

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp ở trình độ Cao Đẳng và Trung Cấp, giáo trình ***Robot công nghiệp*** là một trong những giáo trình mô đun đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình được Bộ Lao động Thương binh Xã hội và Tổng cục Dạy Nghề phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao.

Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 90 giờ gồm có:

- Bài 1: Giới thiệu chung về Robot công nghiệp
- Bài 2: Cấu trúc và phân loại Robot công nghiệp
- Bài 3: Các chuyển động cơ bản của Robot công nghiệp
- Bài 4. Phương trình động học và động lực học của Robot
- Bài 5. Lập trình ứng dụng Robot trên phần mềm

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp.

Giáo trình này được biên soạn lại từ những nguồn tài liệu tham khảo khác nhau cho phù hợp với điều kiện giảng dạy tại Trường Cao đẳng nghề Việt Nam-Singapore và chỉ lưu hành nội bộ.

Bình Dương, ngày 10 tháng 09 năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Hà Trần Trọng Hữu
2. Tổng Văn Ngọc

MỤC LỤC

TRANG

LỜI GIỚI THIỆU	1
MỤC LỤC	2
BÀI 1	8
GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP	8
1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp (IR: Industrial Robot):	8
2. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp:	9
3. Ứng dụng của robot công nghiệp:	12
4. Nội dung nghiên cứu và phát triển robot công nghiệp:	13
4.1. Nhận xét về quá trình phát triển:	13
4.2. Cơ-Tin-Điện tử và Robot công nghiệp:.....	13
4.3. Các xu thế ứng dụng robot trong tương lai	14
5. Tiếp cận và ứng dụng robot công nghiệp ở Việt Nam:	15
BÀI 2	16
CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP	16
1. Các bộ phận cấu thành robot công nghiệp:.....	16
2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng:.....	17
2.1. Bậc tự do:.....	17
2.2. Tọa độ suy rộng:.....	18
3. Hệ tọa độ và vùng làm việc:	19
3.1. Hệ tọa độ:.....	19
3.2. Vùng làm việc:	21
4. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật:.....	22
4.1. Độ cơ động của cơ cấu:	22
4.2. Hệ số phục vụ:	22
4.3. Độ dễ điều khiển của cơ cấu:	23
4.4. Các thông số kỹ thuật của robot công nghiệp:	23
5. Phân loại robot công nghiệp:	24

6. Giới thiệu các robot công nghiệp:.....	27
BÀI 3	34
CÁC CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP	34
1. Các khái niệm ban đầu:.....	34
2. Các chuyển động cơ bản:.....	35
2.1. Chuyển động tịnh tiến:	35
2.2. Chuyển động quay:.....	36
3. Một số kết cấu điển hình:.....	36
3.1. Robot cố định trên nền dùng hệ tọa độ Đề Các và tọa độ trụ:	36
3.2. Robot cố định trên nền dùng hệ tọa độ cầu:	37
3.3. Robot treo:	38
3.4. Robot có kiểu điều khiển thích nghi:.....	39
4. Điều khiển mô hình robot ABB IRB 120	40
BÀI 4	43
PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA ROBOT	43
1. Phương trình động học thuận:	43
2. Phương trình động học ngược:	50
3. Giải hệ phương trình động học của robot.....	50
3.1. Lời giải của phép biến đổi Euler và bài toán ứng dụng:	50
3.2. Lời giải của phép biến đổi Roll – Pitch – Yaw và bài toán ứng dụng: ...	51
4. Động lực học của robot:.....	51
5. Mô phỏng trên máy tính	56
BÀI 5	58
LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG ROBOT TRÊN PHẦN MỀM.....	58
1. Giới thiệu phần mềm Robot Studio:.....	58
2. Giao diện và chức năng các thanh công cụ:	59
3. Các thao tác cơ bản với chuột:.....	61
4. Các lệnh cơ bản:.....	62
5. Lập trình trên máy tính	66
5.1 Cài đặt phần mềm trên máy tính	66
5.1. Tạo chương trình với hệ thống robot có sẵn	68

5.2.	Thao tác di chuyển robot trên phần mềm sử dụng chuột và bàn phím	69
5.3.	Tạo dụng cụ mới từ bản vẽ kỹ thuật.....	69
5.4.	Lập trình điều khiển robot xoay gấp vật liệu bằng dụng cụ 1.....	85
5.5.	Lập trình điều khiển robot xoay gấp vật liệu bằng dụng cụ 2.....	85
5.6.	Lập trình điều khiển robot xoay gấp vật liệu bằng dụng cụ 3.....	86
5.7.	Bài tập tổng hợp	86
TÀI LIỆU THAM KHẢO		89

MÔ ĐUN ROBOT CÔNG NGHIỆP

Mã mô đun: MĐ30

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun:

- Vị trí: Mô đun được bố trí dạy sau khi học xong các môn học/mô đun kỹ thuật cơ sở, MĐ22, MĐ25, MĐ26....
- Tính chất: Là mô đun chuyên nghề trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp.
- Ý nghĩa và vai trò của mô đun:

Mô đun Robot Công Nghiệp là một mảng kiến thức và kỹ năng không thể thiếu được với một công nhân kỹ thuật chuyên ngành Điện tử công nghiệp. Các kiến thức và kỹ năng từ mô đun này giúp học sinh, sinh viên nắm bắt các kiến thức và kỹ năng thực hành robot trong công nghiệp. Để có thể thực hiện tốt các nội dung của mô đun này người học cần phải nắm một số kiến thức cơ bản về kỹ năng trong mô đun kỹ thuật cảm biến, mô đun điều khiển điện khí nén,...

Mục tiêu của mô đun:

- Về kiến thức:
 - Trình bày được cấu trúc của rôbốt công nghiệp.
 - Mô tả được quá trình hoạt động của các rôbốt dùng trong công nghiệp.
- Về kỹ năng:
 - Lập trình và mô phỏng được các chuyển động của robot.
 - Sử dụng được rôbốt công nghiệp đúng qui trình kỹ thuật.
 - Sửa chữa được một số hư hỏng thông thường trên các rôbốt công nghiệp.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp.

Nội dung của mô đun:

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Bài 1: Giới thiệu chung về robot công nghiệp 1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp. 2. Các khái niệm và định nghĩa	5	5 1 1		

	về robot công nghiệp 3. Ứng dụng của robot công nghiệp. 4. Nội dung nghiên cứu và phát triển robot công nghiệp. 5. Tiếp cận và ứng dụng robot công nghiệp ở Việt Nam.		1 1 1		
2	Bài 2: Cấu trúc và phân loại rôbốt công nghiệp 1. Các bộ phận cấu thành robot công nghiệp 2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng 3. Hệ tọa độ và vùng làm việc 4. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật 5. Phân loại robot công nghiệp 6. Giới thiệu các robot công nghiệp 6.1 Robot ABB IRB 120. 6.2 Robot ED 7271. 6.3 Robot ED 7270. * Kiểm tra	18	5 1 1 1 1 1	12 4 4 4	1 1
3	Bài 3: Các chuyển động cơ bản của robot công nghiệp 1. Các khái niệm ban đầu. 2. Các chuyển động cơ bản. 3. Một số kết cấu điển hình. 4. Điều khiển mô hình robot ABB IRB 120 4.1 Điều khiển xoay theo các khớp. 4.2 Điều khiển xoay theo dụng cụ làm việc. 4.3 Điều khiển tổng hợp. * Kiểm tra	18	5 1 2 2	12 4 4 4	1 1
4	Bài 4: Phương trình động học và động lực học của robot 1. Phương trình động học thuận 2. Phương trình động học nghịch 3. Giải hệ phương trình động học của robot	15	10 2 2 3 3	4 4	1

BÀI 1
GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP
Mã bài: MĐ30 – 1

Giới thiệu:

Trước khi bắt đầu tìm hiểu và học tập robot công nghiệp, thì người học cần nắm rõ những khái niệm về robot, robot công nghiệp, lịch sử hình thành và phát triển, phân loại và ứng dụng của robot công nghiệp.

Mục tiêu:

- Trình bày được quá trình phát triển, các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp
- Trình bày được ứng dụng và xu hướng phát triển của Robot công nghiệp trong tương lai.
- Rèn luyện tính tư duy, tác phong công nghiệp

Nội dung chính:

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

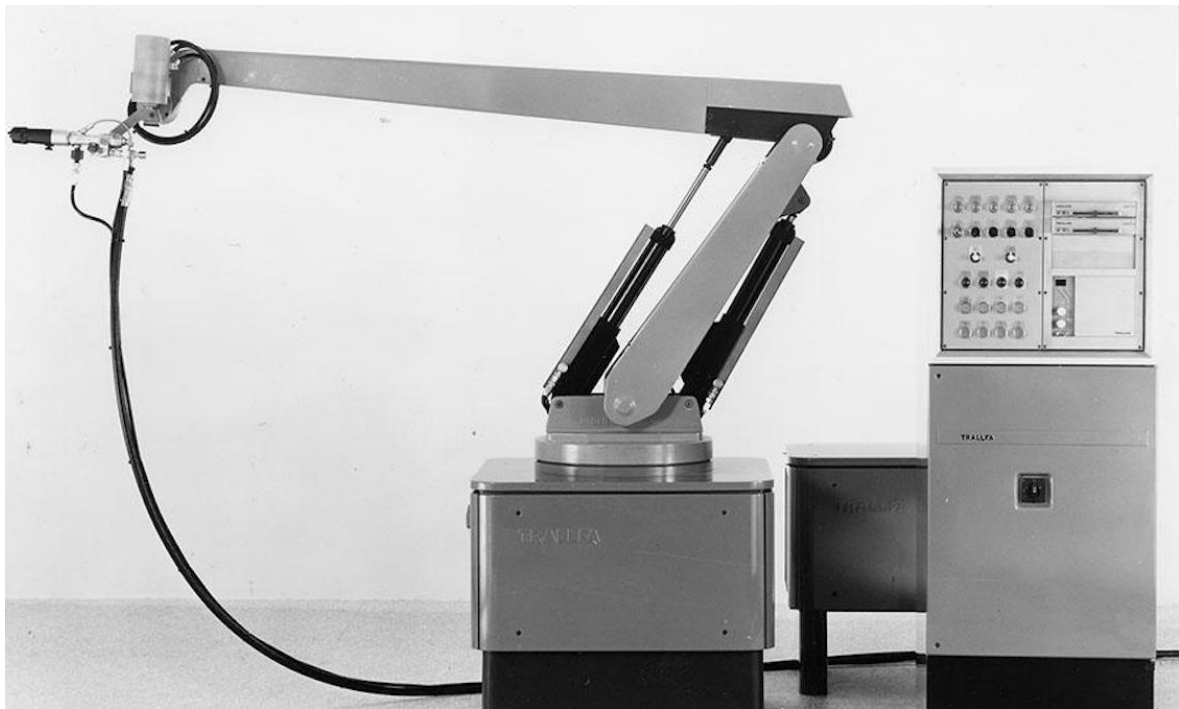
Thuật ngữ “Robot” xuất phát từ tiếng Sec (Czech) “Robota” có nghĩa là công việc tạp dịch trong vở kịch Rossum’s Universal Robots của Karel Capek, vào năm 1921.



Hình 1.1 Robot phiên bản đầu tiên

Đầu thập kỷ 60, công ty của Mỹ AMF (American Machine Foundary Company) quảng cáo một loại máy tự động vận năng gọi là “Người máy công

nghiệp” (Industrial Robot). Cũng trong khoảng thời gian này ở Mỹ xuất hiện loại robot Unimate-1990 được dùng đầu tiên trong kỹ nghệ ô tô.



Hình 1.2 Robot Unimate

Tiếp theo Mỹ, thì các nước khác bắt đầu sản xuất robot công nghiệp như: Anh – 1967, Thụy Điển và Nhật – 1968 theo bản quyền của Mỹ, Cộng Hòa Liên Bang Đức – 1971, Pháp – 1972, Italia – 1973,...

Bảng 1.1 Thống kê sản lượng sản xuất robot của các nước

Nước sản xuất	Năm 1990	Năm 1994	Năm 1998
Nhật	60.118	29.765	67.000
Mỹ	4.327	7.634	11.100
Đức	5.845	5.125	8.600
Italia	2.500	2.408	4.000
Pháp	1.488	1.197	2.000
Anh	510	1.086	1.500
Hàn Quốc	1.000	1.200	

2. Các khái niệm và định nghĩa về robot công nghiệp:

Robot có rất nhiều định nghĩa khác nhau theo các tiêu chuẩn khác nhau như:

Theo tiêu chuẩn AFNOR của Pháp:

Robot là một cơ cấu chuyển đổi tự động có thể chương trình hoá, 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 hoá nhằm thực hiện các nhiệm vụ công nghệ 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.



Hình 1.3: Robot hình dáng người

Theo tiêu chuẩn GHOST 1980:

Robot là máy tự động liên kết giữa một tay máy và một cụm điều khiển chương trình hoá, 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.

