiều người nghĩ sử dụng hydrogen thay vì helium, vì họ cho rằng hydrogen chỉ nặng khoảng phân nửa helium, do đó họ có thể tăng sức nâng lên hai lần. Điều đó không đúng.

Giả sử trọng lượng hydrogen chỉ bằng phân nửa trọng lượng helium (Bảng 14.1), sức nâng cũng không tăng gấp đôi. Sức nâng được tạo ra bởi lượng không khí bị helium (hoặc hydrogen) choán chỗ, giống như bọt khí trong nước. Không khí nhẹ hơn nước xung quanh, nên bọt khí nổi lên mặt nước. Tương tự, helium nhẹ hơn không khí xung quanh; vì vậy, khí cầu sẽ bay lên.

Bảng 14.1

	lb/ft ³	kg/m ³
Trọng lượng hydrogen	0.0058	0.09
Trọng lượng helium	0.0110	0.178
Trọng lượng không khí	0.0807	1.29

Sức nâng của khí cầu helium 5 ft³ được tính như sau:

Trọng lượng không khí bị choán chỗ = $5 \times 0.0807 = 0.4035$ lb.

Trọng lượng 5 ft³ khí helium = $5 \times 0.0110 = 0.0550$ lb.

Sức nâng = 0.4035 lb - 0.0550 lb = 0.3485 lb.

Sức nâng thực tế nhỏ hơn, vì ở đây chưa trừ trọng lượng của khí cầu. Nếu khí cầu nặng 0.25 lb, sức nâng khả dụng chỉ còn 0.3485 lb - 0.25 lb = 0.0985 lb.

Làm thế nào để so sánh sức nâng này với sức nâng sử dụng khí

hydrogen? Vâng, trọng lượng khối không khí bị choán chỗ không thay đổi.

$$\text{Trọng lượng } 5\text{ft}^3 \text{ khí hydrogen} = 5 \times 0.0058 = 0.029 \text{ lb.}$$

$$\text{Sức nâng} = 0.4035 \text{ lb} - 0.029 \text{ lb} = 0.3745 \text{ lb}$$

Chênh lệch sức nâng đối với khí cầu 5 ft³ là:

$$0.3745 \text{ lb} - 0.3485 \text{ lb} = 0.026 \text{ lb.}$$

Do chênh lệch sức nâng nhỏ, không đáng để bạn phải mạo hiểm sử dụng khí hydrogen.

Kích cỡ

Miếng Mylar được sử dụng để làm khí cầu sau khi gấp đôi có kích thước 34" x 56". Trọng lượng của miếng này là 0.1875 lb. Thật khó ước lượng khối khí chứa trong khí cầu này. Để đánh giá gần đúng, bạn có thể coi khí cầu có hình trụ với chu vi 34" x 2 = 68" và chiều cao 56". Sau đó dùng các phép toán tính thể tích hình trụ, bạn sẽ tính được thể tích của khí cầu này vào khoảng 12ft³.

Khí cầu sẽ không được bơm đầy khí đến thể tích cực đại. Trong trường hợp này, bạn hãy ước lượng khí cầu sẽ chứa khoảng 70% thể tích tính toán (khoảng 8.4 ft³ khí helium).

Sức nâng theo tính toán

$$\text{Trọng lượng không khí} = 8.4 \times (0.0807 \text{ lb/ft}^3) = 0.678 \text{ lb.}$$

$$\text{Trọng lượng khí helium} = 8.4 \times (0.0110 \text{ lb/ft}^3) = 0.0924 \text{ lb.}$$

$$\text{Trọng lượng vật liệu Mylar} = 0.1875 \text{ lb.}$$

$$\text{Sức nâng} = 0.678 - 0.0924 - 0.1875 = 0.398 \text{ lb.}$$

Chế tạo

Việc chế tạo khí cầu này không phức tạp. Chủ yếu là bạn cần có khả năng thực hiện tốt việc dán kín bằng nhiệt. Bạn hãy cắt một miếng Mylar nhỏ để thực tập. Gấp miếng Mylar lại, mặt bóng ra ngoài, mặt mờ ở phía trong. Điều chỉnh bàn ủi ở độ nóng trung bình. Tiếp tục điều chỉnh và thử độ nóng của bàn ủi trên miếng Mylar nhỏ cho đến khi bạn tìm được nhiệt độ thích hợp. Mỗi lần điều chỉnh nhiệt độ bàn ủi, bạn hãy chờ ít nhất 5 phút cho nhiệt độ bàn ủi ổn định. Nếu nhiệt độ bàn ủi quá nóng, vật liệu Mylar sẽ bị chảy và tạo thành các lỗ. Nếu nhiệt độ bàn ủi quá nguội, mối ép nhiệt sẽ dễ bị bung ra. Mối ép nhiệt tốt rất khó bị

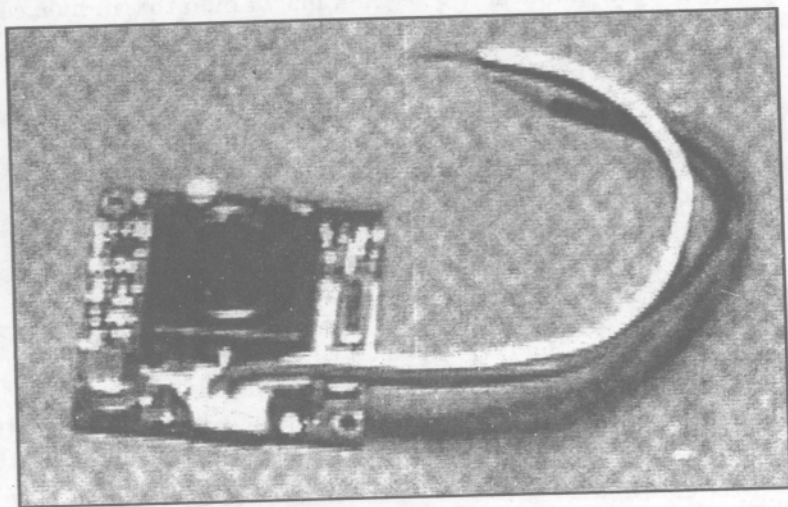
bung. Bạn hãy để nguội vật liệu Mylar trong một phút trước khi thử mối ép nhiệt. Sau khi tìm được nhiệt độ thích hợp, bạn nên ghi lại để tham khảo sau này.

Chế tạo khí cầu hình cái gối. Bạn hãy gấp đôi tấm vật liệu Mylar (mặt bóng ra ngoài). Dùng nhiệt (bàn ủi) hàn kín ba cạnh hở, chỉ chừa một khoảng trống nhỏ không hàn cho ống nạp khí ở đáy khí cầu. Mỗi hàn (ép) nhiệt nên có chiều rộng từ 0.5 đến 1 inch.

Camera CCD

Camera CCD cung cấp hình ảnh từ khí cầu (Hình 14.3). Tất nhiên, trọng lượng là điều cần xem xét. Camera này nặng hơn 14 gr. Kích thước tổng thể là 1.5" x 1.25" x 1.125". Độ nhạy sáng 0.03 lux. Độ phân giải là 430 dòng TV. Hình ảnh xuất là tín hiệu NTSC (1V pp) tiêu chuẩn. Camera này có thể sử dụng điện áp DC cực đại từ 9 đến 12V. Dòng điện tiêu thụ của camera xấp xỉ 100mA.

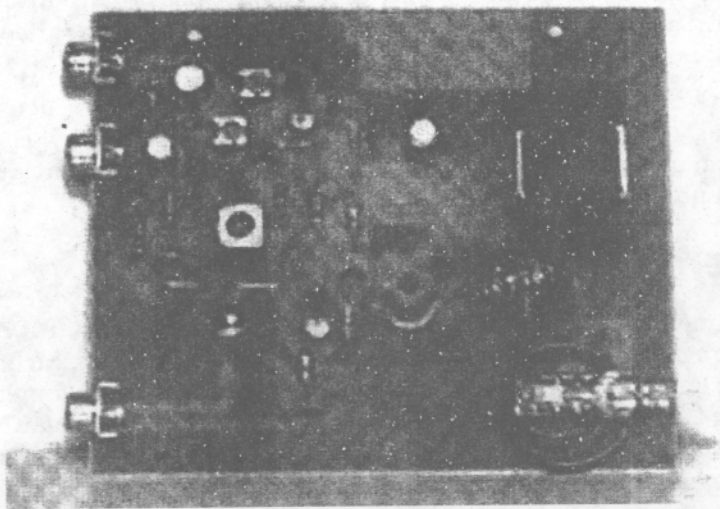
Bạn có thể sử dụng acquy transistor 9V để cung cấp công suất cho camera. Acquy transistor nặng gấp ba lần (42 gr) trọng lượng camera.



Hình 14.3. Camera CCD có trọng lượng nhẹ dùng trong hệ thống thực tại xa.

Máy phát TV

Trong nhiều loại máy phát TV khả dụng, có hai loại cơ bản. Loại thứ nhất phát hình ảnh và âm thanh trên một trong các kênh TV tiêu



Hình 14.4. Mạch máy phát TV.

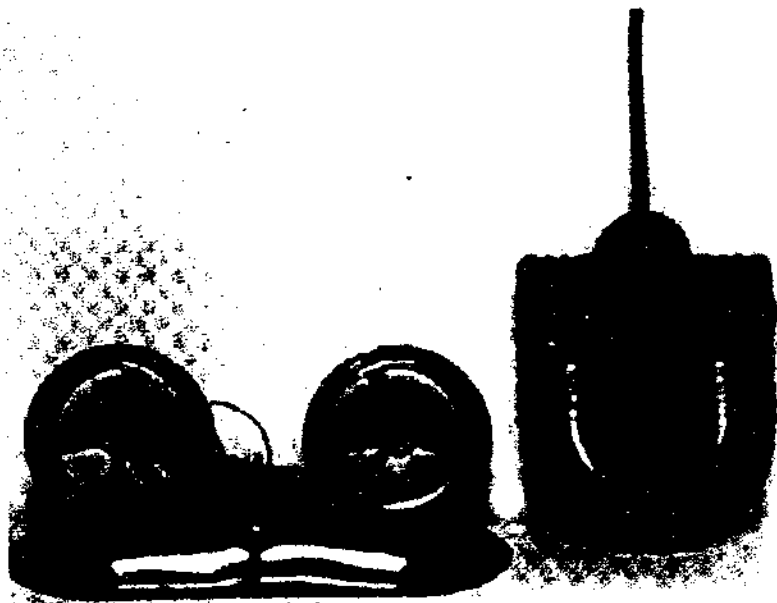
chuẩn. Bộ chuyển kênh của TV sẽ chọn lựa và hiển thị tín hiệu của máy phát. Các máy phát này có tầm hoạt động khoảng 100 mét.

Loại thứ hai phát tín hiệu trong dải 900 MHz, cao hơn tần số của TV; và TV cần có bộ giảm tần để hiển thị hình ảnh. Bộ giảm tần nhận tín hiệu 900 MHz và giảm đến tần số TV tiêu chuẩn. Các thiết bị này có tầm hoạt động lớn hơn nhiều và độ trung thực cao hơn. Thiết bị được trình bày trong chương này (Hình 14.4) phát trực tiếp đến TV trên các kênh VHF (Kênh 14).

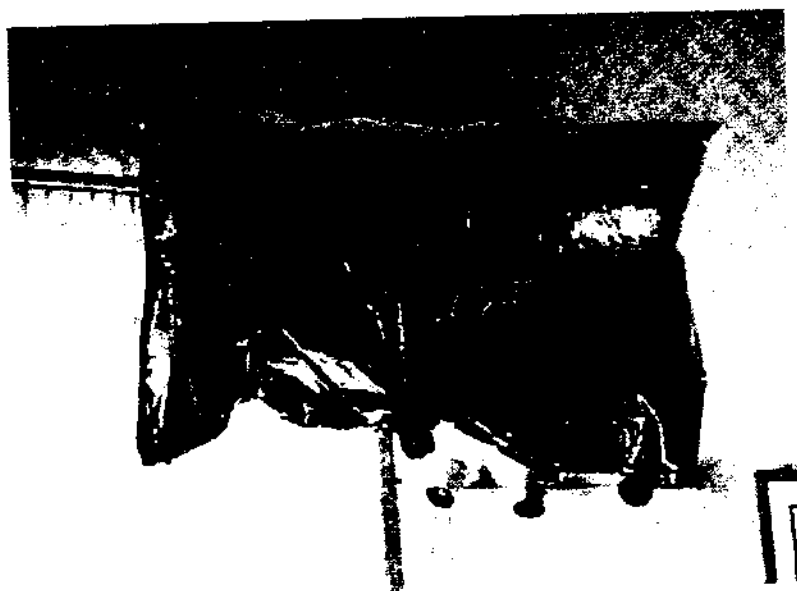
Hệ thống điều khiển vô tuyến

Hệ thống điều khiển vô tuyến (R/C) được thiết kế đặc biệt cho các khí cầu (Hình 14.5). Hệ thống này phải cực nhẹ. Thiết bị đẩy là động cơ phản lực cánh quạt đẩy kép được gắn bên dưới khí cầu. Mỗi động cơ phản lực cánh quạt đẩy có thể theo hai chiều, và mỗi chiều do kênh chủ trên máy phát hai kênh điều khiển.

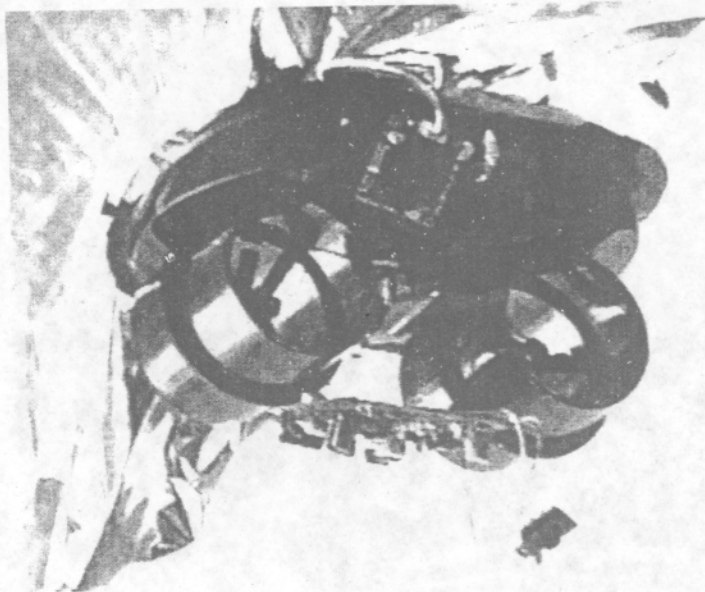
Điều này sẽ làm tăng tính linh hoạt của khí cầu. Trong khi một động cơ phản lực cánh quạt đẩy thổi về phía trước, động cơ kia đẩy về phía sau, giúp khí cầu chuyển hướng nhanh chóng. Khí cầu hình cái gối đã hoàn tất cho hệ thống thực tại xa được trình bày trên Hình 14.6. Hình 14.7 minh họa cận cảnh của động cơ phản lực cánh quạt đẩy, camera CCD thu nhỏ, và máy phát TV.



Hình 14.5. Hệ thống điều khiển R/C dùng cho khí cầu.



Hình 14.6. Khí cầu hình cái gối.



Hình 14.7. Cận cảnh của động cơ phản lực cánh quạt đẩy, camera CCD thu nhỏ, và máy phát TV.

Danh mục các bộ phận dùng cho khí cầu

- ☐ (1) Khí cầu có điều khiển vô tuyến, #T30824-77
- ☐ (1) Camera B/W mini.
- ☐ (1) Máy phát TV mini.

Truy cập internet

- ☐ Robot Group, Austin, Texas – Neutral Net Blimp
<http://www.robotgroup.org/projects/mark4.html>
- ☐ WEB-controlled blimp at Berkeley
<http://vive.cs.berkeley.edu/blimp/>
- ☐ WEB Blimp
<http://register.cnet.com/content/features/quick/weblimp>
<http://utopia.minitel.fr/~mpj/airships/> >Marv's Airship Server

- University of Virginia-Solar-powered airship
<http://minerva.acc.Virginia.edu:80/~secap/>
- U.S. competitor in Australia Solar Challenge
<http://www.mane.virginia.edu/airship.htm>
- Intelligent surveillance blimp at the University of Virginia
<http://watt.seas.virginia.edu/~jap6y/isb/>
- Japanese Project-Solar-powered airship
<http://www.aist.go.jp/mel/mainlab/joho/joh04e.html>

Chương 15

Tay máy – Giao diện PC IBM – Điều khiển bằng giọng nói

Đây là dự án module đa mức. Module thứ nhất là tay máy được mua theo bộ. Module thứ hai bộ giao diện máy tính cá nhân (PC) IBM. Module thứ ba là bộ điều khiển bằng giọng nói.

Tay máy có thể được vận hành thủ công với hộp điều khiển bằng tay kèm theo bộ tay máy. Tay máy này làm việc với bộ giao diện PC IBM hoặc module điều khiển bằng giọng nói. Bộ giao diện PC IBM cho phép điều khiển và lập trình tay máy thông qua máy tính PC IBM chủ. Module điều khiển bằng giọng nói cho phép bạn vận hành tay máy bằng tiếng nói.

Việc kết hợp các module này với nhau tạo thành bộ thiết bị chức năng, cho phép bạn thử nghiệm, lập trình tự động và các con rối điện tử vào tay máy “được nối dây” hoàn chỉnh.

