

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

**NGHIÊN CỨU-XÂY DỰNG MÔ HÌNH CÁNH TAY
ROBOT 5 BẬC TỰ DO.
ĐI SÂU NGHIÊN CỨU PHẦN CỨNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

**NGHIÊN CỨU-XÂY DỰNG MÔ HÌNH CÁNH TAY
ROBOT 5 BẬC TỰ DO.
ĐI SÂU NGHIÊN CỨU PHẦN CỨNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

Sinh viên: Nguyễn Thái Phong

Người hướng dẫn: T.S Nguyễn Trọng Thắng

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc

-----o0o-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Nguyễn Thái Phong – MSV : 1412102025

Lớp : ĐC1801- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Nghiên cứu-xây dựng mô hình cánh tay robot 5
bậc tự do. Đi sâu nghiên cứu phần cứng

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.....:

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Nguyễn Trọng Thắng
Học hàm, học vị : Tiến sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2018.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2018

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Nguyễn Thái Phong

T.S Nguyễn Trọng Thắng

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2018

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGUYỄN TRẦN HỮU NGHỊ

PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp.

.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của Đ.T.T.N (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận thực tiễn, tính toán giá trị sử dụng, chất lượng các bản vẽ..)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn

(Điểm ghi bằng số và chữ)

Ngày.....tháng.....năm 2018

Cán bộ hướng dẫn chính

(Ký và ghi rõ họ tên)

NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN
ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện
(*Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2018
Người chấm phản biện
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

Mục lục

LỜI MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2.Mục đích của đề tài.....	2
3.Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	2
4.Phương pháp nghiên cứu khoa học	2
5.Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ROBOT	3
1.1. SƠ LƯỢC VỀ QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN ROBOT.....	3
1.2. NHỮNG ỨNG DỤNG ĐIỂN HÌNH CỦA ROBOT.....	5
1.3. MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VỀ ROBOT.....	6
1.4. PHÂN LOẠI ROBOT.....	8
1.4.1. Phân loại robot theo dạng hình học của không gian hoạt động. .	8
1.4.2. Phân loại robot theo thể hệ.....	12
1.4.3. Phân loại robot theo hệ điều khiển.....	13
1.4.4. Phân loại robot theo nguồn dẫn động	13
1.5. CẤU TẠO CHUNG CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP.....	15
1.5.1. Các thành phần cơ bản.....	15
1.5.2. Tay máy.....	16
1.5.3. Cổ tay máy.....	18
1.5.4. Bộ điều khiển Robot.....	18
1.5.5. Nguồn dẫn động.....	23
1.5.6. Các dạng điều khiển tay máy.....	25

1.5.7. Tay gấp.	26
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG BÀI TOÁN ĐỘNG HỌC TAY MÁY	28
2.1. CÁC KHÁI NIỆM BAN ĐẦU.....	28
2.1.1. Hệ tọa độ.	28
2.1.2. Quỹ đạo.	28
2.1.3. Bài toán động học thuận.	28
2.1.4. Bài toán động học ngược.	28
2.2. MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỌA ĐỘ THUẦN NHẤT.....	29
2.2.1. Giới thiệu về phương pháp tọa độ thuần nhất.	29
2.2.2. Biến đổi dùng ma trận thuần nhất.	29
2.2.3. Các phép biến đổi dùng tọa độ thuần nhất.	31
2.2.4. Bài toán biến đổi ngược.....	33
2.2.5. Mô tả và phát biểu lại nội dung của bài toán động học.....	34
2.2.6. Phương pháp giải bài toán động học thuận.	34
2.2.7. Phương pháp giải bài toán động học ngược.	35
2.3. THUẬT TOÁN GIẢI BÀI TOÁN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỌA ĐỘ THUẦN NHẤT.....	35
2.3.1. Bộ thông số DH (Denavit-Hartenberg).	35
2.3.2. Thiết lập hệ tọa độ.	36
Mô hình biến đổi.	37
Trình tự thiết lập hệ phương trình động học.	37
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH ROBOT 5 BẬC TỰ DO.....	39

3.1. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG TRONG MÔ HÌNH.....	39
3.1.1. Động cơ servor.	39
3.1.2. Driver điều khiển động cơ servo.....	42
3.1.3. Mạch điều khiển.	47
3.1.4. Nguồn.....	53
3.1.5. Khung cánh tay robot, khớp nối và chân đế.....	54
3.2. Thi công phần cứng.	58
3.2.1. Lắp ráp.....	58
3.3. Phần mềm điều khiển.	66
3.3.1. Quy trình hoạt động.	66
3.3.2. Lưu đồ thật toán.....	66
3.3.3. Mã nguồn chương trình điều khiển.	68
KẾT LUẬN.....	74
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	75

LỜI MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Thế giới hiện nay đang trong quá trình cách mạng công nghiệp 4.0, nó mang đến cho nhận loại cơ hội để thay đổi bộ mặt các nền kinh tế. Cùng với đó là những hứa hẹn về cuộc ‘đổi đời’ của các doanh nghiệp tại Việt Nam. Tự động hóa và robot là một xu hướng quan trọng của tương lai nền công nghiệp. Tự động hóa đem lại mức độ chính xác và năng suất cao hơn. Công nghệ này thậm chí có thể hoạt động tốt ở một số môi trường làm việc khắc nghiệt không an toàn với con người. Ngành công nghiệp robot trên thế giới hiện nay đang phát triển rất mạnh mẽ với rất nhiều hãng sản xuất robot công nghiệp khác nhau. Có rất nhiều quốc gia trên thế giới nghiên cứu về lĩnh vực này như là : Nhật Bản, Mỹ, Úc, Nga... Và các kết quả đạt được khiến con người không phải không ngạc nhiên. Các sản phẩm là robot công nghiệp được ứng dụng hết sức rộng rãi trên nhiều lĩnh vực khác nhau, robot cũng được ứng dụng trong các môi trường rất đa dạng như trong công xưởng, ngoài vũ trụ, dưới biển hay thậm chí là trong các đường ống nước thải. Mục đích để phục vụ sản xuất, thậm chí phục vụ nhu cầu giải trí cũng như chăm sóc con người. Hiện nay tại nước ta các doanh nghiệp và các trường đại học đang rất quan tâm đến các cuộc thi công nghệ như Sáng tạo robot Việt nam-Robocon, robotics quốc tế Trên thị trường cũng có nhiều mô hình robot phục vụ học tập và nghiên cứu với giá thành hợp lý. Với sự phát triển mạnh mẽ về công nghiệp máy tính và cách mạng công nghiệp 4.0 trên thế giới cũng như ở nước ta. Công nghiệp tự động hóa và robot cũng phát triển nở rộ đi kèm theo đó là nhu cầu về nguồn lao động có trình độ có thể làm chủ được công nghệ. Do vậy em chọn đề tài ‘xây dựng mô hình cánh tay robot 5 bậc tự do gấp và phân

loại sản phẩm', để nghiên cứu tìm hiểu về nguyên lý hoạt động của robot và vận dụng các kiến thức đã học.

2.Mục đích của đề tài

Thực nghiệm trên mô hình cánh tay robot 5 bậc tự do qua đó nghiên cứu tổng quan về cánh tay robot tìm hiểu về cấu tạo, nguyên lý hoạt động của robot. Tìm hiểu cấu tạo, nguyên lý và ứng dụng của Arduino sử dụng để điều khiển cánh tay robot.

Vận dụng các kiến thức đã học và tìm hiểu xây dựng mô hình cánh tay robot có thể hoạt động và lập trình được.

3.Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là mô hình cánh tay robot 5 bậc tự do sử dụng mạch Arduino để điều khiển. Nghiên cứu tổng quan về cấu tạo nguyên lý hoạt động của cánh tay robot và mạch điều khiển. Vận dụng kiến thức để vận hành và lập trình điều khiển cánh tay robot.

4.Phương pháp nghiên cứu khoa học

Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn về chế tạo, điều khiển robot.

Nghiên cứu về phương trình động học ngược của robot

Nghiên cứu và ứng dụng các phần gia công cơ khí để chế tạo cánh tay robot.

Nghiên cứu và ứng dụng mạch Arduino để điều khiển cánh tay robot.

5.Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể được ứng dụng xây dựng cánh tay robot tự động gấp và phân loại sản phẩm dựa theo màu sắc, dựa theo hình dáng, hay chia sản phẩm từ trên băng truyền xếp vào thùng/khay. Ngoài ra cánh tay máy còn có thể ứng dụng vào hàn, cắt hay chỉ đơn giản là nâng vật nặng.

Mô hình kết quả của đề tài có thể làm thiết bị thí nghiệm thực hành tốt và trực quan cho sinh viên chuyên ngành Điện tự động công nghiệp.

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ ROBOT

1.1. SƠ LƯỢC VỀ QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN ROBOT

- Nhu cầu nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm ngày càng đòi hỏi ứng dụng rộng rãi các phương tiện tự động hóa sản xuất. Xu hướng tạo ra các dây chuyền về thiết bị tự động có tính linh hoạt cao đang hình thành. Các thiết bị này đang thay thế dần các máy tự động ‘cứng’ chỉ đáp ứng một việc nhất định trong khi thị trường luôn đòi hỏi thay đổi mặt hàng về chủng loại, về kích cỡ và về tính năng..v..v. Vì thế ngày càng tăng nhanh nhu cầu ứng dụng robot để tạo ra các hệ thống sản xuất tự động linh hoạt.

- Thuật ngữ ‘robot’ lần đầu tiên xuất hiện năm 1922 trong tác phẩm ‘Rossum’s Universal Robot’ của Karel Capek. Theo tiếng Séc thì robot là người làm tạp dịch. Trong tác phẩm này nhân vật Rossum là con trai của ông đã tạo ra những chiếc máy gần giống như con người để hầu hạ con người.

- Hơn 20 năm sau, ước mơ viễn tưởng của Karel Capek bắt đầu hiện thực. Ngay sau chiến tranh thế giới lần thứ 2, ở Hoa Kỳ đã xuất hiện những tay máy chép hình điều khiển từ xa trong các phòng thí nghiệm về vật liệu phóng xạ.

- Vào cuối những năm 50, bên cạnh những tay máy chép hình cơ khí đó , đã xuất hiện những loại tay máy chép hình thủy lực và điện từ, như tay máy Minitaur I hoặc tay máy Handyman của General Electric. Năm 1954 George C. Devol đã thiết kế 1 thiết bị có tên là ‘cơ cấu bản lề’ dùng để chuyển hàng theo chương trình’. Đến năm 1956 Devol cùng với Joseph F. Engelber, một kỹ sư trẻ của công nghiệp hàng không, đã tạo ra loại robot công nghiệp đầu tiên năm 1959 ở công ty Unimation. Chỉ đến năm 1975 công ty Unimation đã bắt đầu có lợi nhuận từ sản phẩm robot đầu tiên này.

- Chiếc robot công nghiệp được đưa vào ứng dụng đầu tiên, năm 1961, ở một nhà máy ô tô của General Motors tại Trenton, New Jersey Hoa Kỳ.
- Năm 1967, Nhật Bản mới nhập chiếc robot công nghiệp đầu tiên từ công ty AMF. Đến năm 1990 có hơn 40 công ty Nhật Bản, trong đó có những công ty khổng lồ như công ty Hatachi và công ty Mitsubisi, đã đưa ra thị trường quốc tế nhiều loại robot nổi tiếng.
- Từ những năm 70 việc nghiên cứu nâng cao tính năng của robot đã chú nhiều đến sự lắp đặt thêm các cảm biến ngoại tín hiệu để nhận biết môi trường làm việc. tại trường đại học tổng hợp Ford người ta đã tạo loại robot lắp ráp tự động điều khiển bằng máy tính trên cơ sở sử lý thông tin từ các cảm biến lực và thị giác. Vào thời gian này Công ty IBM đã chế tạo loại robot có những loại cảm biến xúc giác và cảm biến biến lực, điều khiển bằng máy tính để lắp ráp các máy in gồm 20 cụm chi tiết.
- Vào giai đoạn này ở nhiều nước khác cũng tiến hành các công trình nghiên cứu tương tự, tạo ra các loại robot điều khiển bằng máy vi tính, có lắp đặt các thiết bị cảm biến và thiết bị ngoại tiếp người- máy.
- Một lĩnh vực mà nhiều phòng thí nghiệm quan tâm là việc chế tạo robot tự hành. Các công trình nghiên cứu tạo ra robot tự hành theo hướng bắt chước chân người và súc vật. Các robot này còn chưa có nhiều ứng dụng trong công nghiệp tuy nhiên các loại xe robot(robocar) lại nhanh chóng được đưa vào hoạt động trong các hệ thống sản xuất tự động linh hoạt.
- Từ những năm 80, nhất là vào những năm 90, do áp dụng rộng rãi các tiến bộ kỹ thuật về vi xử lý và công nghệ thông tin, số lượng robot công nghiệp đã gia tăng, giá thành giảm đi rõ rệt, tính năng đã có nhiều bước tiến vượt bậc. Nhờ vậy robot công nghiệp đã có vị trí quan trọng trong các dây chuyền sản xuất hiện đại.

- Ngày nay chuyên ngành khoa học về robot ‘robotics’ đã trở thành 1 lĩnh vực rộng trong khoa học, bao gồm các vấn đề cấu trúc cơ bản động học, lập trình quỹ đạo, cảm biến tín hiệu, điều khiển chuyển động..v..

- Robot công nghiệp được hiểu là những thiết bị tự động linh hoạt, bắt chước được các chức năng lao động công nghiệp của con người. Nói đến thiết bị tự động linh hoạt là nói đến khả năng thao tác với nhiều bậc tự do, được điều khiển tự động và lập trình thay đổi được. còn nói đến sự bắt chước các chức năng lao động công nghiệp của con người là có ý nói đến sự không hạn chế từ các chức năng lao động chân tay đơn giản đến trí khôn nhân tạo, tùy theo loại hình công việc lao động cần đến chức năng đó hay ko. Đồng thời cũng nói đến mức độ cần thiết bắt chước được như con người hay không.

1.2. NHỮNG ỨNG DỤNG ĐIỂN HÌNH CỦA ROBOT.

- Ứng dụng trong công nghiệp.
 - Lắp đặt vật liệu, hàn điểm và phun sơn.
 - Phục vụ máy công cụ, làm khuôn trong công nghiệp đồ nhựa,..v..v.
- Ứng dụng robot trong phòng thí nghiệm
 - Dùng để thực hiện các công việc thủ công, thực hiện các công việc lặp đi lặp lại.
- Ứng dụng robot trong thao tác cần khuyếch đại lực.
 - Dùng trong những khu vực nguy hiểm (nhiệm xạ..v..v...)
 - Dùng bốc dỡ hàng hóa, vật liệu, phôi có trọng lượng lớn công kênh trong các ngành công nghiệp nặng...
- Ứng dụng robot trong nông nghiệp.
 - Robot cắt long cứu, mổ xẻ thịt heo... trong lĩnh vực này robot đảm nhiệm ngay cả các công việc mang tính lặp lại, nhiều thao tác đòi hỏi sự phối hợp tay nghề cao và sự lanh lợi của đôi mắt.
- Ứng dụng robot trong không gian.

- Tay máy được chế tạo nhằm tăng cường khả năng bóc dỡ hàng hóa tiếp tế, lắp ghép với các trạm không gian khác.
- Các xe tự hành trang bị tay máy linh hoạt, các robot công dụng chung trong các trạm không gian, bảo trì vệ tinh, xây dựng trong không gian....
 - Ứng dụng robot trong tàu lặn.
 - Phát triển các tàu lặn không người lái trong công tác kiểm tra, dò tìm, thám hiểm dưới đại dương.
 - Ứng dụng rô bốt trong giáo dục
 - Robot được sử dụng là phương tiện giảng dạy trong các chương trình giáo dục
 - Robot được sử dụng kết hợp với ngôn ngữ LOGO để giảng dạy và nhận thức máy tính.
 - Tạo ra phòng học robot
 - Ứng dụng robot trong hỗ trợ người tàn tật.
 - Thông qua xung não để điều khiển các tay máy làm những thao tác mong muốn, những bộ phận thay thế trên cơ thể.
 - Ứng dụng robot trong sinh hoạt và giải trí
 - Các loại đồ chơi trẻ em. Robot thông minh sử dụng trong nhà và văn phòng...

1.3. MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VỀ ROBOT.

- Viện nghiên cứu Mỹ: robot là một tay máy nhiều chức năng, thay đổi được chương trình hoạt động, được dùng để di chuyển vật liệu, chi tiết máy dụng cụ hoặc dùng cho những công việc đặc biệt thông qua những chuyển động khác nhau đã được lập trình nhằm mục đích hoàn thành những nhiệm vụ đa dạng.
- Theo Groover: robot công nghiệp là những, thiết bị tổng hợp hoạt động theo chương trình có những đặc điểm nhất định tương tự như con người

- Theo các nhà nghiên cứu thuộc trường phái SEV trước đây; ROBOT công nghiệp là những máy hoạt động tự động được điều khiển theo chương trình để thực hiện việc thay đổi vị trí của những đối tượng thao tác khác nhau với mục đích tự động hóa các quá trình sản xuất.

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

- Theo tiêu chuẩn VDI 2860/BRD: robot là một thiết bị có nhiều trục thực hiện các chuyển động có thể chương trình hóa và nối ghép các chuyển động của chúng trong những khoảng cách tuyến tính hay phi tuyến của động trình. Chúng được điều khiển bởi các bộ phận hợp nhất ghép kết nối với nhau, có khả năng học và nhớ các chương trình, chúng được trang bị dụng cụ hoặc các phương tiện công nghệ khác để thực hiện các nhiệm vụ sản xuất trực tiếp hay gián tiếp.

- Theo tiêu chuẩn GHOST-1980: robot là máy tự động liên kết giữa một tay máy và một cụm điều khiển chương trình hóa, thực hiện một chu trình công nghệ một cách chủ động với sự điều khiển có thể thay thế những chức năng tương tự của con người. với sự điều khiển có thể thay thế những chức năng tương tự của con người.

- Bên cạnh khái niệm robot còn có khái niệm robotic, khái niệm này có thể hiểu như sau: robotics là một ngành khoa học có nhiệm vụ nghiên cứu về thiết kế, chế tạo các robot và ứng dụng chúng trong các lĩnh vực hoạt động khác nhau của xã hội loài người như nghiên cứu khoa học- kỹ thuật, kinh tế, quốc phòng và dân sinh. Robotics là một khoa học liên ngành gồm cơ khí điện tử kỹ thuật điều khiển và công nghệ thông tin. Nó là sản phẩm đặc thù của ngành cơ điện tử (Mechatronics)....