Robot công nghiệp là một lĩnh vực riêng của robot, nó có đặc trưng riêng như sau:

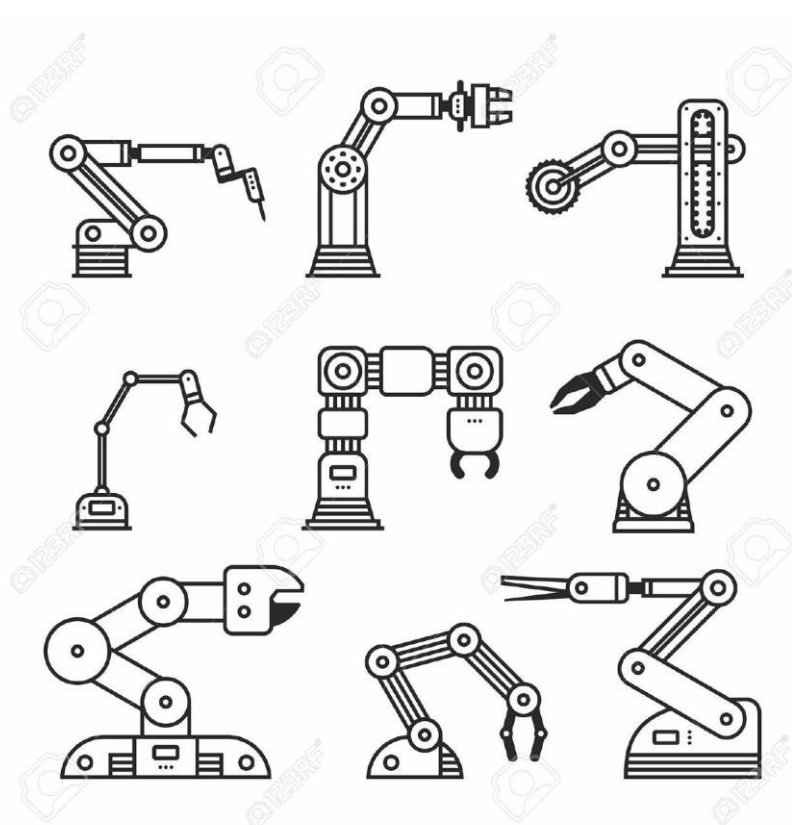
- Là thiết bị vận năng được tự động hóa theo chương trình và có thể lập trình lại để đáp ứng một cách linh hoạt khéo léo các nhiệm vụ khác nhau.

- Được ứng dụng trong những trường hợp mang tính công nghiệp đặc trưng như vận chuyển và xếp dỡ nguyên vật liệu, lắp ráp, đo lường.

Do có hai đặc trưng trên nên robot công nghiệp có thể định nghĩa như sau:

Theo Viện nghiên cứu robot của Mỹ đề xuất:

Robot công nghiệp là tay máy vận năng, hoạt động theo chương trình và có thể lập trình lại để hoàn thành và nâng cao hiệu quả hoàn thành các nhiệm vụ khác nhau trong công nghiệp, như vận chuyển nguyên vật liệu, chi tiết, dụng cụ hoặc các thiết bị chuyên dùng khác.



Hình 1.4 Tay máy robot công nghiệp

Hay theo định nghĩa GHOST 25686 – 85 như sau:

RBCN là tay máy được đặt cố định hay di động, bao gồm thiết bị thừa hành dạng tay máy có một số bậc tự do hoạt động và thiết bị điều khiển theo chương trình, có thể tái lập trình để hoàn thành các chức năng vận động và điều khiển trong quá trình sản xuất.

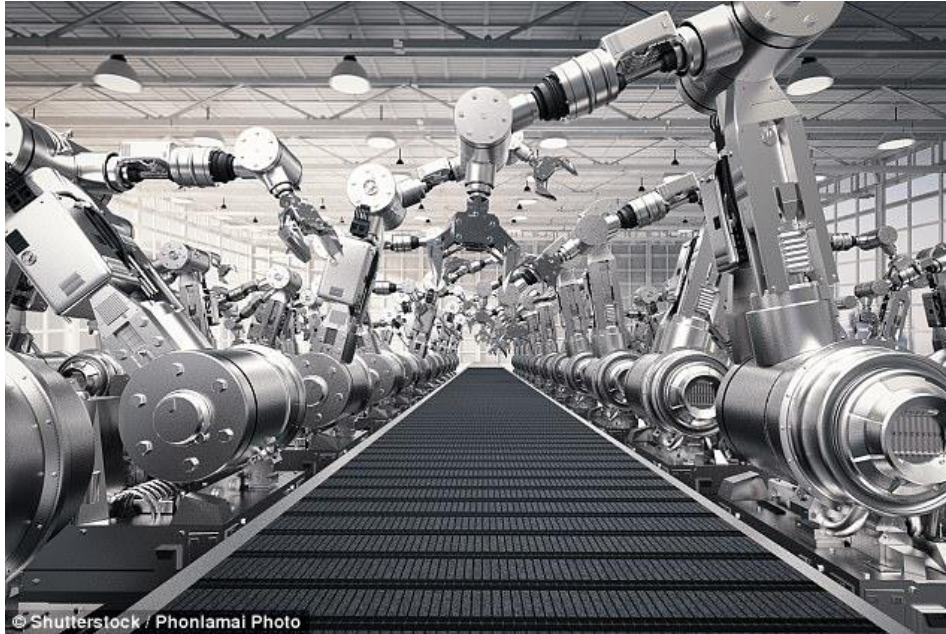
Trong môn học này chỉ đi sâu nghiên cứu về robot công nghiệp trên các khía cạnh phân tích lựa chọn sử dụng, khai thác

Bảng 1.2 Tỷ lệ sản xuất robot công nghiệp trong các ngành công nghiệp

Lĩnh vực	1985	1990
Hàn	35%	5%
Phục vụ máy NC và hệ thống TĐLH	20%	25%
Đúc	10%	5%
Lắp ráp	10%	35%
Phun phủ	10%	5%
Sơn	5%	15%
Các ứng dụng khác	10%	10%

3. Ứng dụng của robot công nghiệp:

Mục tiêu của việc ứng dụng robot công nghiệp nhằm góp phần nâng cao năng suất dây chuyền công nghệ, giảm giá thành, nâng cao chất lượng và khả năng cạnh tranh của sản phẩm, đồng thời cải thiện điều kiện lao động. Lợi thế của robot là làm việc không biết mệt mỏi, có khả năng làm trong môi trường phóng xạ độc hại, nhiệt độ cao,...



Hình 1.5 Robot công nghiệp trong nhà máy

Ngày nay, đã xuất hiện nhiều dây chuyền sản xuất tự động gồm các máy CNC với robot công nghiệp, các dây chuyền đó đạt mức độ tự động hoá và mức độ linh hoạt cao,...

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



Hình 1.6 Robot trong lĩnh vực y tế

Như vậy, robot công nghiệp được sử dụng trong nhiều lĩnh vực bởi ưu điểm của nó, tuy nhiên nó chưa linh hoạt như con người nên cũng cần con người giám sát.

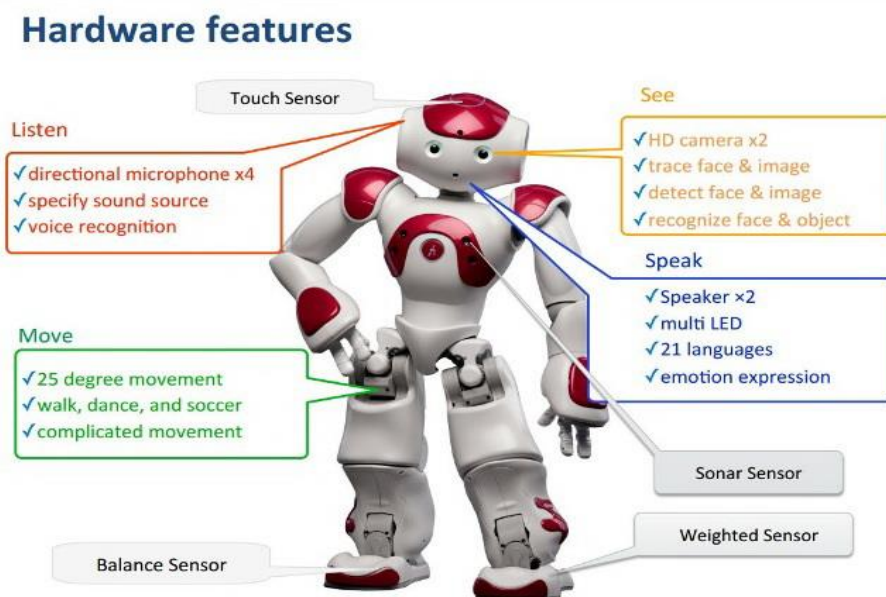
4. Nội dung nghiên cứu và phát triển robot công nghiệp:

4.1. Nhận xét về quá trình phát triển:

Trong giai đoạn đầu phát triển người ta chú trọng đến việc tạo ra tay máy có nhiều bậc tự do, được trang bị nhiều loại cảm biến để có thể thực hiện nhiều công việc phức tạp như là để chứng tỏ thay thế con người trong nhiều loại hình công việc phức tạp.

Khi đã tìm được các địa chỉ ứng dụng trong công nghiệp, thì việc đơn giản hóa kết cấu để tăng độ chính xác định vị, giảm giá thành đầu tư lại là yêu cầu thực tế đối với thị trường cạnh tranh.

Để mở rộng phạm vi ứng dụng cho robot công nghiệp nhằm thay thế lao động nhiều loại hình công việc, ngày càng rõ nét xu thế tăng cường khả năng nhận biết và xử lý tín hiệu từ môi trường làm việc. Như việc ứng dụng các thành tựu khoa học và tiến bộ kỹ thuật: lazer, hồng ngoại, xử lý ảnh... vào robot công nghiệp



Hình 1.7 Ứng dụng cảm biến vào robot hiện đại

Cùng với các xu hướng trên, các robot công nghiệp luôn được định hướng tăng cường năng lực xử lý công việc để trở thành các robot tinh khôn nhờ áp dụng các kết quả nghiên cứu về hệ điều khiển nơron và trí thông minh nhân tạo,...

4.2. Cơ-Tin-Điện tử và Robot công nghiệp:

Cơ- tin- điện tử và robot công nghiệp là 2 ngành khoa học kỹ thuật cao rất gắn bó với nhau. Ở 1 số nước chúng gắn bó với nhau như là 1 ngành học. Trong robot công nghiệp có hầu hết các vấn đề của cơ điện tử. Đồng thời sự phát triển của cơ điện tử cũng đều phản ánh trong kỹ thuật robot. Vì vậy để nghiên cứu về robot cần xem xét các vấn đề cơ- tin- điện tử.

Thuật ngữ “cơ- tin- điện tử” (mechatronic) thể hiện sự kết hợp giữa cơ học máy với công nghệ thông tin vi điện tử. Ý tưởng ban đầu của cơ- tin- điện tử là cài đặt các thiết bị điều khiển vi điện tử vào các máy thông thường. Dần dần bản thân bên trong máy cũng thay đổi đi và chức năng của máy cũng thay đổi nhiều. Còn về thiết bị điện tử thì các tiến bộ mới cũng không ngừng được áp dụng, ví dụ như: IC tích hợp, vi điều khiển, PLC,...



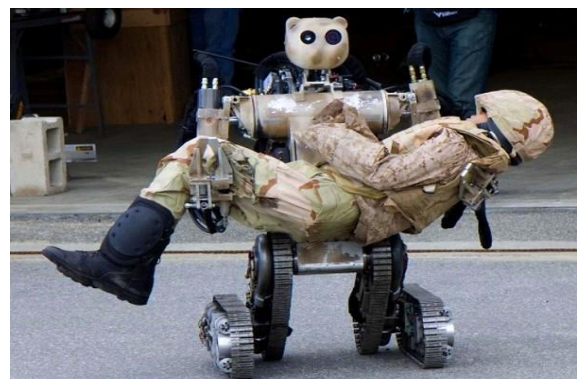
Hình 1.8 Cơ tin điện tử là cốt lõi của robot

4.3. Các xu thế ứng dụng robot trong tương lai

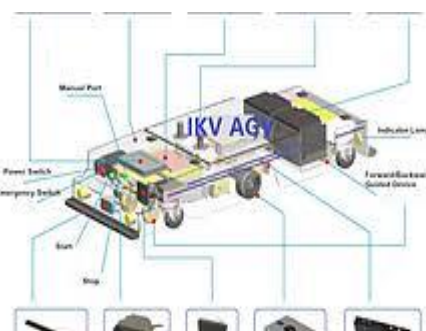
Có thể kể đến một số loại robot được quan tâm nhiều trong thời gian qua là: tay máy robot (Robot Manipulators), robot di động (Mobile Robots), robot phỏng sinh học (Bio Inspired Robots) và robot cá nhân (Personal Robots). Tay máy robot bao gồm các loại robot công nghiệp (Industrial Robot), robot y tế (Medical Robot) như hình 1.9b và robot trợ giúp người tàn tật (Rehabilitation robot). Robot di động được nghiên cứu nhiều như xe tự hành trên mặt đất AGV (Autonomous Guided Vehicles) như hình 1.9c, robot tự hành dưới nước AUV (Autonomous Underwater Vehicles), robot tự hành trên không UAV (Unmanned Aerial Vehicles) và robot vũ trụ (Space robots). Với robot phỏng sinh học, các nghiên cứu thời gian qua tập trung vào 2 loại chính là robot đi (Walking robots) và robot dáng người (Humanoid Robots) như hình 1.9a. Bên cạnh đó, các loại robot phỏng sinh học dưới nước như robot cá, các cấu trúc chuyển động phỏng theo sinh vật biển cũng được nhiều nhóm nghiên cứu phát triển.



a



b



c

Hình 1.9 Một số robot hiện đại

5. Tiếp cận và ứng dụng robot công nghiệp ở Việt Nam:

Tại Việt Nam, nghiên cứu phát triển robot đã có những bước tiến đáng kể trong 25 năm vừa qua. Nhiều đơn vị trên toàn quốc thực hiện các nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng về robot như Trung tâm Tự động hoá, Đại học Bách Khoa Hà Nội, Viện Điện tử, Tin học, Tự động hoá thuộc Bộ Công nghiệp, Đại học Bách khoa TP.HCM, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Viện Cơ học, Viện Công nghệ thông tin thuộc Viện KHCNVN. Bên cạnh đó còn phải kể đến Công ty Cổ phần Robot TOSY, doanh nghiệp thiết kế và chế tạo robot Việt Nam có nhiều sản phẩm ấn tượng trên trường quốc tế.