Giao diện PC cho phép bạn sử dụng máy tính cá nhân của mình để lập trình tự động và các con rối điện tử vào tay máy. Bạn cũng có tùy chọn để điều khiển tay máy bằng cách sử dụng bộ điều khiển thủ công hoặc chương trình Windows 95/98. Con rối điện tử là khía cạnh giải trí của sự tự động. Ví dụ, nếu bạn đội mũ cho tay máy với con rối bằng vớ ngắn của trẻ con và lập trình một màn trình diễn nhỏ, bạn sẽ lập trình con rối điện tử. Kỹ thuật tự động lập trình được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và công nghệ giải trí.

Robot công nghiệp được sử dụng rộng rãi nhất là tay máy. Tay máy rất đa năng, do bạn có thể thay đổi bộ phận nắm bắt ở đầu tay máy cho phù hợp với tác vụ hoặc ngành công nghiệp cụ thể. Ví dụ, bộ phận cầm thiết bị hàn được sử dụng trong robot hàn chấm, các vòi phun trong bộ phận sơn phun và lắp ráp, và các kềm dùng để lựa chọn và phân loại, v.v...

Tay máy rất hữu dụng và là công cụ học tập lý tưởng. Tuy nhiên, việc xây dựng tay máy từ các vật liệu linh tinh là nhiệm vụ khó khăn hơn nhiều so với việc lắp ráp cánh tay máy nguyên bộ. Giao diện nối kết tay máy hoàn thiện với cổng máy in trên máy tính chủ. Máy tính chủ là PC IBM bất kỳ hoặc máy tính tương đương có khả năng chạy chương trình DOS hoặc Windows 95/98 trở lên.

Sau khi nối kết với cổng máy in của máy tính, tay máy có thể vận hành tương tác và được lập trình từ máy tính đó. Việc vận hành tay máy là dễ dàng. Bạn chỉ cần nhấp nút chức năng bất kỳ để ra lệnh cho tay máy thực hiện chức năng đó. Nhấp đúp lên nút bạn đã chọn trước đó để kết thúc nhiệm vụ của tay máy.

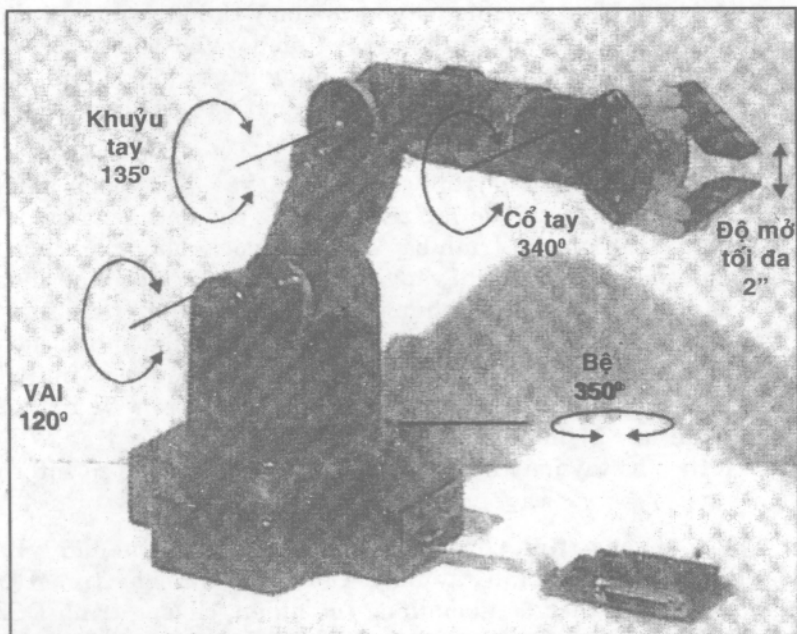
Kỹ thuật tự động lập trình cũng dễ như vậy. Trước hết, bạn nhấp nút Program để nhập chế độ lập trình. Trong chế độ này, giao diện và tay máy vận hành như đã trình bày ở phần trước, nhưng mỗi chức năng và thời gian thực hiện được ghi vào file script. File script có thể chứa đến 99 chức năng riêng biệt, kể cả những lần tạm ngừng. Bản thân file script có thể được phát lại 99 lần. Việc viết các file script khác nhau cho phép bạn thử nghiệm với kỹ thuật tự động điều khiển bằng máy tính và các con rỗi điện tử. Sự vận hành của chương trình chạy trên Windows 95/98 sẽ được trình bày kỹ hơn ở phần sau. Chương trình chạy trên Windows được kèm theo bộ tay máy hoặc có thể download miễn phí từ Internet, ở địa chỉ <http://www.imagesco.com>.

Ngoài chương trình chạy trên Windows, bạn có thể dùng BASIC hoặc QBASIC để vận hành tay máy. Chương trình chạy trên DOS có trong các đĩa kèm theo bộ giao diện. Tuy nhiên, chương trình DOS chỉ cho phép thực hiện chức năng tương tác bằng bàn phím máy tính (xem danh mục BASIC trên một trong các đĩa này). Việc tạo lập file script không thể thực hiện trên chương trình DOS. Tuy nhiên, nếu biết cách lập trình với BASIC, bạn có thể lập trình cho tay máy thực hiện một loạt động tác tương tự các file script đã tạo ra trong chương trình Windows. Chuỗi động tác này có thể được lập lại, như được thực hiện trong các con rỗi điện tử.

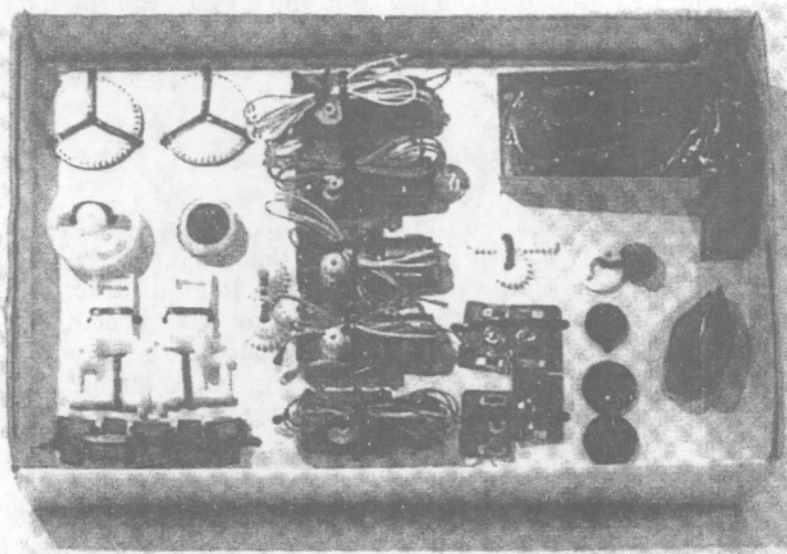
Tay máy

Tay máy (Hình 15.1) có thể chuyển động tự do theo ba trục chuyển động. Khớp khuỷu tay có thể chuyển động thẳng đứng (lên hoặc xuống) qua cung xấp xỉ 135° . Khớp vai di chuyển bộ phận nắm bắt tới và lui qua cung 120° . Tay máy có thể quay gần 350° thuận (CW) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (CCW) so với đế. Bộ phận nắm bắt của tay máy có thể bắt và thả các vật thể nhỏ có đường kính 2" (50 mm) và có thể quay gần 340° ở cổ tay.

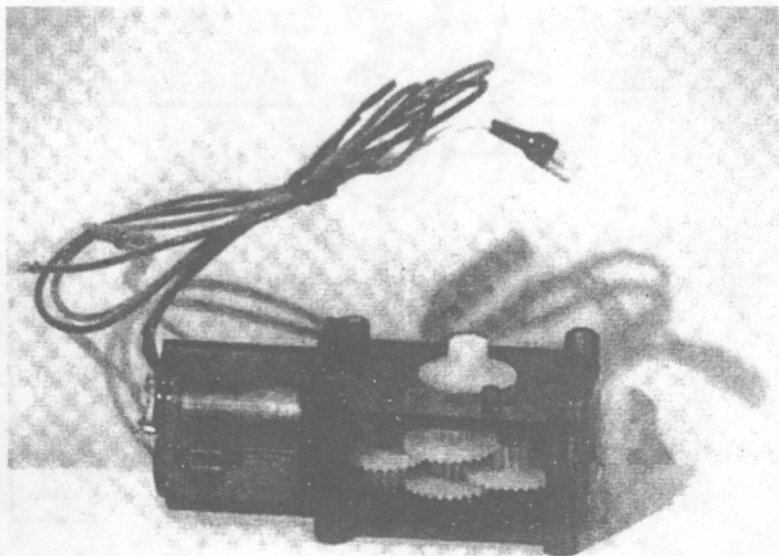
OWI Robotic Arm Trainer sử dụng năm động cơ DC nhỏ để tạo sự chuyển động. Các động cơ này cung cấp sự điều khiển "dây" cho tay máy. "Điều khiển dây" nghĩa là mỗi chức năng của robot (và động cơ DC) được điều khiển bằng dây điện (công suất điện). Mỗi động cơ DC điều khiển một chức năng của tay máy. Sự điều khiển dây cho phép xây dựng bộ



Hình 15.1. Sơ đồ chuyển động và quay của tay máy.



Hình 15.2. Bộ linh kiện tay máy.



Hình 15.3. Hộp số được lắp ráp sẵn.

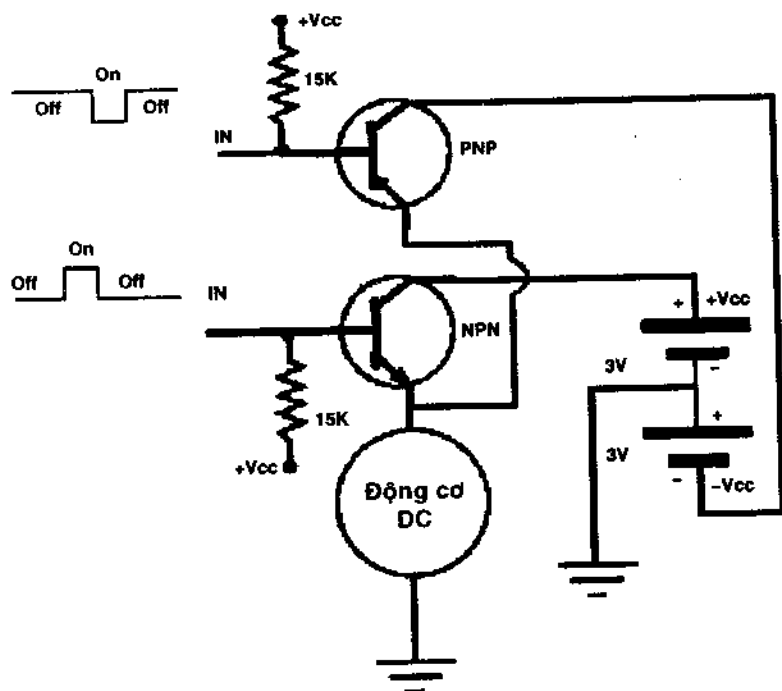
điều khiển thống nhất cho tay máy đáp ứng các tín hiệu điện. Điều này sẽ đơn giản hóa tác vụ nối kết tay máy với cổng máy in của PC.

Tay máy được chế tạo bằng chất dẻo nhẹ. Hầu hết các bộ phận chịu ứng suất cũng được làm bằng chất dẻo. Các động cơ DC được dùng trong tay máy đều là loại nhỏ, tốc độ quay (v/ph) cao, moment quay thấp. Để tăng moment quay, mỗi động cơ được nối với một hộp số. Bộ động cơ – hộp số được dùng trong xây dựng tay máy. Mặc dù moment quay của động cơ tăng lên nhờ hộp số, nhưng tay máy này thể nâng hoặc di chuyển trọng lượng lớn. Tải nâng cực đại được đề nghị là 4.6 oz (130 gr).

Các bộ phận của bộ tay máy được xếp đặt cẩn thận (Hình 15.2). Nếu bạn cẩn trọng tuân theo các hướng dẫn trong sách xây dựng tay máy, việc xây dựng sẽ tiến triển dễ dàng. Để giúp bạn, một số cơ cấu theo cụm đã được lắp ráp hoàn chỉnh. Ví dụ, năm động cơ DC cùng với các hộp số đã được lắp ráp theo cụm và được nối kết với các động cơ DC (Hình 15.3). Điều này giúp việc xây dựng tay máy nhanh chóng. Trong vài giờ, bạn đã có một tay máy sẵn sàng hoạt động.

Cơ sở điều khiển động cơ

Để hiểu chức năng cơ bản của điều khiển hữu tuyến, bạn hãy xem cách các tín hiệu digital điều khiển động cơ DC. Điều khiển động cơ DC



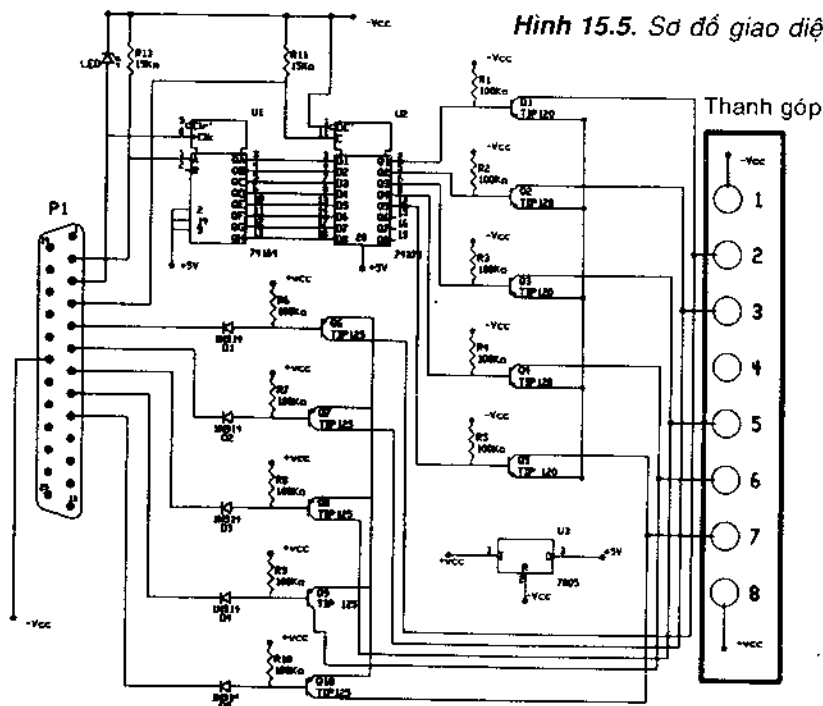
Hình 15.4. Sơ đồ mạch thử nghiệm.

cần có hai transistor bù. Một transistor là loại PNP và transistor kia là NPN. Mỗi transistor có chức năng công tắc, điều khiển dòng điện đến động cơ DC. Chiều dòng điện được điều khiển từ một trong hai transistor bố trí ngược nhau. Chiều dòng điện sẽ điều khiển chiều quay của động cơ, ngược hoặc thuận chiều kim đồng hồ. Hình 15.4 là mạch điện thử nghiệm bạn có thể xây dựng trước khi lắp ráp giao diện tay máy. Chú ý, nếu cả hai transistor đều bị ngắt mạch, động cơ sẽ ngừng. Chỉ một transistor (cho một động cơ) được đóng mạch ở một thời điểm. Nếu hai transistor của một động cơ được đóng mạch đồng thời, điều này tương đương với sự ngắn mạch. Mỗi động cơ DC trong tay máy do hai transistor trên giao diện điều khiển theo cách giống nhau.

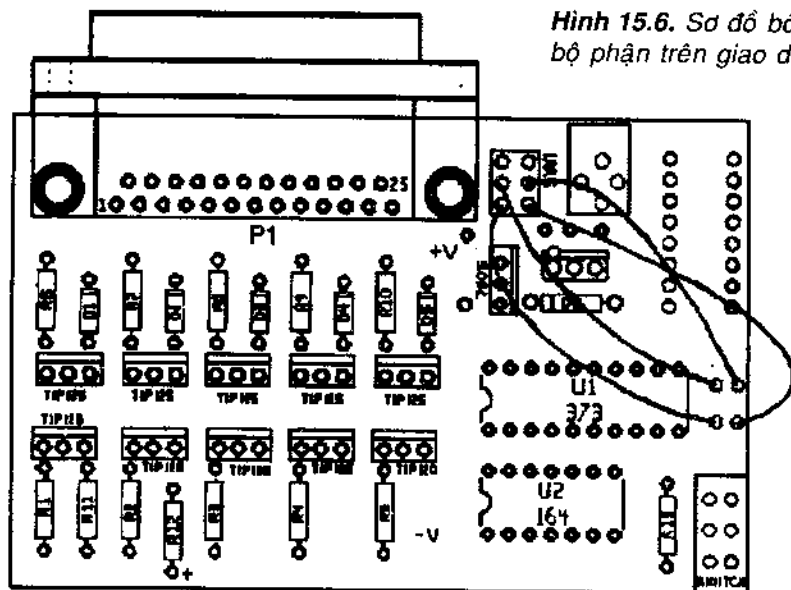
Xây dựng giao diện PC

Trên Hình 15.5 là sơ đồ giao diện PC. Nếu bạn mua bộ giao diện PC này, cách bố trí các bộ phận của bản mạch in (PCB) được trình bày trên Hình 15.6.