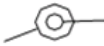

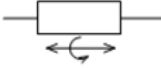


- Robot công nghiệp thỏa mãn 5 yếu tố sau:
 - + Có khả năng thay đổi chuyển động
 - + Có khả năng cảm nhận được đối tượng thao tác
 - + Có số bậc chuyển động cao
 - + Có khả năng thích nghi với môi trường hoạt động
 - + Có khả năng hoạt động tương hỗ với đối tượng bên ngoài
- Đặc điểm
 - + Có khả năng thay đổi chuyển động
 - + có khả năng xử lý thông tin (biết suy nghĩ)
 - + Có tính vạn năng
 - + Có những đặc điểm của người máy

1.4. PHÂN LOẠI ROBOT.

1.4.1. Phân loại robot theo dạng hình học của không gian hoạt động.

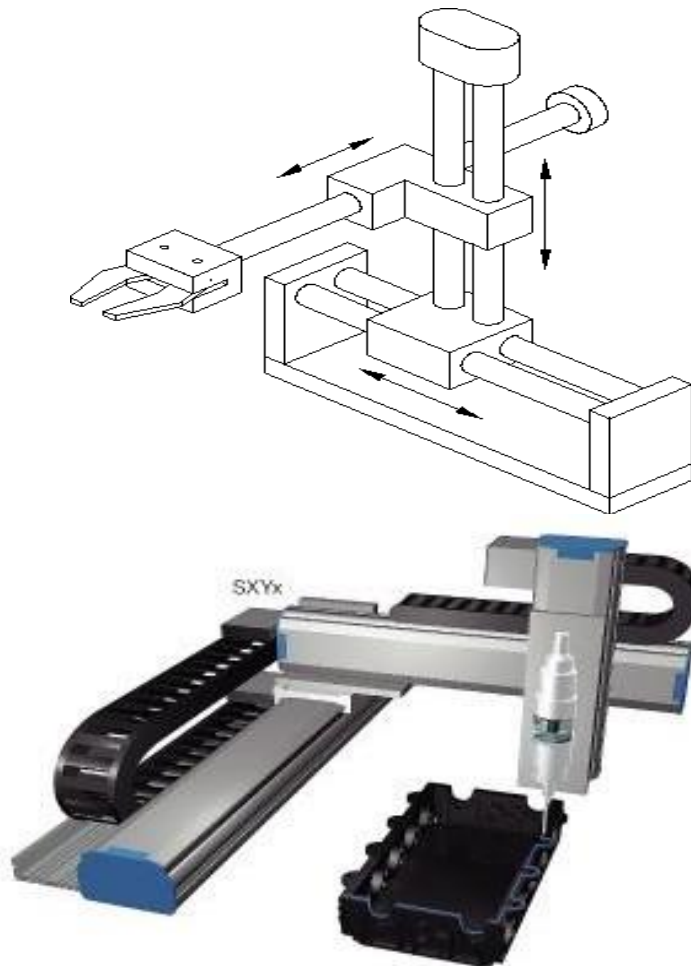
- Các loại khớp cơ bản dùng trong robot

Bảng 1.1. Các loại khớp cơ bản dùng trong robot

ST T	Tên Khớp	Kí Hiệu	Lược Đồ	Kết Cấu	Bậc tự do tương đối
1	Khớp cầu	S			3
2	Khớp trượt	T			1
3	Khớp quay	R			1
4	Khớp trụ	C			2
5	Khớp ren	H			2

- **Robot tọa độ vuông góc:**

Có 3 bậc chuyển động tịnh tiến dọc theo ba trục vuông góc



RECTILINEAR or COORDINATE (X, Y & Z) ROBOT

X - Horizontal, left and right motions

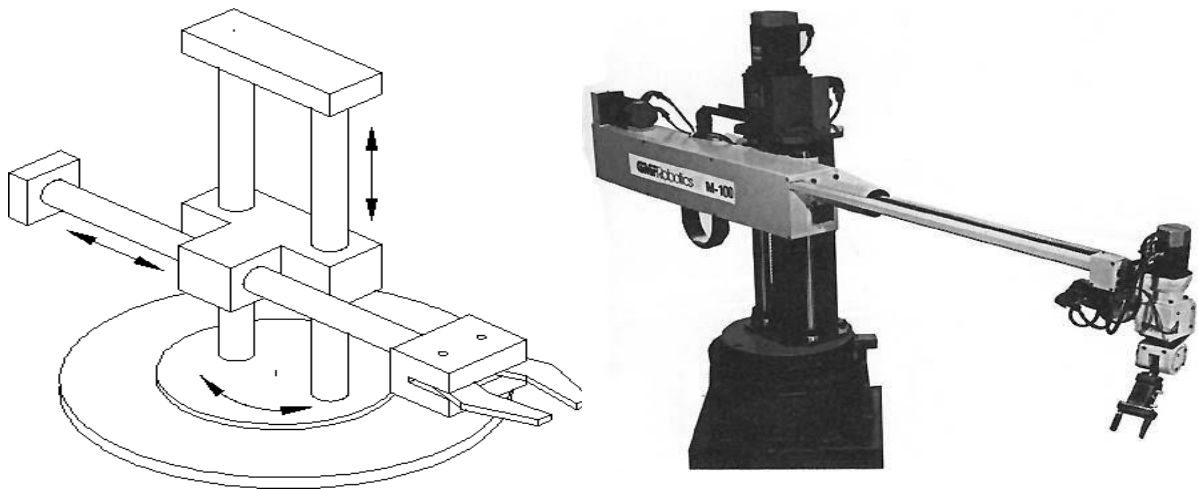
Y - Vertical, up and down motions

Z - Horizontal, forward and backward motions

Hình 1.1. Robot tọa độ vuông góc

- **Robot tọa độ trụ:**

Có 3 bậc chuyển động cơ bản gồm 2 chuyển động tịnh tiến và 1 trục quay



CYLINDRICAL ROBOT

X - Horizontal rotation of 360° , left and right motions

Y - Vertical, up and down motions

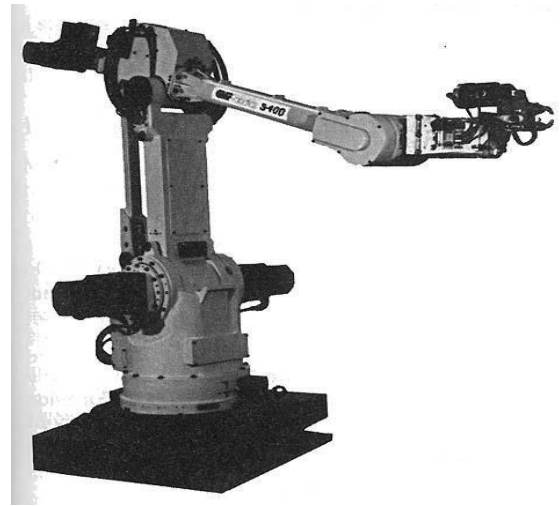
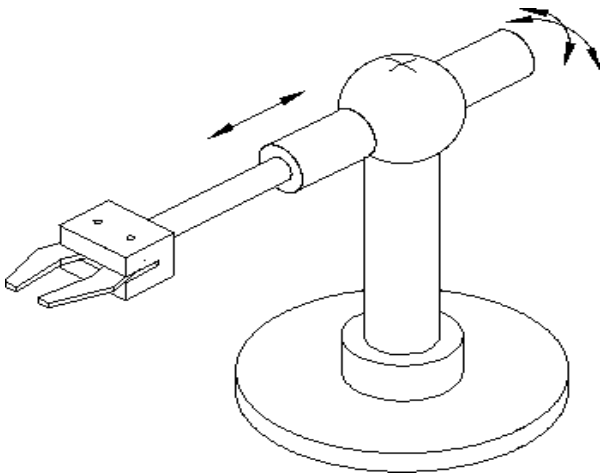
Z - Horizontal, forward and backward

motions

Hình 1.2. Robot tọa độ trụ

- **Robot tọa độ cầu**

Có 1 trục tịnh tiến và hai trục quay



SPHERICAL ROBOT

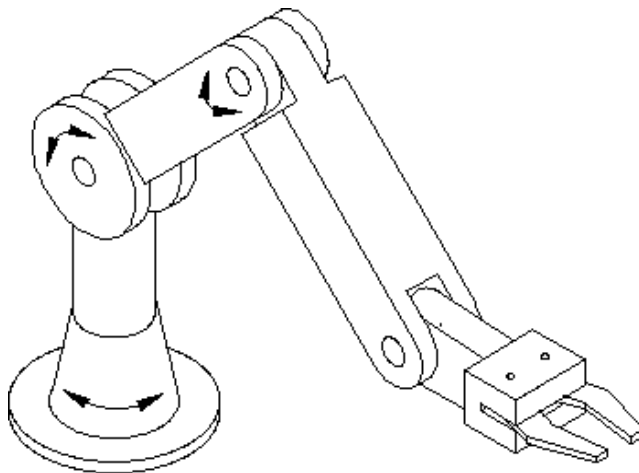
X - Horizontal rotation of 360°, left and right motions

Y - Vertical rotation of 270°, up and down motions

Z - Horizontal, forward and backward motions

Hình 1.3. Robot tọa độ cầu

- Robot khớp bản lề :



Có 3 trục quay

ARTICULATED ROBOT

X - Horizontal rotation of 360°, left and right motions

Y - Vertical rotation of 270° , up and down motions

Z - Horizontal & vertical rotation of 90° to 180° , forward and backward motions

Hình 1.4. Robot khớp bản lề

1.4.2. Phân loại robot theo thể hệ.

- Robot thể hệ thứ nhất: bao gồm các dạng robot hoạt động lặp lại theo một chu trình không thay đổi, theo chương trình định trước.

- Đặc điểm:

- + sử dụng tổ hợp cơ cấu cam với công tắc hành trình

- + Điều khiển vòng hở

- + Sử dụng phổ biến trong công việc lắp- đặt

- Robot thể hệ thứ 2: robot với điều khiển theo chương trình nhưng có thể tự điều chỉnh hoạt động thích ứng với những thay đổi của môi trường thao tác (được trang bị cảm biến cho phép cung cấp tín hiệu phản hồi lại hệ thống điều khiển)

- Đặc điểm:

- + Điều khiển vòng kín các chuyển động của tay máy

- + có thể lựa chọn chương trình dựa trên tín hiệu phản hồi từ cảm biến

- + hoạt động của robot có thể lập trình được

- Robot thể hệ thứ 3: robot được trang bị những thuật toán xử lý các phạm xạ logic thích nghi theo những thông tin và tác động của môi trường lên chúng, được trang bị hệ thống thu nhận hình ảnh trong điều khiển

- Đặc điểm:

- + có đặc điểm như loại trên

- + có khả năng nhận dạng ở mức độ thấp

- Robot thể hệ thứ 4: robot sử dụng các thuật toán là cơ chế điều khiển thích nghi được trang bị khả năng lựa chọn các đáp ứng tuân theo một mô

hình tính toán xác định trước có ứng xử phù hợp với điều kiện của môi trường thao tác

- Đặc điểm:
- + Có đặc điểm tương tự 2 loại trên, có khả năng tự động lựa chọn chương trình hoạt động và lập trình lại các hoạt động dựa trên các tín hiệu thu nhận từ cảm biến.
- + Bộ điều khiển phải có bộ nhớ tương đối lớn
 - Robot thế hệ thứ 5: là tập hợp các robot trí tuệ nhân tạo.
 - Đặc điểm:
- + Được trang bị các kỹ thuật của trí tuệ nhân tạo để ra quyết định và giải quyết các vấn đề và nhiệm vụ đặt ra cho nó
- + Được trang bị mạng Neuron có khả năng tự học.
- + Được trang bị các thuật toán Neuron fuzzy/fuzzy logic để tự suy nghĩ và ra quyết định cho các ứng xử

1.4.3. Phân loại robot theo hệ điều khiển.

- Robot gắp đặt: thường sử dụng nguồn dẫn động khí nén, bộ điều khiển phổ biến là bộ điều khiển lập trình (PLC) thực hiện điều khiển vòng hở
- Robot dẫn đường liên tục: sử dụng bộ điều khiển servo thực hiện điều khiển vòng kín. Hệ thống điều khiển liên tục là hệ thống trong đó robot được lập trình theo một đường chính xác

1.4.4. Phân loại robot theo nguồn dẫn động

- Robot dùng nguồn cấp điện DC, AC. Robot loại này có thiết kế gọn, chạy êm, định vị rất chính xác.
- Robot dùng nguồn khí nén: hệ thống cần được trang bị máy nén, bình chứa khí và động cơ kéo trên máy nén. Robot loại này dùng trong các thao tác lắp đặt không cần độ chính xác cao.
- Robot dùng nguồn thủy lực : sử dụng dầu thủy lực. Robot loại này dùng trong ứng dụng có trọng tải lớn

- Bảng phân loại robot

Bảng 1.2. Phân loại robot

Dấu hiệu phân loại	Tên gọi của tay máy
Theo số bậc chuyển động	Có 2, 3 hoặc nhiều hơn ở dạng: không di chuyển, tự di chuyển
Theo số lượng tay máy	1, 2 hoặc nhiều tay máy
Theo tải trọng nâng của tay máy	<ul style="list-style-type: none"> - Siêu nhẹ - Loại nhẹ - Loại chung - Loại nặng - Loại siêu nặng
Theo nguồn dẫn động của cơ cấu chấp hành	<ul style="list-style-type: none"> - Khí nén - Thủy lực - Cơ điện - Hỗn hợp
Theo hệ thống điều khiển, theo nguyên lý điều khiển	<p>Với điều khiển chương trình:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theo chu kỳ - Theo vị trí - Theo chu vi - Hỗn hợp <p>Với điều khiển theo cảm nhận:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển không thích nghi - Điều khiển thích nghi
Theo số robot được điều khiển đồng thời	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển riêng rẽ - Điều khiển theo nhóm
Theo độ chính xác	Các mức chính xác: 0;1;2;3

Theo kiểu bảo hiểm	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểu thông thường - Kiểu phòng bụi - Kiểu phòng nhiệt - Kiểu phòng nổ
--------------------	--

1.5. CẤU TẠO CHUNG CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP.

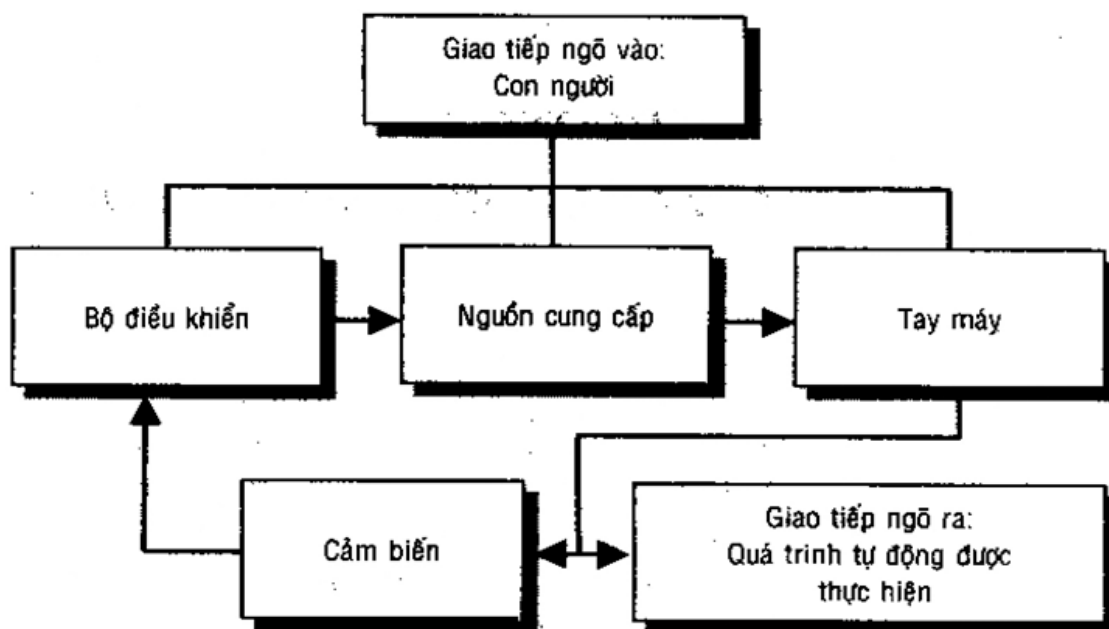
1.5.1. Các thành phần cơ bản.

Các thành phần cơ bản của cánh tay robot bao gồm:

+ Tay máy: Là các cơ cấu cơ khí bao gồm khung xương của toàn bộ cánh tay robot và các động cơ thực thi nhiệm vụ. Thành phần này chịu trách nhiệm làm việc chính.

+ Nguồn cung cấp: Nguồn cung cấp có thể là điện, thủy lực, khí nén cung cấp cho cơ cấu làm việc.

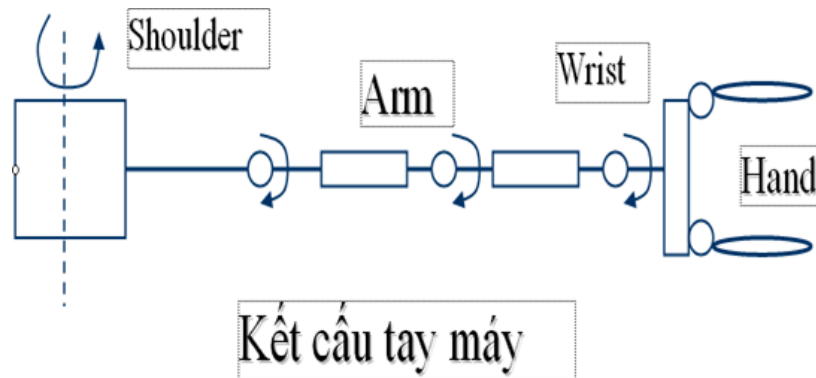
+ Bộ điều khiển: Bộ điều khiển có nhiệm vụ điều khiển mọi quá trình hoạt động của cánh tay máy.



Hình 1.5. Sơ đồ khối cấu tạo robot.

1.5.2. Tay máy.

- Tay Máy: (Manipulator) là cơ cấu cơ khí gồm các khâu, khớp. Chúng hình thành cánh tay (arm) để tạo các chuyển động cơ bản, Cổ tay (Wrist) tạo nên sự khéo léo, linh hoạt và bàn tay (Hand) hoặc phần công tác (End Effector) để trực tiếp hoàn thành các thao tác trên đối tượng.



Hình 1.6. Kết cấu tay máy

e. Bậc tự do của tay máy

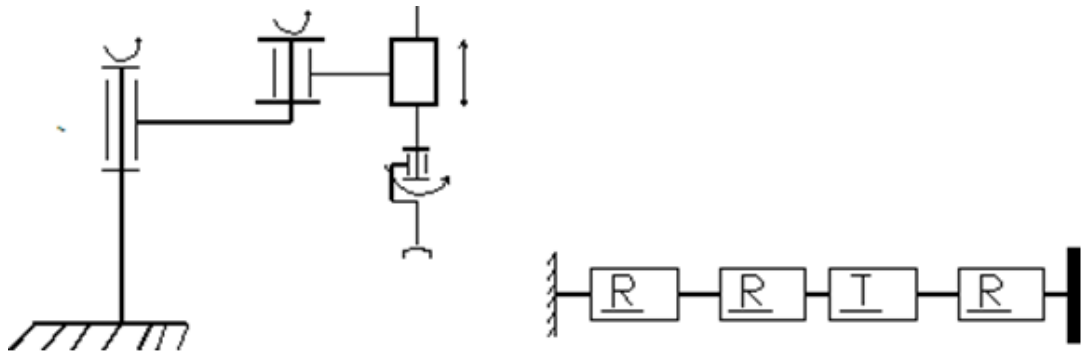
- Bậc tự do của tay máy là số khả năng chuyển động độc lập của nó trong không gian hoạt động

$$w = 6n - \sum_i^5 i \cdot p_i$$

- Để nâng cao độ linh hoạt các tay máy phải có số bậc chuyển động cao, tuy nhiên không nên quá 6. Sáu bậc chuyển động thường gồm 3 bậc chuyển động cơ bản (chuyển động định vị) và 3 bậc chuyển động bổ xung (chuyển động định hướng).

Chuyển động cơ bản thường là chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay, mỗi bậc chuyển động có nguồn dẫn động riêng

Chuyển động bổ xung: thường là các chuyển động quay nhằm tăng khả năng linh hoạt



Hình 1.7. Mô tả bậc cánh tay máy

ví dụ: $w = 6.4 - (3.5 + 1.5) = 4$

b. Tay máy tọa độ vuông góc

- Ưu điểm:
 - ❖ Không gian làm việc lớn
 - ❖ HT điều khiển đơn giản
 - ❖ Dành diện tích sàn lớn cho công việc khác
- Nhược điểm:
 - ❖ Việc thay đổi không thích hợp về không gian
 - ❖ Duy trì cơ cấu dẫn động và thiết bị điều khiển gặp nhiều khó khăn

c. Tay máy tọa độ trụ

- Ưu điểm:
 - ❖ Có khả năng CĐ ngang và sâu vào các máy sản xuất
 - ❖ Cấu trúc theo chiều dọc để lại nhiều khoảng trống cho sàn
 - ❖ Kết cấu vững chắc, có khả năng mang tải lớn
 - ❖ Khả năng lặp lại tốt
- Nhược điểm:
 - ❖ Giới hạn tiến phía trái và phía phải

d. Tay máy tọa độ cầu

- Độ cứng vững của loại tay máy này thấp hơn hai loại trên và độ chính xác định vị phụ thuộc vào tầm với.

e. Tay máy toàn khớp bản lề và SCARA

- Tay máy toàn khớp bản lề có cả ba khớp đều là khớp quay, trong đó trục thứ nhất vuông góc với hai trục kia. Do sự tương tự với tay người, khớp thứ hai được gọi là khớp vai, khớp thứ ba gọi là khớp khuỷu nối cẳng tay với khuỷu tay. Với kết cấu này không có sự tương ứng giữa khả năng chuyển động của các khâu và số bậc tự do. Tay máy làm việc rất khéo léo, nhưng độ chính xác định vị phụ thuộc vị trí của phần công tác trong vùng làm việc.

- Tay máy Scara được đề xuất dùng cho công việc lắp ráp. Đó là một kiểu tay máy có cấu tạo đặc biệt, gồm hai khớp quay và một khớp trượt, nhưng cả ba khớp đều có trục song song với nhau. Kết cấu này làm tay máy cứng vững hơn theo phương thẳng đứng nhưng kém cứng vững theo phương được chọn là phương ngang. Loại này chuyên dùng cho công việc lắp ráp với tải trọng nhỏ theo phương đứng. Từ Scara là viết tắt của “selective compliance assembly robot arm” để mô tả các đặc điểm trên. Vùng làm việc của Scara là một phần của hình trụ rỗng.