Các nghiên cứu cơ bản về robot của Việt Nam đã được công bố nhiều trên các Hội Nghị và tạp chí quốc tế. Việc phối hợp với các nước như Nhật, Mỹ, Singapore, Đức tổ chức các hội nghị quốc tế tại Việt nam liên quan đến robot như RESCCE'98, RESCCE'00, RESCCE'02, ICMT2004, ICARCV 2008, ITOMM 2009 là một chuỗi hoạt động khoa học liên tục của cộng đồng Robotics Việt Nam hòa nhập vào các hoạt động nghiên cứu khoa học với các nước khu vực và tiên tiến trên thế giới.



Hình 1.10 Robot của hãng Tosy

BÀI 2

CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP

Mã bài: MĐ30 – 2

Giới thiệu:

Trước khi bắt đầu điều khiển robot công nghiệp, thì người học cần nắm rõ cấu trúc của robot và phân loại được robot công nghiệp.

Mục tiêu:

- Trình bày được các bộ phận cấu thành robot công nghiệp.
- Nêu được các chỉ tiêu đánh giá robot công nghiệp.
- Phân loại được robot công nghiệp.
- Rèn luyện tính tư duy và tác phong công nghiệp.

Nội dung chính:

1. Các bộ phận cấu thành robot công nghiệp:

Về mặt kết cấu, robot được chế tạo rất khác biệt nhau, nhưng chúng được xây dựng từ các thành phần cơ bản như nhau (hình 2.1):

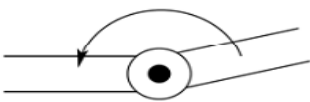
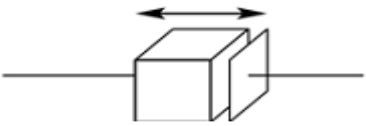
(1) Tay máy bao gồm các bộ phận: đế đặt cố định hoặc gắn với bộ phận di động, thân, các cánh tay, dụng cụ (kẹp, mỏ hàn,...)

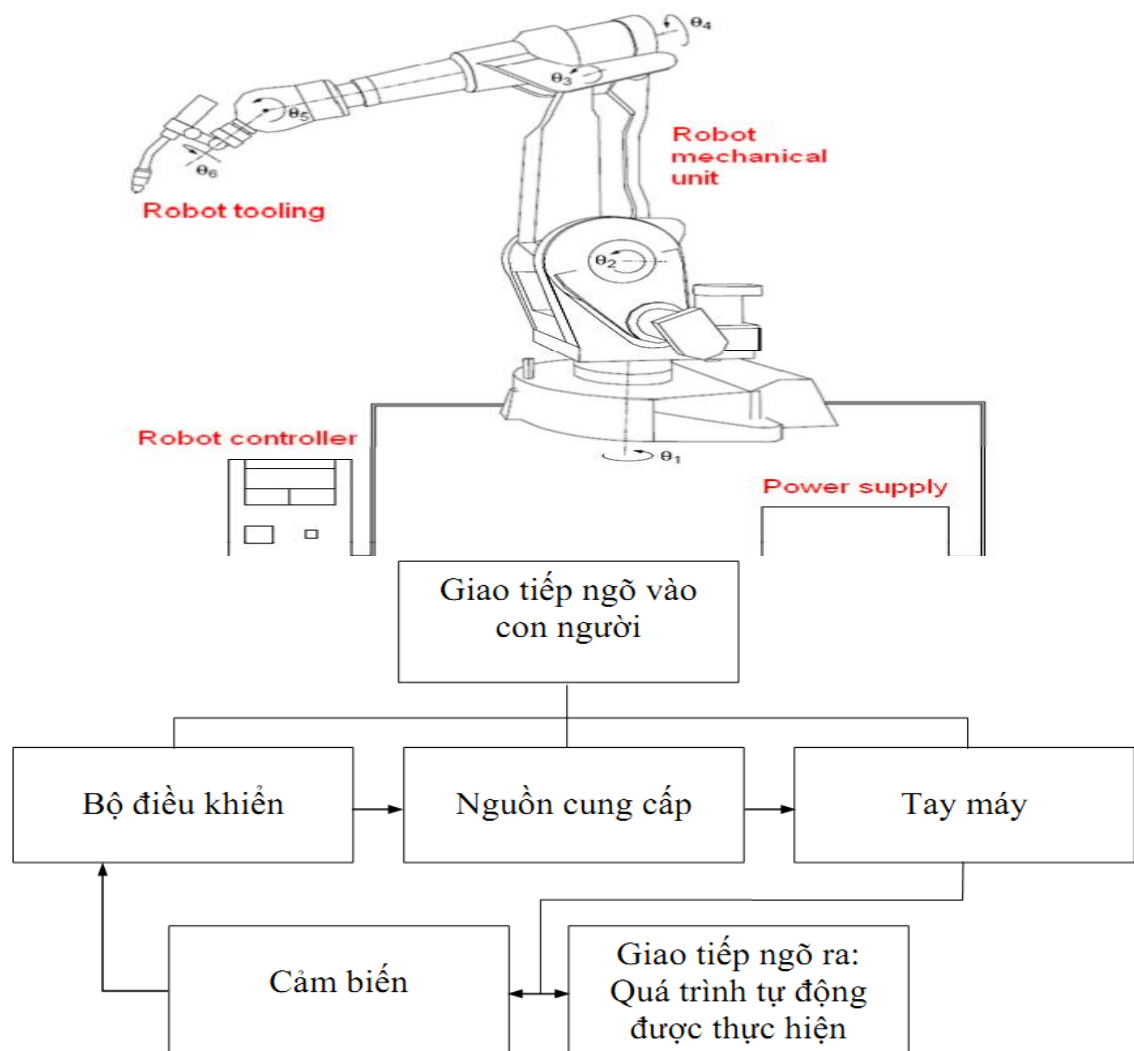
(2) Nguồn cung cấp (hệ thống truyền dẫn): điện cơ hoặc là thủy khí, là bộ phận chủ yếu tạo nên sự chuyển dịch của các khớp động

(3) Bộ điều khiển: đảm bảo sự hoạt động của robot theo các thông tin đặt trước hoặc nhận biết được trong quá trình làm việc.

(4) Hệ thống cảm biến: thực hiện việc nhận biết và biến đổi thông tin về hoạt động của bản thân robot và môi trường xung quanh, đối tượng mà robot phục vụ.

Bảng 2.1 Kí hiệu các khớp nối của robot:

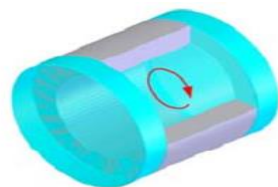
	Khớp quay	Khớp tịnh tiến
2D		
3D		



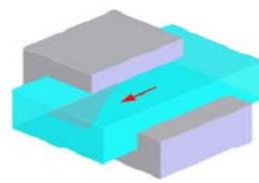
Hình 2.1. Các thành phần chính của một robot công nghiệp

Kết cấu robot:

Robot công nghiệp là một chuỗi động học được tạo thành từ nhiều khâu được liên kết với nhau nhờ các khớp động. Hai khớp động tiêu biểu là khớp quay và khớp tịnh tiến.



Khớp quay (R)



Khớp tịnh tiến (P)

Hình 2.2 Hai loại khớp cơ bản

2. Bậc tự do và các tọa độ suy rộng:

2.1. Bậc tự do:

Bậc tự do là số khả năng chuyển động của một cơ cấu (chuyển động quay hoặc tịnh tiến). Để dịch chuyển được một vật thể trong không gian, cơ cấu chấp

hành của robot phải đạt được một số bậc tự do. Nói chung cơ hệ của robot là một cơ cấu hở, do đó bậc tự do của nó có thể tính theo công thức:

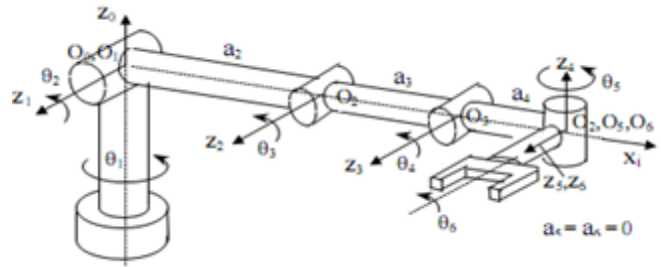
$$w = 6n - \sum_{i=1}^5 ip_i$$

Trong đó: n - Số khâu động;

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

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

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

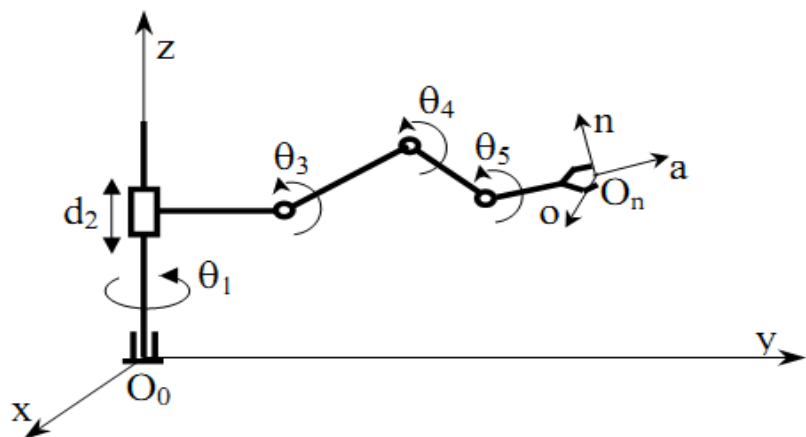


Hình 2.3. Robot Elbow 6 bậc tự do

2.2. Tọa độ suy rộng:

Mỗi robot thường bao gồm nhiều khâu (links) liên kết với nhau qua các khớp (joints), tạo thành một xích động học xuất phát từ một khâu cơ bản (base) đứng yên. Hệ tọa độ gắn với khâu cơ bản gọi là hệ tọa độ cơ bản (hay hệ tọa độ chuẩn). Các hệ tọa độ trung gian khác gắn với các khâu động gọi là hệ tọa độ suy rộng.

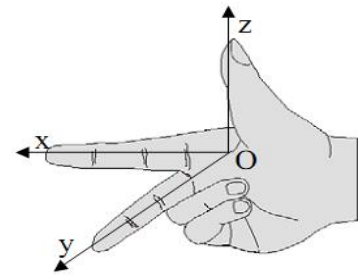
Với sơ đồ sau có 5 khớp động loại p5, tức có 5 bậc tự do. Trong 5 độ dịch chuyển hay 5 biến khớp (hoặc 5 tọa độ suy rộng, chỉ có khâu 2 là chuyển động tịnh tiến so với khâu 1, còn lại là các dịch chuyển góc của các khớp quay.



Hình 2.4. Các tọa độ suy rộng của robot

Các hệ tọa độ gắn trên các khâu của robot phải tuân theo qui tắc bàn tay phải: Dùng tay phải, nắm hai ngón tay út và áp út vào lòng bàn tay, xoè 3 ngón: cái, trỏ và giữa theo 3 phương vuông góc nhau, nếu chọn ngón cái là phương và chiều

của trục z, thì ngón trỏ chỉ phương, chiều của trục x và ngón giữa sẽ biểu thị phương, chiều của trục y. Trong robot ta thường dùng chữ O và chỉ số n để chỉ hệ toạ độ gắn trên khâu thứ n. Như vậy hệ toạ độ cơ bản (Hệ toạ độ gắn với khâu cố định) sẽ được ký hiệu là O0; hệ toạ độ gắn trên các khâu trung gian tương ứng sẽ là O1, O2,..., On-1, Hệ toạ độ gắn trên khâu chấp hành cuối ký hiệu là On.