Hình 15.5. Sơ đồ giao diện PC.

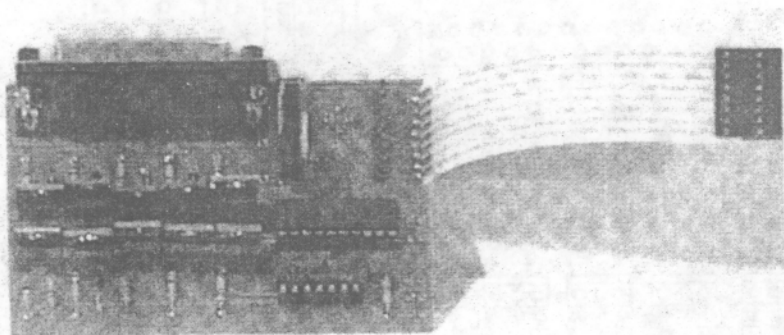


Hình 15.6. Sơ đồ bố trí các bộ phận trên giao diện PC.



Việc đầu tiên là nhận diện mặt lắp ráp linh kiện của PCB. Mặt này có các hình vẽ bằng nét màu trắng của các điện trở, transistor, mạch tích hợp (IC), và khớp nối DB25. Tất cả các linh kiện đều được lắp lên mặt này.

Nói chung, sau khi hàn một linh kiện với bản mạch, bạn nên cắt bỏ phần dây điện thừa ở mặt dưới của PCB. Bạn nên tuân thủ thứ tự lắp ráp các linh kiện. Bắt đầu bằng việc lắp ráp các điện trở 100K ohm (các dải màu nâu, đen, vàng, vàng kim, hoặc bạc) có ký hiệu R1 đến R10. Tiếp theo bạn lắp năm diode D1 – D5, đặt dải màu đen trên diode quay về phía khớp nối DB25, như được minh họa trên hình vẽ linh kiện bằng nét màu trắng. Sau đó, bạn lắp các điện trở 15K ohm (các dải màu nâu, xanh lá, cam, vàng kim, hoặc bạc) R11 và R13. Lắp diode phát quang (LED) màu đỏ vào vị trí R12 trên bản mạch. Dây dương của LED được lắp vào lỗ R12 có ký hiệu dấu +. Kế tiếp bạn lắp các ổ cắm 14 chân và 20 chân vào các vị trí U1 và U2. Lắp và hàn khớp nối thẳng góc DB25. Không được ép các chân của DB25 qua bản mạch, bạn phải lắp chính xác. Nếu cần, bạn có thể lắc nhẹ khớp nối, chú ý không làm cong các chân. Lắp công tắc trượt và bộ điều chỉnh điện áp 7805. Cắt và hàn bốn dây điện lên trên công tắc này. Cần thận để giữ hướng dây như trên hình minh họa. Lắp và hàn các transistor TIP 120 và TIP 125. Cuối cùng, bạn lắp bộ góp điện 8 – vị trí và cáp nối 3". Bộ góp điện được lắp sao cho các dây dẫn dài quay lên phía trên. Cắm hai IC, 74LS373 và 74LS164, vào ổ cắm IC tương ứng của chúng. Cần bảo đảm vết lõm ở mặt trên của vi mạch phải cùng hướng với vết lõm trên hình vẽ bằng nét màu trắng. Bạn có thể thấy có nhiều vị trí cho các linh kiện bổ sung. Đó là dành cho adapter AC bổ sung. Hình 15.7 minh họa mặt trên của giao diện hoàn chỉnh.



Hình 15.7. Giao diện PC sau khi lắp ráp (mặt trên).

Nguyên lý làm việc của giao diện

Tay máy chứa năm động cơ DC. Vì vậy cần có 10 đường nhập/xuất (I/O) để điều khiển từng động cơ và chiều. Cổng song song (máy in) trên PC IBM chỉ có tám đường I/O. Để tăng số đường I/O, giao diện tay máy kết hợp mạch tích hợp SIPO (vào nối tiếp, ra song song), 74LS164. Bằng cách sử dụng hai đường nhàn rỗi của cổng song song, đường D0 và D1, để gửi thông tin nối tiếp đến vi mạch 74LS164, bạn có thể tăng thêm tám đường I/O. Mặc dù bạn có thể dùng cả tám đường I/O của 74LS164, nhưng giao diện PC chỉ cần năm trong số các đường I/O này.

Khi thông tin nối tiếp được dẫn vào vi mạch 74LS164, ngõ ra song song của vi mạch này sẽ dịch chuyển để đáp ứng. Nếu các ngõ ra của 74LS164 được nối trực tiếp với các transistor, các chức năng của tay máy sẽ đóng và ngắt khi thông tin nối tiếp đăng nhập. Tất nhiên, đó không phải là tình huống thích hợp. Để tránh điều này xảy ra, bạn hãy bổ sung vi mạch thứ hai vào giao diện, vi mạch khóa bất phân 74LS373.

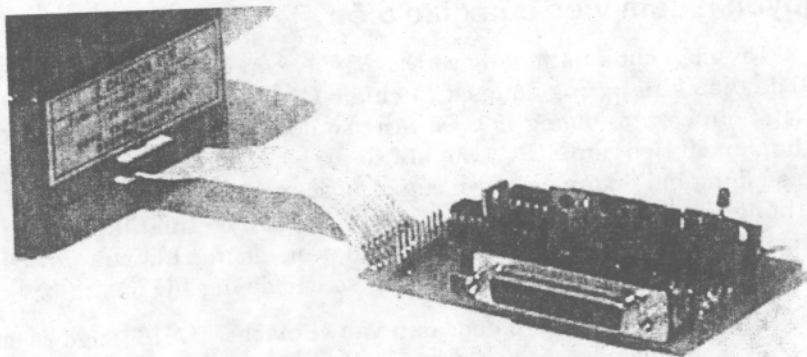
Vi mạch khóa bất phân 74LS373 có tám đường nhập và tám đường xuất. Thông tin nhị phân trên các đường nhập này sẽ được phát đến các đường xuất khi vi mạch này được cho phép. Khi vi mạch chưa được phép, thông tin trên các đường xuất bị khóa. Khi bị khóa, thông tin nhị phân trên các đường nhập không ảnh hưởng đến trạng thái của các đường xuất.

Khi tất cả thông tin nối tiếp đã được dẫn vào vi mạch, vi mạch khóa bất phân 74LS373 được phép hoạt động, thông qua chân D2 của cổng song song. Điều này cho phép thông tin song song từ 74LS164 truyền đến các đường xuất của 74LS373. Các đường xuất từ 74LS373 sẽ đóng và ngắt các transistor TIP 120; từ đó, điều khiển các chức năng của tay máy. Quá trình này được lặp lại cho mỗi lệnh mới. Các đường D3 đến D7 trực tiếp điều khiển các transistor TIP 125.

Nối kết giao diện với tay máy

Tay máy sử dụng nguồn công suất đơn 6V gồm bốn pin D ở đế. Giao diện PC lấy công suất từ nguồn công suất 6V của tay máy. Nguồn công suất này được sử dụng như nguồn công suất lưỡng cực $\pm 3V$. Công suất được mắc rẽ từ khớp nối Molex tám dây dẫn đến đế tay máy.

Bạn hãy dùng cáp Molex tám dây dài 3" (7.5 cm) để nối giao diện với tay máy. Cáp molex này nối với khớp nối trên đế tay máy (Hình 15.8). Cần bảo đảm khớp nối Molex được gắn chắc chắn và chính xác. Để nối giao diện với cổng máy in của máy tính, bạn dùng cáp DB25 dài 6ft 1,5m được cung cấp theo bộ này. Một đầu cáp nối với cổng máy in của máy tính. Đầu kia nối với khớp nối DB25 trên bản mạch của giao diện.



Hình 15.8. Nối giao diện PC với tay máy.

Trong hầu hết trường hợp, cổng máy in còn được sử dụng cho máy in. Để giảm nhẹ việc đổi cáp mỗi khi bạn muốn sử dụng tay máy, bạn hãy mua hộp chuyển mạch dữ liệu A/B (DB25). Nối giao diện tay máy với mặt A và máy in với mặt B. Lúc này bạn có thể sử dụng công tắc để nối máy tính với giao diện hoặc máy in.

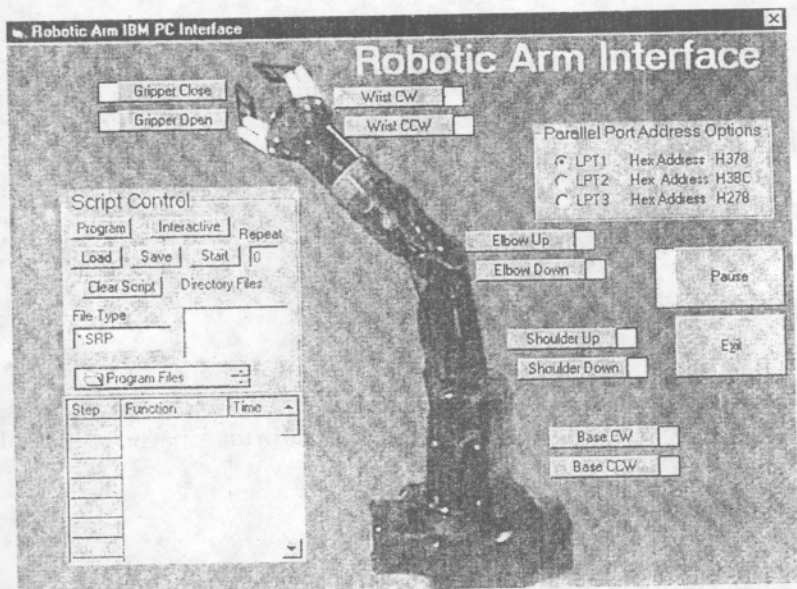
Cài đặt chương trình chạy trên Windows 95

Đưa đĩa mềm 3.5" có ghi nhãn "Disk 1" vào ổ đĩa mềm của máy tính và chạy trình setup (setup.exe). Trình setup sẽ tạo ra thư mục "Images" trên đĩa cứng của máy tính và sao chép các file cần thiết vào thư mục này. Biểu tượng Images được tạo ra trên menu Start. Để chạy chương trình này, bạn nhấp vào biểu tượng Images trong menu Start.

Sử dụng chương trình chạy trên Windows 95

Bạn hãy sử dụng cáp DB25, 6ft để nối cổng máy in của máy tính với giao diện PC. Nối giao diện với đế tay máy. Trong khi thực hiện việc nối kết này, bạn hãy ngắt công suất của giao diện; nếu không, thông tin hiện có (trạng thái) còn lại trên cổng máy in có thể làm cho tay máy thực hiện chức năng nào đó.

Bạn khởi động chương trình bằng cách nhấp đúp lên biểu tượng Images trong menu Start. Màn hình làm việc của chương trình được minh họa trên Hình 15.9. Khi chương trình đang chạy, LED đỏ trên giao diện chớp sáng. Chú ý, giao diện không có chức năng đóng mạch cho LED sáng. Thời gian LED chớp sáng tùy thuộc vào tốc độ bộ xử lý trong máy tính của bạn. Ánh sáng của LED có thể rất mờ, bạn hãy dùng tay che quanh LED để dễ quan sát. Nếu LED không sáng, có lẽ do xác lập địa



Hình 15.9. Màn hình chương trình giao diện PC chạy trên Windows.

chỉ cổng máy in (cổng LPT) của chương trình không đúng. Để thay đổi địa chỉ cổng máy in (cổng LPT) cho giao diện, bạn chuyển đến hộp Printer Port Options ở góc bên phải màn hình. Nhấp tùy chọn khác. Tùy chọn xác lập cổng bất kỳ làm LED bật sáng là địa chỉ thích hợp của cổng máy in.

Sau khi LED sáng, bạn hãy nhấp nút Pause rồi đóng mạch giao diện. Nhấp nút chức năng để yêu cầu tay máy thực hiện chức năng tương ứng. Nhấp nút đó lần thứ hai để ngừng chức năng đang hoạt động. Việc sử dụng các nút chức năng để điều khiển tay máy theo cách này được gọi là chế độ tương tác.

Tạo các file script

Để lập trình chuyển động và tự động hóa cho tay máy, bạn sử dụng các file script. File script chứa danh sách lệnh có định thời gian điều khiển chức năng của tay máy. Quy trình tạo file script như sau. Bạn nhấp nút Program để chuyển sang chế độ viết script “lập trình”. Trong chế độ này, ngoài việc nhấp nút chức năng nhằm khởi động chức năng của tay máy như đã trình bày ở phần trước, bạn còn phải nhập thông tin về chức năng đó vào bảng script màu vàng ở phía dưới bên trái màn hình. Số bước được nhập vào cột bên trái, bắt đầu bằng bước 1, và tăng dần theo mỗi chức năng mới. Tên chức năng bạn nhập vào cột giữa. Khi nút chức năng này được nhấp lần thứ hai, chức năng ngừng; thời gian trôi qua, từ

khi khởi động đến khi ngừng chức năng này, sẽ được nhập vào cột thứ ba. Thời gian trôi qua được cho theo giá số một phần tư giây. Tiếp tục theo cách này, bạn có thể lập trình đến 99 chức năng, kể cả định giờ cho những lần tạm dừng, vào file script. Bạn có thể lưu và tải các file script từ thư mục tại chỗ. Bạn có thể cài đặt để chạy lại các file script đến 99 lần bằng cách nhập số lần bạn muốn lặp lại vào hộp Repeat và nhấn Start. Khi muốn kết thúc file script, bạn nhấn lên nút Interaction để chuyển máy tính về chế độ tương tác.

Con rối điện tử

Bạn có thể sử dụng các file script để tự động hóa bằng máy tính hoặc các con rối điện tử. Với con rối điện tử, bạn bao bọc và che kín hệ thống cơ khí của robot. Lớp bao phủ thay đổi (toàn bộ hoặc một phần) tùy theo con rối là con người, động vật, thực vật ...

Các hạn chế

Nếu bạn thực hiện tự động hóa hoặc con rối điện tử ở cấp chuyên nghiệp, robot của bạn phải ở vị trí chính xác theo yêu cầu trong mọi thời điểm.

Bạn sẽ thấy khi chuỗi (file script) liên tục được lặp lại, vị trí tay máy sẽ bị lệch dần ra xa vị trí ban đầu. Có nhiều lý do dẫn đến điều này. Khi nguồn công suất của pin cung cấp cho tay máy bị cạn kiệt, công suất điện cấp cho động cơ không đủ làm giảm moment quay và tốc độ của động cơ. Vì vậy, trong chức năng định giờ, các động cơ chuyển động hoặc hợp bao quát. Ngay cả với nguồn công suất ổn định, nhiều lần trục động cơ DC quay trong khoảng thời gian cho trước không được đếm mà cũng không được điều khiển. Vì vậy số vòng quay của động cơ trong mỗi chuỗi định giờ sẽ thay đổi chút ít. Điều này làm vị trí tay máy dịch chuyển. Nếu sự dịch chuyển không đủ lớn, các bánh răng được sử dụng trong các hộp số có độ rơ nhỏ, không gây chú ý. Các yếu tố này kết hợp với nhau tạo ra nhiều lý do giải thích tại sao vị trí của tay máy thực hiện lặp đi lặp lại một file script nào đó sẽ lệch dần theo thời gian.

Tìm vị trí gốc

Để nâng cao dự án này, thông tin vị trí phản hồi từ tay máy phải được bổ sung, để máy tính có thể xác định vị trí tuyệt đối của tay máy. Với thông tin vị trí phản hồi, tay máy có thể được định vị chính xác cùng một vị trí mỗi khi bắt đầu chạy file script (chuỗi).

Bạn có nhiều cách để giải quyết vấn đề nêu trên. Phương pháp cơ bản là thay vì sử dụng sự điều khiển vị trí, bạn sử dụng các công tắc giới hạn để tìm “nhà” (vị trí bắt đầu). Các công tắc giới hạn này xác định khi tay máy đạt đến vị trí tuyệt đối nào đó. Để thực hiện điều này, chuỗi công tắc giới hạn (các công tắc kiểu đòn bẩy tiếp xúc tức thời) sẽ đóng khi tay máy đạt tới giới hạn chuyển động của nó theo chiều xác định. Ví dụ, bạn lắp công tắc giới hạn vào đế tay máy. Công tắc này chỉ đóng khi tay máy quay theo chiều kim đồng hồ đến mức xa nhất cho phép. Các công tắc giới hạn khác được lắp ở vai và khuỷu tay máy. Các công tắc này sẽ đóng khi khớp tương ứng dۆi hết cỡ. Công tắc giới hạn lắp ở cổ tay máy sẽ đóng khi cổ tay quay đến vị trí xa nhất theo chiều kim đồng hồ. Công tắc cuối cùng được lắp vào bộ phận nắm bắt sẽ đóng khi bộ phận này mở hoàn toàn. Để cài đặt lại tay máy về vị trí ban đầu, bạn kích hoạt từng chức năng theo chiều chuyển động cần thiết để đóng công tắc giới hạn cho đến khi công tắc giới hạn đó thực sự đóng. Sau khi tất cả chức năng đều ở vị trí gốc, máy tính sẽ nhận biết vị trí tuyệt đối của tay máy.