1.5.3. Cổ tay máy

Cổ tay máy thường có ba bậc tự do là 3 chuyển động định hướng dạng 3 chuyển động quay quanh 3 trục vuông góc gồm:

- ❖ Chuyển động xoay cổ tay(Roll)
- ❖ Chuyển động gập cổ tay (Pitch)
- ❖ Chuyển động lắc cổ tay (Yaw)

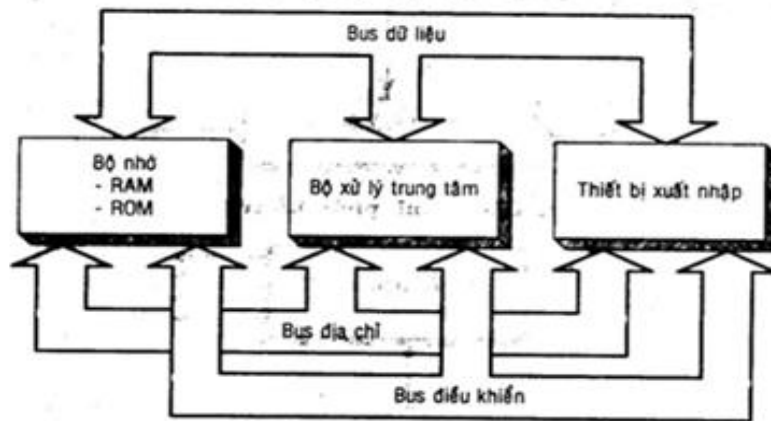
g. Chế độ hoạt động của Robot

- Chế độ huấn luyện:
- Chế độ tự động:

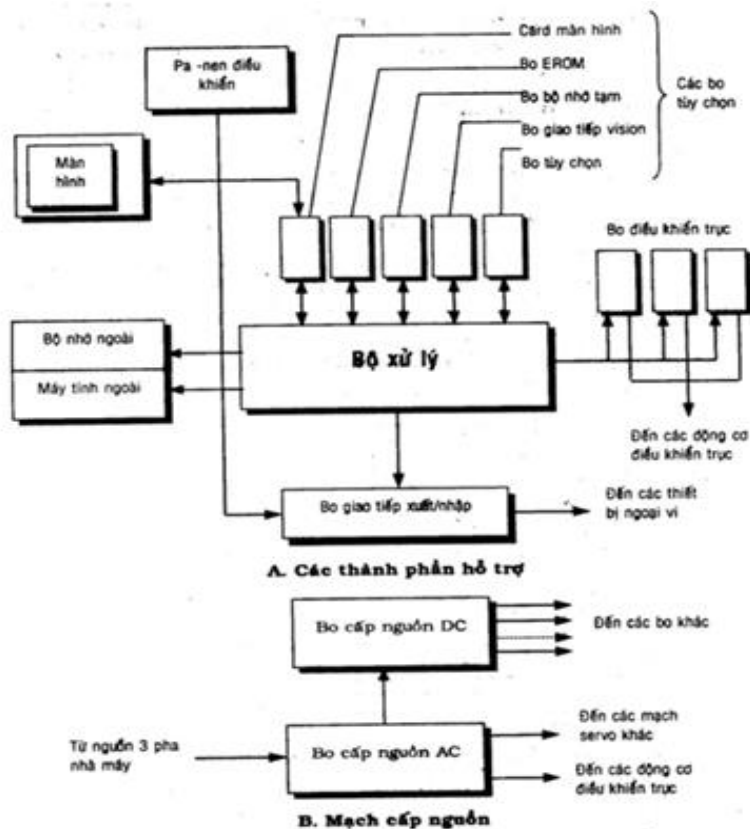
1.5.4. Bộ điều khiển Robot.

- Bộ điều khiển robot bao gồm bộ xử lý trung tâm, bộ nhớ và bộ xuất nhập kết hợp với màn hình hiển thị được chia thành từng môđun gồm các bo mạch điện tử. Ngoài ra còn có thể có bộ teach pendant điều khiển trực tiếp robot trong chế độ huấn luyện và bộ điều khiển mô phỏng hỗ trợ cho công

việc lập trình



Hình 1.8. Bộ điều khiển robot theo cấu trúc PC-based



Hình 1.9. Các thành phần đầy đủ của một bộ điều khiển robot

a. Bộ xử lý trung tâm

- Trung tâm của bộ điều khiển là CPU chịu trách nhiệm quản lý thông tin về bộ nhớ, quản lý xuất nhập, xử lý thông tin tính toán và điều khiển từng trục

của robot từ đó thực hiện các thuật toán điều khiển và đưa ra các tín hiệu điều khiển cho bộ phận chuyển đổi tín hiệu.

- Các trường hợp cụ thể:

- ❖ Dùng nguyên một máy tính nhỏ
- ❖ Dùng các môđun mạch máy tính đã có sẵn
- ❖ Sử dụng bộ vi xử lý 8 hoặc 16 bit làm nền tảng cho một CPU
- ❖ Sử dụng một máy tính riêng giao tiếp với bộ điều khiển của robot
- ❖ Dùng hệ thống mạng của các bộ vi xử lý 8 hay 16 bit liên kết lại với nhau bằng phần cứng và phần mềm để thực hiện công việc của CPU.

b. Bộ nhớ

- Bộ nhớ dùng để lưu giữ những chương trình và thông tin phản hồi từ môi trường thao tác.

Bảng 1.3. Bộ nhớ

Địa chỉ	Nội dung bộ nhớ	Loại bộ nhớ
\$FFFFF	Chương trình quản lý vào/ra (trao đổi dữ liệu với thiết bị vào/ra)	ROM
	Chương trình điều khiển servo (xác định vị trí, vận tốc, momen của phần chấp hành)	
	Chương trình quản lý chuyển động (cung cấp setpoints cho các chương trình điều khiển, tọa độ cho các trục để điều khiển theo quỹ đạo liên tục)	
	Chương trình điều hành hệ thống (dịch và thi hành chương trình của người dùng)	
	Các chương trình ứng dụng (dịch và thi hành chương trình của người dùng)	RAM
	Các chương trình của người dùng	
	Quỹ đạo được dạy theo kiểu Teach-in	
	Giá trị các biến hiện thời	
	Các thông số điều khiển được thiết đặt	
	
	Dành riêng cho computer	
\$00000	Thiết bị vào / ra (dùng cho một số máy tính như bộ nhớ)	Phần cứng

c. Bộ xuất nhập

- Bộ xuất nhập dùng để đưa chương trình vào bộ xử lý và kiểm tra, theo dõi hoạt động trong quá trình thao tác.

- Cấu hình bộ xuất nhập thường bao gồm bàn phím, màn hình, các bo mạch được bố trí các cổng giao tiếp xuất nhập dạng nối tiếp hoặc song song và pa-nen điều khiển cũng được xem là một phần của bộ xuất nhập.

d. Các loại bộ điều khiển

- Bộ điều khiển robot trong hệ thống hở.

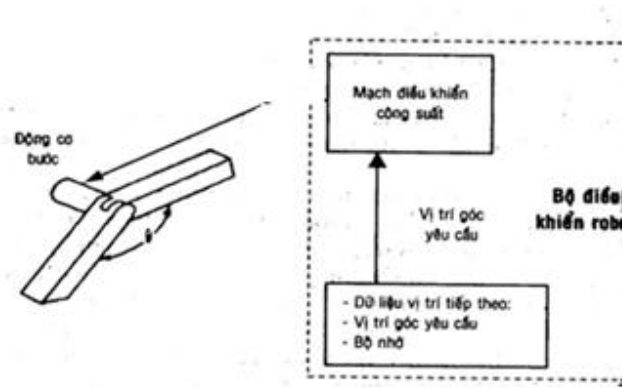
- Điều khiển vòng hở (open-loop) hay còn gọi là hệ thống điều khiển không có phản hồi (non-servo system). Điều khiển hở, dùng truyền động bước (động cơ điện hoặc động cơ thủy lực, khí nén,..) mà quãng đường hoặc góc dịch chuyển tỷ lệ với số xung điều khiển. Kiểu này đơn giản, nhưng đạt độ chính xác thấp.

- Robot hoạt động theo hệ thống hở không nhận biết được vị trí khi nó dịch chuyển từ điểm này sang điểm khác. Trên mỗi trục chuyển động thường có điểm dừng ở một vài vị trí xác định để kiểm tra độ chính xác dịch chuyển.

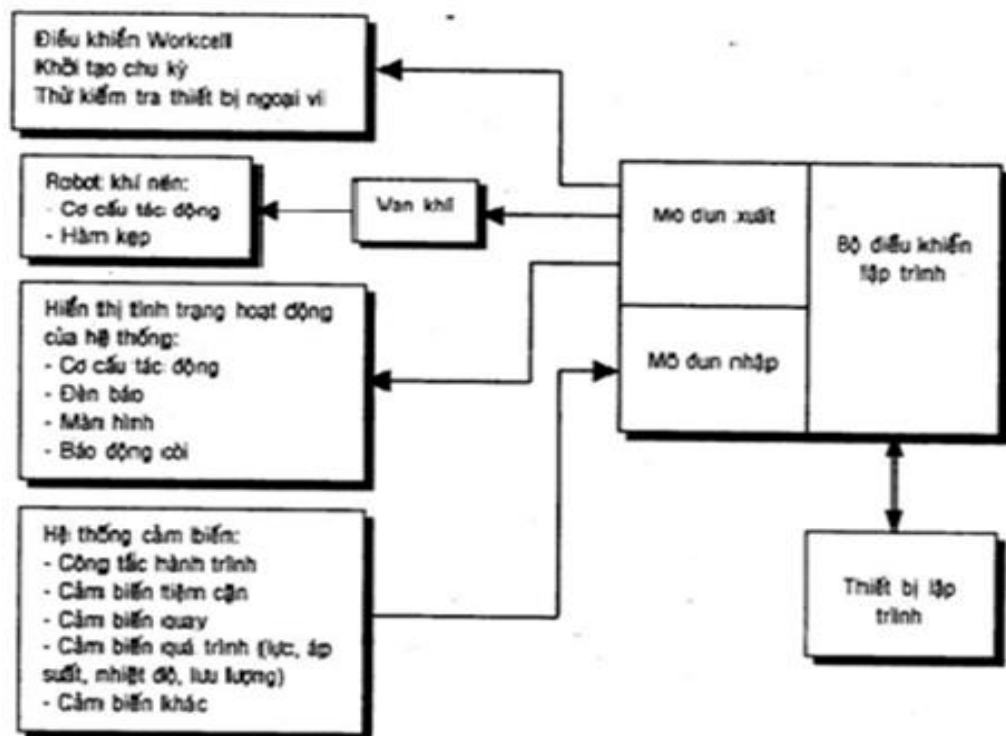
- Bộ điều khiển thường gồm các cơ cấu cơ khí dùng thiết lập vị trí chính xác và các thiết bị bên ngoài xử lý và truyền dẫn tín hiệu cho các cơ cấu tác động đảm bảo cho việc tuân tự các dịch chuyển. Bao gồm:

- ❖ Cữ chặn hạn chế hành trình cố định.
- ❖ Cữ chặn hạn chế hành trình có thể điều chỉnh vị trí.
- ❖ Công tắc hạn chế hành trình.
- ❖ Động cơ bước có góc quay tùy vào số xung cấp.
- ❖ Thiết bị đảm bảo sự tuân tự của robot
- ❖ Bộ lập trình trống.

Logic khí nén và các phần tử logic khí nén



Hình 1.10. Sơ đồ khối của một hệ thống hồ



Hình 1.11. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển kiểu vòng hở kết hợp với các công tắc hành trình

- Bộ điều khiển robot trong hệ thống điều khiển kín.
 - Điều khiển vòng kín (closed-loop) hay còn gọi là điều khiển có phản hồi theo cơ chế servo (servo system). Điều khiển kín (điều khiển kiểu servo), sử dụng tín hiệu phản hồi vị trí để tăng độ chính xác điều khiển. Có 2 kiểu

điều khiển servo: điều khiển điểm - điểm và điều khiển theo đường (contour).

- Với kiểu điều khiển điểm - điểm, phần công tác dịch chuyển từ điểm này đến điểm kia theo đường thẳng với tốc độ không cao (không làm việc). Nó chỉ làm việc tại các điểm dừng. Kiểu điều khiển này được dùng trên các robot hàn điểm, vận chuyển, tán đinh, bắn đinh,...

- Điều khiển contour đảm bảo cho phần công tác dịch chuyển theo quỹ đạo bất kỳ, với tốc độ có thể điều khiển được. Có thể gặp kiểu điều khiển này trên các robot hàn hồ quang, phun sơn.

1.5.5. Nguồn dẫn động.

a. Truyền động thủy lực

- Ưu điểm:

- ❖ Lực nâng lớn
- ❖ Tốc độ chạy êm
- ❖ Có thể khóa cứng khớp tại vị trí xác định (không nén được)
- ❖ Sử dụng cho ĐK Servo rất tốt
- ❖ Tự bôi trơn và làm mát
- ❖ Hoạt động có thể dừng quá tải không làm hư hỏng HT
- ❖ Đáp ứng nhanh
- ❖ An toàn ở áp suất cháy nổ
- ❖ Tác động êm ở tốc độ thấp

- Hạn chế:

- ❖ Chi phí cao
- ❖ Không thích hợp cho cơ cấu quay với tốc độ nhanh
- ❖ Cần có đường hồi dầu
- ❖ Kích thước lớn do áp suất và tốc độ dầu cao
- ❖ Nguồn dẫn không phổ biến
- ❖ Chi phí chế tạo và bảo trì cao (rò rỉ...)

b. Truyền động khí nén

- Ưu điểm:

- ❖ Giá thành không cao
- ❖ Khí thải không gây nhiễm môi trường
- ❖ Nguồn dẫn khí nén phổ biến trong công nghiệp
- ❖ Phù hợp dạng Modul
- ❖ Cơ cấu tác động có thể dừng mà không hư hỏng

- Nhược điểm:

- ❖ Giới hạn sự điều khiển và độ chính xác
- ❖ Gây ồn
- ❖ Gây trở ngại cho HT khi bị rò rỉ
- ❖ Khó điều chỉnh tốc độ
- ❖ Phải sử dụng bộ lọc

c. Truyền động điện cơ

- Ưu điểm:

- ❖ Tác động nhanh và chính xác
- ❖ Áp dụng được KTĐK phức tạp
- ❖ Giá thành không cao
- ❖ Thời gian triển khai HT mới nhanh
- ❖ Mô men quay cao, trọng lượng giảm và đáp ứng nhanh

- Nhược điểm:

- ❖ Bản chất đã là tốc độ cao
- ❖ Khe hở bánh răng làm giảm độ chính xác
- ❖ Gây quá nhiệt khi quá tải
- ❖ Cần sử dụng phanh để ghim vị trí và khớp

• Các loại động cơ:

- ❖ Động cơ bước

Động cơ bước sử dụng trong điều khiển vòng hở, không cần trang bị cảm biến để phản hồi về vị trí và vận tốc vì mỗi xung tác động đã được thiết kế và kiểm soát để rotor của động cơ bước quay một góc xác định.

Nếu mô men của động cơ bước không đủ thắng phụ tải hoặc quán tính của phụ tải, động cơ sẽ không làm việc dù đã nhận được xung điều khiển.

Động cơ bước nam châm vĩnh cửu: roto là nam châm vĩnh cửu, stato là cuộn dây. Vùng từ trường được tạo ra bằng cách cấp điện cho cuộn stato, từ trường thay đổi được bằng cách kích hoạt theo trình tự hoặc kích từng bước cuộn stato

❖ Động cơ DC

Động cơ DC tạo mômen tỷ lệ với cường độ dòng điện nhận được từ nguồn cấp. Các động cơ DC truyền thống có roto nhẹ để gia tốc nhanh nhưng hạn chế là không chịu được dòng cao. Vì vậy nên sử dụng các động cơ tác động nhanh với phần ứng nhẹ và sử dụng hộp giảm tốc có tỉ số truyền hợp lý để cân bằng tối ưu giữa mômen và gia tốc.

❖ Động cơ AC

Được sử dụng trên HT có công suất nhỏ. Là động cơ AC có cảm ứng thuận nghịch. Gồm roto cảm ứng và 2 cuộn dây tạo từ trường đặt lệch 90 độ. Một cuộn tạo ra từ trường chuẩn cố định. Một cuộn tạo từ trường điều khiển

d. truyền động hỗn hợp

- Kết hợp những ưu điểm của các truyền động khác để tạo ra Rôbốt có độ chính xác cao.

1.5.6. Các dạng điều khiển tay máy.

a. Đường dẫn từng đoạn

- Đây là kiểu điều khiển không có phản hồi sử dụng các công tắc hành trình, số điểm lập trình cho mỗi trục thường là 2 (điểm đầu và điểm cuối).

b. Đường dẫn theo điểm

- Sử dụng pa-nen điều khiển cho chế độ huấn luyện.

- Từng trục được điều khiển độc lập đến các điểm trong chương trình công nghệ, người lập trình sẽ lưu lại tọa độ các điểm này vào bộ nhớ. Bộ điều khiển sẽ tính toán, xử lý vị trí của tay máy với các tọa độ suy rộng- các dịch chuyển góc hoặc thẳng thể hiện qua các hành trình si của các trục thay cho tọa độ đề-các.

c. Đường dẫn liên tục

- Sử dụng bộ lập trình trên thiết bị mô phỏng (simulator) lập trình theo cách dắt mũi (lead-by-nose) hay bàn phím để kiểm soát vị trí của tay máy.

- Các điểm trong chế độ huấn luyện là các điểm trên đường dịch chuyển được đưa vào bộ nhớ. Sau đó các điểm nút- các điểm có tọa độ đã được lưu vào bộ nhớ sẽ được đưa ra tuần tự bởi bộ điều khiển robot cho các trục của robot khi thực hiện chương trình.

d. Đường dẫn điều khiển.

- Là hệ thống điều khiển theo điểm được trang bị thêm khả năng kiểm soát vị trí của tay gấp và các vị trí trung gian khi tay gấp dịch chuyển giữa các điểm lập trình.

1.5.7. Tay gấp.

- Chức năng: giữ chi tiết hoặc mang dụng cụ tác động lên chi tiết. Chức năng phụ thuộc vào công dụng của Rôbốt: gấp, kẹp, sơn, hàn...

- Tính chất:

- ❖ Có khả năng kẹp, nâng và thả chi tiết
- ❖ Cảm nhận được chi tiết trong tay gấp
- ❖ Trọng lượng phải nhỏ nhất
- ❖ Giữ được chi tiết trong mọi trường hợp: V tối đa, mất năng lượng cung cấp
- ❖ Đơn giản nhưng có độ tin cậy cao
- Sự bảo toàn chỉ số thông minh (Job IQ): Chỉ số thông minh của Rôbốt phải phù hợp với tính chất công việc cũng như phù hợp với giá thành sản phẩm

- Phân loại tay gấp
 - Nguồn dẫn động:
 - ❖ Sử dụng động cơ điện
 - ❖ Sử dụng khí nén
 - ❖ Sử dụng thủy lực
 - ❖ Sử dụng chân không

CHƯƠNG 2.

XÂY DỰNG BÀI TOÁN ĐỘNG HỌC TAY MÁY

2.1. CÁC KHÁI NIỆM BAN ĐẦU.

2.1.1. Hệ tọa độ.

- Phương pháp sử dụng: phương pháp hệ tọa độ tham chiếu.
- Hệ tọa độ thuận
- Hệ tọa độ tuyệt đối
- Hệ tọa độ tương đối

2.1.2. Quỹ đạo.

- Tọa độ suy rộng: có thể là chuyển vị góc ở các khớp quay hoặc chuyển vị dài ở các khớp tịnh tiến của các khâu thành viên : q_1, q_2, \dots, q_n

$$q = q(t)$$

$$x_M = x_M(q_1, q_2, \dots, q_n) = x_M(t) \quad (2-1)$$

- Quỹ đạo điểm M: $\{y_M = y_M(q_1, q_2, \dots, q_n) = y_M(t)$

$$z_M = z_M(q_1, q_2, \dots, q_n) = z_M(t)$$

2.1.3. Bài toán động học thuận.

- Cho trước cơ cấu và quy luật của các yếu tố chuyển động thể hiện bằng các tọa độ suy rộng q_i ta phải xác định quy luật chuyển động của điểm trên khâu tác động cuối nói riêng hoặc của điểm bất kỳ trên một khâu nào đó của tay máy nói chung trong hệ trục tọa độ vuông góc.

2.1.4. Bài toán động học ngược.

- Cho trước cơ cấu và quy luật chuyển động của điểm trên khâu tác động cuối (hoặc quy luật chuyển động của khâu cuối bao gồm vị trí và hướng của nó) được biểu diễn trong hệ trục tọa độ vuông góc, ta phải xác định quy luật chuyển động của các khâu thành viên thể hiện thông qua các hệ tọa độ

suy rộng qđ

2.2. MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỌA ĐỘ THUẦN NHẤT.

2.2.1. Giới thiệu về phương pháp tọa độ thuần nhất.

- Phương pháp tọa độ thuần nhất dùng để khắc phục một số vấn đề phức tạp khi tính toán các ma trận. Trong đó một không gian n chiều sẽ được trình bày trong n+1 chiều.

Khi quan tâm đồng thời cả định vị và định hướng vectơ điểm sẽ được bổ xung thành phần thứ tư, thành vectơ mở rộng được biểu diễn là:

$r = (\omega r_x, \omega r_y, \omega r_z, \omega)^T$ - cách biểu diễn vectơ điểm trong không gian tọa độ thuần nhất.

ω : hệ số tỉ lệ ngầm định cho chiều thứ tư.