Hình 2.5. Quy tắc bàn tay phải

3. Hệ toạ độ và vùng làm việc:

3.1. Hệ toạ độ:

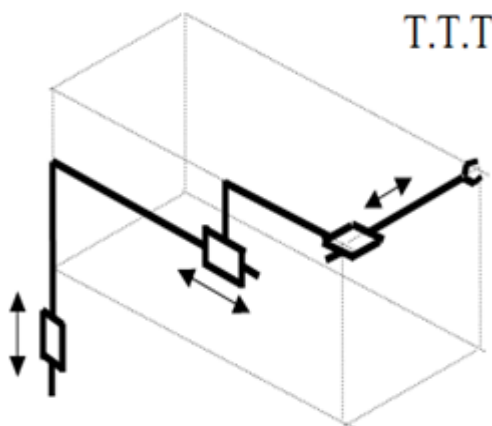
Các khâu của robot thường thực hiện hai chuyển động cơ bản:

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

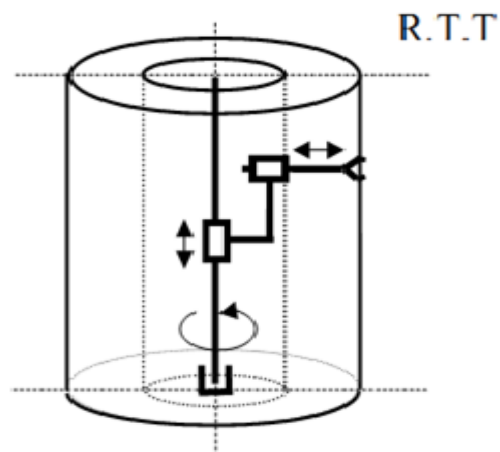
_ Chuyển động quay quanh các trục x,y,z ký hiệu là R (Rotation). Tùy thuộc vào số khâu và sự tổ hợp các chuyển động (R và T) mà tay máy có các kết cấu khác nhau với vùng làm việc khác nhau. Các kết cấu thường gặp của là Robot là robot kiểu toạ độ Đề các, toạ độ trụ, toạ độ cầu, robot kiểu SCARA, hệ toạ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

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

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

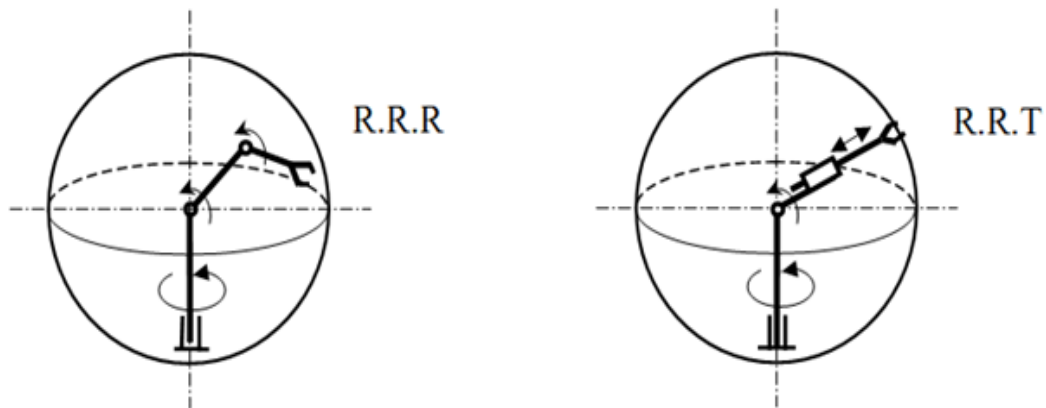


Hình 2.6. Robot kiểu toạ độ Đề Các



Hình 2.7. Robot kiểu toạ độ trụ

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

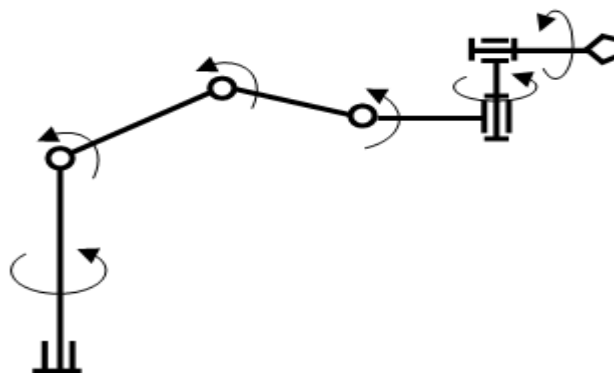


Hình 2.8. Robot kiểu tọa độ cầu.

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

Các robot hoạt động theo hệ tọa độ góc như: Robot PUMA của hãng Unimation - Nokia (Hoa Kỳ - Phần Lan), IRb-6, IRb-60 (Thụy Điển), Toshiba, Mitsubishi, Mazak (Nhật Bản) .V.V...

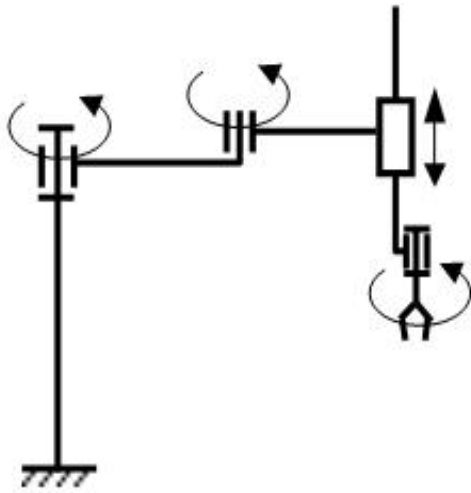
Ví dụ: một robot hoạt động theo hệ tọa độ góc (Hệ tọa độ phỏng sinh), có cấu hình RRR.RRR:



Hình 2.9. Robot kiểu tọa độ góc

Robot kiểu SCARA: Robot SCARA ra đời vào năm 1979 tại trường đại học Yamanashi (Nhật Bản) là một kiểu robot mới nhằm đáp ứng sự đa dạng của các quá trình sản xuất. Tên gọi SCARA là viết tắt của "Selective Compliant Articulated Robot Arm": Tay máy mềm dẻo tùy ý. Loại robot này thường dùng trong công việc lắp ráp nên SCARA đôi khi được giải thích là từ viết tắt của

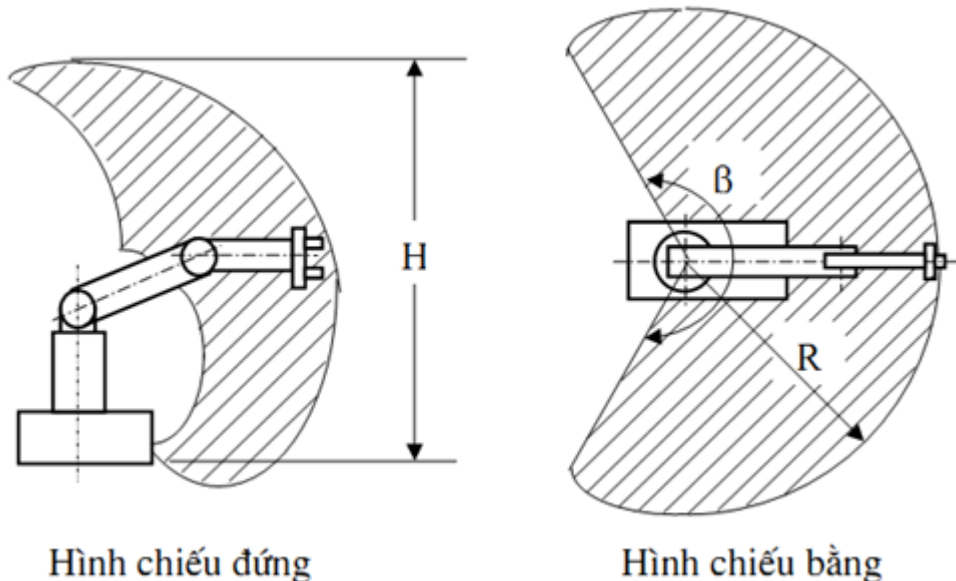
"Selective Compliance Assembly Robot Arm". Ba khớp đầu tiên của kiểu Robot này có cấu hình R.R.T, các trục khớp đều theo phương thẳng đứng. Sơ đồ của robot SCARA như hình 2.10.



Hình 2.10. Robot kiểu SCARA

3.2. Vùng làm việc:

Trường công tác (hay vùng làm việc, không gian công tác) của robot là toàn bộ thể tích được quét bởi khâu chấp hành cuối khi robot thực hiện tất cả các chuyển động có thể. Trường công tác bị ràng buộc bởi các thông số hình học của robot cũng như các ràng buộc cơ học của các khớp; ví dụ, một khớp quay có chuyển động nhỏ hơn một góc 360° . Người ta thường dùng hai hình chiếu để mô tả trường công tác của một robot (hình 2.11).



Hình 2.11. Biểu diễn trường công tác của robot

Không gian làm việc của một tay máy hay robot rất đa dạng phụ thuộc vào cấu tạo của chúng. Dạng hình học phức tạp nhất là không gian làm việc của robot liên kết với nhau bằng các khớp bản lề có các trục quay không song song với

nhau; trong trường hợp này, không gian làm việc của robot sẽ là phần không gian được giới hạn bởi nhiều mặt cầu giao nhau (xem hình 2.11). Điều cần quan tâm ở đây đối với người thiết kế hoặc người khai thác sử dụng là phải biết các giới hạn hay đường biên của vùng không gian làm việc để bố trí một cách hợp lý vị trí của tay máy hoặc robot với các thiết bị phối hợp thao tác khác trong hệ thống. Những phân tích tiếp theo đây sẽ cho thấy rằng nếu không bố trí một cách hợp lý thì những giới hạn về mặt cấu tạo sẽ làm cho khâu tác động cuối của tay máy không thể phát huy hết tác dụng vốn có của nó.

Một điều dễ nhận thấy nhất đối với mọi tay máy là khâu tác động cuối chỉ có thể tiếp cận với đối tượng thao tác nằm ở các vị trí biên của không gian hoạt động theo một hướng duy nhất. Trong khi đó, nếu đối tượng thao tác nằm bên trong vùng không gian hoạt động của tay máy và càng gần vùng trung tâm của vùng không gian này bao nhiêu, thì tay máy có thể tiếp cận đến đối tượng ở nhiều hướng khác nhau bấy nhiêu. Trong trường hợp tay máy có thể tiếp cận với đối tượng thao tác ở nhiều hướng, ta có khái niệm không gian làm việc có độ dự phòng cao; hiểu một cách khác, trong trường hợp nói trên, nhờ số bậc chuyển động vốn có nhiều lời giải về vị trí và hướng để tiếp cận đến đối tượng thao tác.

4. Chỉ tiêu đánh giá và các tham số kỹ thuật:

4.1. Độ cơ động của cơ cấu:

Ở mỗi điểm của quỹ đạo vị trí và định hướng tại “điểm tác động cuối” của cánh tay robot được xác định bằng 6 tọa độ $x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$. Trong lúc mỗi cấu hình của cơ cấu tay máy được xác định bằng n giá trị biến khớp $q_1, \dots, q_n$. Số bậc tự do của cơ cấu tay máy có thể bằng hoặc khác 6.

Độ cơ động (m) liên quan đến bậc tự do (n) của cơ cấu: $m = n - 6$

Độ cơ động càng lớn, thì robot càng linh hoạt (có nhiều tư thế) trong việc định vị. Tuy nhiên, độ cơ động càng cao thì cũng làm cho độ phức tạp của cơ cấu tay máy tăng theo và sẽ không tránh khỏi việc tăng giá thành và giảm độ chính xác chuyển động.

4.2. Hệ số phục vụ:

Khác với sơ đồ nguyên lý hoạt động, trong thiết kế và sử dụng robot vào công việc cụ thể người ta quan tâm đến miền không gian thực mà bộ phận chấp hành trên tay máy (tay gấp hoặc dụng cụ) có thể với tới được nhằm mục đích khai thác hợp lý cho công việc sản xuất và là một khái niệm quan trọng đối với robot công nghiệp nói lên khả năng linh hoạt của chúng, ngoài những thông số hình học thể hiện không gian làm việc như đã ở trên. Xét tổng quát một tay máy gồm một chuỗi động không gian hở; ở mỗi điểm trong không gian làm việc tồn tại một giá trị góc λ gọi là góc phục vụ, sao cho trong giới hạn của góc này, tay gấp của robot luôn tiếp cận được với điểm đã nêu.

Tại một vị trí nào đó của tay máy, mức độ thao tác dễ dàng của tay kẹp (hướng) được đánh giá bằng hệ số phục vụ:

$$\zeta = \frac{\lambda}{4\pi}$$

Với λ là góc nón quét một vùng không gian mà chỉ ở phía trong đó tay kẹp mới có thể định hướng tới được. Độ lớn của hệ số phức vụ có thể thay đổi từ 0 (đối với những điểm nằm trên biên của vùng không gian làm việc tại đó tay gấp có một và chỉ một phương duỗi thẳng để tiếp cận đến điểm) đến 1 (đối với những điểm nằm trong vùng không gian làm việc nơi mà tay gấp có thể tiếp cận đến điểm từ những phương tùy ý).

4.3. Độ dễ điều khiển của cơ cấu:

Trong thực tế điều khiển hoạt động của tay máy, từ khi nhận được tín hiệu về định vị và định hướng của điểm tác động cuối tại một điểm của quỹ đạo, cho tới khi điều khiển để đạt mục tiêu đó. Robot phải thực hiện hoạt động trong khoảng thời gian nhất định. Thời gian đó bao gồm thời gian tính toán cho các thông số điều khiển và thời gian thực hiện di chuyển. Tổng thời gian này gọi là thời gian điều khiển. Qua thông số điều khiển có thể xác định mức độ khó, dễ của điều khiển.

4.4. Các thông số kỹ thuật của robot công nghiệp:

Hệ truyền dẫn động được ghi rõ là thủy lực, khí nén, động cơ điện,... Hệ điều khiển được xác định theo chu kỳ, theo vị trí hoặc theo chu tuyến. Sai số định vị của bàn kẹp (mm) là độ sai lệch giữa vị trí thực so với vị trí yêu cầu. Mức chính xác thấp ($\Delta > \pm 1 \text{ mm}$) áp dụng cho các loại robot vận chuyển, phun phủ, vv... Mức chính xác trung bình ($0.1 \text{ mm} \leq \Delta \leq 1 \text{ mm}$). Thích hợp cho các việc như lắp ráp có khe hở, vặn vít, hàn hồ quang, vv... Mức chính xác cao ($\Delta < 0.1 \text{ mm}$) dùng khi đo lường, lắp ráp khít, vv...