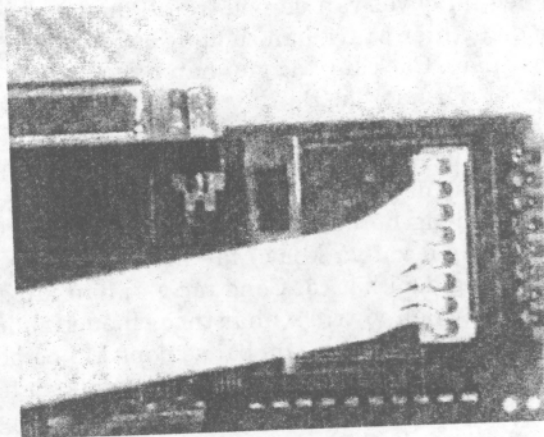
Khi ở vị trí gốc, bạn có thể khởi động và chạy lại một script (thao tác), biết rằng sự trôi dạt xảy ra trong một lần chạy script có thể quá nhỏ để tay máy đạt được các mục tiêu của nó. Sau khi script này hoàn tất, tay máy được cài đặt lại về vị trí gốc và file script đó sẽ được lặp lại.

Đôi khi vị trí gốc không cung cấp đủ thông tin hồi tiếp để thực hiện các thao tác nào đó, ví dụ, nhặt quả trứng mà không làm vỡ vỏ quả trứng. Đối với các ứng dụng này, bạn cần sử dụng những phương pháp hồi tiếp tinh vi hơn. Bạn phải sử dụng các bộ chuyển đổi analog – digital (A/D) để xử lý tín hiệu từ các máy biến năng. Các tín hiệu đã qua xử lý được dùng để xác định các yếu tố như vị trí, áp suất, tốc độ, và moment quay. Ví dụ nhỏ sau đây sẽ làm sáng tỏ điều này. Bạn hãy hình dung chiết áp kế truyền tín hiệu được lắp vào bộ phận nắm bắt của tay máy. Chiết áp kế được lắp sao cho khi bộ phận nắm bắt mở hoặc khép, con trượt trên chiết áp kế sẽ trượt lui và tới. Như thế, khi bộ phận nắm bắt mở và khép, điện trở của chiết áp kế sẽ thay đổi. Sau khi đã định cỡ, điện trở của chiết áp kế có thể cho biết chính xác bộ phận nắm bắt đã khép (hoặc mở) bao nhiêu.

Các hệ thống hồi tiếp sẽ làm tăng tính phức tạp và chi phí cho hệ thống. Bạn có thể sử dụng hệ thống điều khiển bằng tay để bỏ qua và tái định vị tay máy khi script đang chạy.

Nối kết bộ điều khiển thủ công với giao diện

Sau khi giao diện hoạt động chính xác, bạn dùng bộ gόp điện tám chân để nối bộ điều khiển thủ công với giao diện. Quay khớp nối Molex



Hình 15.10. Cách nối bộ điều khiển thủ công.

của bộ điều khiển thủ công về phía bộ gộp điện tám chân trên giao diện (Hình 15.10). Ấn chặt khớp nối vào bộ gộp điện. Lúc này, bạn có thể điều khiển tay máy bằng tay. Điều này không tạo ra sự thay đổi nào, bất kể giao diện có nối kết với máy tính hay không.

Chương trình bàn phím chạy trên DOS

Chương trình bàn phím là chương trình chạy trên DOS cho phép bạn điều khiển tay máy theo thời gian thực (tương tác) bằng bàn phím. Sau đây là các phím và chức năng tương ứng.

Phím	Chức năng
U	Nhấc lên.
L	Qua trái.
G	Gấp, bắt.
S	Ngừng
D	Hạ xuống
R	Qua phải
H	Nhả
Q	Nghỉ

Điều khiển tay máy bằng tiếng nói

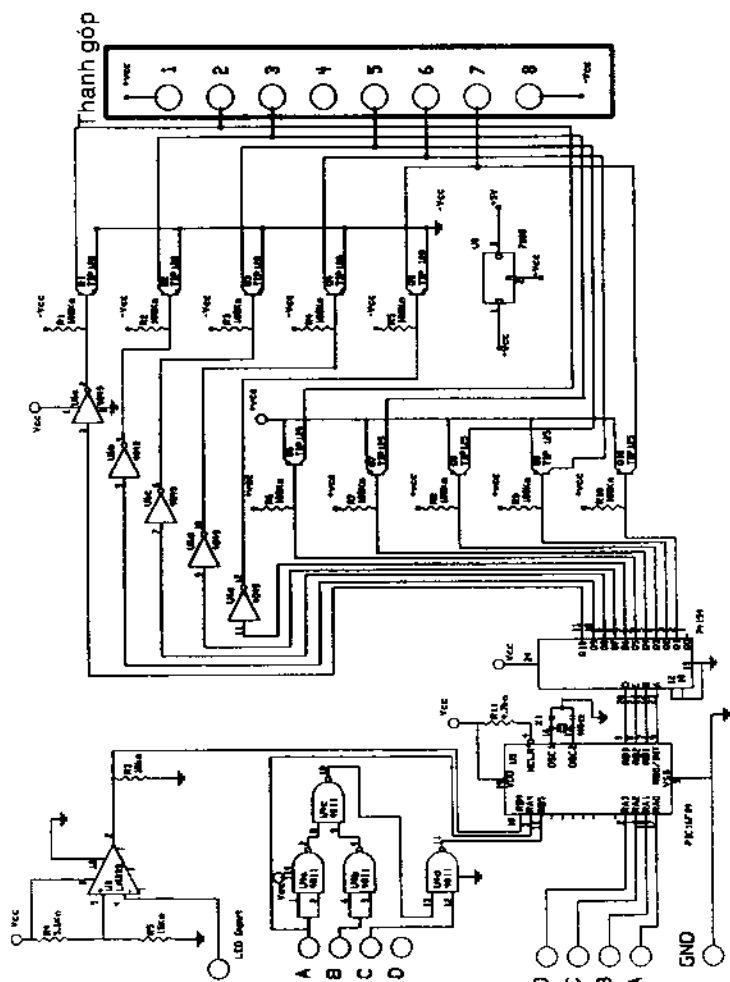
Bộ điều khiển tay máy bằng tiếng nói sử dụng bộ nhận biết tiếng nói được trình bày ở Chương 7. Trong phần này, bạn sẽ xây dựng giao diện từ bộ nhận biết tiếng nói đến tay máy.

Sơ đồ giao diện nhận biết tiếng nói được minh họa trên Hình 15.11. Giao diện này sử dụng bộ vi điều khiển 16F84. Chương trình của bộ vi điều khiển như sau:

```
` Speech Recognition Interface program
Symbol PortA = 5
Symbol TRISA = 133
Symbol PortB = 6
Symbol TRISB = 134
Poke TRISA, 255
Poke TRISB, 240
Start:
Peek PortB, B0
If bit4 = 0 then trigger `Trigger enabled, read speech-
                           recognition circuit
goto start `Repeat
trigger:
Pause 500 `Wait 0.5 seconds
Peek PortB, B0 `Read BCD number
if bit5 = 1 then send `Output number
goto start `Repeat
send:
peek PortA, b0 `Read port A
if bit4 = 1 then eleven `Is the number 11?
poke PortB, b0 `Output number
goto start `Repeat
eleven:
if bit0 = 0 then ten
poke portb, 11
goto start `Repeat
ten:
poke partb, 10
goto start `Repeat
end
```

Bạn có thể download miễn phí các phiên bản cập nhật của chương trình dùng cho bộ vi điều khiển 16F84 tại:

<http://www.imagesco.com>.



Lập trình giao diện nhận biết tiếng nói

Các bước lập trình giao diện nhận biết tiếng nói này tương tự quy trình được sử dụng để lập trình bộ nhận biết tiếng nói ở Chương 7. Để vận hành tay máy một cách chính xác, bạn phải lập trình các số xác định từ ngữ để chỉ định các chức năng của tay máy. Bạn có thể sử dụng từ lệnh tùy ý cho một lệnh nào đó. Bảng 15.1 cung cấp các từ lệnh để minh họa, bạn có thể thay đổi bất kỳ từ nào bạn thích.

Bảng 15.1

Chữ số	Từ lệnh thông dụng	Chức năng
1	GRIP	Khép bộ phận nắm bắt
2	E-Down	Hạ khuỷu tay xuống
3	R-Base	Quay đế CCW
4	S-Up	Nâng vai lên
5	L-Wrist	Quay cổ tay CW
6	Release	Mở bộ phận nắm bắt
7	E-Up	Nâng khuỷu tay lên
8	L-Base	Quay đế CW
9	S-Down	Hạ vai xuống
10	R-Wrist	Quay cổ tay CCW
11	Stop	Ngừng

Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện PC

- ☐ (5) transistor NPN TIP 120.
- ☐ (5) transistor PNP TIP 125.
- ☐ (1) IC nối tiếp – song song 74164.
- ☐ (1) mạch khóa bất phân 74LS373.
- ☐ (1) LED đỏ.
- ☐ (5) diode 1N914.
- ☐ (1) đầu góp điện Molex tám vị trí (chân).
- ☐ (1) sợi cáp Molex dài 3" (7.5 cm) tám vị trí.
- ☐ (1) công tắc DPDT gắn với PC.

- ☐ (1) khớp nối gắn với PC có góc RT DB25.
- ☐ (1) cáp M-M dài 6 ft (1.8 m) DB25
- ☐ (1) PCB (bản mạch in).
- ☐ (10) điện trở 100K ohm, 1/4 W.
- ☐ (3) điện trở 15K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) bộ điều chỉnh điện áp 7805.

Bộ giao diện tay máy được trình bày trong Chương này chứa tất cả các bộ phận trên.

Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện nhận biết tiếng nói

- ☐ (5) transistor NPN TIP 120.
- ☐ (5) transistor PNP TIP 125.
- ☐ (1) IC giải mã 4/16 74154.
- ☐ (1) cổng NAND 4011.
- ☐ (1) bộ đệm thập lục phân 4049.
- ☐ (1) op – amp 741.
- ☐ (1) điện trở 5.6K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) điện trở 15K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) đầu gắp điện Molex tám vị trí.
- ☐ (1) cáp Molex dài 3", tám vị trí.
- ☐ (1) PCB.
- ☐ (10) điện trở 100K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) điện trở 4.7K ohm, 1/4 W.
- ☐ (1) bộ điều chỉnh điện áp 7805.
- ☐ (1) bộ vi điều khiển PIC16F84
- ☐ (1) tinh thể thạch anh 4.0 MHz.
- ☐ Bộ giao diện tay máy.
- ☐ Bộ huấn luyện tay máy OWI.
- ☐ Giao diện nhận biết tiếng nói gắn với tay máy.
- ☐ Bộ nhận biết tiếng nói.

Android hand

Chương này sẽ trình bày cách xây dựng humanlike hoặc android hand (tay máy mô phỏng bàn tay người). Bộ truyền động được sử dụng để chuyển động các ngón tay trong android hand là cơ bắp không khí đã trình bày ở Chương 3.

Cơ bắp không khí là thiết bị hoạt động bằng khí nén tạo ra chuyển động tuyến tính sử dụng không khí có áp suất. Giống như bắp thịt của con người, cơ bắp không khí có lại khi được kích hoạt. Bạn có thể nghĩ rằng các cylinder khí nén có khả năng thực hiện điều đó. Đúng, nhưng đối với các nhà sưu tầm đồ chơi và nhà robot học, cơ bắp không khí có ưu thế chi phí thấp, cực kỳ nhẹ, linh hoạt và dễ sử dụng.

Cơ bắp không khí có tỉ số công suất/trọng lượng là 400:1. Vì hầu hết các bộ phận của cơ bắp không khí là chất dẻo và cao su, cơ bắp không khí có thể làm việc khi trời mưa hoặc dưới nước. Bản chất mềm dẻo của cơ bắp không khí cho phép cơ bắp này nối kết và có rút các puli của trục đóng/ngắt và các đòn bẩy. Cơ bắp không khí có thể có rút ngay cả khi bị uốn theo các bề mặt cong. Do các đặc tính dễ sử dụng này, cơ bắp không khí thường được những người thử nghiệm chọn lựa, thay vì các cylinder khí nén tiêu chuẩn.

Là thiết bị khí nén, cơ bắp không khí cần nguồn cung cấp không khí có áp suất. Tuy nhiên, trên mỗi động tác cơ bắp không khí chỉ tiêu thụ một lượng nhỏ không khí; và bạn có thể lưu trữ khí nén. Sự đáp ứng và chu kỳ của cơ bắp không khí khá nhanh. Một cơ bắp không khí nhỏ 6" và nặng 10 g có thể nâng vật thể 6.5 lb (3 kg).

Trước khi xây dựng android hand, trước hết bạn hãy làm vài thiết bị thể hiện cơ bắp không khí vận hành bằng tay. Các thiết bị này cho phép bạn làm quen với sự vận hành và chức năng của cơ bắp không khí, trước khi thực hiện dự án phức tạp hơn.

Điều khiển cơ bắp không khí bằng tay là phương án hay đối với các dự án chỉ cần một hoặc hai cơ bắp không khí. Tuy nhiên, khi năm hoặc sáu cơ bắp không khí cần được vận hành phối hợp, việc điều khiển thủ công là không thực tế. Thay vào đó, bạn phải sử dụng sự điều khiển bằng máy tính. Bạn có thể sử dụng máy tính cá nhân IBM hoặc bộ vi điều khiển PIC tương thích. Giao diện cho cả hai là như nhau. Chương này sẽ trình bày phương án sử dụng PC.

Ưu điểm của cơ bắp không khí

- ☐ *Trọng lượng nhẹ.* Cơ bắp không khí 6" với ống dẫn khí đường kính 5/32" dài 18" có trọng lượng xấp xỉ 10 g.
- ☐ *Sự co rút.* Cơ bắp không khí 6" co rút gần 1" (khoảng 25% chiều dài, không tính các đầu cơ).
- ☐ *Sức mạnh.* Với áp suất 42 psi, cơ bắp không khí tạo ra lực xấp xỉ 6.5 lb (3kg). Tỷ số công suất/trọng lượng cơ thể đạt 400:1.
- ☐ *Tính linh hoạt.* Kết cấu mềm, dẻo, có thể uốn theo các bề mặt cong mà vẫn thực hiện chức năng một cách chính xác.

Công dụng

Cơ bắp không khí thích hợp với ngành robot học và tự động hóa. Trong một số ứng dụng, cơ bắp không khí có thể thay thế các động cơ trợ động và các động cơ DC. Những tính chất độc đáo của cơ bắp không khí, nhẹ, khỏe, và linh hoạt, có thể được khai thác trong nhiều ứng dụng và được sử dụng để cải thiện các mẫu khí nén hiện có. Với kích thước nhỏ, cơ bắp không khí có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng đòi hỏi chuyển động tuyến tính hoặc co rút. Trong nhiều trường hợp, cơ bắp không khí có thể thay thế cylinder khí nén.

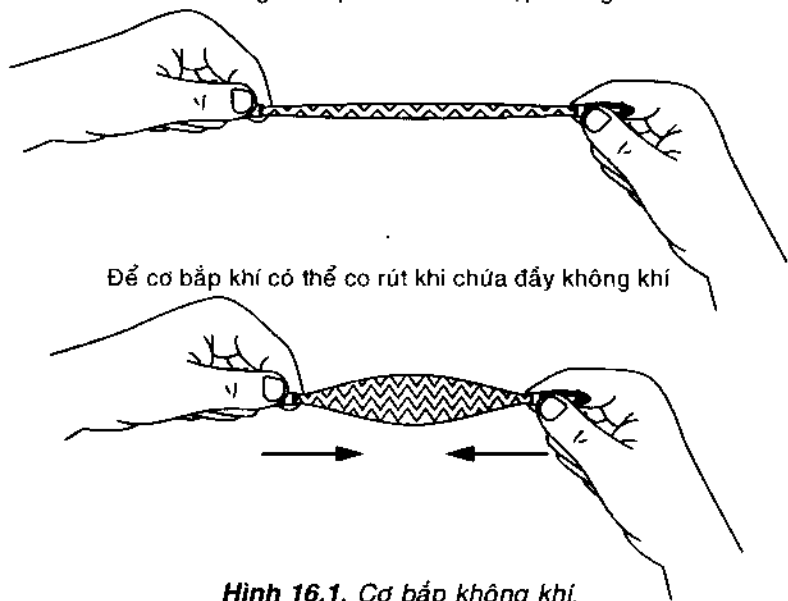
Nguyên lý làm việc của cơ bắp không khí

Cơ bắp không khí có bao lưới hình ống bằng chất dẻo màu đen ở phía ngoài, phía trong là ống cao su mềm. Hai đầu cơ bắp không khí có gắn kẹp kim loại. Lưới chất dẻo có các vòng ở hai đầu, gấp vào trong và được kẹp chặt bằng các kẹp kim loại. Các vòng này dùng để nối cơ bắp không khí với các thiết bị.

Khi chịu tác động của áp suất không khí, cơ bắp co lại theo cơ chế sau. Khi cơ bắp không khí chịu áp suất, ống mềm bên trong dần nở, ép lên lưới chất dẻo màu đen và làm lưới chất dẻo dần nở theo. Khi dần nở, lưới chất dẻo rút ngắn chiều dài tỉ lệ với độ giãn nở đường kính. Điều này làm cơ bắp không khí co lại. Tuy nhiên, vấn đề cơ bản là cơ bắp không khí phải ở tư thế duỗi khi ở trạng thái nghỉ, để vận hành chính xác. Nếu không, khi được kích hoạt, cơ bắp không khí sẽ không tạo ra sự co rút mong muốn (Hình 16.1).