$\omega = 1$: các tọa độ biểu diễn bằng tọa độ thực, $r = (r_x, r_y, r_z, 1)^T$

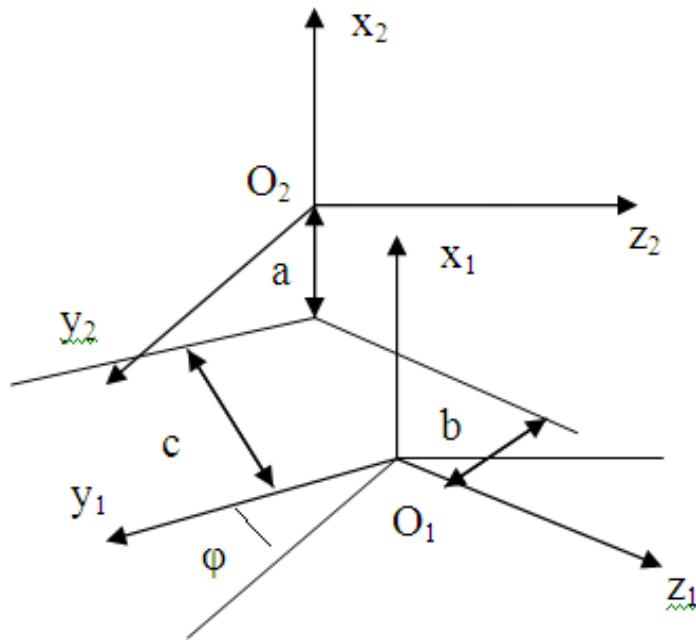
$$\text{Tọa độ thực của vectơ mở rộng: } T_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi & -b \\ 0 & \sin \varphi & -\cos \varphi & -c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$r_y = \frac{\omega r_y}{\omega} \quad r_z = \frac{\omega r_z}{\omega} \quad (2.2)$$

2.2.2. Biến đổi dùng ma trận thuần nhất.

- Thiết lập ma trận thuần nhất

❖ Ví dụ: hai hệ tọa độ $O_1x_1y_1z_1$, $O_2x_2y_2z_2$ quay tương đối với nhau một góc φ và tịnh tiến cả gốc tọa độ O_2 trong hệ $O_1x_1y_1z_1$ bằng vectơ p như hình vẽ, $p = (a, -b, -c, 1)^T$



Hình 2.1. Hệ tọa độ

Điểm M trong 2 hệ tọa độ được xác định bằng các vec tơ r_1, r_2 trong hệ tọa độ thuần nhất:

Ta có thể viết như sau :

$$\begin{cases} r_{x1} = r_{x2} + at_2 \\ r_{y1} = r_{y2} \cos \varphi - r_{z2} \sin \varphi - bt_2 \\ r_{z2} = r_{y2} \sin \varphi + r_{z2} \cos \varphi - ct_2 \\ t_1 = t_2 = 1 \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\text{Đặt } T_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi & -b \\ 0 & \sin \varphi & -\cos \varphi & -c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

T_{12} là ma trận thuần nhất 4x4 dùng để biến đổi vectơ mở rộng từ hệ tọa độ thuần nhất này sang hệ tọa độ thuần nhất khác.

$$\text{Tổng quát : } T_{ij} = \begin{pmatrix} R_{ij} & p \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

- Các thành phần của ma trận thuần nhất

$$+ R_{ij} : \text{ma trận quay } 3 \times 3. R_{ij} = M^T = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

+ P : ma trận 3x1 biểu thị tọa độ điểm O_j trong hệ O_i

+ 1x3 : ma trận 0. (ma trận phối cảnh)

+ 1x1 : ma trận đơn vị

+ Trong phép biến đổi tọa độ ma trận thuần nhất tỏ ra ưu việt hơn khi bao gồm cả thông tin về sự quay lẫn tịnh tiến

Mô tả tổng quát hơn điểm M trong hệ tọa độ thuần nhất UVW biểu diễn bằng vector mở rộng ruvw thì trong hệ tọa độ thuần nhất XYZ điểm đó được xác định bằng vector mở rộng rxyz : $rxyz = T.ruvw$

$$T = \begin{bmatrix} n_x & s_x & a_x & p_x \\ n_y & s_y & a_y & p_y \\ n_z & s_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} R & p \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Vector n là các tọa độ của vector chỉ phương OU biểu diễn trong hệ tọa độ XYZ.

Vector s là các tọa độ của vector chỉ phương OV biểu diễn trong hệ tọa độ XYZ.

Vector a là các tọa độ của vector chỉ phương OW biểu diễn trong hệ tọa độ XYZ.

$$\text{Ma trận nghịch đảo } T^{-1} = \begin{pmatrix} & -p.n \\ R^T & -p.s \\ & -p.a \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

2.2.3. Các phép biến đổi dùng tọa độ thuần nhất.

- Phép biến đổi tịnh tiến.

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & p_x \\ 0 & 1 & 0 & p_y \\ 0 & 0 & 1 & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = T_p(p_x \ p_y \ p_z) \quad (2.9)$$

- Phép quay các trục tọa độ.

$$R(x, \alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

$$R(y, \varphi) = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$R(z, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

- Phép quay phức hợp.

$$\begin{aligned} R(\varphi, \theta, \alpha) &= R(y, \varphi)R(z, \theta)R(x, \alpha) \\ R(\alpha, \theta, \varphi) &= R(x, \alpha)R(z, \theta)R(y, \varphi) \end{aligned} \quad (2.13)$$

- Phép quay trục bất kỳ.

Trục quay được đặc trưng bởi vector đơn vị chỉ phương :

$$r = (r_x, r_y, r_z)^T \quad (2.14)$$

Các bước thực hiện:

Quay góc α quanh OX để trục r nằm xuống mặt XZ Quay góc $-\beta$ quanh OY để trục r trùng với trục OZ Quay góc φ quanh trục OZ

Quay góc β quanh OY

Quay góc $-\alpha$ quanh OX để đưa r về vị trí xuất phát.

$$R(r, \varphi) = R(x, -\alpha)R(y, \beta)R(z, \varphi)R(y, -\beta)R(x, \alpha) \quad (2.15)$$

$$R(r, \varphi) = \begin{bmatrix} r_x^2 v_\varphi + c_\varphi & r_x r_y v_\varphi - r_z s_\varphi & r_x r_z v_\varphi + r_y s_\varphi & 0 \\ r_x r_y v_\varphi + r_z s_\varphi & r_y^2 v_\varphi + c_\varphi & r_y r_z v_\varphi - r_x s_\varphi & 0 \\ r_x r_z v_\varphi - r_y s_\varphi & r_x r_y v_\varphi + r_z s_\varphi & r_z^2 v_\varphi + c_\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

$$V_\varphi = \text{vers}\varphi = 1 - \cos\varphi \quad (2.17)$$

- Phép quay theo 3 góc Euler.

$$R(\phi, \theta, \psi) = R(z, \phi)R(y, \theta)R(z, \psi) \quad (2.18)$$

$$= \begin{bmatrix} c_\phi c_\theta c_\psi - s_\phi s_\psi & -c_\phi c_\theta s_\psi - s_\phi c_\psi & c_\theta s_\psi & 0 \\ s_\phi c_\theta c_\psi + c_\phi s_\psi & -s_\phi c_\theta s_\psi + c_\phi c_\psi & s_\phi s_\theta & 0 \\ -s_\phi c_\psi & s_\phi s_\psi & c_\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

2.2.4. Bài toán biến đổi ngược.

- Xác định góc quay và trục quay.

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} u_x & v_x & w_x & p_x \\ u_y & v_y & w_y & p_y \\ u_z & v_z & w_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_x^2 v_\varphi + c_\varphi & r_x r_y v_\varphi - r_z s_\varphi & r_x r_z v_\varphi + r_y s_\varphi & 0 \\ r_x r_y v_\varphi + r_z s_\varphi & r_y^2 v_\varphi + c_\varphi & r_y r_z v_\varphi - r_x s_\varphi & 0 \\ r_x r_z v_\varphi - r_y s_\varphi & r_x r_y v_\varphi + r_z s_\varphi & r_z^2 v_\varphi + c_\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

$$\tan\varphi = \frac{\sqrt{(v_x - w_y)^2 + (w_x - u_z)^2 + (u_y - v_x)^2}}{u_x + v_y + w_z - 1} \quad (2.21)$$

$$\begin{cases} r_x = \text{sgn}(v_z - w_y) \sqrt{\frac{u_x - c_\varphi}{1 - c_\varphi}} \\ r_y = \text{sgn}(w_x - u_z) \sqrt{\frac{v_y - c_\varphi}{1 - c_\varphi}} \\ r_z = \text{sgn}(u_y - v_x) \sqrt{\frac{w_z - c_\varphi}{1 - c_\varphi}} \end{cases} \quad (2.22)$$

- Xác định 3 góc Euler.

$$T = \begin{bmatrix} u_x & v_x & w_x & p_x \\ u_y & v_y & w_y & p_y \\ u_z & v_z & w_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_\phi c_\theta c_\psi - s_\phi s_\psi & -c_\phi c_\theta s_\psi - s_\phi c_\psi & c_\theta s_\psi & 0 \\ s_\phi c_\theta c_\psi + c_\phi s_\psi & -s_\phi c_\theta s_\psi + c_\phi c_\psi & s_\phi s_\theta & 0 \\ -s_\phi c_\psi & s_\phi s_\psi & c_\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.23)$$

2.2.5. Mô tả và phát biểu lại nội dung của bài toán động học.

Ta quy ước gọi các chuyển vị tương đối giữa các khâu là các biến dịch chuyển và các tọa độ cần xác định là các biến vị trí. Các biến dịch chuyển và các biến vị trí có liên quan đến nhau. Từ đó ta có thể phát biểu một cách khác các bài toán động học như sau:

Phát biểu bài toán động học thuận:

Cho trước quy luật các biến di chuyển theo tọa độ suy rộng, xác định quy luật các biến vị trí theo tọa độ Đêcác. Bài toán thuận liên quan đến phương trình chuyển đổi thuận để tìm vị trí và hướng của khâu đầu cuối trong hệ tọa độ Đêcác khi cho trước các tọa độ suy rộng.

Phát biểu bài toán động học ngược:

Cho trước quy luật các biến vị trí (cụ thể là quy luật tọa độ vị trí và hướng của khâu chấp hành cuối trong hệ tọa độ Đêcác), ta phải xác định quy luật các biến di chuyển phù hợp cho khâu thành viên thể hiện ở các tọa độ suy rộng của chúng. Bài toán ngược liên quan với phương trình chuyển đổi ngược để tìm mối liên hệ giữa các khâu thành viên của tay máy khi cho trước vị trí và hướng của khâu đầu cuối.

2.2.6. Phương pháp giải bài toán động học thuận.

- Thiết lập ma trận quan hệ tương đối giữa các khâu.
- Thiết lập ma trận tuyệt đối cho từng khâu và khâu chấp hành cuối cùng.
- Thiết lập vị trí các ma trận đạo hàm bậc 1 và bậc 2 cho các khâu.
- Tính toán vị trí, vận tốc và gia tốc của các điểm cơ bản thuộc các khâu cũng như các khâu chấp hành cuối cùng.

2.2.7. Phương pháp giải bài toán động học ngược.

- Xuất phát từ phương trình động học cơ bản:

$$T=A_1A_2\dots A_n=\begin{bmatrix} n_x & s_x & a_x & p_x \\ n_y & s_y & a_y & p_y \\ n_z & s_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

Các ma trận A_i là các hàm của biến khớp q_i . Ma trận A_i mô tả vị trí và hướng của khâu thứ i so với khâu thứ $i-1$.

- Có thể viết lại về trái của phương trình trên:

$$T_n=T_i {}^i T_n \quad (2.25)$$

Nhân 2 vế với T_i^{-1} ta có:

$$T_i^{-1}T_n={}^i T_n \text{ và vì } T_i^{-1}=(A_1A_2\dots A_n)^{-1}=A_i^{-1}\dots A_2^{-1}A_1^{-1} \quad (2.26)$$

$$\Rightarrow A_i^{-1}\dots A_2^{-1}A_1^{-1}T_n={}^i T_n \quad (2.27)$$

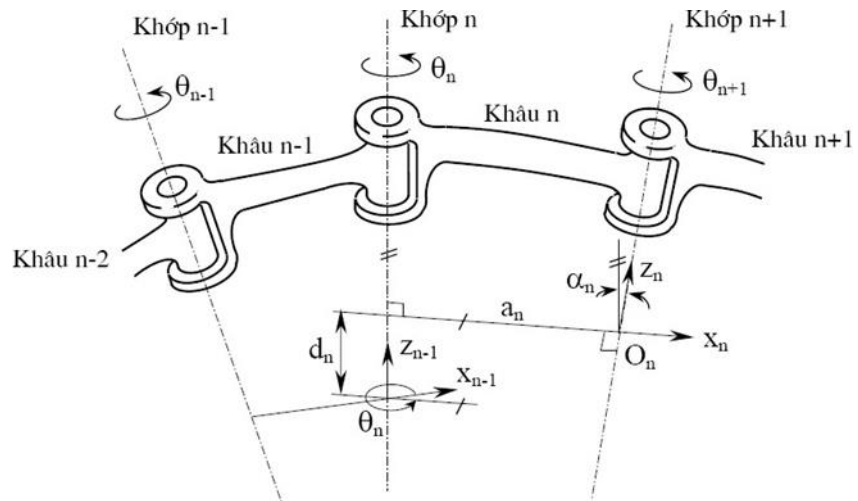
$${}^i T_n=A_i^{-1}\dots A_2^{-1}A_1^{-1}\begin{bmatrix} n_x & s_x & a_x & p_x \\ n_y & s_y & a_y & p_y \\ n_z & s_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.28)$$

Ứng với mỗi giá trị của i khi so sánh các phần tử tương ứng của 2 ma trận ở 2 vế của biểu thức ta có 6 phương trình tồn tại độc lập để xác định các biến khớp q_i . Như thế, bằng cách đó có nhiều khả năng để lựa chọn các bộ lời giải q_i đa trị này.

2.3. THUẬT TOÁN GIẢI BÀI TOÁN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỌA ĐỘ THUẦN NHẤT.

2.3.1. Bộ thông số DH (Denavit-Hartenberg).

- Mục đích xây dựng các hệ tọa độ đối với 2 khâu chuyển động liên tiếp I và $i+1$.



Hình 2.2. Xây dựng các hệ tọa độ

Trước hết xây dựng bộ thông số cơ bản giữa 2 trục quay của khớp động $i+1$ và i :

- a_i là độ dài đường vuông góc chung giữa 2 trục khớp động $i+1$ và i .
- α_i là góc chéo giữa 2 trục khớp động $i+1$ và i .
- d_i là khoảng cách dọc trục khớp động i từ đường vuông góc chung giữa trục khớp động $i+1$ và trục khớp động i và trục khớp động i tới đường vuông góc chung giữa trục khớp động i và trục khớp động $i-1$.
- θ_i là góc giữa 2 đường vuông góc chung nói trên.

Bộ thông số này gọi là bộ thông số Denavit- Hartenberg, viết tắt là bộ thông số DH.

- **Biến khớp :**

- Nếu khớp động i là khớp quay thì θ_i là biến khớp. Nếu khớp động i là khớp trượt thì d_i là biến khớp.

2.3.2. Thiết lập hệ tọa độ.

- Góc của hệ tọa độ gắn liền với khâu thứ i (gọi là hệ tọa độ thứ i) đặt tại giao điểm giữa đường vuông góc chung a_i và trục khớp động $i+1$. Trường hợp

2 trục giao nhau thì gốc hệ tọa độ lấy trùng với giao điểm đó. Nếu 2 trục song song thì chọn gốc hệ tọa độ là điểm bất kì trên trục khớp động $i+1$.

- Trục z_i của hệ tọa độ thứ i nằm dọc theo trục khớp động $i+1$.
- Trục x_i của hệ tọa độ thứ i nằm dọc theo đường vuông góc chung hướng từ khớp động i đến khớp động $i+1$. Trường hợp 2 trục giao nhau hướng trục x_i trùng với hướng vector tích $z_i \times z_{i+1}$ tức là vuông góc với mặt phẳng chứa z_i, z_{i+1} .

Mô hình biến đổi.

- Các bước:
 - Quay quanh trục z_{i-1} một góc θ_i .
 - Tịnh tiến dọc trục z_{i-1} một đoạn d_i .
 - Tịnh tiến dọc trục x_{i-1} (đã trùng với x_i) một đoạn a_i .
 - Quay quanh trục x_{i-1} một góc α_i .

$$A_i = R(z, \theta_i) \cdot T_p(0,0, d_i) \cdot T_p(a_i, 0,0) \cdot R(x, \alpha_i) \quad (2.30)$$

$$A_i = \begin{bmatrix} c_{\theta_i} & -s_{\theta_i}c_{\alpha_i} & s_{\theta_i}c_{\alpha_i} & a_i c_{\theta_i} \\ s_{\theta_i} & c_{\theta_i}c_{\alpha_i} & -c_{\theta_i}s_{\alpha_i} & a_i s_{\theta_i} \\ 0 & s_{\alpha_i} & c_{\alpha_i} & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.31)$$

- Phương trình động học.

$$T_n = A_1 A_2 \dots A_n = \begin{bmatrix} n_x & s_x & a_x & p_x \\ n_y & s_y & a_y & p_y \\ n_z & s_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.32)$$

Trình tự thiết lập hệ phương trình động học.

- Xác định các hệ tọa độ.
- Lập bảng thông số DH.
- Xác định các ma trận A_i theo các thông số DH.

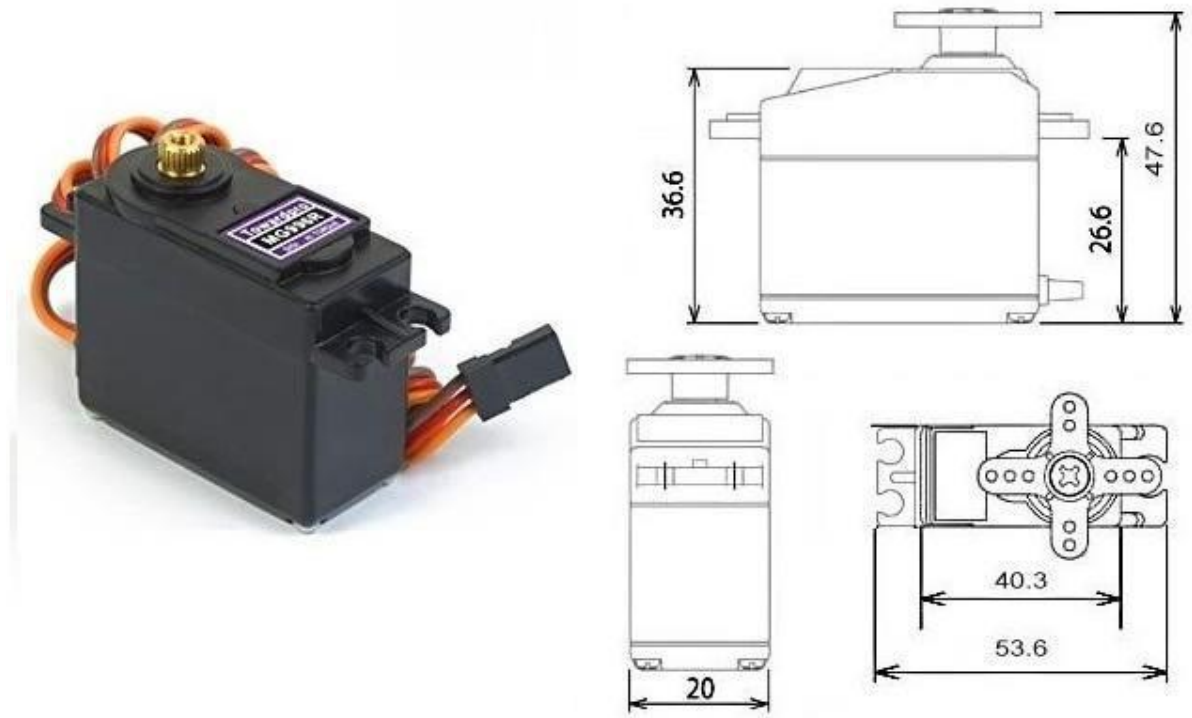
- Tính các ma trận T_i .
- Lập phương trình động học cơ bản.

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH ROBOT 5 BẬC TỰ DO

3.1. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG TRONG MÔ HÌNH.

3.1.1. Động cơ servor.



Hình 3.1. Động cơ servo MG996R

Động cơ RC Servo MG996 là phiên bản nâng cấp của MG995, là dòng RC sero thiên về tốc độ phản ứng nhanh và lực kéo mạnh, thường được sử dụng trong các thiết kế Robot: Xe dò line, cánh tay robot, humanoid robot, robot nhện,...

Động cơ RC Servo MG996 có lực kéo mạnh, các khớp và bánh răng được làm hoàn toàn bằng kim loại nên có độ bền cao, động cơ được tích hợp sẵn Driver điều khiển động cơ bên trong theo cơ chế phát xung - quay góc nên rất dễ sử dụng.

Thông số kỹ thuật:

Chủng loại: Analog RC Servo.

Điện áp hoạt động: 4.8-6.6VDC

Kích thước: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm

Trọng lượng: 55g

Lực kéo:

9.4 kgf.cm tại 4.8V- khoảng 92N.cm

11 kgf.cm tại 6V- khoảng 108N.cm

Tốc độ quay:

0.19sec / 60 degrees (4.8V không tải)

0.15sec / 60 degrees (6.0V không tải)

Dòng hoạt động: 500 mA - 900 mA (6V)

Dòng giữ momen: 2.5 A (6V)

Độ rộng băng thông: 5 μ s

Nhiệt độ làm việc: 0 °C - 55 °C

Thiết kế vòng bi đôi ổn định chống sốc.