Bảng 2.2 Các thông số kỹ thuật cơ bản:

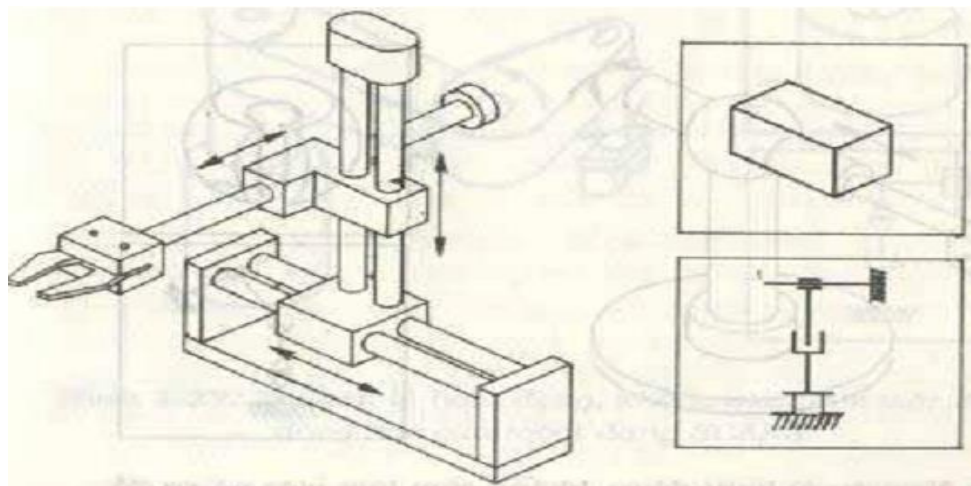
Thông số kỹ thuật	Giá trị
Số bậc tự do	-
Tải nâng	kg
Giá trị biến khớp (min, max)	
• Khớp quay	rad
• Khớp tịnh tiến	mm
Vận tốc dài tối đa	mm/s
Vận tốc góc tối đa	rad/s
Tầm với	mm
Tầm cao	mm
Sai số định vị	$\pm \text{ mm}$
Độ chính xác lặp lại	mm
Hệ dẫn động	-

5. Phân loại robot công nghiệp:

5.1. Phân loại theo dạng hình học của không gian hoạt động:

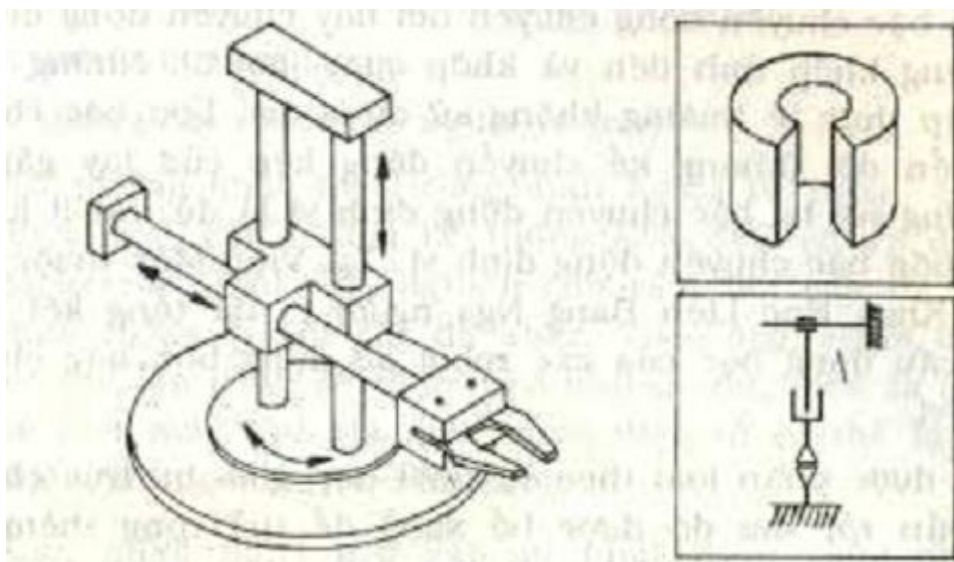
Để dịch chuyển khâu tác động cuối cùng của robot đến vị trí của đối tượng thao tác được cho trước trong không gian làm việc cần phải có ba bậc chuyển động chuyển dời hay chuyển động định vị (thường dùng khớp tịnh tiến và khớp quay loại 5). Những robot công nghiệp thực tế thường không sử dụng quá bốn bậc chuyển động chuyển dời (không kể chuyển động kẹp của tay gắp) và thông thường với ba bậc chuyển động định vị là đủ, rất ít khi sử dụng đến bốn bậc chuyển động định vị. Robot được phân loại theo sự phối hợp giữa ba trục chuyển động cơ bản rồi sau đó được bổ sung để mở rộng thêm bậc chuyển động nhằm tăng thêm độ linh hoạt. Vùng giới hạn tầm hoạt động của robot được gọi là không gian làm việc.

5.1.1. Robot tọa độ vuông góc:



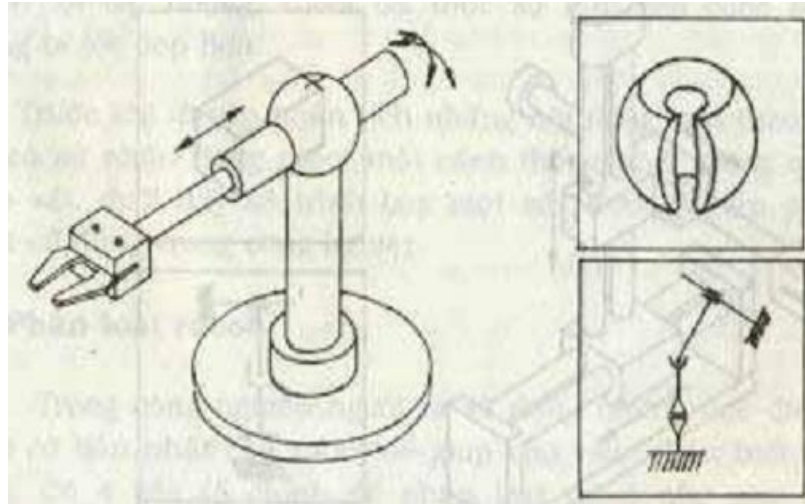
Hình 2.12 Nguyên lý hoạt động, không gian làm việc và sơ đồ động học của robot tọa độ vuông góc.

5.1.2. Robot tọa độ trụ:



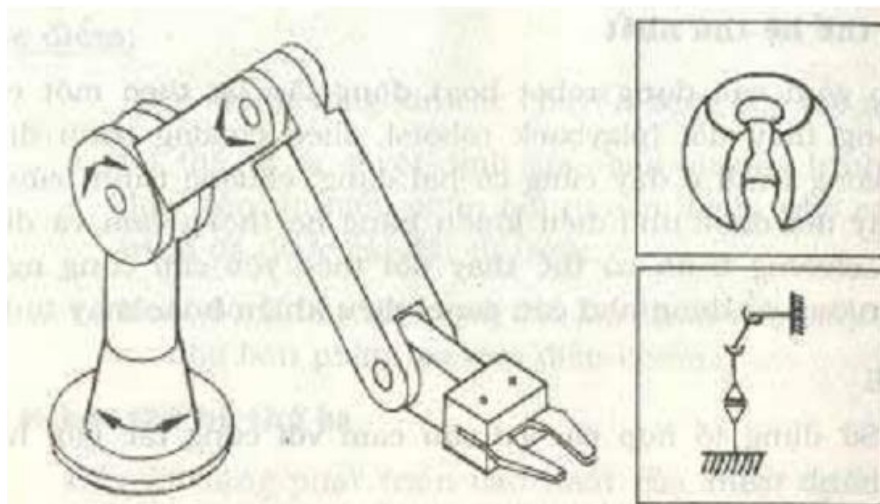
Hình 2.13 Nguyên lý hoạt động, không gian làm việc và sơ đồ động học của robot tọa độ trụ.

5.1.3. Robot tọa độ cầu:



Hình 2.14 Nguyên lý hoạt động, không gian làm việc và sơ đồ động học của robot tọa độ cầu.

5.1.4. Robot khớp bản lề:



Hình 2.15 Nguyên lý hoạt động, không gian làm việc và sơ đồ động học của robot liên kết bản lề.

5.2. Phân loại theo thể hệ:

Từ trước đến nay, lịch sử phát triển của robot công nghiệp đã có các giai đoạn phát triển cụ thể tùy thuộc vào sự phát triển của khoa học công nghệ. Phân loại theo thể hệ cũng chính là sự phân loại theo sự phát triển của khoa học và công nghệ.

5.2.1. Robot thể hệ thứ nhất:

Bao gồm các dạng robot hoạt động lặp lại theo một chu trình không thay đổi (playback robots), theo chương trình định trước. Chương trình ở đây cũng có hai dạng; chương trình “cứng” không thay đổi được như điều khiển bằng hệ thống cam và điều khiển với chương trình có thể thay đổi theo yêu cầu công nghệ của môi trường sử dụng nhờ các panel điều khiển hoặc máy tính.

Đặc điểm:

- Sử dụng tổ hợp các cơ cấu cam với công tắc giới hạn hành trình.
- Điều khiển vòng hở.
- Có thể sử dụng băng từ hoặc băng đục lỗ để đưa chương trình vào bộ điều khiển, tuy nhiên loại này không thay đổi chương trình được.
- Sử dụng phổ biến trong công việc gấp - đặt (pick and place).

5.2.2. Robot thế hệ thứ hai:

Trong trường hợp này robot được trang bị các bộ cảm biến (sensors) cho phép cung cấp tín hiệu phản hồi hỗ trợ lại hệ thống điều khiển về trạng thái, vị trí không gian của robot cũng như những thông tin về môi trường bên ngoài như trạng thái, vị trí của đối tượng thao tác, của các máy công nghệ mà robot phối hợp, nhiệt độ của môi trường, v.v... giúp cho bộ điều khiển có thể lựa chọn những thuật toán thích hợp để điều khiển robot thực hiện những thao tác xử lý phù hợp. Nói cách khác, đây cũng là 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. Dạng robot với trình độ điều khiển này còn được gọi là robot được điều khiển thích nghi cấp thấp.

Robot thế hệ này bao gồm các robot sử dụng cảm biến trong điều khiển (sensor - controlled robots) cho phép tạo được những vòng điều khiển kín kiểu servo.

Đặc điểm:

- Điều khiển vòng kín các chuyển động của tay máy.
- Có thể tự ra quyết định lựa chọn chương trình đáp ứng dựa trên tín hiệu phản hồi từ cảm biến nhờ các chương trình đã được cài đặt từ trước.
- Hoạt động của robot có thể lập trình được nhờ các công cụ như bàn phím, pa-nen điều khiển.

5.2.3. Robot thế hệ thứ 3:

Đây là dạng phát triển cao nhất của robot tự cảm nhận. Các robot ở đây được trang bị những thuật toán xử lý các phản xạ logic thích nghi theo những thông tin và tác động của môi trường lên chúng; nhờ đó robot tự biết phải làm gì để hoàn thành được công việc đã được đặt ra cho chúng. Hiện nay cũng đã có nhiều công bố về những thành tựu trong lĩnh vực điều khiển này trong các phòng thí nghiệm và được đưa ra thị trường dưới dạng những robot giải trí có hình dạng của các động vật máy.

Robot thế hệ này bao gồm các robot được trang bị hệ thống thu nhận hình ảnh trong điều khiển (Vision - controlled robots) cho phép nhìn thấy và nhận dạng các đối tượng thao tác.

Đặc điểm:

- Có những đặc điểm như loại trên và điều khiển hoạt động trên cơ sở xử lý thông tin thu nhận được từ hệ thống thu nhận hình ảnh (Vision systems - Camera).
- Có khả năng nhận dạng ở mức độ thấp như phân biệt các đối tượng có hình dạng và kích thước khá khác biệt nhau.

5.2.4. Robot thể hệ thứ tư:

Bao gồm các robot sử dụng các thuật toán và cơ chế điều khiển thích nghi (adaptively controlled robot) được trang bị bước đầu khả năng lựa chọn các đáp ứng tuân theo một mô hình tính toán xác định trước nhằm tạo ra những ứng xử phù hợp với điều kiện của môi trường thao tác.

Đặc điểm:

- Có những đặc điểm tương tự như thể hệ thứ hai và thứ ba, có khả năng tự động lựa chọn chương trình hoạt động và lập trình lại cho các hoạt động dựa trên các tín hiệu thu nhận được từ cảm biến.
- Bộ điều khiển phải có bộ nhớ tương đối lớn để giải các bài toán tối ưu với điều kiện biên không được xác định trước. Kết quả của bài toán sẽ là một tập hợp các tín hiệu điều khiển các đáp ứng của robot.

5.2.5. Robot thể hệ thứ năm:

Là tập hợp những robot được trang bị trí tuệ nhân tạo (artificially intelligent robot).

Đặc điểm:

- Robot được trang bị các kỹ thuật của trí tuệ nhân tạo như nhận dạng tiếng nói, hình ảnh, xác định khoảng cách, cảm nhận đối tượng qua tiếp xúc, v.v... để ra quyết định và giải quyết các vấn đề hoặc nhiệm vụ đặt ra cho nó.
- Robot được trang bị mạng Neuron có khả năng tự học.
- Robot được trang bị các thuật toán dạng Neuron Fuzzy/Fuzzy Logic để tự suy nghĩ và ra quyết định cho các ứng xử tương thích với những tín hiệu nhận được từ môi trường theo những thuật toán tối ưu một hay nhiều mục tiêu đồng thời.