Các thành phần của hệ thống cơ bắp không khí

Hình 16.2 minh họa các bộ phận cần thiết để sử dụng cơ bắp



Hình 16.1. Cơ bắp không khí.

không khí. Bộ phận 1 là cơ bắp không khí. Bộ phận 2 là van khí ba chiều, cho phép bạn vận hành cơ bắp không khí bằng tay (Hình 16.3).

Bộ phận 3 là bộ tương hợp nắp chai, có van giảm áp (xác lập khoảng 60 psi). Bộ tương hợp nắp chai này cho phép bạn sử dụng chai nhựa PET (chẳng hạn chai nước tinh khiết trên thị trường) để chứa không khí. Van giảm áp tự động xả không khí thừa khi áp suất trong chai vượt quá áp suất được xác lập trước.

Bộ phận 4, chai nhựa PET, dùng để chứa không khí. Chai nhựa PET có thể chịu áp suất 50 psi. *Chú ý, không được sử dụng chai thủy tinh để chứa không khí.* Một vết nứt nhỏ trên chai thủy tinh hoặc chai bị rơi có thể gây nổ và bắn các mảnh thủy tinh nhỏ ra khắp nơi. Các chai bằng PET dẫn ra khi quá áp suất.

Bộ phận 5 là bộ tương hợp của bơm chân và bộ phận 6 là bơm chân (đạp). Một bơm chân đơn giản có đồng hồ áp suất, có thể nạp không khí vào bình chứa với áp suất đến 100 psi. Do thể tích của các chai PET nhỏ, nên chỉ cần ba hoặc bốn lần đạp bơm, áp suất không khí trong chai có thể lên đến 50 psi. Cơ bắp không khí sử dụng rất ít không khí, nên một chai PET nhỏ cũng chứa đủ không khí cho bốn hoặc năm chu kỳ hoàn chỉnh của cơ bắp không khí. Bộ phận 7 là các sợi dây nylon, được dùng để nối cơ bắp không khí với thiết bị cơ khí.

1. Cơ bấp khí 6"
tiêu chuẩn



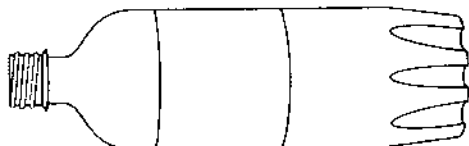
2. Van ba chiều điều
 khiển dòng không khí



3. Nắp chai gắn với
chai chứa không khí



4. Chai PET được
dùng làm chai
chứa không khí



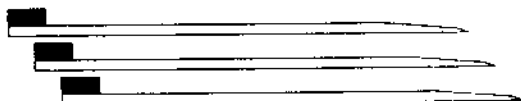
5. Đầu nối dùng để nối bơm đạp
chân với ống dẫn khí 5/32"



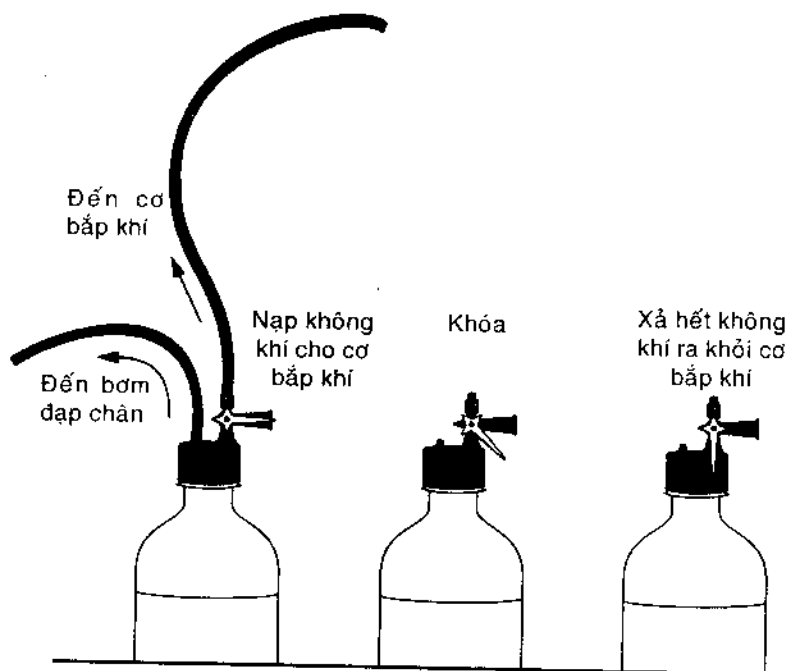
6. Bơm đạp chân



7. Dây nylon để nối cơ
bấp khí với thiết bị



Hình 16.2. Các bộ phận cần thiết để thử nghiệm với cơ bấp không khí.



Hình 16.3. Van ba chiều dùng để vận hành cơ bắp không khí.

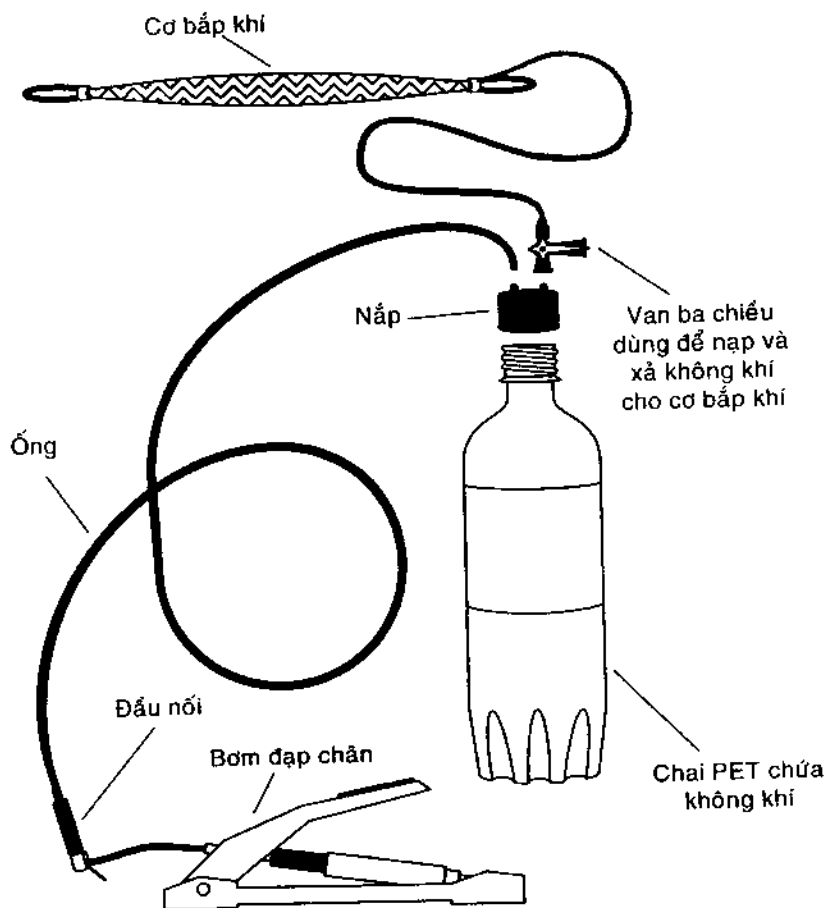
Hình 16.4 phác họa cách nối các bộ phận nêu trên với nhau. Trong một số trường hợp, có thể bạn cần dùng keo epoxy để gắn vài bộ phận với nhau để ngăn chúng bật ra. Ví dụ, nếu bạn sử dụng van ba chiều trên bộ tương hợp nắp chai trong các thử nghiệm cơ bắp không khí, bạn cần dùng keo gắn van ba chiều với bộ tương hợp này.

Gắn cơ bắp không khí với thiết bị cơ khí

Cơ bắp không khí gồm ống mềm, được bao bọc bằng lưới chất dẻo bền chắc. Toàn bộ cụm này được giữ chặt với nhau bằng các kẹp kim loại ở hai đầu. Lưới chất dẻo được thắt thành vòng ở hai đầu. Vòng của lưới chất dẻo rất bền về mặt cơ học và có thể sử dụng để gắn cơ bắp không khí với thiết bị. Hình 16.5 minh họa ốc vít luồn qua vòng này.

Sử dụng bộ tương hợp với bơm

Bơm chân có vòi khí tiêu chuẩn (Hình 16.6). Bạn hãy thay vòi này bằng bộ tương hợp của bơm khí. Nâng cần khóa như được trình bày trên Hình 16.7. Tháo vòi tiêu chuẩn ra (Hình 16.8), và lắp bộ tương hợp bơm khí vào (Hình 16.9). Đóng cần khóa bằng cách ép chặt xuống.

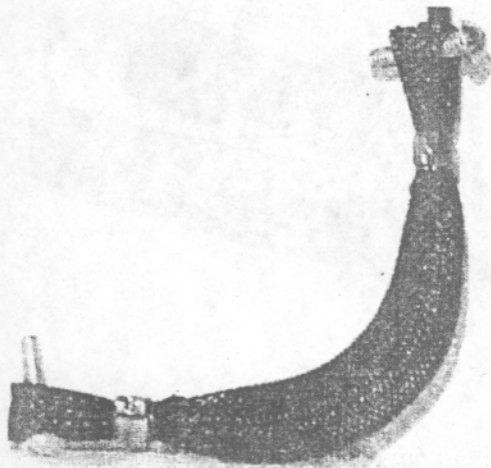


Hình 16.4. Cách lắp ráp các bộ phận với nhau.

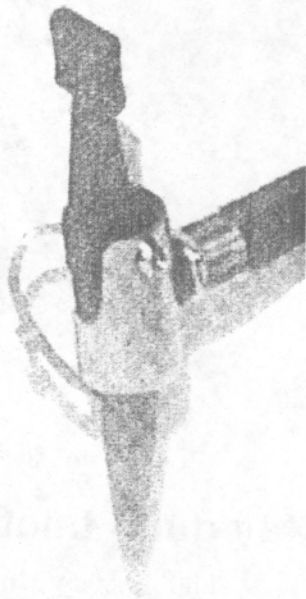
Chai chứa khí

Bạn hãy kiểm tra chai PET (chai nước khoáng hoặc nước tinh khiết), không dùng chai có dung tích lớn hơn 1 lít. Chai nửa lít là lý tưởng.

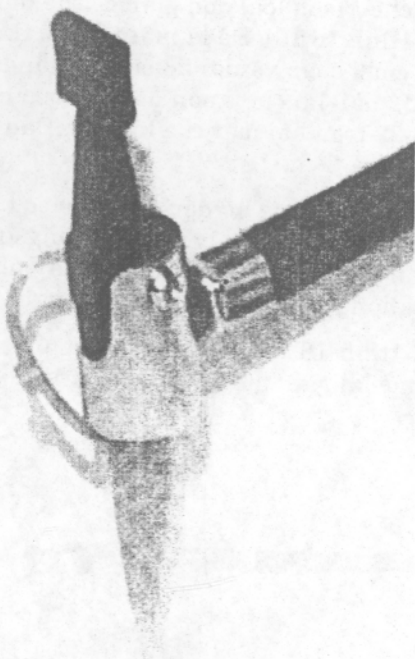
Rửa sạch chai bằng nước và để khô trước khi dùng. Loại chai PET có thể chịu được áp suất lớn hơn giới hạn 50 psi mà bạn ấn định cho chai này. Chú ý, bạn không được dùng chai thủy tinh trong hệ thống khí nén của cơ bắp không khí.



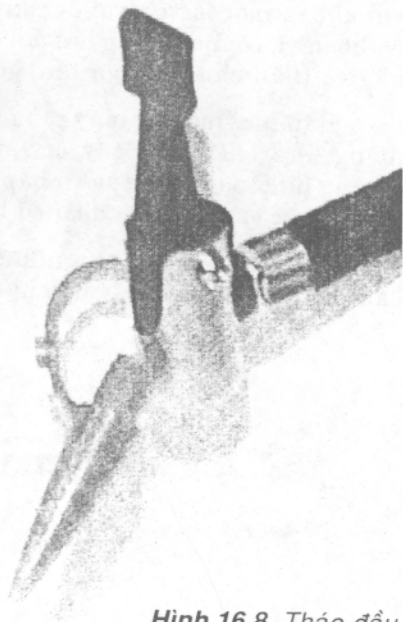
Hình 16.5. Ốc vít luồn qua vòng ở đầu cơ bấp không khí.



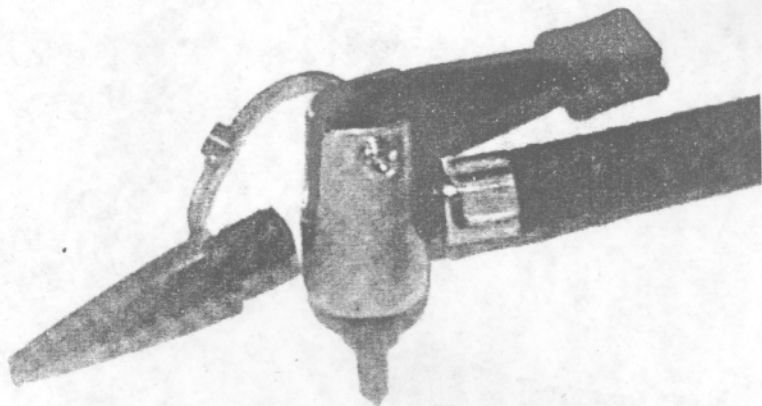
Hình 16.6. Vòi bơm chân.



Hình 16.7. Nâng cần khóa (vòi bơm chân).



Hình 16.8. Tháo đầu nối vòi tiêu chuẩn.



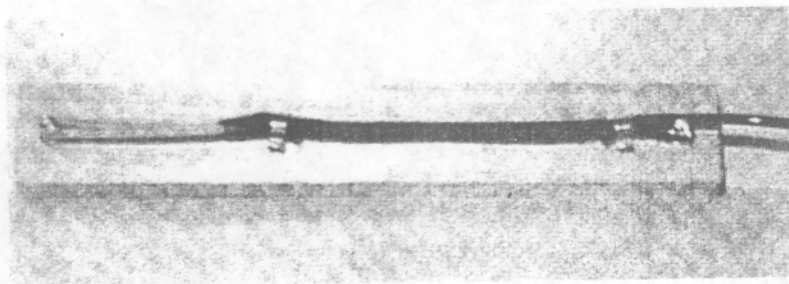
Hình 16.9. Lắp đầu nối bơm khí đạp chân.

Xây dựng thiết bị demo đầu tiên

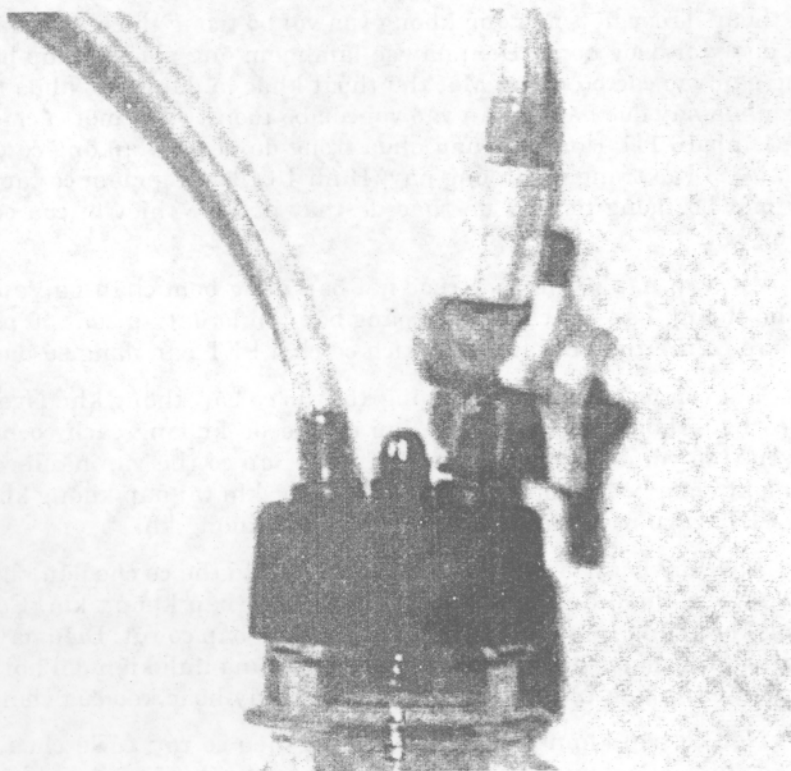
Thiết bị cơ khí đầu tiên bạn sẽ chế tạo là loại đơn giản có thể dùng để đo sự co rút của cơ bắp không khí (Hình 16.10). Đế là một tấm gỗ (kim loại hoặc chất dẻo) có kích thước 2.5 cm x 5 cm và dài 28 cm. Ở mỗi đầu bạn khoan một lỗ vừa với ốc máy 8-32 dài 4.5 cm. Luồn ốc máy qua các lỗ khoan và cố định bằng hai đai ốc 8-32 trên hai mặt của tấm gỗ. Đầu ốc máy và thân chìa ra khỏi tấm gỗ khoảng 2 cm.

Bạn hãy luồn ốc máy phía trên qua khoảng hở đầu trên của cơ bắp không khí, trước khi đẩy ốc qua tấm gỗ. Dùng dây cao su vòng qua khoảng hở ở đầu dưới của cơ bắp không khí rồi quấn quanh ốc máy phía dưới. Dây cao su sẽ kéo duỗi cơ bắp không khí khi ở trạng thái nghỉ.