Hình ảnh động cơ MG996R:



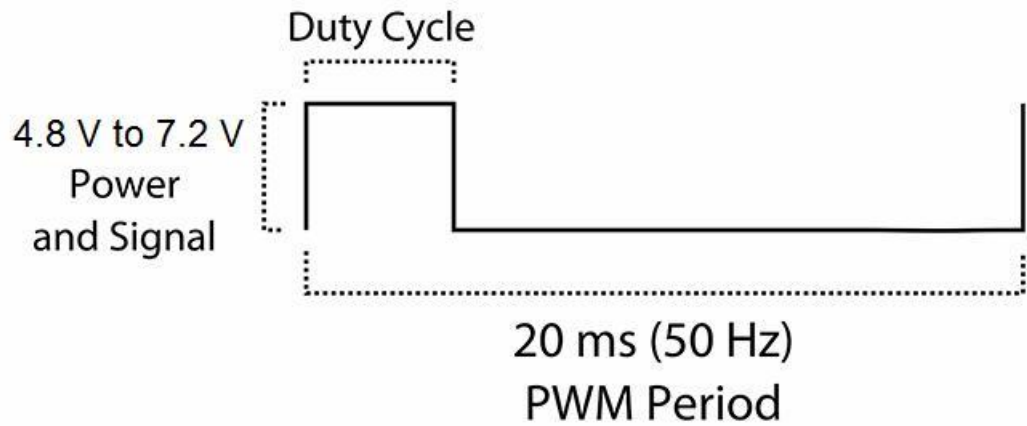
Hình 3.2. Bánh răng kim loại của động cơ



Hình 3.3. Động cơ servo và phụ kiện

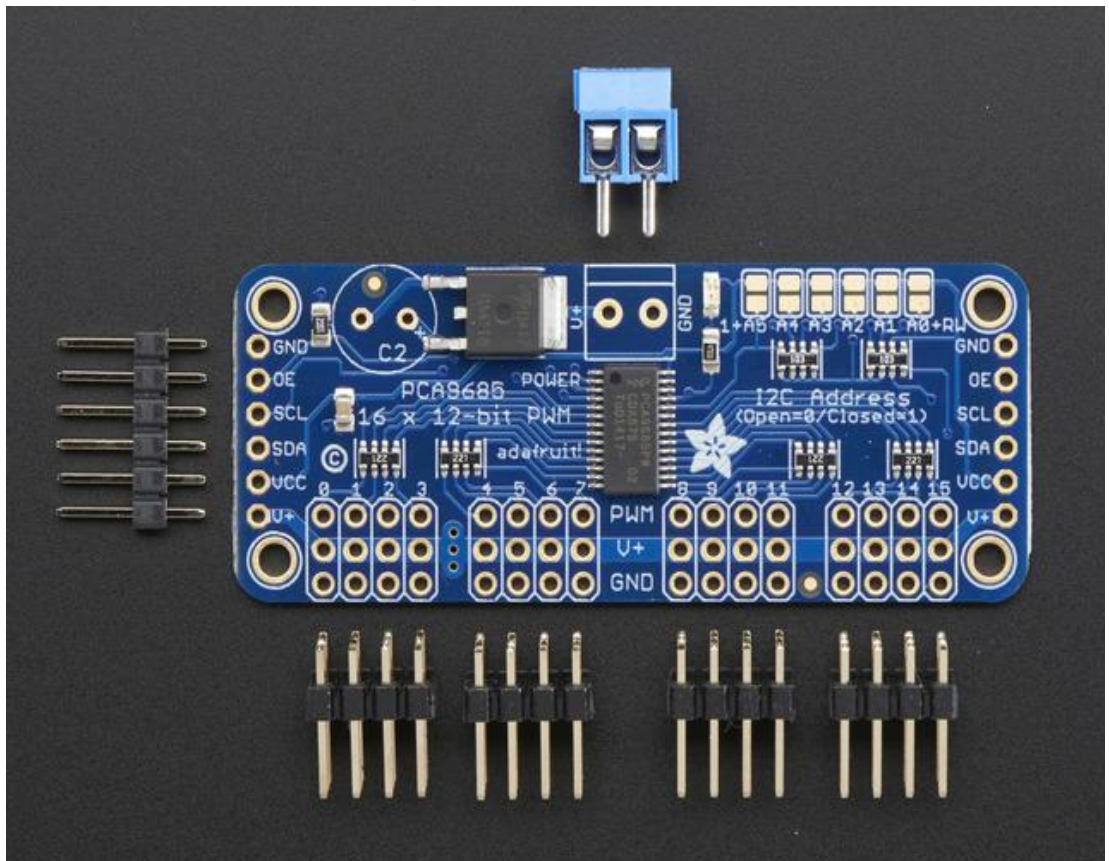
Động cơ sevor MG996R được hoàn thiện với dây xung màu cam (orange)-dây Vcc(+) màu đỏ (red) và dây Ground (-) màu nâu (brown). Đầu kết nối là đầu cái 3 pin type ‘S’ thích hợp với nhiều loại thiết bị điều khiển và driver.

PWM=Orange (\square)
 Vcc = Red (+)
 Ground=Brown (-)

Hình 3.4. Chân điều khiển và chu kỳ xung của động cơ

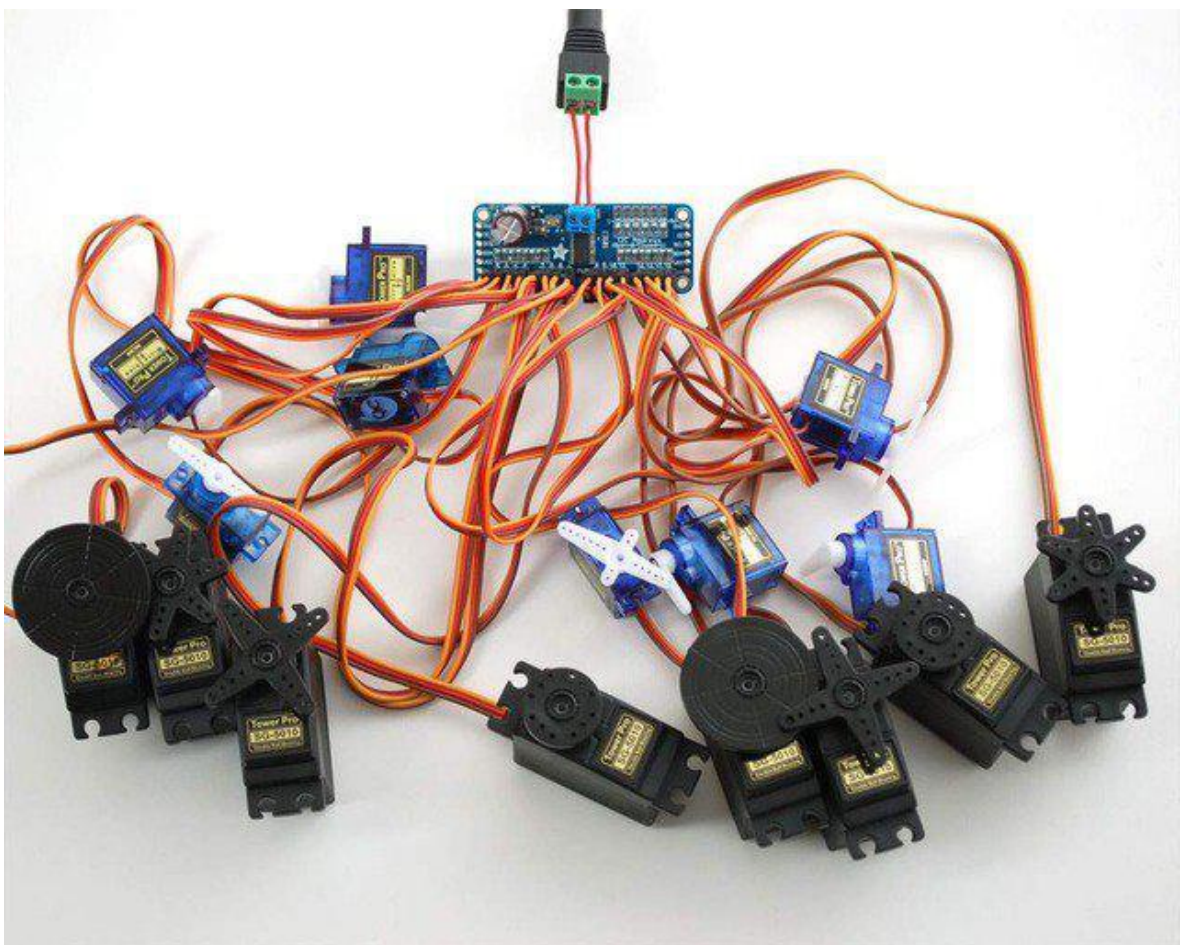
3.1.2. Driver điều khiển động cơ servo.



Hình 3.5. Module 16 kênh PWM 12 bit điều khiển servo PCA9685

Việc điều khiển động cơ servo motor với Arduino hiện nay khá dễ dàng với các thư viện Arduino Servo, tuy nhiên với bảng mạch Arduino lại có hạn chế về số pins I/O. Với Adafruit 16-Channel 12-bit PWM/Servo sẽ điều khiển đồng thời được tới 16 động cơ servo thông qua giao tiếp I2C mà chỉ sử dụng 2 pins I/O của bảng mạch Arduino. Với cùng 2 chân I/O đó có thể kết nối với 62 Servo Driver có khả năng điều khiển cùng lúc 992 servo.

Đây là giải pháp hoàn hảo cho các dự án robot, hay các dự án đòi hỏi điều khiển nhiều servo.



Hình 3.6. Servo driver kết nối với nguồn và động cơ servo

Kết nối:

- a. Các chân cấp nguồn:
 - GND: Chân cấp nguồn và tín hiệu nối đất, chân bắt buộc sử dụng.

- VCC: Chân cấp nguồn logic (3-5V), bắt buộc sử dụng.
- V+ : Chân cấp nguồn cho servo, tùy chọn sử dụng,
- b. Các chân điều khiển:
 - SCL-I2C clock pin: chân xung clock giao tiếp I2C.
 - SDA-I2C data pin: chân dữ liệu giao tiếp I2C.
 - OE-), đây là chân tùy chọn sử dụng. Tín hiệu ra-output port output enable: Tín hiệu ngắt, dùng để nhanh chóng ngắt toàn bộ tín hiệu ra của servo driver khi mức logic của chân OE là cao (HIGH)

c. OUTPUT-PORT

Có 16 ngõ tín hiệu ra servo, mỗi ngõ ra có 3 chân V+, GND và PWM.

d. Kết nối servo driver với Arduino

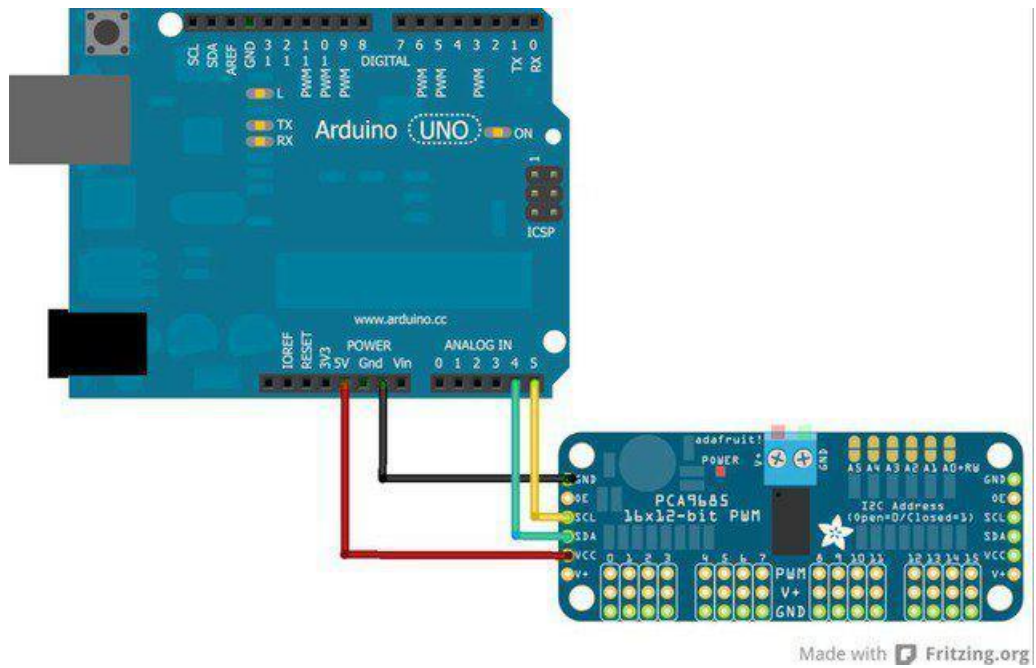
Để kết nối servo driver với mạch arduino UNO sử dụng trong mô hình cần sử dụng 4 dây:

+5v -> VCC (chỉ cấp nguồn cho mạch driver không cấp nguồn cho servo)

GND -> GND

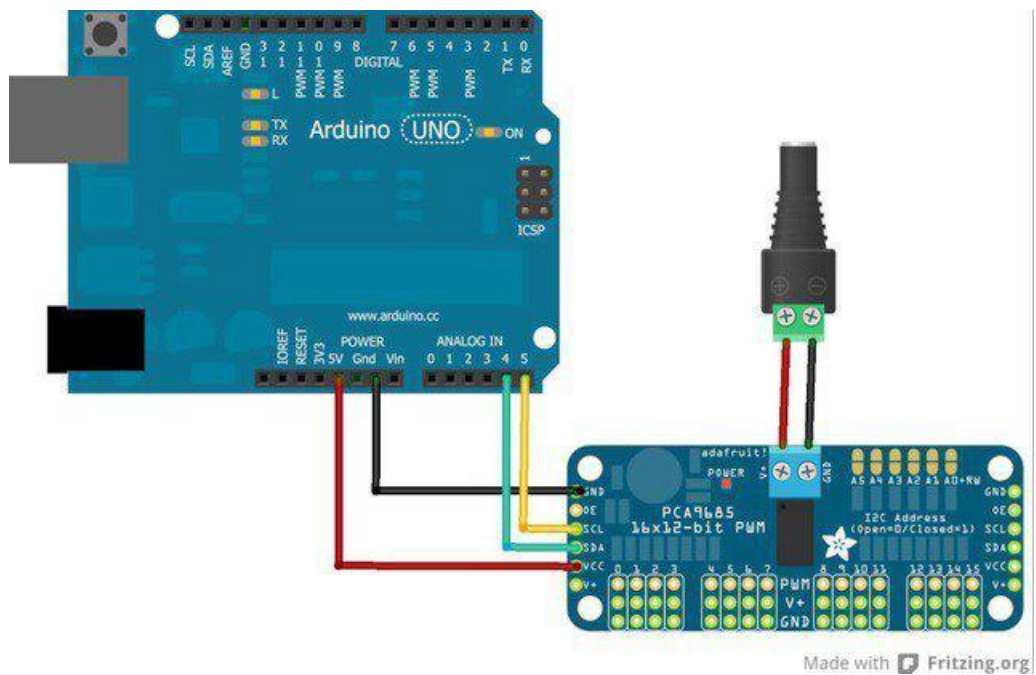
Analog 4 -> SDA

Analog 5 -> SCL



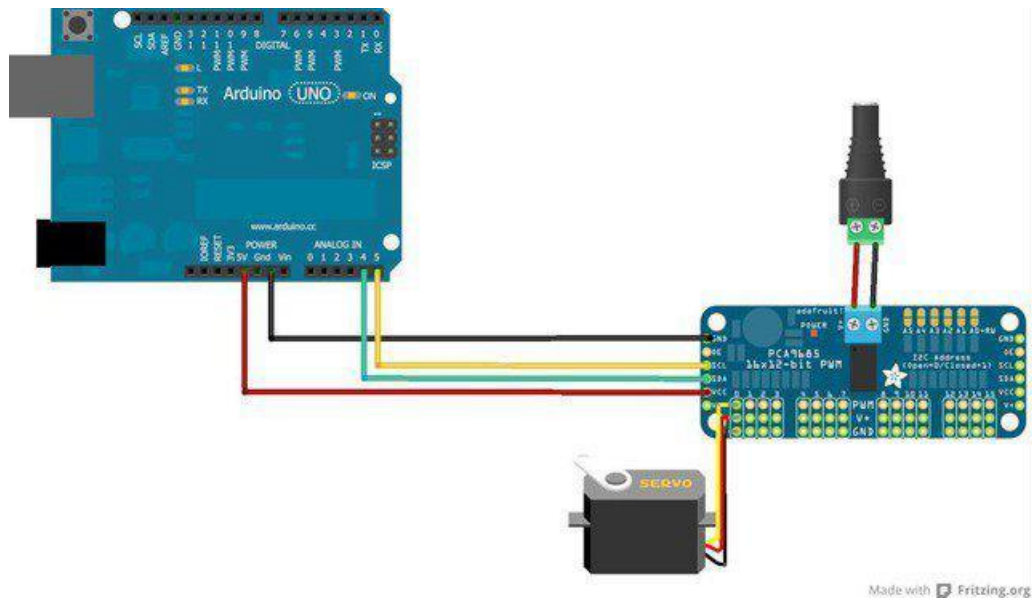
Hình 3.7. Kết nối server driver và Arduino

Sau đó cấp nguồn 6V cho servo vào cổng cấp nguồn trên đầu bảng mạch.

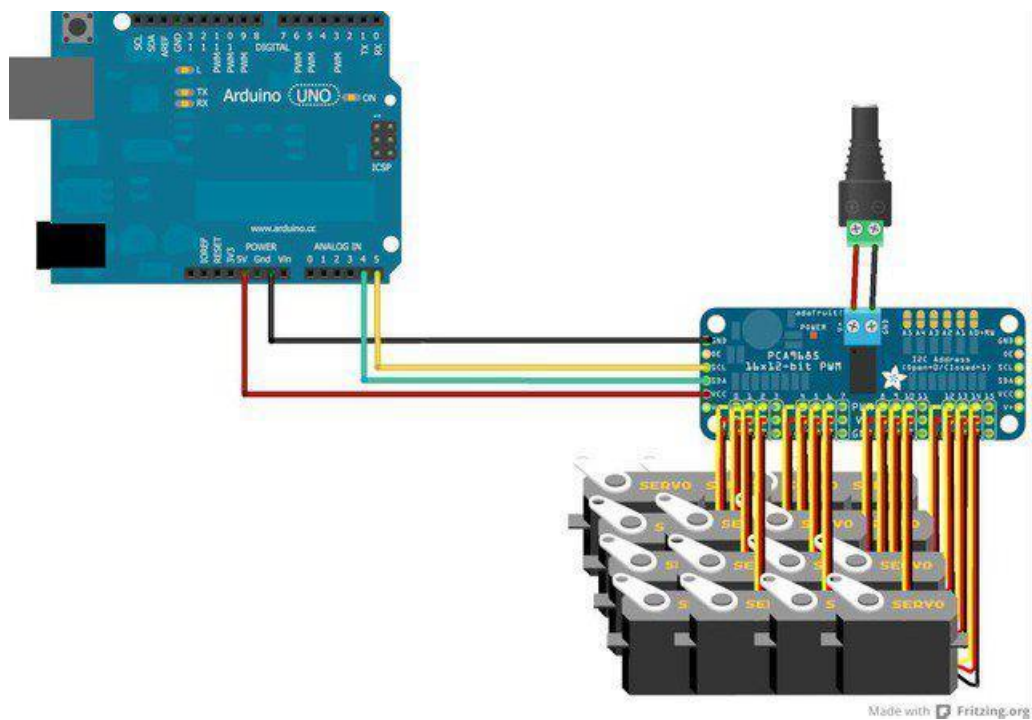


Hình 3.8. Cấp nguồn cho servo

Kết nối động cơ servo với servo driver.



Hình 3.9. Kết nối một động cơ



Hình 3.10. Kết nối nhiều động cơ

e. Thông số kỹ thuật:

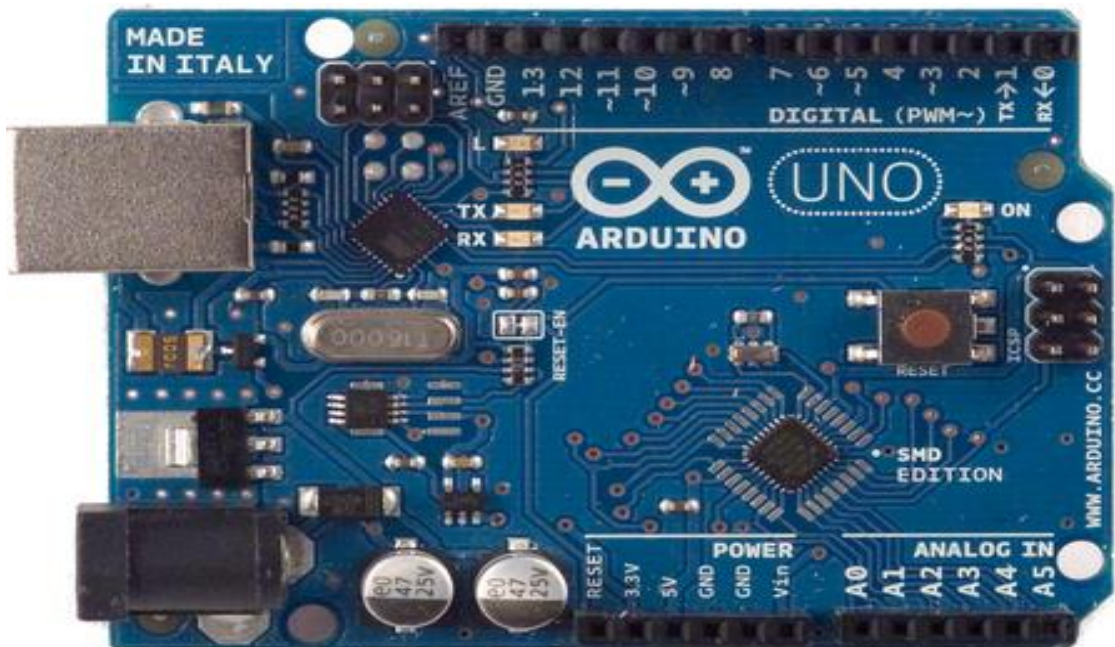
- Tương thích với điện áp 5V, Có thể điều khiển nó qua MCU 3.3V và vẫn an toàn khi cấp nguồn 6V cho Servo.
- Tần số PWM có thể điều chỉnh lên khoảng 1.6 KHz.