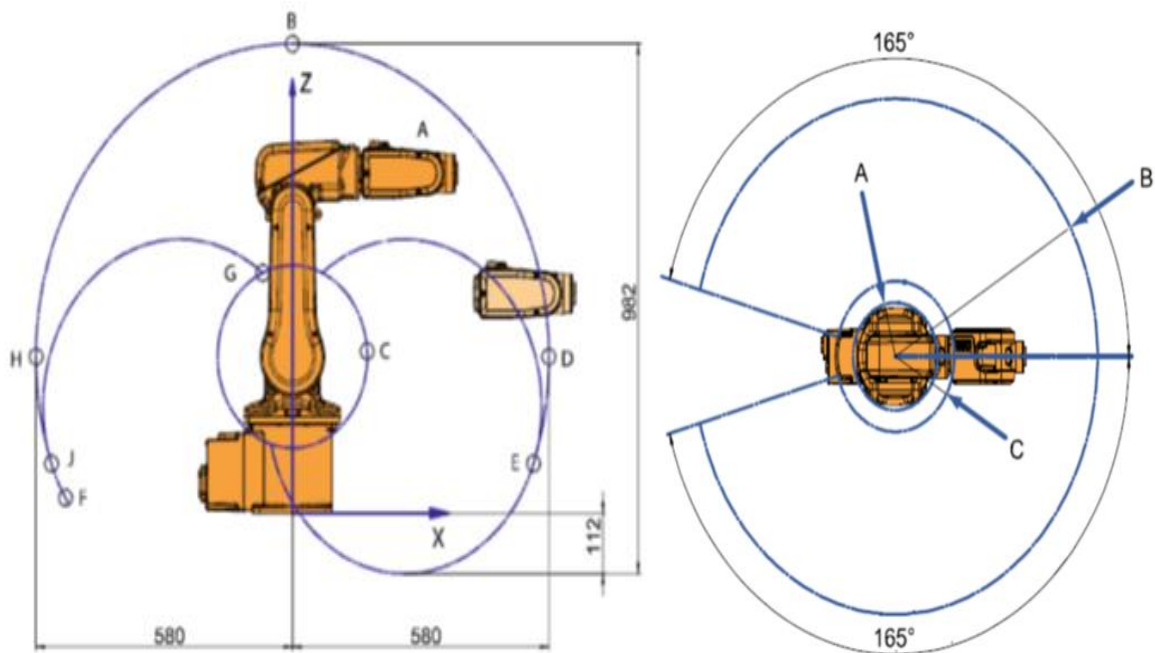
Ngoài những cách phân loại nêu trên, còn có kiểu phân loại theo nguồn điều khiển hay nguồn dẫn động. Bảng dưới đây cung cấp thêm thông tin để phân loại tay máy và robot một cách chi tiết hơn.

6. Giới thiệu các robot công nghiệp:

Hiện nay có rất nhiều loại robot trên thị trường nhưng nổi bật nhất có các hãng như sau: Yaskawa, ABB, FANUC, Kuka, Kawasaki, Nachi-Fujikoshi, Epson, Staubli, Comau, Adept Technology Inc.... Tuy nhiên chúng tôi chỉ giới thiệu hai hãng robot làm đại diện là ABB và ED.

6.1. Robot ABB IRB 120:

Vùng hoạt động và giới hạn quay của robot



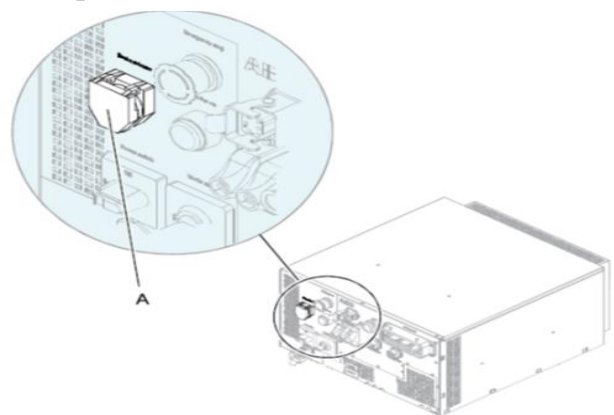
Hình 2.16 Vùng làm việc của robot ABB IRB120

Bảng 2.3 Định nghĩa vùng di chuyển và làm việc của các trục

Vị trí di chuyển	Dạng di chuyển	Giới hạn di chuyển
Trục 1	Xoay	+165° tới -165°
Trục 2	Xoay	+110° tới -110°
Trục 3	Xoay	+70° tới -90°
Trục 4	Xoay	+160° tới -160°
Trục 5	Xoay	+120° tới -120°
Trục 6	Xoay	+400° tới -400°

Cách nhả phanh của Robot bằng nút nhả phanh.

- Chú ý khi nhả phanh chắc chắn rằng nguồn điện đang được cấp.
- Sức nặng của tay máy có thể làm bạn bị thương hoặc làm hỏng các thiết bị đặt gần tay máy.
- Nhấn nút nhả phanh A trên tủ điều khiển IRC5 compact các phanh điện từ trên các động cơ servo sẽ nhả ra.



Hình 2.17 Nút nhả phanh an toàn của tủ điều khiển

Giới thiệu về Flexpendant

Flexpendant là thiết bị điều khiển và lập trình bằng tay với màn hình cảm ứng lớn: 7.7 inch và 640x480 pixels và người sử dụng thuận tay phải hay tay trái đều có thể sử dụng.

Flexpendant bao gồm màn hình cảm ứng màu, nút dừng khẩn cấp, các phím truy cập nhanh do người dùng thiết lập, các phím chạy chương trình, joy stick 3 trục để di chuyển Robot. Với Flexpendant thế hệ mới còn có phím tắt chọn cách di chuyển theo từng trục hoặc theo trục tọa độ.



Hình 2.18 Giao diện trên màn hình Flexpendant

Để vào danh mục chính ta kích chọn “ABB” ở góc trái trên cùng màn hình

■ ABB Danh mục chính



Hình 2.19 Chọn danh mục chính trên màn hình



Hình 2.20 Giao diện làm việc trên màn hình

Làm việc chung giữa Flexpendant và RobotStudio^{Online}



Hình 2.21 Làm việc chung giữa màn hình và máy tính

Kích hoạt thiết bị



Hình 2.22 Kích hoạt thiết bị bằng tay

Có 3 vị trí ở nút kích hoạt thiết bị

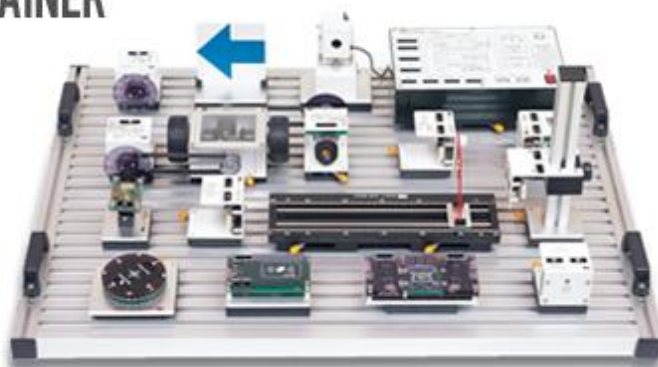
Ở chế độ tự động: nút kích hoạt bị đóng

Ở chế độ bằng tay :

- Vị trí đầu và cuối không thể kích hoạt robot
- Vị trí giữa kích hoạt robot

6.2. Robot ED 7271:

INTELLIGENT ROBOT TRAINER ED-7271



Hình 2.23 Mô hình robot ED 7271

Robot ED 7271 được sản xuất tại Hàn Quốc, là loại robot thông minh và có nhiều ứng dụng trong giảng dạy. Bao gồm:

- 10 loại cảm biến, 3 loại mô đun truyền động và 4 mô đun ứng dụng cần thiết cho robot thông minh.
- Hệ thống cấu trúc dễ nắm bắt dựa trên trí tuệ nhân tạo của robot.
- Các ví dụ phong phú từ trình độ thấp đến cao.
- Dễ lắp đặt mô đun bởi thiết bị kẹp.
- Biểu hiện trực quan, đồ họa của mỗi kết quả của cảm biến.
- Giao diện USB tốc độ cao(480Mbps).

6.3. Robot ED 7270:



Hình 2.24 Robot ED 7270

Đặc tính

Hiểu sâu về robot thông minh và từng bước thực hành

Các ứng dụng thay đổi thông qua các chức năng của ZigBee và bộ đọc RFID

Nhận dạng vị trí và hướng di chuyển của robot

Nội dung đào tạo có thể thay đổi thông qua ngôn ngữ đối thoại (chương trình)

Xử lý hình ảnh bằng camera USB Fan/Tilt

Thiết kế thân thiện và có thể tương tác với người

Thiết bị lý tưởng cho thực hành mạng nội bộ

Các thí nghiệm an ninh nội bộ sử dụng chức năng an ninh tự động

Điều khiển robot API sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual C++ và các chức năng điều khiển của Visual Basic Scripter (VBS)

Pin Lithium Ion – thu nhỏ kích thước và tăng thời gian sử dụng

Phụ kiện theo kèm gồm:

Nguồn cung cấp DC (Gồm cả cáp để nạp điện)

Hộp đựng Robot (chất liệu nhôm)

CD phần mềm theo lưu đồ thuật toán

Điểm truy cập Wireless

CÂU HỎI ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP BÀI 2:

Câu 1: Phân loại robot công nghiệp?

Câu 2: Trình bày cấu tạo chung của robot công nghiệp?

Câu 3: Trình bày cấu tạo robot ED 7270 và ED 7271?

Câu 4: Trình bày cấu tạo robot ABB 120?

Câu 5: Tính số bậc tự do của robot ABB IRB120 tại xưởng thực hành theo công thức đã học?

BÀI 3

CÁC CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP

Mã bài: MĐ30 – 3

Giới thiệu:

Để có thể điều khiển robot chuyển động thì người học cần nắm rõ kiến thức về chuyển động cơ bản của robot, các kết cấu điển hình của robot công nghiệp.

Mục tiêu:

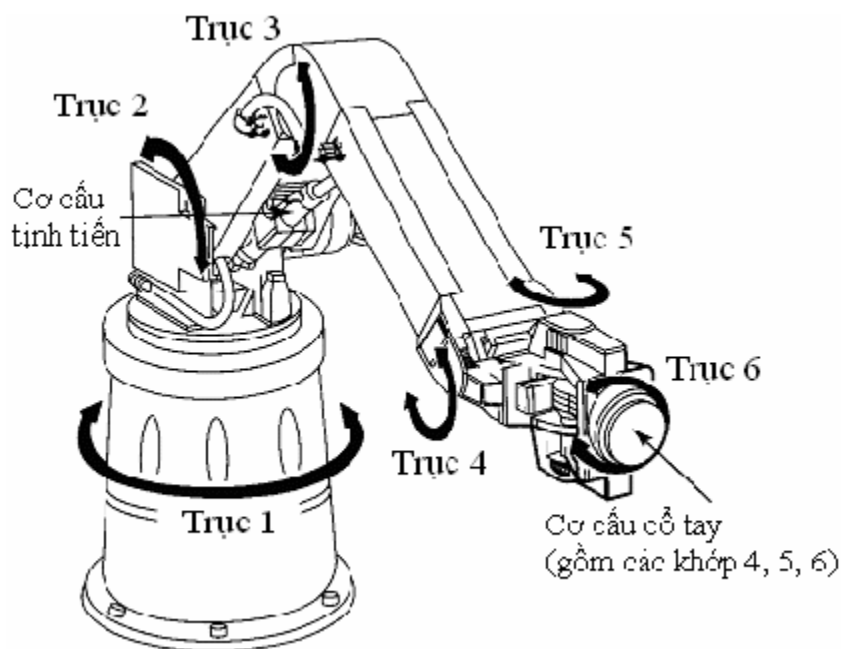
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các loại khớp dùng trong robot công nghiệp.
- Điều khiển robot ABB IRB 120 xoay theo các trục và theo dụng cụ làm việc.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung chính:

1. Các khái niệm ban đầu:

Cần làm rõ khái niệm chuyển động của robot khác với khái niệm robot có khả năng chuyển động (tức robot di động).

Chuyển động của robot là khả năng di chuyển, xoay trở của các khớp và các khâu để thực hiện các thao tác theo yêu cầu của người sử dụng. Chuyển động này xảy ra trên bản thân robot góp phần hình thành nên vùng làm việc và độ dự phòng cho robot.



Hình 3.1 Khả năng chuyển động của robot

Robot có khả năng chuyển động là nói đến khả năng di chuyển của robot từ nơi này sang nơi khác. Hiện nay robot có rất nhiều cách di chuyển như: di chuyển

bằng bánh xe (bánh tròn, bánh xích, bánh Omni..), bằng chân (6 chân, 4 chân, 2 chân..).