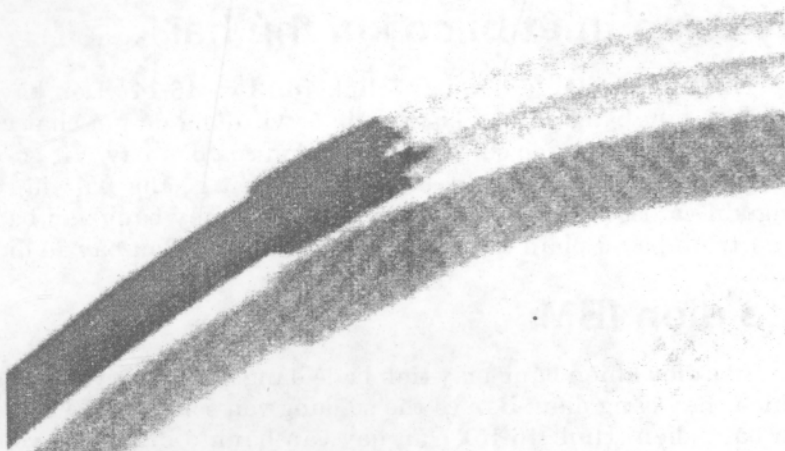
Lắp ráp các bộ phận như trên Hình 16.4. Đôi khi việc lắp ống có đường kính 4 mm với các bộ phận khác lại gặp khó khăn. Sau đây là vài



Hình 16.10. Thiết bị cơ khí thử nhất.



Hình 16.11. Sử dụng ống nhựa trong trên các đầu nối tiêu chuẩn.



Hình 16.12. Sử dụng ống nhựa trong và ống 5/32".

thủ thuật. Trước hết, nếu ống không vừa với bộ tương thích, bạn hãy đặt ống dưới vòi nước nóng. Điều này sẽ làm mềm ống plastic, giúp bạn dễ dàng gắn vào các bộ phận. Một thủ thuật khác là dùng ống nhựa trong. Ống nhựa này đủ chặt để gắn vào vòi của bộ tương thích một cách chính xác (Hình 16.11). Hơn nữa, ống nhựa trong đủ dẻo để lắp ống có đường kính 5/32" vào trong chính ống này (Hình 16.12). Ống mềm có tác dụng như một bộ tương hợp và dễ tháo để thay đổi các thiết bị của cơ bắp không khí.

Để vận hành thiết bị, trước hết bạn dùng bơm chân nạp áp suất cho hệ thống. Bạn chỉ cần đạp khoảng bốn lần là đạt áp suất 50 psi. Số lần đạp có thể thay đổi tùy theo kích cỡ chai PET bạn đang sử dụng.

Mở van ba chiều để nạp không khí vào cơ bắp không khí. Ngay lập tức cơ bắp không khí sẽ co lại. Bạn có thể đo khoảng cách cơ bắp di chuyển tỉ lệ với đồng hồ áp suất trên bơm. Bạn có thể vận hành cơ bắp không khí bốn hoặc năm lần co và duỗi, trước khi tái nạp không khí vào chai PET, vì cơ bắp không khí tiêu thụ rất ít không khí.

Bạn hãy lưu ý là cơ bắp không khí vẫn ở tư thế co cho đến khi bạn xoay van ba chiều để xả không khí ra khỏi cơ bắp không khí. Cơ bắp không khí không tiêu tốn năng lượng để giữ cơ bắp co rút. Điều này trái ngược với các động cơ trợ động và solenoid, những linh kiện đòi hỏi cung cấp điện năng liên tục để duy trì trạng thái đẩy hoặc kéo của chúng.

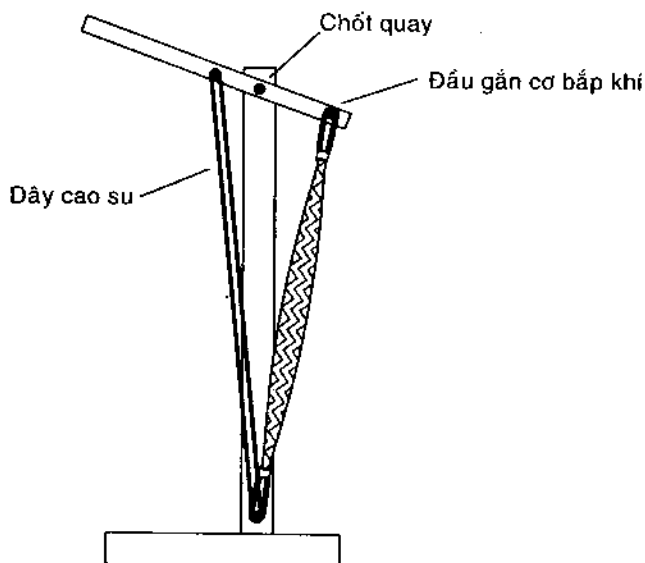
Nếu cơ bắp không khí không có dấu hiệu co rút, có lẽ chưa được duỗi ra đúng mức. Lưu ý, cơ bắp không khí chỉ co rút (vận hành) khi được duỗi đúng mức.

Xây dựng thiết bị cơ khí thứ hai

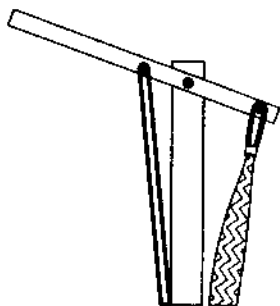
Thiết bị thứ hai là đòn bẩy (Hình 16.13 và 16.14). Đòn bẩy hình chữ I được làm bằng gỗ và plastic. Các ốc vít dùng để giữ chặt cơ bắp không khí và các dây cao su với cánh tay đòn của đòn bẩy. Vít gỗ xuyên qua cánh tay đòn bằng plastic là chốt quay. Vít gỗ thứ hai giữ cơ bắp không khí và dây cao su. Bạn vận hành thiết bị này bằng van ba chiều như đã trình bày ở phần trước. Khi được kích hoạt, đòn bẩy sẽ di lên.

Giao diện IBM

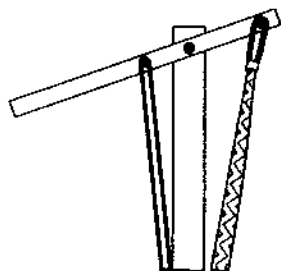
Việc điều khiển bằng máy tính là dễ dàng. Máy tính vận hành van ba chiều chạy bằng điện. Bạn có thể sử dụng van solenoide ba chiều vận hành bằng điện (Hình 16.15). Van này vận hành ở điện áp 5 volt DC, định mức ở 90 psi, có các cổng nối và ngắt không khí nhanh chóng. Ống



Khi cơ bắp khí chứa đầy khí sẽ co rút và kéo cần lên



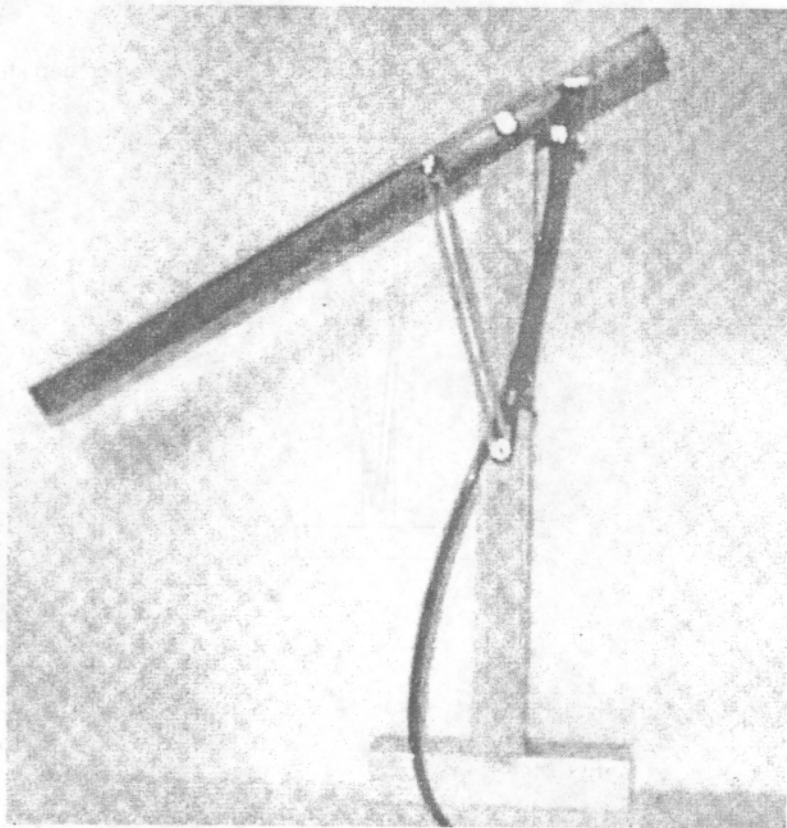
Khi không khí được xả ra ngoài, cơ bắp khí giãn ra và các dây cao su kéo cần xuống



Hình 16.13. Thiết bị cơ khí thứ hai, sơ đồ “đòn bẩy”.

cứng đường kính 5/32" được cắm vào lỗ cổng và khóa chặt. Để tháo, bạn dùng tay nắm và giữ chặt miệng cổng rồi kéo mạnh ống dẫn khí 5/32" ra.

Để vận hành van không khí đơn lẻ, bạn chỉ cần một chân rời của cổng song song (cổng máy in) và mát (Hình 16.16). Chân ra này được đệm bằng cổng rời của bộ đệm thập lục phân thuận 4050HCT. Tín hiệu



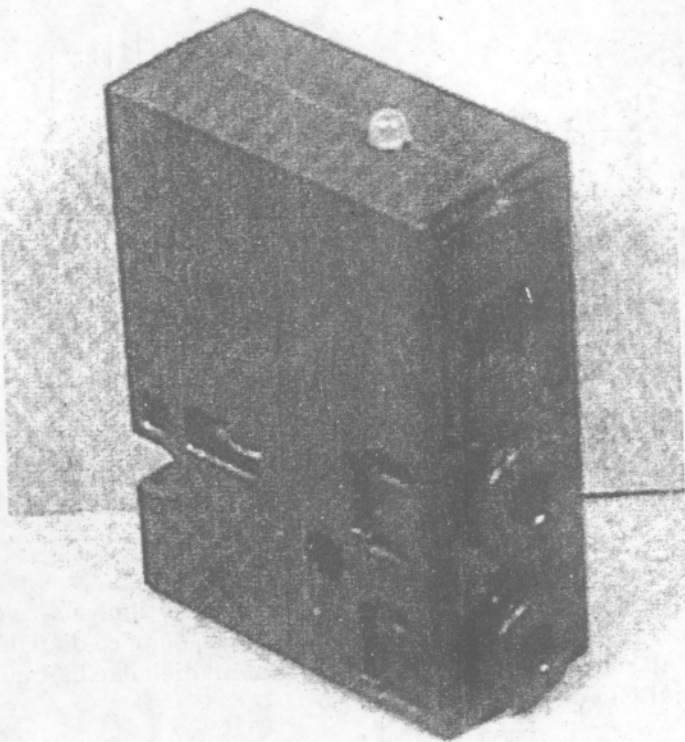
Hình 16.14. Thiết bị cơ khí thứ hai, hình chụp “đòn bẩy”.

ra của bộ đếm thập lục phân sẽ đóng hoặc ngắt transistor Darlington TIP 120 NPN. Transistor điều khiển dòng điện đến van khí.

Chương trình BASIC

Chương trình BASIC dùng cho van solenoid tương đối ngắn và đơn giản. Sau khi tìm địa chỉ cổng máy in, các dòng sau đây điều khiển van của chân 2:

```
5 REM solenoid Air Valve Controller
10 REM John Iovine
15 REM Find Printer Port Address
20 DEF SEG = 0
25 a = (PEEK(1032) + 256 * PEEK(1033))
```



Hình 16.15. Van khí ba chiều vận hành bằng điện.

```

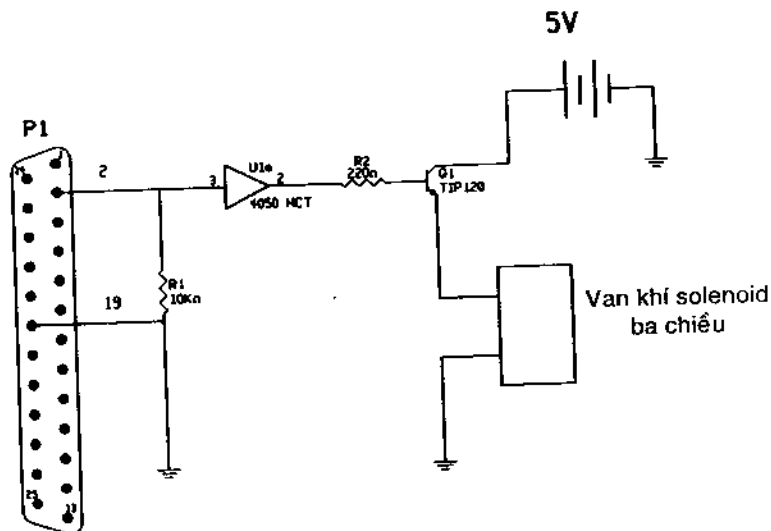
30 REM Next line activates the air muscle
35 OUT a,1
40 REM Next line deactivates the air muscle
45 OUT a,0

```

Bằng cách đưa chân 2 của DB25 lên trạng thái cao, van khí mở cho phép áp suất không khí thông đến cơ bắp không khí. Khi chân 2 đến trạng thái thấp, đóng van khí dẫn đến cơ bắp không khí và thông cơ bắp không khí với khí quyển.

Tăng dung lượng không khí

Chai PET chứa khí nén có dung tích nhỏ (0.5 đến 1.0 dm^3) chỉ đủ để vận hành cơ bắp khí trong vài chu kỳ. Khi thành thạo, bạn có thể dùng máy nén khí chạy điện để chứa khí nén cung cấp cho cơ bắp không



Đầu nối DB25 đến cổng máy in

Hình 16.16. Sơ đồ bộ điều khiển van khí.

khí. Loại thông dụng là thiết bị bơm hơi ở các cửa tiệm sửa xe đạp hoặc xe gắn máy, bao gồm máy nén (kiểu cánh quạt), động cơ điện, bình chứa khí (chịu áp suất cao), và các áp kế. Tuy nhiên, điều đặc biệt quan trọng là bạn phải bảo đảm an toàn tuyệt đối.

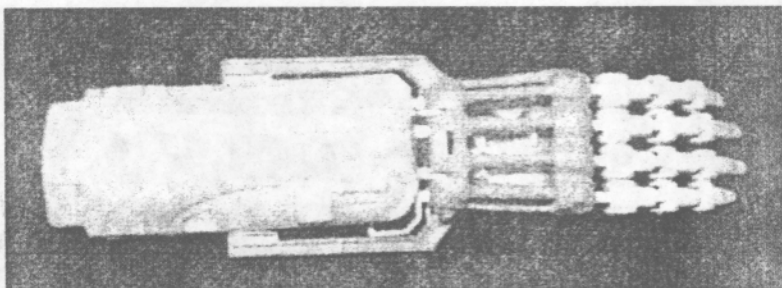
An toàn trên hết

Vì đây là sản phẩm mới, bạn có thể chưa quen làm việc với các hệ thống khí nén. Sau đây là vài hướng dẫn an toàn.

1. Luôn luôn mang kính bảo hộ khi làm việc với mẫu mới.
2. Không được nối chai nhựa PET với máy nén khí.
3. Không được sử dụng chai thủy tinh để chứa không khí.
4. Giới hạn cỡ chai từ 1 lít trở xuống.
5. Không được mở nắp chai hoặc kéo van ra khi hệ thống đang có áp suất. Trước tiên, bạn phải xả hết khí trong hệ thống.

Android hand

Để chế tạo bàn tay máy theo kiểu bàn tay con người, việc trước tiên là bạn dạo qua các cửa hàng đồ chơi tìm kiếm cơ cấu nắm bắt. Loại



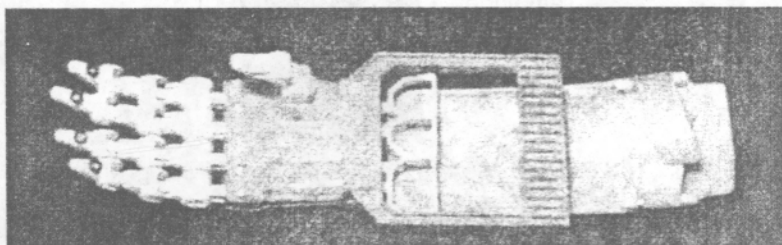
Hình 16.17. Bàn tay máy do công ty Zima sản xuất.

đồ chơi bạn tìm là Awesome Arm, do Công ty Zima, Trung Quốc, sản xuất (Hình 16.17). Bạn cần mua hai bộ Awesome Arm để có đủ các ngón tay. Ngón cái trên đồ chơi này cố định và không sử dụng được.