- Độ phân giải 12 bit cho mỗi ngõ ra servo, Khoảng 4us tại 60Hz.
- Giao tiếp trực tiếp với Driver bằng chuẩn giao tiếp I2C.
- Có 6 chân địa chỉ vì vậy có thể giao tiếp được với 62 mạch driver khác nhau trên cùng một đường bus I2C nâng tổng số ngõ ra PWM là 992 cổng.
- Có thể khai báo điện trở ngõ ra dạng Push-Pull hoặc Open-Drain.
- Có thể nhanh chóng ngắt tín hiệu tất cả các ngõ ra.
- Sử Dụng Chip SMD PCA9685
- Có Bảo Vệ Ngược Cực

3.1.3. Mạch điều khiển.

a. Giới thiệu chung về arduino

Nhắc tới dòng mạch Arduino dùng để lập trình, cái đầu tiên mà người ta thường nói tới chính là dòng Arduino UNO. Hiện dòng mạch này đã phát triển tới thế hệ thứ 3 (R3).



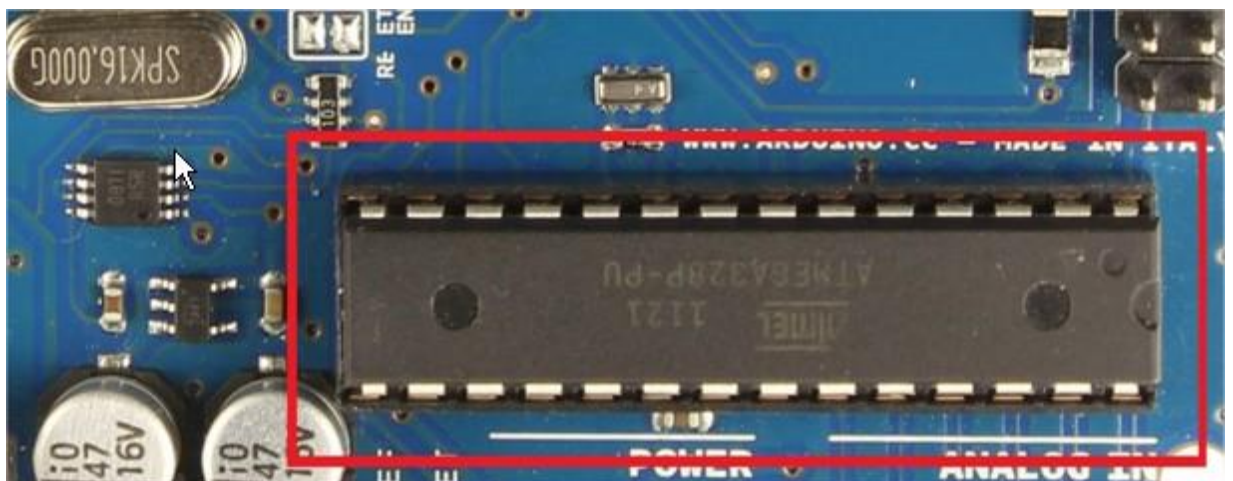
Hình 3.11. Arduino thực tế

b. Một vài thông số của arduino UNO R3

Bảng 3.1. Một vài thông số của arduino UNO R3

Vi điều khiển	ATmega328 (họ 8bit)
Điện áp hoạt động	5V – DC
Tần số hoạt động	16 MHz
Dòng tiêu thụ	30mA
Điện áp vào khuyến dùng	7-12V – DC
Điện áp vào giới hạn	6-20V – DC
Số chân Digital I/O	14 (6 chân PWM)
Số chân Analog	8 (độ phân giải 10bit)
Dòng tối đa trên mỗi chân I/O	40 mA
Dòng ra tối đa (5V)	500 mA
Dòng ra tối đa (3.3V)	50 mA
Bộ nhớ flash	32 KB (ATmega328) với <u>2KB</u> dùng bởi bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kích thước	1.85cm x 4.3cm

c. Vi điều khiển



Hình 3.12. Vi điều khiển.

Arduino UNO có thể sử dụng 3 vi điều khiển họ 8bit AVR là ATmega8, ATmega168, ATmega328. Bộ não này có thể xử lý những tác vụ đơn giản như điều khiển đèn LED nhấp nháy, xử lý tín hiệu cho xe điều khiển từ xa, làm một trạm đo nhiệt độ - độ ẩm và hiển thị lên màn hình LCD,...

Arduino UNO có thể được cấp nguồn 5V thông qua cổng USB hoặc cấp nguồn ngoài với điện áp khuyến dùng là 7-12V DC và giới hạn là 6-20V. Thường thì cấp nguồn bằng pin vuông 9V là hợp lý nhất nếu không có sẵn nguồn từ cổng USB. Nếu cấp nguồn vượt quá ngưỡng giới hạn trên, sẽ làm hỏng Arduino UNO.

GND (Ground): cực âm của nguồn điện cấp cho Arduino UNO. Khi dùng các thiết bị sử dụng những nguồn điện riêng biệt thì những chân này phải được nối với nhau.

5V: cấp điện áp 5V đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 500mA.

3.3V: cấp điện áp 3.3V đầu ra. Dòng tối đa cho phép ở chân này là 50mA.
Vin (Voltage Input): để cấp nguồn ngoài cho Arduino UNO, nối cực dương của nguồn với chân này và cực âm của nguồn với chân GND.
IOREF: điện áp hoạt động của vi điều khiển trên Arduino UNO có thể được đo ở chân này. Và dĩ nhiên nó luôn là 5V. Mặc dù vậy không được lấy nguồn 5V từ chân này để sử dụng bởi chức năng của nó không phải là cấp nguồn.

RESET: việc nhấn nút Reset trên board để reset vi điều khiển tương đương với việc chân RESET được nối với GND qua 1 điện trở 10KΩ.

- Lưu ý:

Arduino UNO không có bảo vệ cắm ngược nguồn vào. Do đó phải hết sức cẩn thận, kiểm tra các cực âm – dương của nguồn trước khi cấp cho Arduino UNO. Việc làm chập mạch nguồn vào của Arduino UNO sẽ biến nó thành một miếng nhựa chặn giấy. Nên dùng nguồn từ cổng USB nếu có thể.

Các chân 3.3V và 5V trên Arduino là các chân dùng để cấp nguồn ra cho các thiết bị khác, không phải là các chân cấp nguồn vào. Việc cấp nguồn sai

vị trí có thể làm hỏng board. Điều này không được nhà sản xuất khuyến khích.

Cấp nguồn ngoài không qua cổng USB cho Arduino UNO với điện áp dưới 6V có thể làm hỏng board.

Cấp điện áp trên 13V vào chân RESET trên board có thể làm hỏng vi điều khiển ATmega328.

Cường độ dòng điện vào/ra ở tất cả các chân Digital và Analog của Arduino UNO nếu vượt quá 200mA sẽ làm hỏng vi điều khiển.

Cấp điện áp trên 5.5V vào các chân Digital hoặc Analog của Arduino UNO sẽ làm hỏng vi điều khiển.

Cường độ dòng điện qua một chân Digital hoặc Analog bất kì của Arduino UNO vượt quá 40mA sẽ làm hỏng vi điều khiển. Do đó nếu không dùng để truyền nhận dữ liệu, phải mắc một điện trở hạn dòng.

d. Bộ nhớ và các cổng vào ra

- Bộ nhớ.

Vi điều khiển Atmega328 tiêu chuẩn cung cấp cho người dùng:

32KB bộ nhớ Flash: những đoạn lệnh lập trình sẽ được lưu trữ trong bộ nhớ Flash của vi điều khiển. Thường thì sẽ có khoảng vài KB trong số này sẽ được dùng cho bootloader nhưng đừng lo, hiếm khi nào cần quá 20KB bộ nhớ này đâu.

2KB cho SRAM (Static Random Access Memory): giá trị các biến khai báo khi lập trình sẽ lưu ở đây. Khai báo càng nhiều biến thì càng cần nhiều bộ nhớ RAM. Tuy vậy, thực sự thì cũng hiếm khi nào bộ nhớ RAM lại trở thành thứ mà phải bận tâm. Khi mất điện, dữ liệu trên SRAM sẽ bị mất.

1KB cho

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory): đây giống như một chiếc ổ cứng mini – nơi có thể đọc và ghi dữ liệu vào đây mà không phải lo bị mất khi cúp điện giống như dữ liệu trên SRAM.

- Các cổng vào ra.

Arduino UNO có 14 chân digital dùng để đọc hoặc xuất tín hiệu. Chúng chỉ có 2 mức điện áp là 0V và 5V với dòng vào/ra tối đa trên mỗi chân là 40mA. Ở mỗi chân đều có các điện trở pull-up từ được cài đặt ngay trong vi điều khiển ATmega328 (mặc định thì các điện trở này không được kết nối).

Một số chân digital có các chức năng đặc biệt như sau:

2chân Serial: 0 (RX) và 1 (TX): dùng để gửi (transmit – TX) và nhận (receive – RX) dữ liệu TTL Serial. Arduino Uno có thể giao tiếp với thiết bị khác thông qua 2 chân này. Kết nối bluetooth thường thấy nói nôm na chính là kết nối Serial không dây. Nếu không cần giao tiếp Serial, không nên sử dụng 2 chân này nếu không cần thiết.

Chân PWM (~): 3, 5, 6, 9, 10, và 11: cho phép xuất ra xung PWM với độ phân giải 8bit (giá trị từ 0 → 2^8-1 tương ứng với 0V → 5V) bằng hàm analogWrite(). Nói một cách đơn giản, có thể điều chỉnh được điện áp ra ở chân này từ mức 0V đến 5V thay vì chỉ cố định ở mức 0V và 5V như những chân khác.

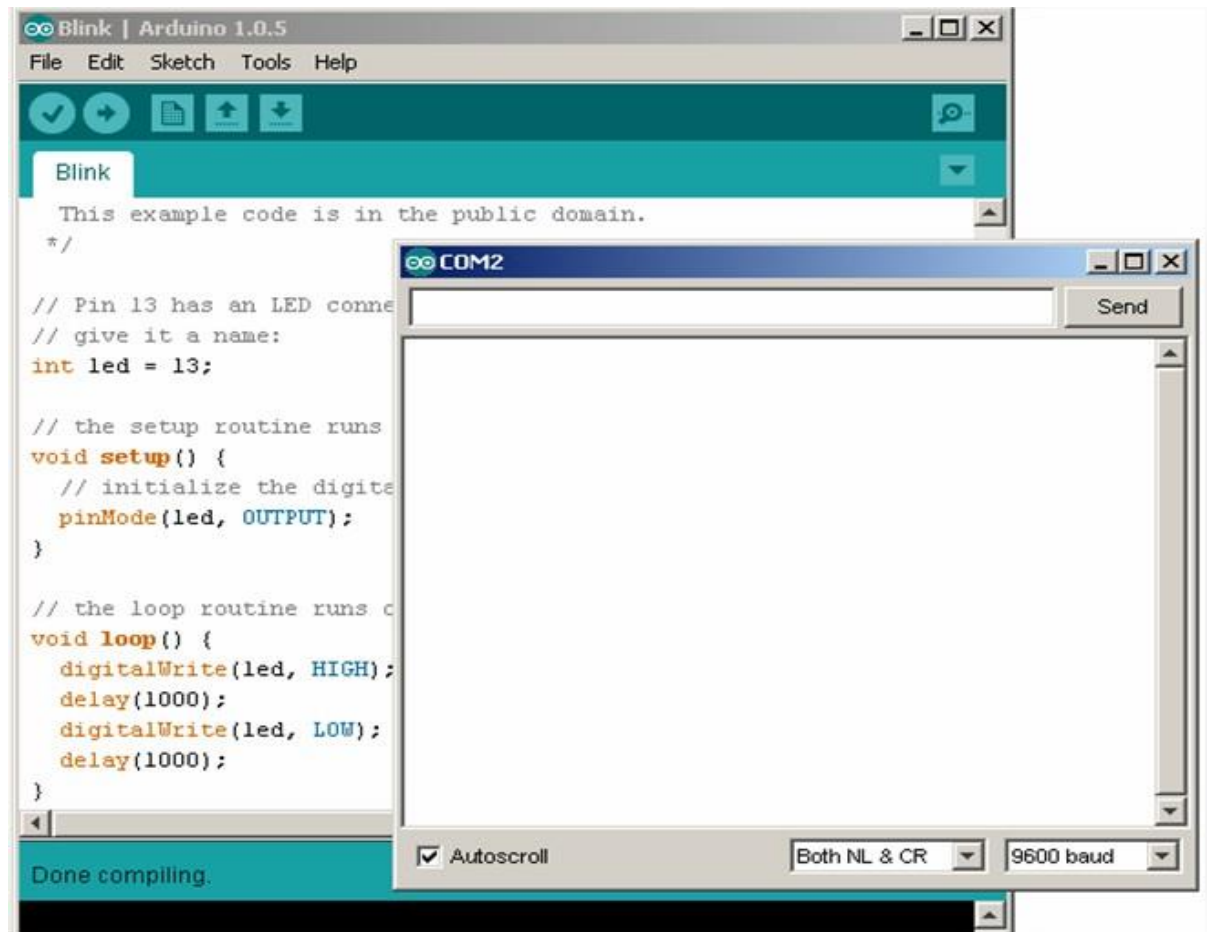
Chân giao tiếp SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ngoài các chức năng thông thường, 4 chân này còn dùng để truyền phát dữ liệu bằng giao thức SPI với các thiết bị khác.

LED 13: trên Arduino UNO có 1 đèn led màu cam (kí hiệu chữ L). Khi bấm nút Reset, sẽ thấy đèn này nhấp nháy để báo hiệu. Nó được nối với chân số 13. Khi chân này được người dùng sử dụng, LED sẽ sáng.

Arduino UNO có 6 chân analog (A0 → A5) cung cấp độ phân giải tín hiệu 10bit (0 → $2^{10}-1$) để đọc giá trị điện áp trong khoảng 0V → 5V. Với chân AREF trên board, có thể để đưa vào điện áp tham chiếu khi sử dụng các chân analog. Tức là nếu cấp điện áp 2.5V vào chân này thì có thể dùng các chân analog để đo điện áp trong khoảng từ 0V → 2.5V với độ phân giải vẫn là 10bit.

Đặc biệt, Arduino UNO có 2 chân A4 (SDA) và A5 (SCL) hỗ trợ giao tiếp I2C/TWI với các thiết bị khác.

e. Lập trình cho Arduino



Hình 3.13. Môi trường lập trình của Arduino

Các thiết bị dựa trên nền tảng Arduino được lập trình bằng ngôn ngữ riêng. Ngôn ngữ này dựa trên ngôn ngữ Wiring được viết cho phần cứng nói chung. Và Wiring lại là một biến thể của C/C++. Một số người gọi nó là Wiring, một số khác thì gọi là C hay C/C++.

Ngôn ngữ Arduino bắt nguồn từ C/C++ phổ biến hiện nay do đó rất dễ học, dễ hiểu.

Để lập trình cũng như gửi lệnh và nhận tín hiệu từ mạch Arduino, môi trường lập trình Arduino được gọi là Arduino IDE (Integrated Development Environment) như hình trên.

3.1.4. Nguồn

Mô hình cánh tay robot sử dụng 2 nguồn độc lập

a. Nguồn cấp cho Arduino và servo driver:

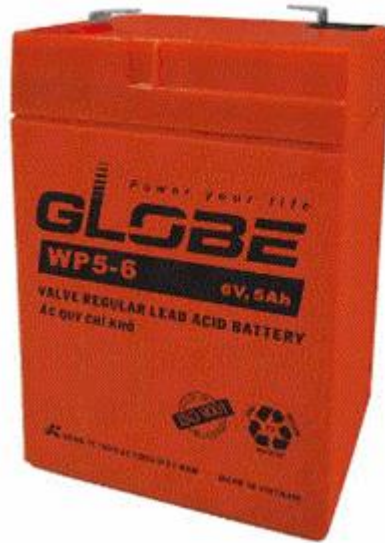
Do nhà sản xuất Arduino khuyên dùng nguồn vào 7-12V DC và nguồn servor driver được cấp nguồn nuôi từ mạch Arduino. Vì vậy em sử dụng 2 pin 18650 đấu nối tiếp cho ra điện áp 7,2V cấp nguồn cho mạch Arduino.



Hình 3.14. Pin cấp nguồn cho Arduino

b. Nguồn cấp cho servo:

Nguồn cấp cho servor là nguồn 4-6V DC, do các động cơ servo trên cánh tay robot có tới 6 động cơ và phải hoạt động phối hợp liên tục yêu cầu nguồn ổn định, vì vậy em sử dụng ắc quy 6V, 5Ah của hãng Globe



Hình 3.15. ắc quy 6V cấp nguồn cho servo

3.1.5. Khung cánh tay robot, khớp nối và chân đế.

Tổng quan về cánh tay robot.

Khung cánh tay máy bao gồm chân đế được lắp trực quay cánh tay máy, trên trục quay là cánh tay với 3 khớp quay. Cuối cánh tay máy là một mặt bích có thể xoay lắp cơ cấu gấp, kẹp.

Khung cánh tay robot 5 bậc tự do

Kích thước:

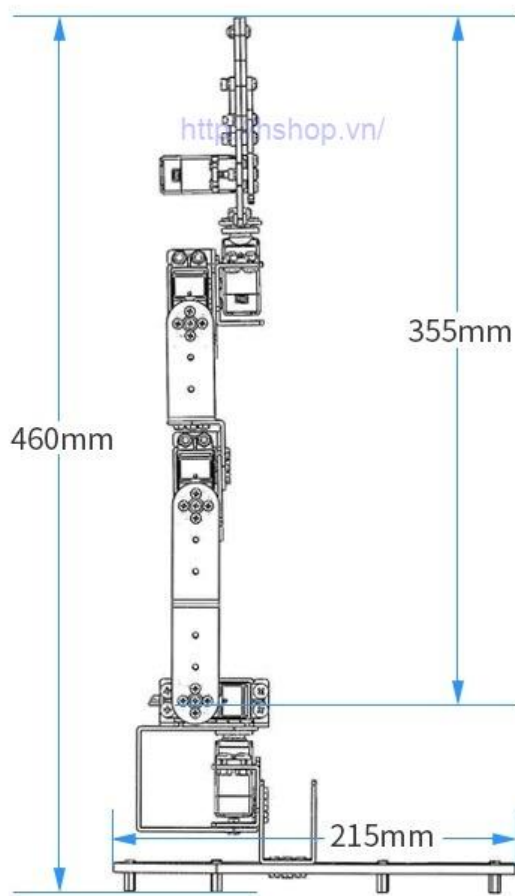
Chiều cao: 460mm

Chiều dài tay: 355mm

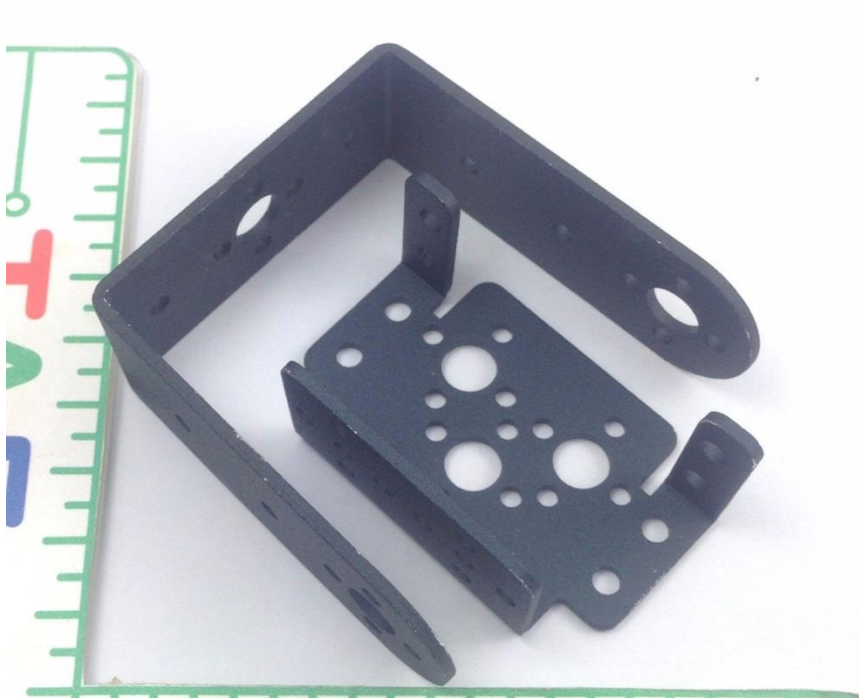
Độ rộng của đế: 215mm

Các khung chân đế, cánh tay đều được làm bằng nhôm dập hình và khoan lỗ sẵn

Tổng thể của cánh tay robot được miêu tả như hình dưới đây.