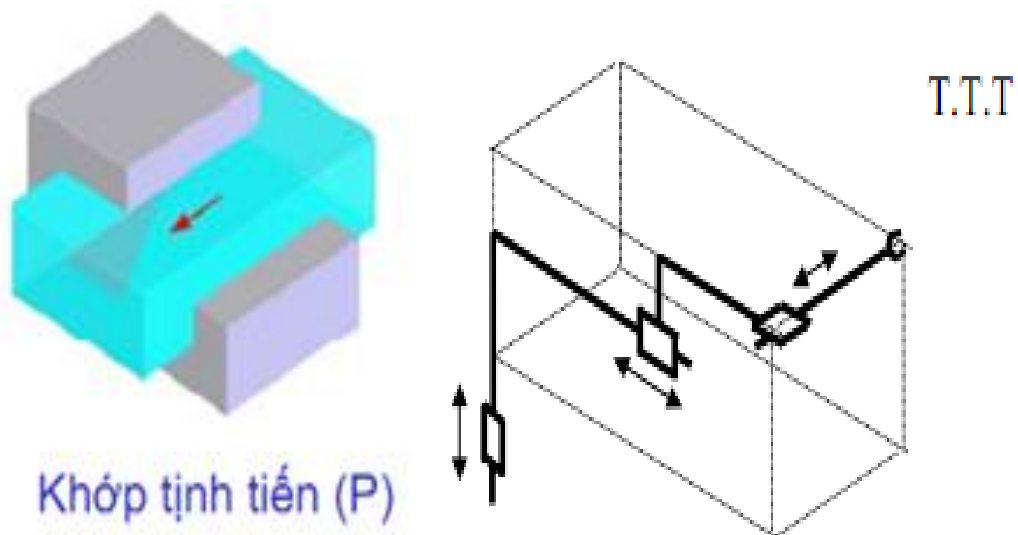
Hình 3.2 Robot có khả năng chuyển động bằng chân

2. Các chuyển động cơ bản:

Trên cơ sở các loại khớp cơ bản được sử dụng trong robot công nghiệp gồm khớp quay và khớp tịnh tiến mà ta có các chuyển động cơ bản tương tự là chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến. Tùy thuộc vào số khâu và sự tổ hợp các chuyển động mà tay máy có các kết cấu khác nhau với vùng làm việc khác nhau.

2.1. Chuyển động tịnh tiến:

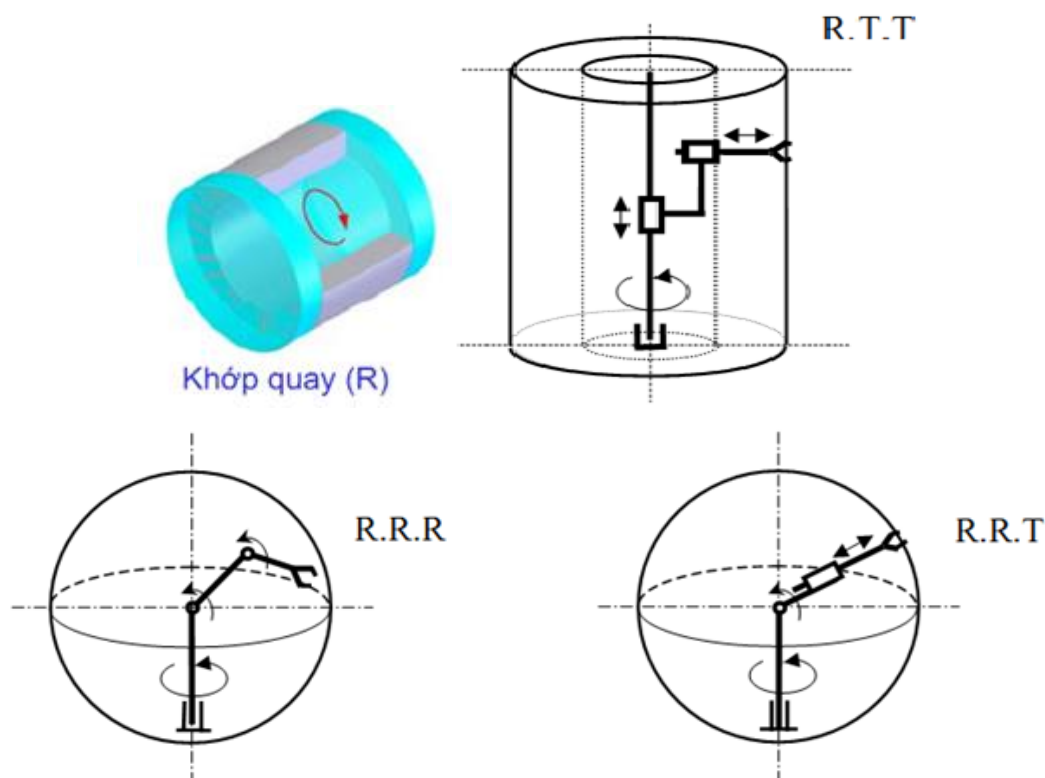
Chuyển động tịnh tiến theo hướng x, y, z trong không gian Đề Cac, thông thường tạo nên các hình khối, các chuyển động này thường ký hiệu là T (Translation) hoặc P (Prismatic)



Hình 3.3 Chuyển động tịnh tiến tạo vùng làm việc hình khối hộp.

2.2. Chuyển động quay:

Chuyển động quay quanh các trục x, y, z ký hiệu là R (Rotation). Chuyển động này thường được sử dụng để tăng độ dự phòng cho robot. Chuyển động quay trong không gian tạo nên các vùng làm việc có hình trụ hoặc cầu hoặc các khối cầu lồng vào nhau.



Hình 3.4 Một số vùng làm việc khi robot có sử dụng khớp quay.

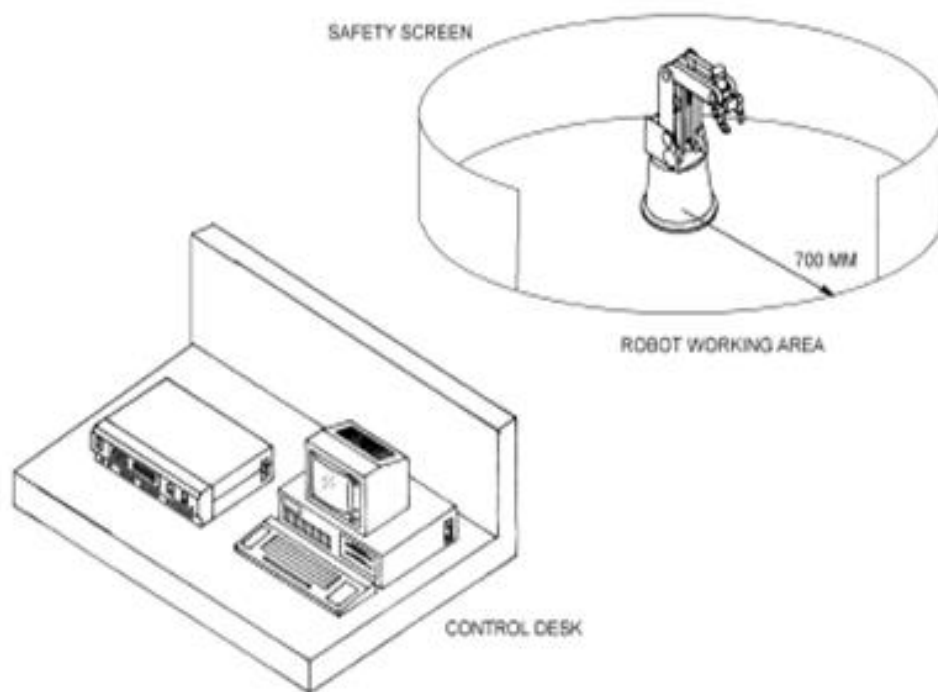
3. Một số kết cấu điển hình:

Các kết cấu của nhiều tay máy được phỏng theo cấu tạo và chức năng của tay người. Tuy nhiên, ngày nay tay máy được thiết kế rất đa dạng, nhiều cánh tay robot có hình dạng khác xa cánh tay người. Trong thiết kế và sử dụng tay máy, chúng ta cần quan tâm đến các thông số hình – động học, là những thông số liên quan đến khả năng làm việc của robot như: tầm với, số bậc tự do, độ cứng vững, lực kẹp,...

Các kết cấu thường gặp của robot là robot kiểu tọa độ Đề Các, tọa độ trụ, tọa độ cầu, robot kiểu SCARA, hệ tọa độ góc,...

3.1. Robot cố định trên nền dùng hệ tọa độ Đề Các và tọa độ trụ:

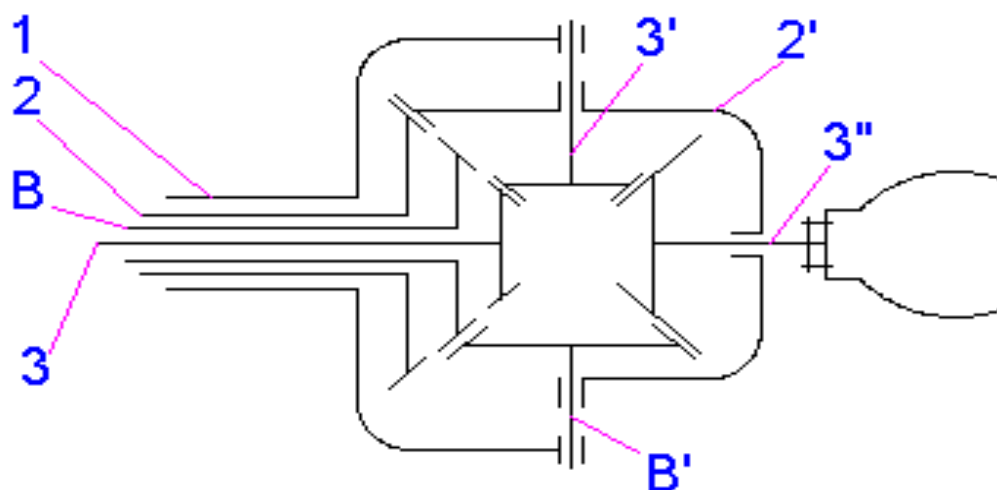
Đặc trưng của phân tạo ra tọa độ trụ là kết cấu dẫn hướng theo phương thẳng đứng, để phân cánh tay có tầm với thay đổi trong một phạm vi hẹp vừa có khả năng thay đổi cao độ của mặt phẳng làm việc, nếu không kể các bậc tự do khác vùng làm việc tạo ra bởi kết cấu này chỉ là một hình chữ nhật hướng tâm trong mặt phẳng thẳng đứng. Mặt trụ được tạo ra toàn bộ hoặc một phần tùy theo kết cấu cơ khí cụ thể nhờ chuyển động quay toàn bộ phần dẫn hướng thẳng đứng.



Hình 3.5 Bố trí robot cố định trên nền dùng hệ tọa độ trụ

3.2. Robot cố định trên nền dùng hệ tọa độ cầu:

Khớp cầu được tạo thành từ ba khớp quay có đường tâm giao nhau, điển hình cho kết cấu này là cổ tay robot kiểu cầu:



Hình 3.6 Cổ tay robot kiểu cầu

Cơ cấu có ba bậc tự do với truyền động vi sai khử khe hở bộ truyền, mỗi một chuyển động chấp hành là hệ quả của việc tổng hợp chuyển động từ hai nguồn cùng quy luật truyền tới có tác dụng tạo ra chuyển động vận ngược nhau hai khâu đồng trục. Ba chuyển động có bốn khâu nên (1, 2, 3, B). Tâm của khớp cầu là giao điểm của 8 bánh răng côn như lược đồ. Để kết cấu này làm việc cần có phân đóng mạch mang các cơ cấu vi sai nữa.



Hình 3.7 cấu tạo khớp cầu

Phương pháp tạo ra tọa độ cầu thứ hai, là kết hợp hai chuyển động quay trùng tâm và một chuyển động tịnh tiến hướng kính qua tâm quay đó.

3.3. Robot treo:

Robot treo được lắp và chuyển động trên các đường ray trên không, ưu điểm của chúng là không chiếm diện tích sản xuất, ít cản trở hoạt động của các thiết bị khác và có vùng làm việc rộng. Các robot treo có thể vận chuyển nguyên vật liệu, thiết bị trong từng phân xưởng hoặc giữa các phân xưởng. Chúng có thể phục vụ nhiều thiết bị khác nhau trong dây chuyền, có thể sử dụng chúng vào việc lắp ráp, phun sơn hoặc hàn... Các robot treo có thể phân ra hai loại, chuyển động theo một phương (kiểu palăng), hoặc chuyển động theo hai phương (kiểu cầu trục).



Hình 3.8 Robot treo trong thực tế.

3.4. Robot có kiểu điều khiển thích nghi:

Robot thích nghi là robot có khả năng tự phản ứng có lợi trước những diễn biến bất lợi của môi trường mà người lập trình không lường trước được, hệ điều khiển của robot treo thường được xây dựng trên cơ sở điều khiển mờ. Sự phản ứng của robot dựa vào các thông số đo được của môi trường, ví dụ vị trí, tính chất vật lý của đối tượng, hoặc dựa vào trạng thái các cơ cấu trong robot. Trong trường hợp này chương trình điều khiển chỉ định hướng sơ bộ các hoạt động của robot, chính nó sẽ phải tìm hiểu và chính xác hóa các hoạt động của mình trên cơ sở phân tích các thông tin thu nhận được từ môi trường. Nhờ khả năng thích nghi mà robot kiểu này có thể làm được những việc mà robot thông thường không làm được, chẳng hạn tìm kiếm, lắp ráp, thay đổi lực kẹp phù hợp... Phần lớn các robot thông thường đều có thể trở thành robot thích nghi nếu trang bị các sensor để thu nhận các thông tin về môi trường, chương trình phân tích thông tin thu được và ra quyết định với thông tin thu được.