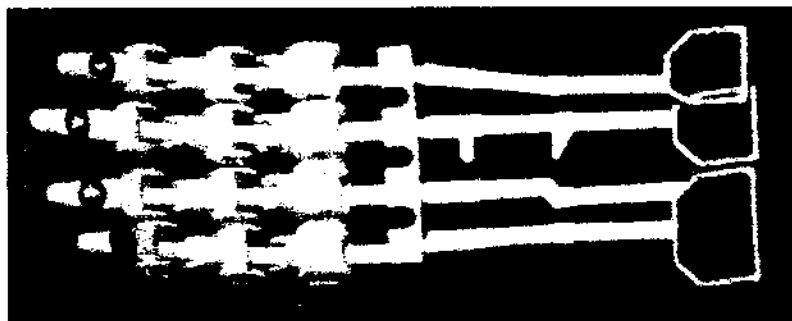
Awesome Arm hoạt động bằng cách cho phép người dùng sử dụng các ngón tay của mình để khởi động các ngón tay trên bàn tay máy, đôi khi giống như sự duỗi thẳng bàn tay hoặc cánh tay. Bạn tháo bộ phận chính ra khỏi món đồ chơi này để chế tạo bàn tay máy như thật.

Khi lật tay máy này lên, bạn sẽ thấy năm vít nhỏ giữ cánh tay với bàn tay. Bạn hãy tháo các vít này ra, phần cánh tay sẽ rời ra (Hình 16.18). Tháo phần ngón tay của đồ chơi (Hình 16.19). Loại bỏ các phần còn lại. Khung chữ nhật trên các bộ phận kéo của ngón tay máy là nơi người dùng đặt các ngón tay của mình để làm bàn tay duỗi ra. Bạn sẽ không cần đến các bộ phận này, vì vậy hãy cắt bỏ chúng bằng kềm cắt dây điện, chỉ chừa lại phần cuống bằng plastic.

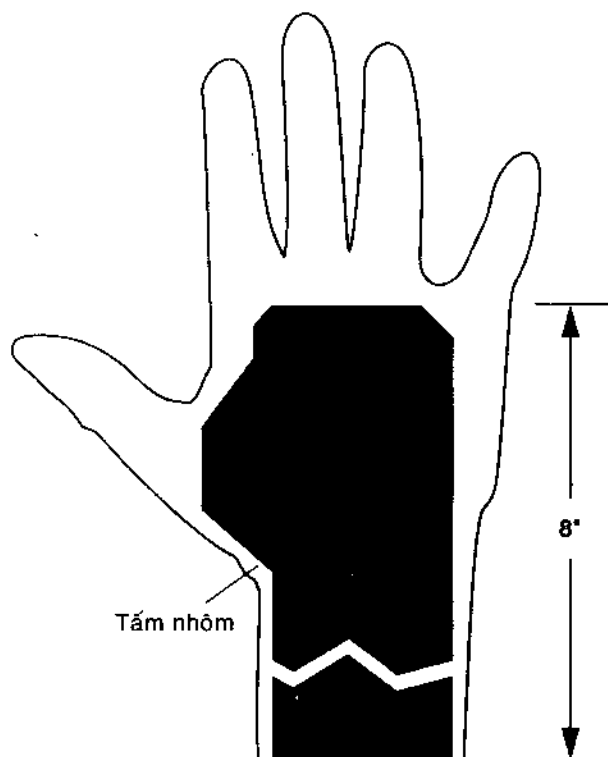
Bạn cần xây dựng bộ đỡ tất cả các bộ phận. Trước tiên bạn vạch đường bao bàn tay phải của bạn lên giấy. Sau đó, tô đậm phần sẽ trở thành cơ cấu đỡ (Hình 6.20). Cắt tấm nhôm dày 1/8" (3 mm) theo diện tích tô đậm.



Hình 16.18. Mặt dưới của bàn tay máy, nơi tháo các vít.

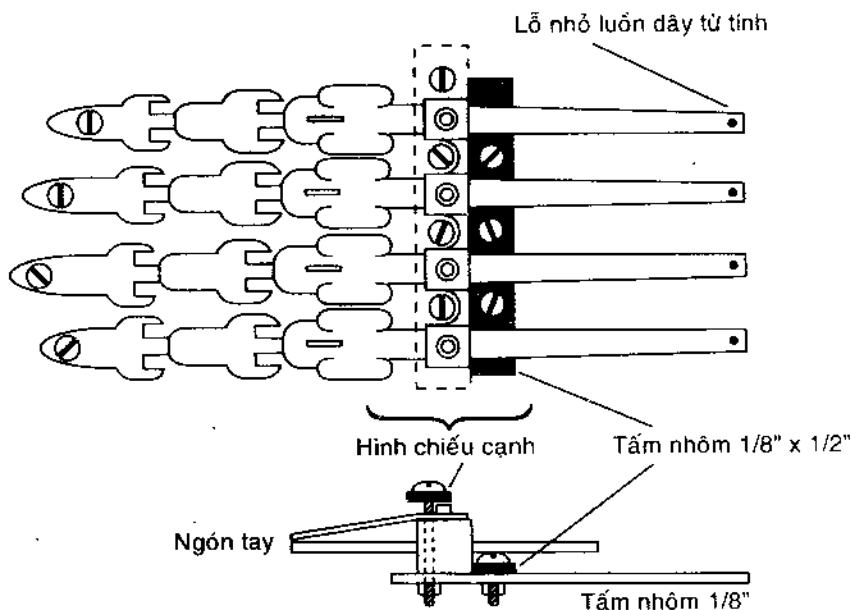


Hình 16.19. Phần kéo ngón tay đã tháo ra khỏi cánh tay.



Hình 16.20. Đường bao bàn tay và giá đỡ bằng nhôm.

Gắn chặt các ngón tay lấy từ món đồ chơi nói trên vào đầu tấm nhôm. Để thực hiện điều này, trước hết bạn đánh dấu vị trí trên miếng nhôm dùng làm giá đỡ. Tiếp theo, đặt một tấm nhôm nhỏ rộng 1/2", dài



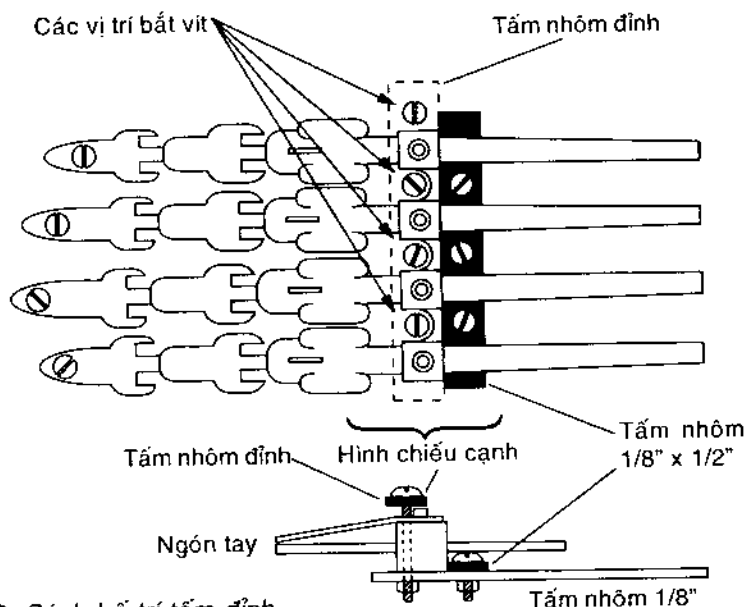
Hình 16.21. Cách bố trí tấm đỡ.

1/8" ngay phía sau lưng của các ngón tay bằng plastic (Hình 16.21), để tạo thành tấm đỡ cho gốc ngón tay tựa vào. Khoan ba lỗ xuyên qua hai tấm nhôm này, dùng ốc máy và đai ốc siết chặt tấm nhôm nhỏ đúng vị trí.

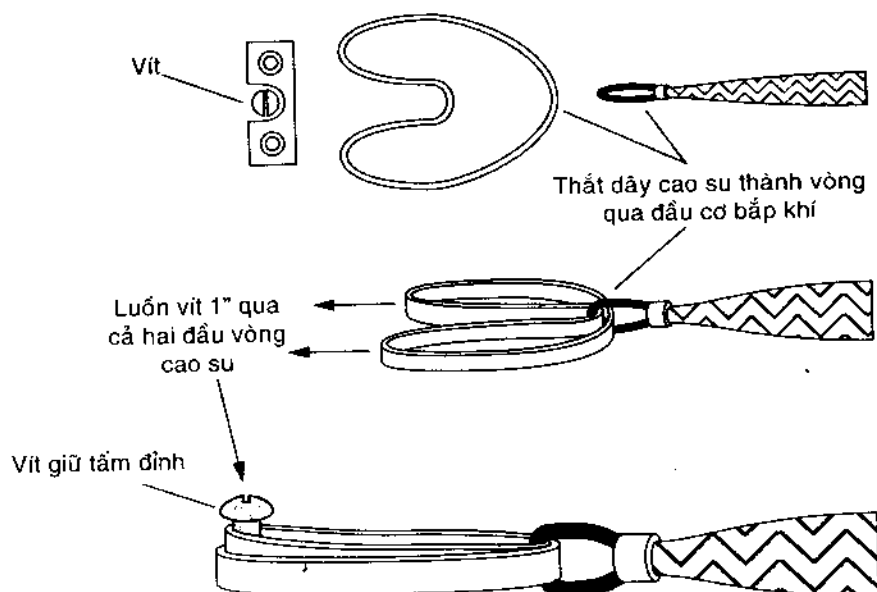
Giữ chặt tấm nhôm đỉnh 1/2" x 1/8" với góc ngón tay. Khoan bốn lỗ xuyên qua tấm đỉnh và tấm đỡ ở vị trí các ốc vít (Hình 16.22). Dùng bốn ốc vít dài 1" và đai ốc siết chặt tấm đỉnh đúng vị trí. Các ốc vít này có hai mục đích. Thứ nhất, bảo đảm tấm đỉnh khóa chặt các ngón tay với tấm đỡ. Thứ hai, giữ dây cao su cung cấp độ căng cho cơ bắp không khí.

Khi các ngón tay đã giữ chặt với tấm đỡ, bạn cần gắn cơ bắp không khí cho từng ngón tay. Để cung cấp sự co rút hữu dụng, cơ bắp không khí phải được duỗi thẳng. Móc dây cao su qua cơ bắp không khí. Sau đó, tháo ốc vít thứ nhất trong bốn ốc vít dài 1" dùng để giữ tấm đỉnh. Đặt các đầu của vòng dây cao su ở vị trí ốc vít đi qua tấm đỉnh. Đặt ốc vít vào vị trí cũ, luồn qua các đầu vòng dây cao su và các lỗ của tấm đỉnh, rồi siết chặt với đai ốc (Hình 16.23 và 16.24).

Bạn hãy kéo cơ bắp không khí về cho đến khi cơ bắp này duỗi hoàn. Đánh dấu đầu cơ bắp không khí. Khoan một lỗ nhỏ lên chỗ đánh dấu và đặt ốc máy và đai ốc vào đó. Móc vòng ở đầu cơ bắp không khí vào ốc máy để giữ cơ bắp không khí ở tư thế duỗi (Hình 16.25).

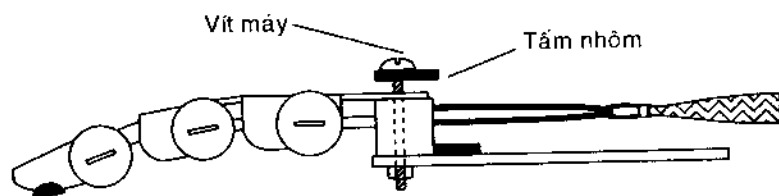
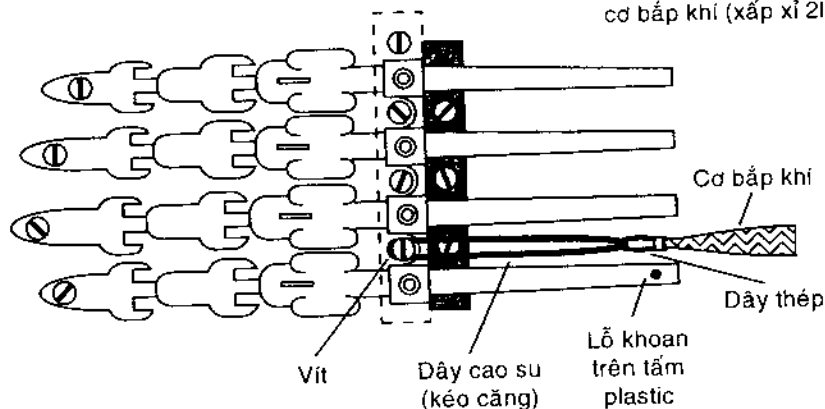


Hình 16.22. Cách bố trí tấm nhôm.

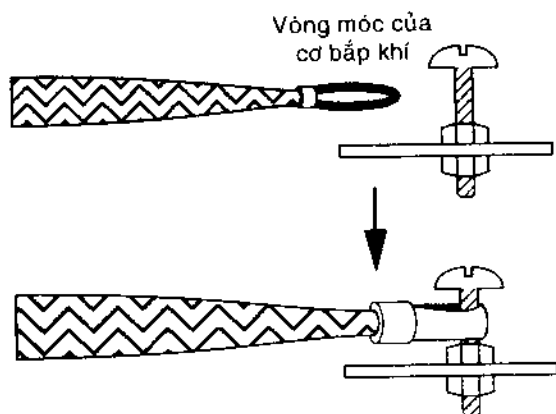


Hình 16.23. Móc dây cao su qua một đầu của cơ bấp không khí và gắn đầu đối diện với ốc vít giữ tấm nhôm.

Ghi chú: Sức căng hoặc dây cao su phải đủ để kéo đuôi cơ bắp khí (xấp xỉ 2lb)



Hình 16.24. Sơ đồ gắn cơ bắp không khí đuôi thẳng với bộ phận kéo ngón tay.



Hình 16.25. Cách gắn đầu đối diện của cơ bắp không khí với ốc máy để kéo đuôi cơ bắp không khí.

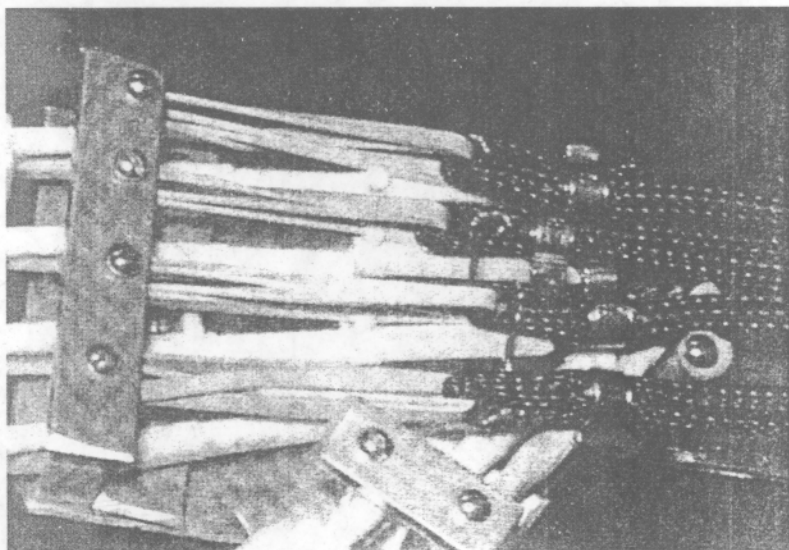
Bây giờ bạn khoan một lỗ nhỏ ở phần bằng plastic của bộ phận kéo ngón tay. Lỗ này phải thẳng hàng với vòng phía trước của cơ bắp không khí, và chỉ đủ lớn để cho phép một dây từ tính hai tao đi qua. Bạn có thể thay dây này bằng dây đồng cứng cỡ 22 không có lớp cách điện.

Bạn luồn dây điện hai tao qua lỗ plastic và vòng phía trước cơ bắp không khí. Xoắn các đầu dây điện để giữ chặt các bộ phận với nhau. Nếu có phần dây điện thừa ở mỗi xoắn, bạn hãy dùng kềm cắt dây điện cắt bỏ phần thừa đó.

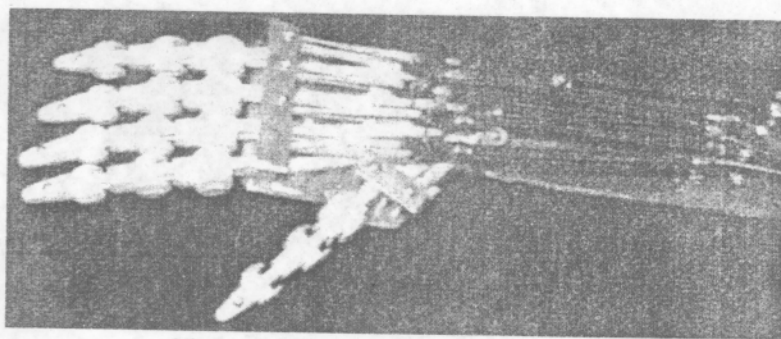
Hình chiếu đứng cơ cấu này như trên Hình 16.24. Bây giờ bạn có thể xem ngón tay co rút như thế nào. Khi được cấp áp suất, cơ bắp khí co lại. Sự co rút này kéo phần cuống bằng plastic của bộ phận kéo ngón tay, làm ngón tay co lại. Khi áp suất không khí trong cơ bắp không khí được xả ra ngoài, dây cao su sẽ kéo cơ bắp không khí về tư thế duỗi ban đầu.