Hình 3.16. Tổng thể cánh tay robot



Hình 3.17. Khung cánh tay robot và giá lắp động cơ

Tại các khớp quay của khung robot được lắp vòng bi giúp chuyển động của cánh tay máy trơn tru và ổn định.



Hình 3.18. Khớp quay của cánh tay máy.

Tay gấp robot:

Tay gấp robot với kết cấu đơn giản nhưng hoạt động hiệu quả kết, sản phẩm có thể hợp với động cơ servo để điều chỉnh cơ cấu gấp. Sản phẩm được làm từ nhôm cho độ cứng và trọng lượng nhẹ vừa phải có tính thẩm mỹ cao.



Hình 3.19. Tay gấp robot

Thông số kỹ thuật của tay gấp robot:

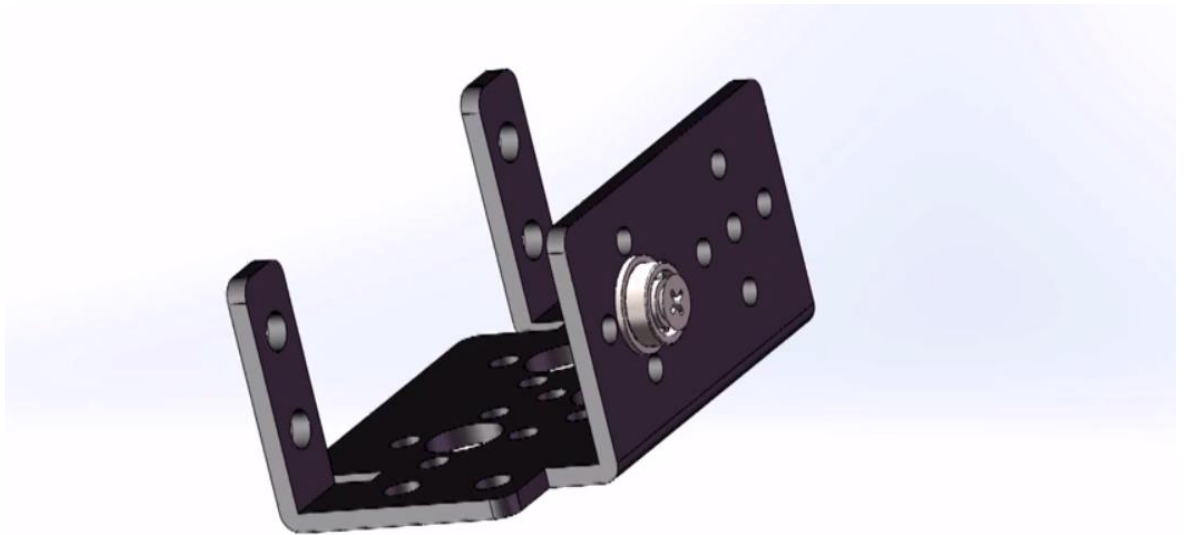
- Trọng lượng : 68g
- Chất liệu: nhôm
- Độ mở tối đa: 55mm
- Chiều rộng tay (khi mở tay): 98mm

3.2. Thi công phần cứng.

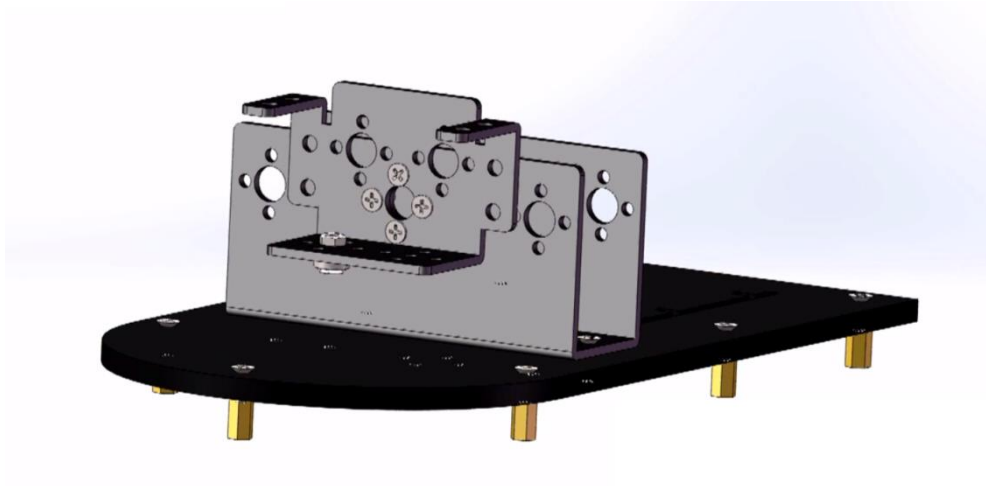
3.2.1. Lắp ráp.



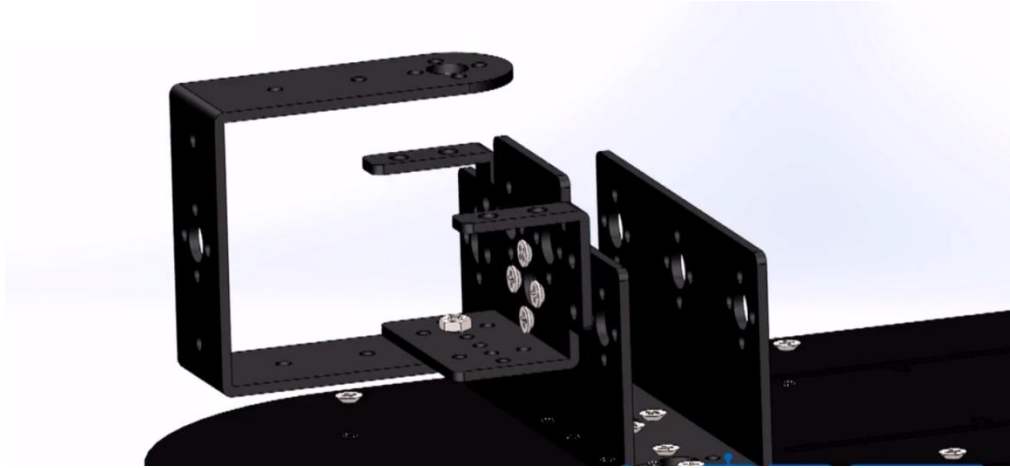
Hình 3.20. Chân đế cánh tay robot



Hình 3.21. Lắp vòng bi vào giá lắp động cơ



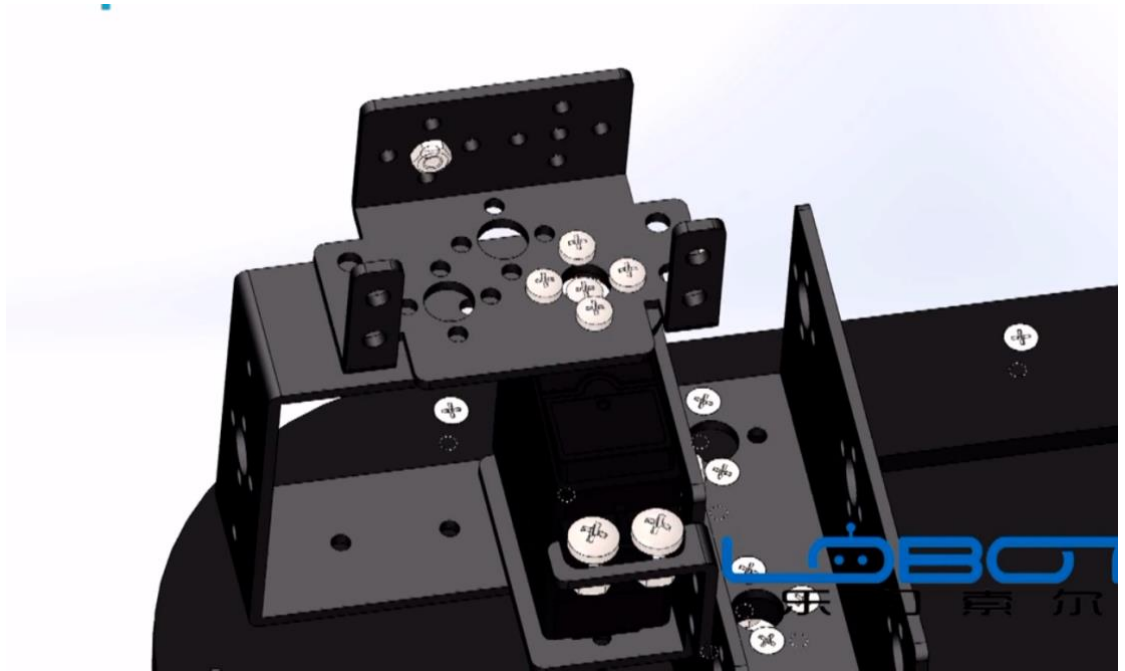
Hình 3.22. Lắp giá lắp động cơ vào chân đế



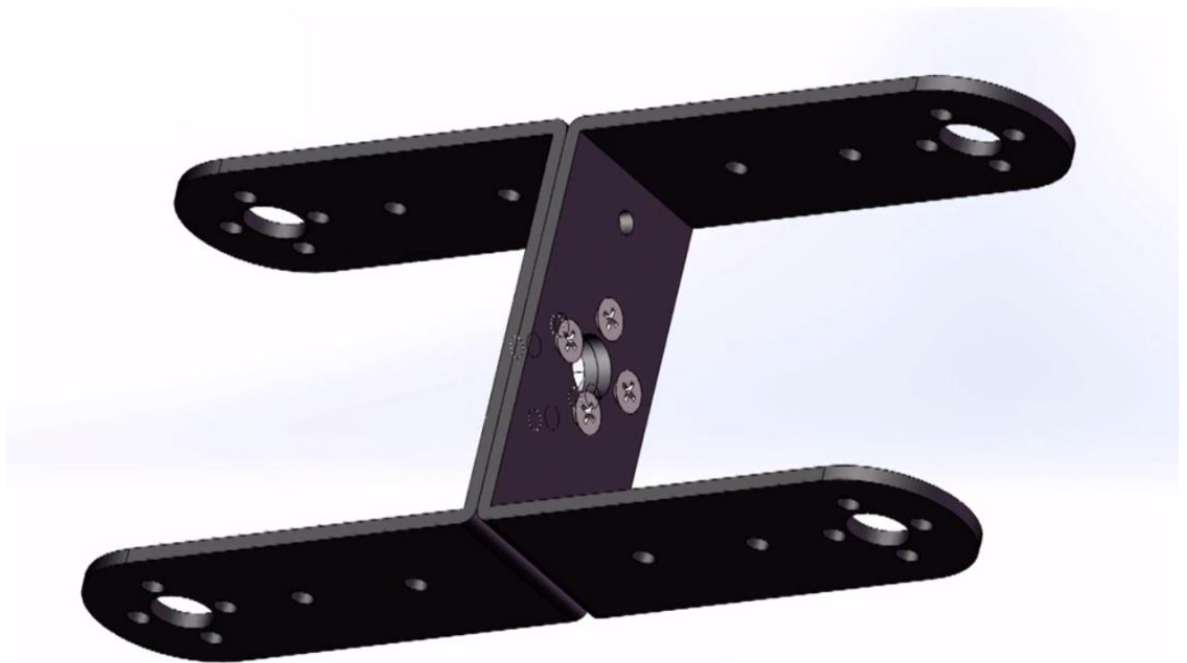
Hình 3.23. Ráp khung cánh tay vào vòng bi đã lắp đặt trên giá lắp động cơ



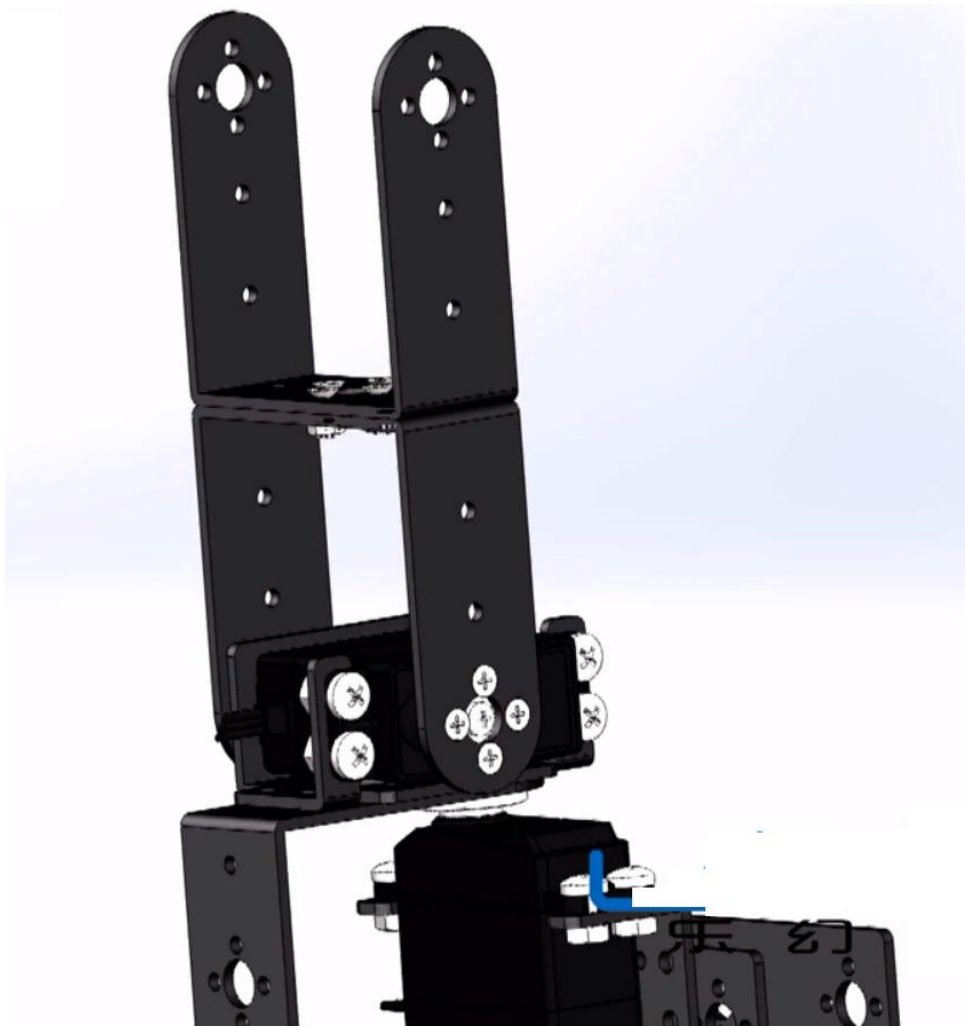
Hình 3.24. Lắp động cơ



Hình 3.25. Lắp giá lắp động cơ lên trên trục quay



Hình 3.26. Lắp ráp khung cánh tay dưới của robot



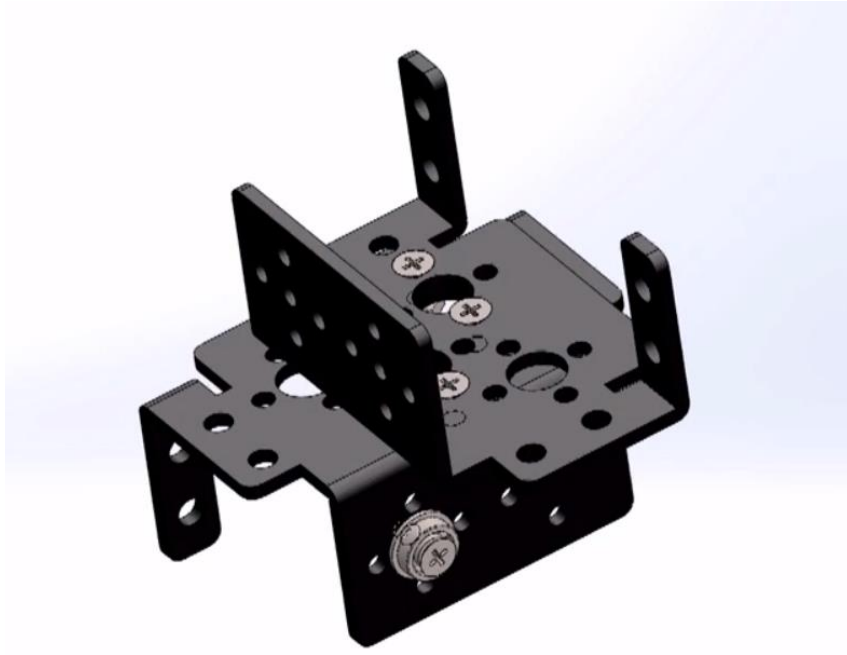
Hình 3.27. Tiếp tục lắp cánh tay và động cơ vào để quay



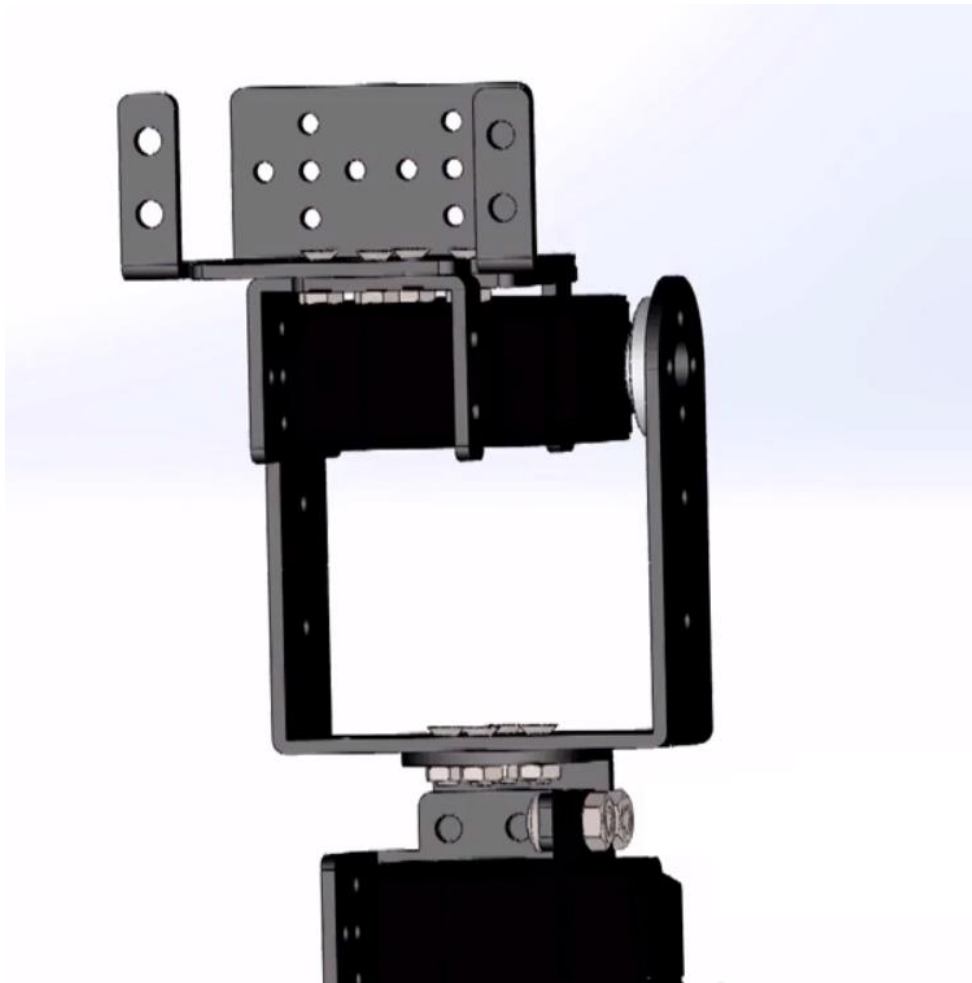
Hình 3.28. Lắp ráp khung cánh tay trên của robot



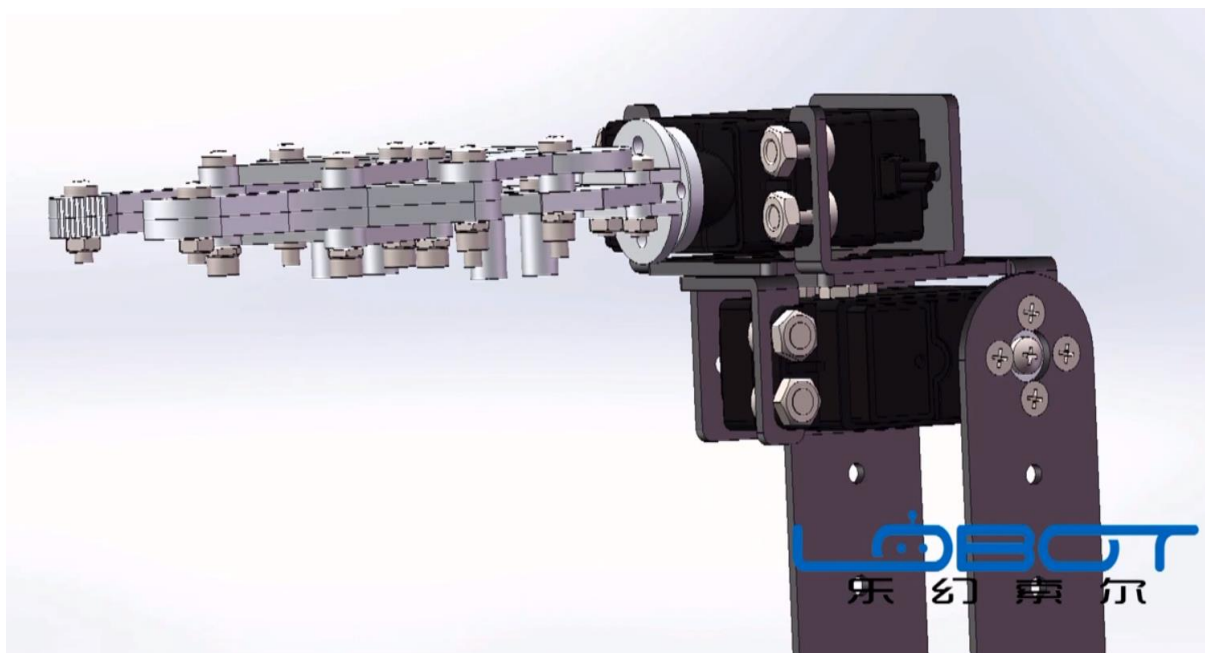
Hình 3.29. Lắp ráp cánh tay cùng động cơ