Ở điểm này bạn nên thử nghiệm tính ngón tay máy. Bạn nối nguồn cung cấp không khí với cơ bắp này để bảo đảm cơ bắp vận hành theo cách vừa trình bày. Mẫu được trình bày trong phần này đòi hỏi áp suất 42 psi để co hoàn toàn ngón trở.

Khi ngón tay này đã vận hành chính xác, bạn nối cơ bắp khí cho các ngón còn lại theo cùng một cách như đã trình bày. Hình 16.26 là cận cảnh các cơ bắp khí đã nối với tất cả các bộ phận kéo ngón tay máy.



Hình 16.26. Cơ bắp không khí, dây cao su, và phần kéo ngón tay được nối với nhau trong bàn tay máy hoàn chỉnh.



Hình 16.27. Bàn tay máy hoàn chỉnh.

Ngón cái

Ngón cái là ngón quan trọng nhất trên bàn tay. Ngón này làm cho việc nắm bắt, giữ, và sử dụng công cụ dễ dàng hơn nhiều.

Để chế tạo ngón cái, bạn tháo rời cụm ngón tay nhỏ ra khỏi bàn tay thứ hai mà bạn đã mua. Lắp phần ngón tay này thấp hơn và nghiêng 45° so với các ngón khác (Hình 16.27).

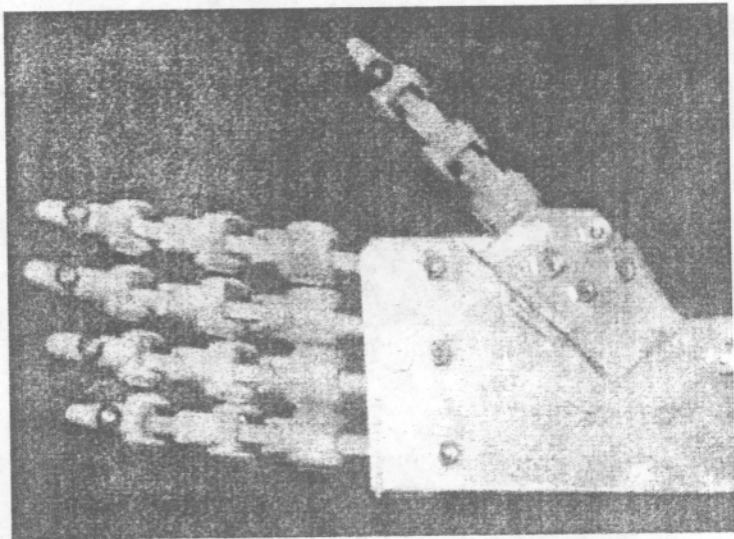
Ngón cái trong nguyên mẫu (đồ chơi) này được lắp bằng khớp (chuyển động) nhưng không thể lắp đối diện. Để cải tiến thiết kế này, bạn hãy làm ngón cái có thể lắp đối diện. Điều này sẽ làm tăng hiệu lực của bàn tay máy. Để chế tạo ngón cái có thể lắp đối diện, bạn phải tháo rời phần chứa ngón cái của bàn tay máy và lắp lại bằng bản lề có lò xo (Hình 16.28). Bản lề có lò xo sẽ được bố trí trên hộp chữ nhật được minh họa trên Hình 16.28. Nối một cơ bắp không khí với phần này; khi được kích hoạt, cơ bắp không khí sẽ kéo ngón cái vào lòng bàn tay. Điều này làm cho ngón cái có thể lắp đối diện cũng như được lắp bằng khớp.

Nâng cao

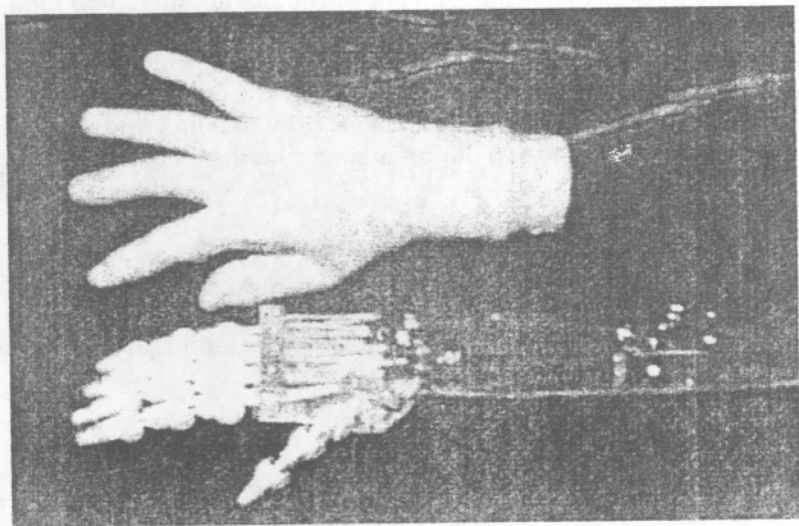
Bàn tay máy này có thể giao diện với máy tính tương thích IBM bằng cách sử dụng năm van solenoid điện, tương tự mẫu van đã trình bày ở phần trước. Bạn có thể lắp bao tay cao su lên bàn tay máy để tạo thành bàn tay máy như thật (Hình 16.29).

Sau đây là vài ứng dụng đáng quan tâm khác của cơ bắp khí:

- ☐ Robot đi bộ sáu chân.
- ☐ Kệp bình dễ mở (cho người bị viêm khớp).
- ☐ Bàn tay máy.
- ☐ Cánh tay máy.



Hình 16.28. Sơ đồ lắp ngón cái với khớp nối.



Hình 16.29. Mang bao tay bằng cao su lên bàn tay máy để tạo ra bàn tay máy như thật.

Danh mục các bộ phận dùng cho cơ bắp khí

- ☐ (1) cơ bắp không khí dài 6" có ống đường kính 5/32".
- ☐ (1) bộ tương hợp nắp chai PET có van giảm áp.
- ☐ (1) van khí ba chiều.
- ☐ (1) bộ tương hợp cho bơm khí.
- ☐ (1) bơm đập chân có đồng hồ áp suất 100 psi.
- ☐ (1) ống có đường kính 5/32".
- ☐ (1) ống nhựa trong đường kính 7/32".

Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện IBM

- ☐ (1) van solenoid ba chiều 5V DC, định mức cực đại 90 psi.
- ☐ (1) khớp nối DB25.
- ☐ (1) bộ đệm thập lục phân thuận 4050HCT.
- ☐ (1) transistor Darlington NPN TIP 120.

MỤC LỤC

Chương 1. Giới thiệu	7
Vai trò của robot	7
Tính mục đích	8
Robot thám hiểm	8
Robot công nghiệp	10
Thiết kế	11
Bảo trì	12
Robot cứu hỏa	12
Robot y khoa	12
Công nghệ nano	12
Robot quốc phòng	12
Robot dân dụng	13
Chương 2. Sự sống nhân tạo và trí tuệ nhân tạo	14
Trí tuệ nhân tạo	14
Sự phát triển ý thức trong trí tuệ nhân tạo.	14
Cuộc sống ý thức?	15
Sự sống nhân tạo	15
Nanorobot	16
Tóm tắt lịch sử	16
Công nghệ sinh học	17
Mạng neuron	17
Sử dụng mạng neuron trong robot	18
Chương 3. Nguồn điện	19
Pin mặt trời	19
Xây dựng động cơ mặt trời	19
Đặc tính động cơ mặt trời	22
Công dụng	22
Acquy	23
Điện lượng của acquy	23
Điện áp acquy	23
Acquy sơ cấp	24
Acquy thứ cấp	24
Tóm tắt	26
Chế tạo bộ nạp điện cho acquy NiCd	26
Lắp ráp bộ nạp điện cho acquy bằng năng lượng mặt trời	31
Pin nhiên liệu – Acquy có bình nhiên liệu	31
Không lúc này thì khi nào?	32

Chương 4. Các hệ thống chuyển động và truyền động	34
Cơ bắp khí	34
Ứng dụng	34
Nguyên lý hoạt động của cơ bắp khí	34
Dây nitinol	35
Solenoid	38
Solenoid quay	38
Động cơ bước	39
Mạch điện trong động cơ bước	41
Động cơ trợ động	41
Động cơ DC	46
Động cơ DC cầu H	47
Điều biến chiều rộng xung	49
Chương 5. Thiết bị cảm biến	51
Chuẩn hóa tín hiệu	51
Ví dụ về bộ so sánh	52
Bộ chia điện áp	53
Bộ cảm biến ánh sáng (thị giác)	55
Quang điện trở	56
Quang điện	58
Hồng ngoại	59
Truyền thông IR/hệ thống điều khiển từ xa	62
Đa tần tông kép (DTMF)	62
Thị lực của máy	73
Giác quan	73
Hướng – từ trường	74
Kiểm tra và chuẩn hóa	76
Giao diện máy tính	76
La bàn analog điện tử 1525	77
GPS	77
Sự nhận biết giọng nói	78
Âm thanh và siêu âm	78
Phần thiết bị nhận siêu âm	80
Phần máy phát siêu âm	81
Bố trí các bộ cảm biến siêu âm	82
Xúc giác và áp suất	83
Vật liệu áp điện	84
Công tắc	84
Bộ cảm biến uốn cong	85
Nhiệt	85

Bộ cảm biến áp suất	85
Khứu giác	86
Độ ẩm	89
Thử nghiệm các bộ cảm biến	89
Chế tạo robot thử nghiệm	89
Chương 6. Trí thông minh	92
Bộ vi điều khiển PIC của vi mạch (microchip)	92
Công dụng của bộ vi điều khiển	93
Khái quát về lập trình PIC	93
Cài đặt phần mềm	95
Bước 1: Viết chương trình bằng ngôn ngữ BASIC	96
Bước 2: Sử dụng trình biên dịch	96
Bước 3: Lập trình vi mạch PIC	96
Chương trình BASIC thứ nhất	97
Lập trình vi mạch PIC	101
Phần mềm bản mạch lập trình EPIC	102
Thử nghiệm bộ vi điều khiển PIC	105
Sự nhấp nháy	106
Xử lý sự cố mạch điện	106
Trình biên dịch PICBASIC Pro	106
Các tính chất IDE mới	106
Cài đặt phần mềm	109
Chương trình PICBASIC Pro thứ nhất	109
Bộ lập trình EPIC và CodeDesigner	110
Sự nhấp nháy	111
Ứng dụng	111
Đọc các công tắc – logic thấp	111
Đọc công tắc – logic cao	113
Đọc các bộ so sánh	114
Đọc các bộ cảm biến điện trở	115
Động cơ trợ động	117
Chương trình xoay động cơ trợ động	118
Logic mờ và các bộ cảm biến neuron	119
Logic mờ	119
Xây dựng bộ theo dõi dùng ánh sáng logic mờ	122
Danh mục các bộ phận dùng trong lập trình bộ vi điều khiển	131
Danh mục các bộ phận dùng cho bộ theo dõi ánh sáng mờ và mạch neuron minh họa	132
Chương 7. Robot di động điều khiển bằng giọng nói	133
Dự án 1. Mạch nhận biết giọng nói lập trình được	134
Học nghe	134

Sự nhận biết giọng nói phụ thuộc và không phụ thuộc người nói	135
Kiểu thừa nhận	135
Xây dựng mạch nhận biết tiếng nói	136
Dự án 2 – Mạch giao diện	142
Máy bộ đàm	143
Khớp nối âm thanh	143
Huấn luyện và điều khiển robot di động	144
Các đặc tính của bản mạch mới	145
Dự án 3 – Mạch giao diện nhận biết tiếng nói tổng quát	145
Nối kết bộ nhận biết tiếng nói	147
Nguyên lý hoạt động của mạch giao diện	147
Tạo lập ngõ ra hữu dụng hơn	149
Sự vận hành	149
Cải thiện sự nhận biết	150
Tương thích giữa môi trường và trang thiết bị	150
Cánh tay robot điều khiển bằng tiếng nói	152
Danh mục các bộ phận của mạch nhận biết tiếng nói	152
Danh mục các bộ phận của mạch giao diện	153
Chương 8. Robot học dựa trên hành vi, mạng neuron, mạng thần kinh, và cấu trúc gộp đa tầng	154
Nhà robot học tiên phong	155
Bốn chế độ vận hành	156
Hành vi được quan sát	156
Chế tạo rùa Walter	157
Chương trình	171
Chương trình 1	172
Chương trình 2	173
Hành vi	175
Danh mục linh kiện dùng cho rùa robot Walter	176
Chế tạo robot quang điện thông minh	177
Hành vi	179
Bổ sung hành vi (sự cung cấp)	180
Hành vi đứng yên (sự nghỉ ngơi)	180
Hành vi nổi bật	181
Robot học BEAM	182
Cuộc thi BEAM	182
Thiết bị điện tử cũ	184
Các trận đấu	184
Tham gia	187

Chương 9. Robot ở xa	188
Cơ sở hạ tầng của hệ thống	189
Vài kiểu R/C	189
Đôi mắt	191
Kết cấu	192
Hệ thống video 2.4 GHz	192
Lái xe thông qua thực tại xa	193
Nói chuyện	195
Bổ sung các điều khiển xe thực	195
Cải thiện hệ thống thực tại xa	195
Hình ảnh nổi	195
La bàn digital	196
Giao diện độ rung	197
Giao diện độ nghiêng	197
Tăng phạm vi video	198
Các mô hình khác	198
Danh mục linh kiện của robot thực tại xa	199
Chương 10. Bộ di động	200
Động cơ bước	201
Cấu tạo và vận hành động cơ bước	201
Độ phân giải	202
Qui trình nửa bước	203
Các loại động cơ bước	204
Thế giới thực	204
UCN-5804	205
Sử dụng UCN-5804	207
Nối bánh xe với trục động cơ bước	209
Chế tạo bộ vi điều khiển bước	209
Mạch bước thứ nhất	209
Động cơ bước	210
Chương trình và mạch thử nghiệm thứ nhất	212
Chương trình PICBASIC thứ hai	212
Xử lý sự cố	216
Sử dụng bộ vi điều khiển PIC và IC UCN-5804 trong động cơ bước	217
Danh mục linh kiện dùng cho bộ điều khiển động cơ bước	219
Chương 11. Robot walker	221
Sáu chân – kiểu đi ba chân	221
Chế tạo robot walker	223
Walker ba – trợ động	223
Chức năng	223
Chế tạo	225

Lắp ráp động cơ trợ động	228
Cơ cấu bản lề	228
Động cơ trợ động ở giữa	228
Mạch điện tử	232
Chương trình của bộ vi điều khiển	233
Chương trình PICBASIC	233
Danh mục linh kiện dùng cho robot walker	234
Chương 12. Robot quả cầu mặt trời	235
Hộp số	237
Chế tạo robot	237
Mạch điện tử	241
Nguyên lý làm việc của mạch điện tử	241
Lắp ráp robot	243
Sự di chuyển	243
Nâng cấp thiết kế	243
Bổ sung module ứng xử cao cấp	243
Danh mục linh kiện dùng cho robot quả cầu mặt trời	244
Mạch điện tử	244
Chương 13. Robot hoạt động dưới nước	245
Cá heo và cá ngừ	246
Bơi với vây đuôi	246
Mái chèo và cách chèo	247
Chúng ta học được gì?	247
Tàu ngầm	247
Bơi bằng đuôi	249
Cá robot như thật	252
Danh mục các bộ phận dùng cho cá robot	253
Chương 14. Aerobot	254
Khí cầu nhẹ hơn không khí	255
Các hệ thống khí cầu	255
Robot Group – Austin, Texas	256
Khí cầu WEB – Đại học California, Berkeley	256
Thiết kế khí cầu thực tại xa	257
Hướng đến mặt trăng	257
Các tham số của khí cầu	257
Bộ khí cầu	259
Helium - hydrogen	259
Kích cỡ	260
Chế tạo	260
Camera CCD	261
Máy phát TV	261

Hệ thống điều khiển vô tuyến	262
Danh mục các bộ phận dùng cho khí cầu	264
Truy cập internet	264
Chương 15. Tay máy – Giao diện PC IBM – Điều khiển bằng giọng nói	266
Tay máy	267
Cơ sở điều khiển động cơ	269
Xây dựng giao diện PC	270
Nguyên lý làm việc của giao diện	273
Nối kết giao diện với tay máy	273
Cài đặt chương trình chạy trên Windows 95	274
Sử dụng chương trình chạy trên Windows 95	274
Tạo các file script	275
Con rối điện tử	276
Các hạn chế	276
Tìm vị trí gốc	276
Nối kết bộ điều khiển thủ công với giao diện	277
Chương trình bàn phím chạy trên DOS	278
Điều khiển tay máy bằng tiếng nói	279
Lập trình giao diện nhận biết tiếng nói	281
Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện PC	281
Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện nhận biết tiếng nói	282
Chương 16. Android hand	283
Ưu điểm của cơ bắp không khí	284
Công dụng	284
Nguyên lý làm việc của cơ bắp không khí	284
Các thành phần của hệ thống cơ bắp không khí	284
Gắn cơ bắp không khí với thiết bị cơ khí	287
Sử dụng bộ tương hợp với bơm	287
Chai chứa khí	288
Xây dựng thiết bị demo đầu tiên	290
Xây dựng thiết bị cơ khí thứ hai	292
Giao diện IBM	292
Chương trình BASIC	294
Tăng dung lượng không khí	295
An toàn trên hết	296
Android hand	296
Ngón cái	303
Nâng cao	303
Danh mục các bộ phận dùng cho cơ bắp khí	305
Danh mục các bộ phận dùng cho giao diện IBM	305