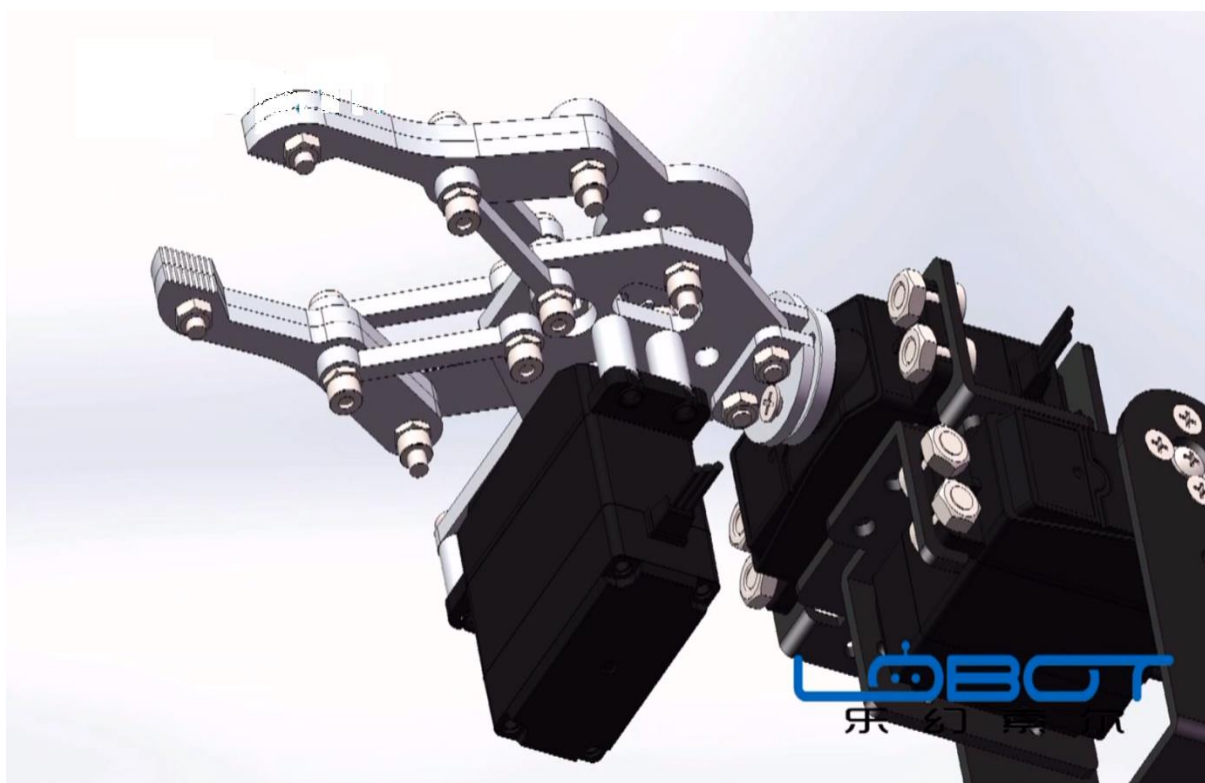
Hình 3.30. Khớp cuối của cánh tay



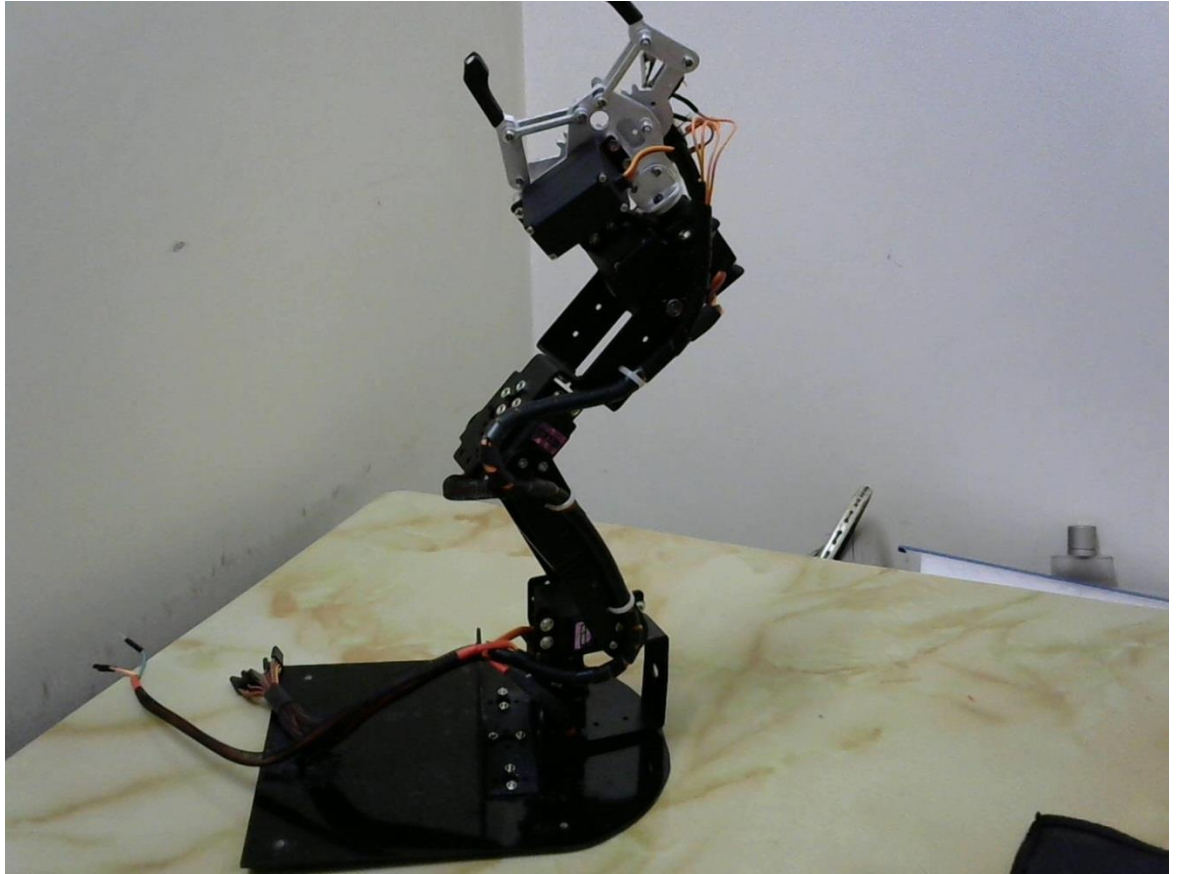
Hình 3.31. Lắp khớp cuối và động cơ vào cánh tay



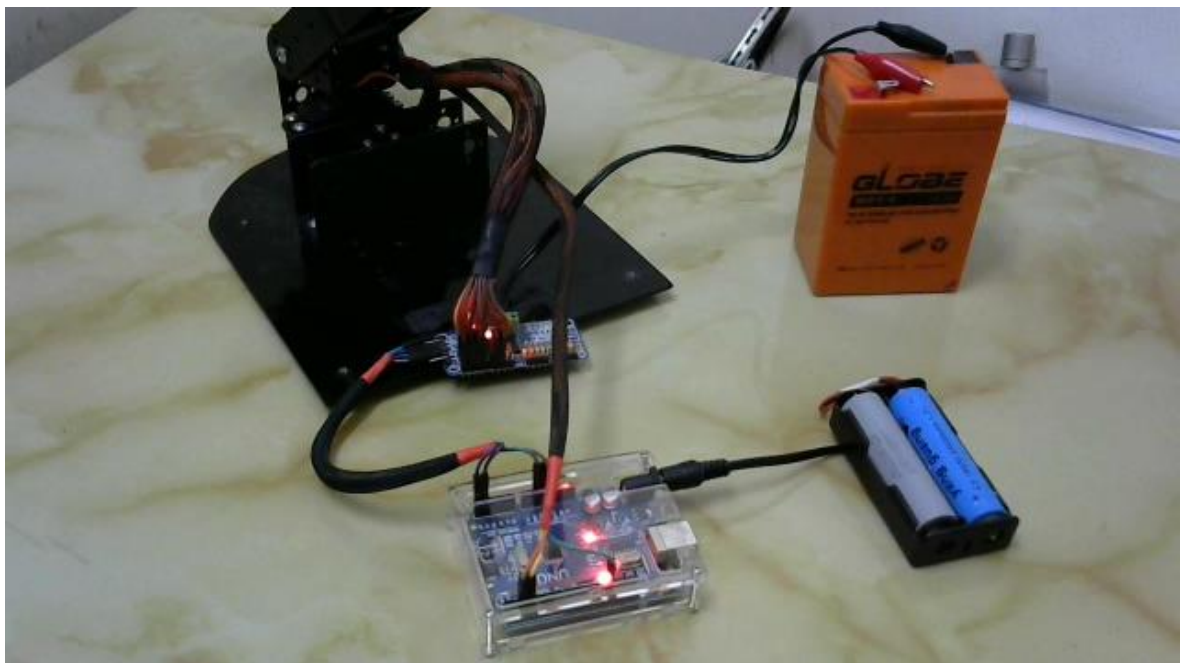
Hình 3.32. Lắp động cơ xoay tay gấp, kẹp và tay kẹp



Hình 3.33. Lắp động cơ vào tay kẹp



Hình 3.34. Cánh tay robot hoàn chỉnh



Hình 3.35. Kết nối động cơ và các mạch điều khiển

3.3. Phần mềm điều khiển.

3.3.1. Các thao tác hoạt động của cánh tay robot.

- Thiết lập cánh tay robot về trạng thái ban đầu
- Quay cánh tay máy về hướng điểm gắp vật
- Hạ cánh tay máy
- Mở tay gắp, kẹp
- Hạ tay gắp, kẹp xuống
- Gắp, kẹp vật thể
- Giao tiếp với cổng I/O lấy mẫu trạng thái của hai công tắc hành trình ctht2 và ctht3

- Nếu:

Cả hai công tắc hành trình ctht2 và ctht3 có trạng thái đều bằng 0:

Cánh tay robot sẽ nhặt vật thể lên tại vị trí nhặt vật sau đó nhấc cánh tay lên di chuyển về vị trí đặt vật hình tròn và đặt xuống, nhả tay gắp theo trình tự hoạt động đã được lập trình sẵn.

Cả hai công tắc hành trình ctht2 và ctht3 có trạng thái đều bằng 1:

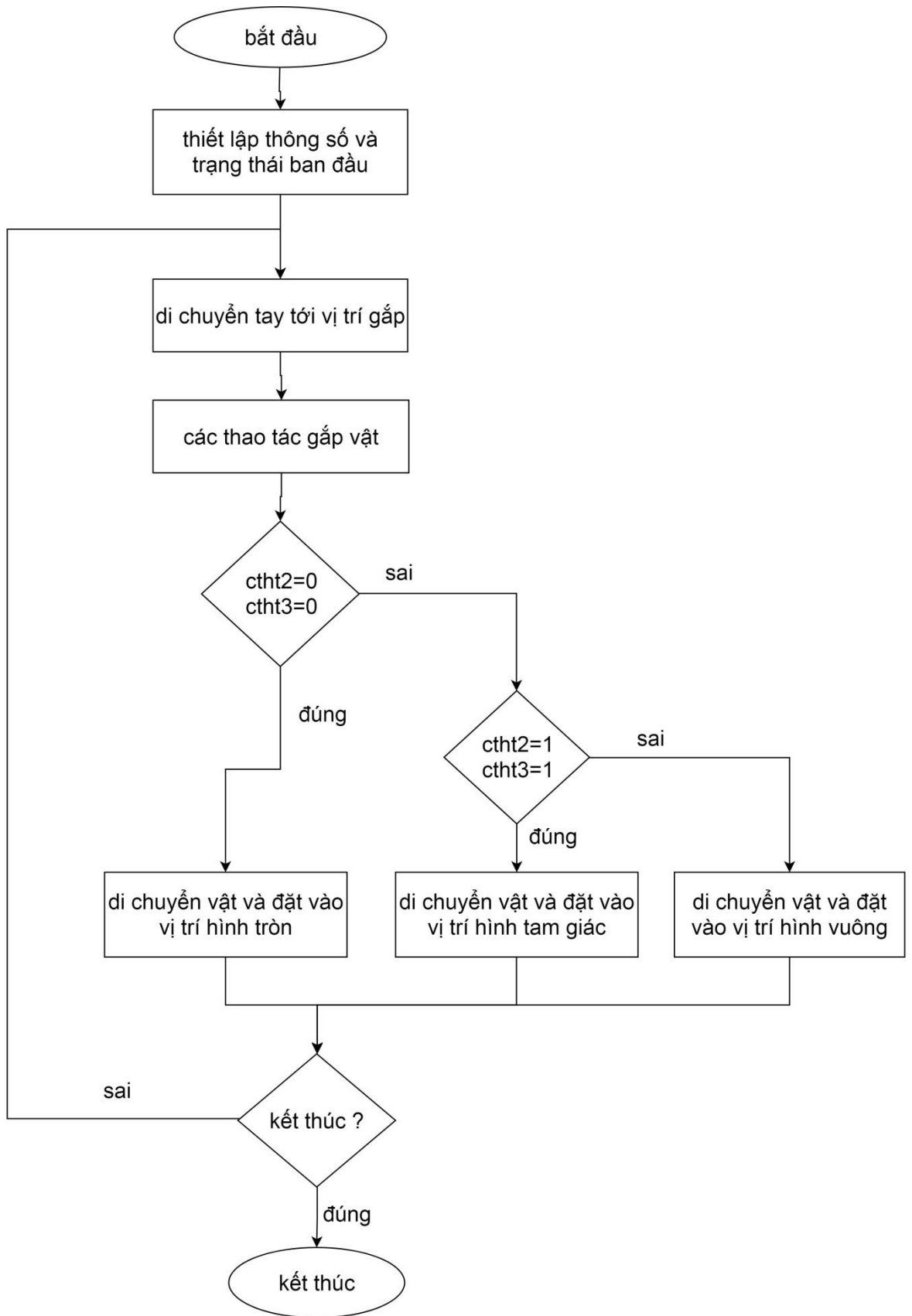
Cánh tay robot sẽ nhặt vật thể lên tại vị trí nhặt vật sau đó nhấc cánh tay lên di chuyển về vị trí đặt vật hình tam giác và đặt xuống, nhả tay gắp theo trình tự hoạt động đã được lập trình sẵn.

Các trường hợp còn lại:

Cánh tay robot sẽ nhặt vật thể lên tại vị trí nhặt vật sau đó nhấc cánh tay lên di chuyển về vị trí đặt vật hình vuông và đặt xuống, nhả tay gắp theo trình tự hoạt động đã được lập trình sẵn.

3.3.2. Lưu đồ thật toán.

Lưu đồ thuật toán của chương trình điều khiển cánh tay robot được viết dựa theo các thao tác hoạt động của cánh tay robot được trình bày dưới đây:



Hình 3.36. Lưu đồ thuật toán chương trình điều khiển

3.3.3. Mã nguồn chương trình điều khiển.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>

Adafruit_PWMServoDriver pwm = dafruit_PWMServoDriver();

#define MIN_PULSE_WIDTH    120
#define MAX_PULSE_WIDTH    3000
#define DEFAULT_PULSE_WIDTH 1500
#define FREQUENCY          30

uint8_t servonum = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("16 channel Servo test!");
  pwm.begin();
  pwm.setPWMFreq(FREQUENCY);

  pinMode(2, INPUT_PULLUP);    // set chan vao
  pinMode(3, INPUT_PULLUP);    // set chan vao
}

int pulseWidth(int angle)
{
  int pulse_wide, analog_value;
```

```

    pulse_wide = map(angle, 0, 180, MIN_PULSE_WIDTH,
MAX_PULSE_WIDTH);
    analog_value = int(float(pulse_wide) / 1000000 * FREQUENCY *
4096);
    Serial.println(analog_value);
    return analog_value;
}

```

```

void loop()
{
    pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));
    pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));
    delay (500);
    pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));
    pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(81));
    delay(400);
    pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(105));
    delay(3000);
    //*****set1:*****
    pwm.setPWM(0, 0, pulseWidth(142));
    delay (700);//s1 quay
    pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(75));
    pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(130));
    delay(1500);
    pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(50));
    delay(500);
    pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(40));
    delay(600);
}

```

```
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(105));
delay(1500);
int ctht2 = digitalRead(2);
Serial.println(ctht2);
int ctht3 = digitalRead(3);
Serial.println(ctht3);
  if (ctht2 ==LOW && ctht3==LOW)
  {
```

```
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));
delay(500);
pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(30));
delay(500);
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));
delay(900);
pwm.setPWM(0, 0, pulseWidth(78));
delay(1000);
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(75));
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(130));
delay(1500);
pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(81));
delay(1500);
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(40));
delay(900);
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(50));
delay(600);
```



```
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));  
delay(500);  
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(105));  
delay(500);  
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));  
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));  
delay(2000);  
}
```

```
else  
{  
    int ctht2 = digitalRead(2);  
    Serial.println(ctht2);  
    int ctht3 = digitalRead(3);  
    Serial.println(ctht3);
```

```
if (ctht3==HIGH && ctht2==HIGH)
```

```
{  
    pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));  
    delay(500);  
    pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(30));  
    delay(500);  
    pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));  
    pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));  
    delay(900);  
    pwm.setPWM(0, 0, pulseWidth(58));  
    delay(1000);
```

```
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(75));
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(130));
delay(1500);
pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(81));
delay(1500);
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(40));
delay(900);
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(50));
delay(600);
    pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));
    delay(500);
    pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(105));
    delay(500);
    pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));
    pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));
    delay(2000);
}
```

Else

```
{
    pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));
    delay(500);
    pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(30));
    delay(500);
    pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));
    pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));
    delay(900);
}
```

```
pwm.setPWM(0, 0, pulseWidth(38));
delay(1000);
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(75));
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(130));
delay(1500);
pwm.setPWM(4, 0, pulseWidth(81));
delay(1500);
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(40));
delay(900);
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(50));
delay(600);
pwm.setPWM(3, 0, pulseWidth(80));
delay(500);
pwm.setPWM(5, 0, pulseWidth(105));
delay(500);
pwm.setPWM(2, 0, pulseWidth(150));
pwm.setPWM(1, 0, pulseWidth(110));
delay(2000);
}
}
}
```

KẾT LUẬN

Thời gian thực hiện với sự tạo điều kiện và giúp đỡ của thầy Nguyễn Trọng Thắng em đã thực hiện thành công đề tài “Nghiên cứu xây dựng mô hình cánh tay robot 5 bậc tự do. Đi sâu nghiên cứu phân cứng”. Các công việc đã thực hiện bao gồm: Thiết kế, thi công và chỉnh định cánh tay robot 5 bậc tự do gấp và phân loại sản phẩm.

Do thời gian có hạn và kinh nghiệm bản thân chưa có với sự giúp đỡ của các thầy cô trong nhà trường đã giúp em hoàn thành nhiệm vụ của mình. Qua đây em xin cảm ơn các thầy cô giáo đã dìu dắt em trong 4 năm học vừa qua. Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong khoa Điện-Điện tử đã dạy dỗ và trang bị cho em những kiến thức chuyên ngành quý giá.

Em sẽ cố gắng tiếp thu kiến thức và không ngừng học hỏi để áp dụng vào những công việc thực tế sau này.

Hải Phòng, ngày 15 tháng 5 năm 2018

Sinh viên

Nguyễn Thái Phong

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề cương bài giảng robot công nghiệp – Th.s Lê Thị Minh Tâm
3. Phạm Đăng Phước, (2006), **“Robot công nghiệp”**, NXB KHKT, Hà Nội.
4. Nguyễn Văn Khang, Chu Anh Mỹ, (2011), **“Cơ sở robot công nghiệp”**, NXB KHKT, Hà Nội.
5. Nguyễn Mạnh Tiên **“Phân tích và điều khiển ROBOT công nghiệp”**, NXB khoa.
6. Một số website
<http://arduino.vn/>
<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/16-channel-pwm-servo-driver.pdf>
<https://car-engineer.blogspot.com/2016/03/vi-ieu-khien-o-h-ong-co-rc-servo-uoc.html>