Các robot sau đây có thể cầm nắm được những vật khác nhau về hình dáng và kích thước là do cảm biến lực gắn với ngón tay điều khiển.



a



b



c



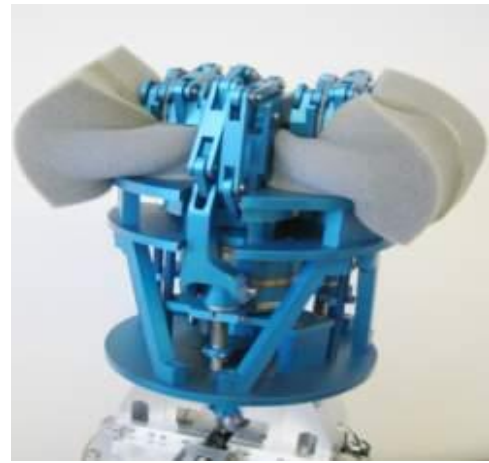
d



e



f



g

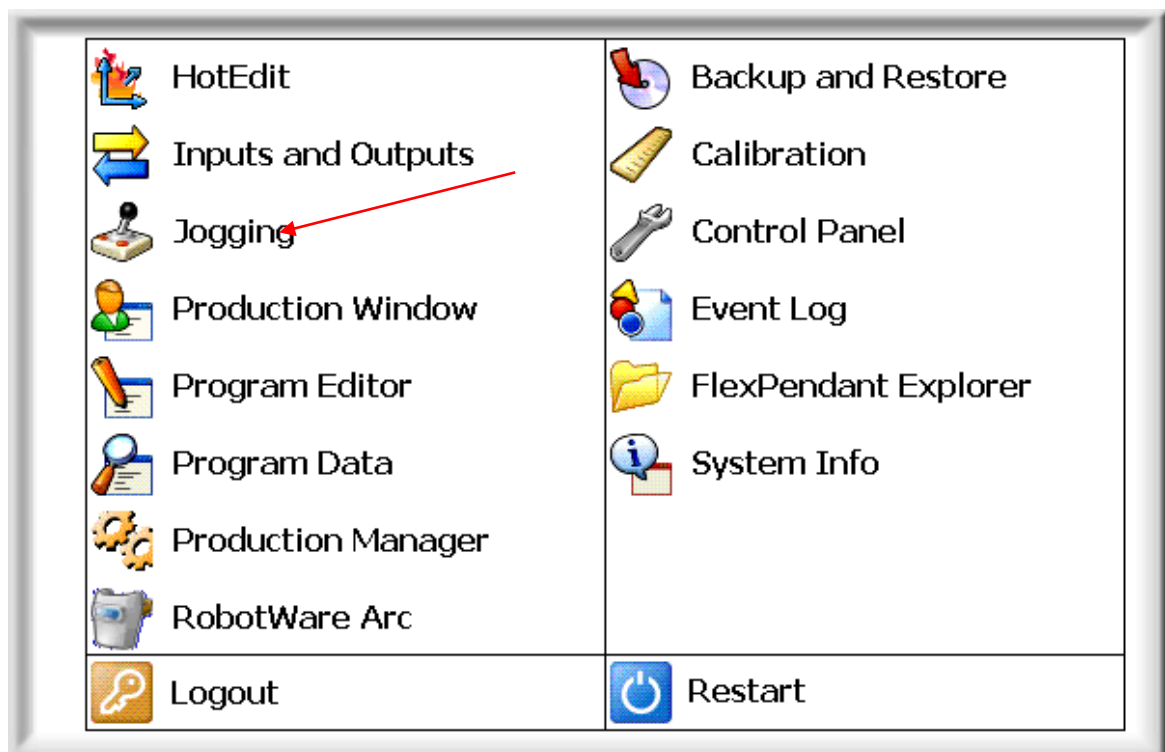
Hình 3.9 Các dạng robot có kiểu điều khiển thích nghi

4. Điều khiển mô hình robot ABB IRB 120

4.1. Điều khiển xoay theo các khớp:

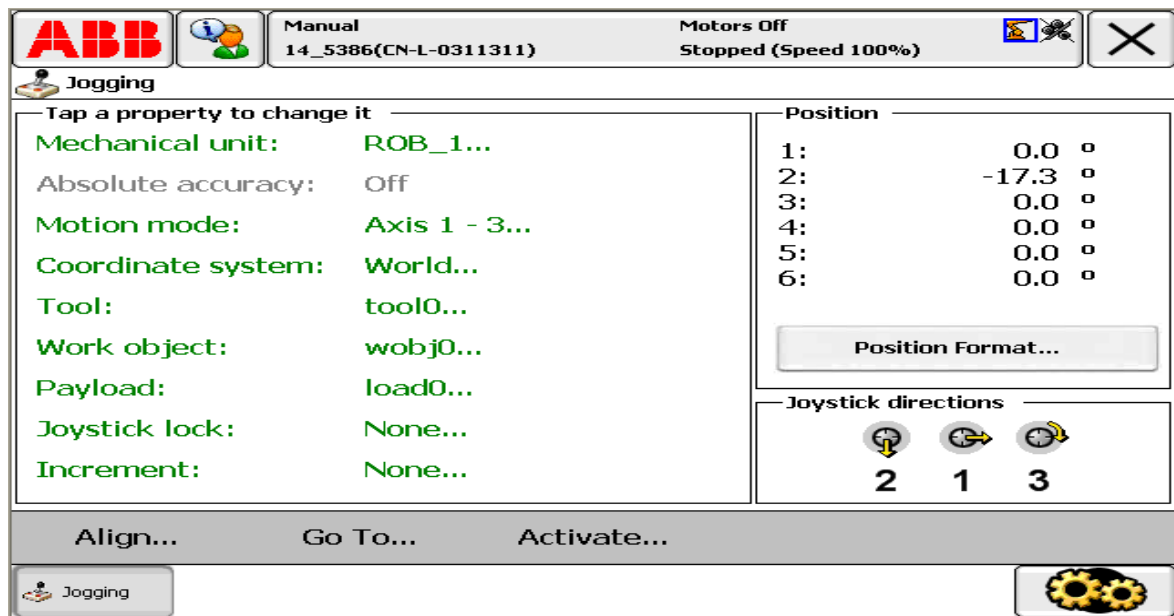
Từ ABB danh mục, chọn Jogging

Chế độ Jogging cho phép điều khiển các khớp thay đổi giá trị để đưa cánh tay đến đúng tọa độ làm việc.



Hình 3.10 Giao diện trên màn hình điều khiển

Xuất hiện giao diện dịch chuyển, điều khiển các khớp theo hướng dẫn trên màn hình. Có tất cả 6 khớp, mỗi lần điều khiển được khớp 1,2,3 và 4,5,6.

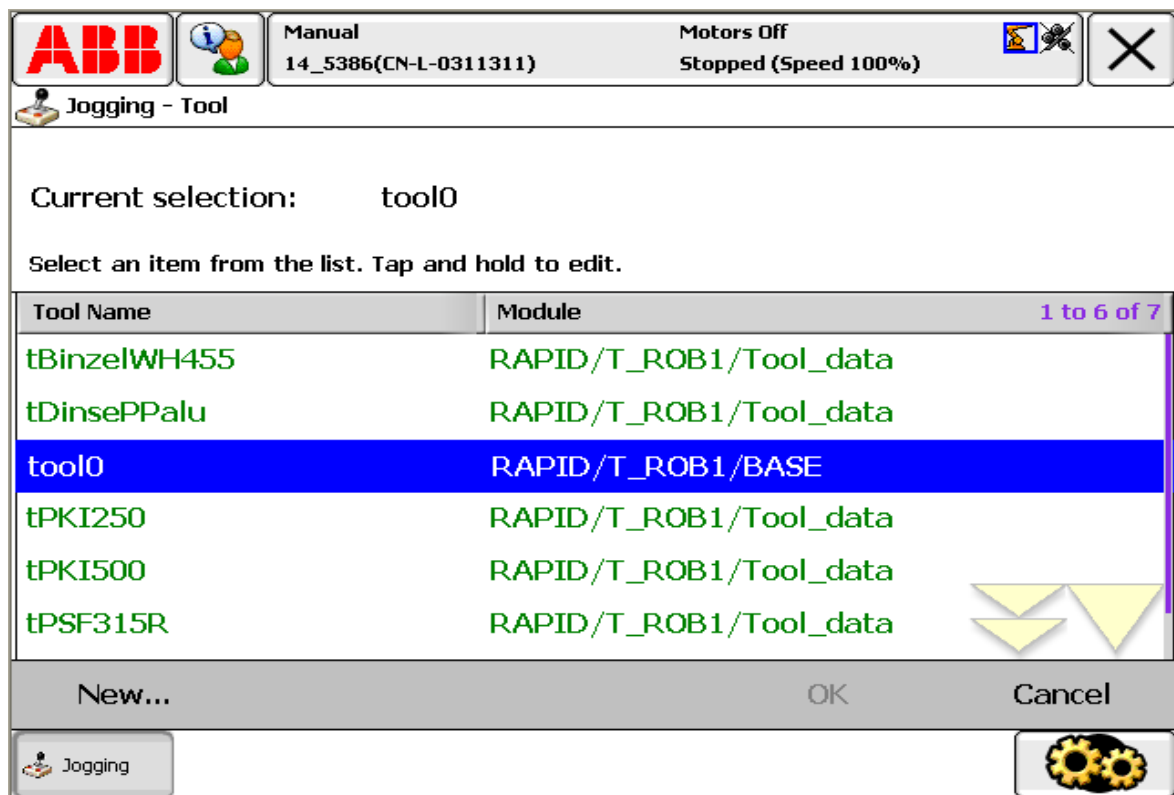


Hình 3.11 Giao diện điều khiển quay theo các khớp

Điều chỉnh robot xoay theo 6 khớp như chỉ dẫn trên màn hình.

4.2. Điều khiển xoay theo dụng cụ làm việc:

Trong giao diện màn hình làm việc. Chọn dụng cụ cần thao tác.



Hình 3.12 Lựa chọn dụng cụ trên màn hình

Có hai chế độ dịch chuyển cho dụng cụ:

Thẳng: Robot di chuyển thẳng trong không gian, phụ thuộc vào hệ tọa độ đã chọn.

Xoay: Sự xoay đổi hướng của công cụ. Sự định hướng của công cụ phụ thuộc vào hệ trục tọa độ đã chọn.

4.3. Điều khiển tổng hợp:

Theo yêu cầu của giáo viên hướng dẫn, học sinh sẽ kết hợp điều khiển robot thực tế dịch chuyển theo các khớp hoặc dịch chuyển theo dụng cụ.



Hình 3.13 Bộ mô hình robot ABB IRB 120 trong thực hành

CÂU HỎI ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP BÀI 3:

Câu 1: Trình bày các chuyển động cơ bản trong robot?

Câu 2: Trình bày các kết cấu điển hình của robot trong công nghiệp?

Câu 3: Điều khiển cánh tay robot ABB quay theo các trục và quay theo dụng cụ làm việc.

BÀI 4

PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA ROBOT

Mã bài : MD30 – 4

Giới thiệu:

Để tìm hiểu và tính toán về robot thì người học cần nắm rõ những kiến thức, phương trình động học, động lực học liên quan đến robot.

Mục tiêu:

- Trình bày được phương trình động học thuận và động học nghịch của robot.
- Giải được hệ phương trình động học của robot.
- Trình bày được phương trình động lực học của robot.
- Mô phỏng các phương trình trên máy tính chính xác.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung chính:

1. Phương trình động học thuận:

1.1. Dẫn nhập:

Bất kỳ một robot nào cũng có thể coi là một tập hợp các khâu (links) gắn liền với các khớp (joints). Ta hãy đặt trên mỗi khớp của robot một hệ tọa độ. Sử dụng các phép biến đổi một cách thuận nhất có thể mô tả vị trí tương đối và hướng giữa của hệ tọa độ này. DENAVIT.J đã gọi biến đổi thuận nhất mô tả quan hệ giữa một khâu và một khâu kế tiếp là một ma trận A. Nói đơn giản hơn, một ma trận A là một mô tả biến đổi thuận nhất bởi phép tịnh tiến tương đối giữa hệ tọa độ của hai khâu liền nhau. A_1 mô tả vị trí và hướng của khâu đầu tiên; A_2 mô tả vị trí và hướng của khâu thứ hai so với khâu thứ nhất. Như vậy vị trí và hướng của khâu thứ hai so với hệ tọa độ gốc được biểu diễn bởi ma trận:

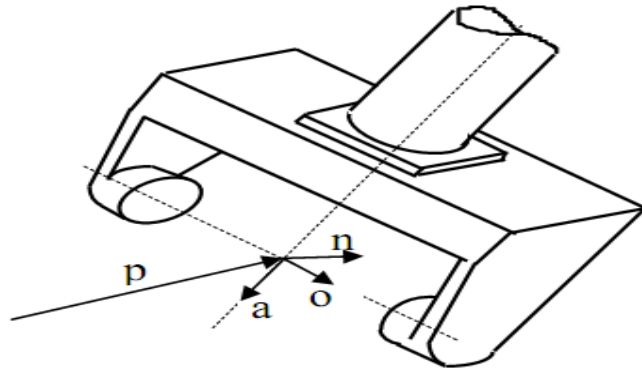
$$T_1 = A_1.A_2$$

Cũng như vậy, A_3 mô tả khâu thứ ba so với khâu thứ hai và:

$$T_3 = A_1.A_2.A_3; \text{ vv...}$$

Cũng theo Denavit, tích của các ma trận A được gọi là ma trận T, thường có hai chỉ số: trên và dưới. Chỉ số trên chỉ hệ tọa độ tham chiếu tới, bỏ qua chỉ số trên nếu chỉ số đó bằng 0. Chỉ số dưới thường dùng để chỉ khâu chấp hành cuối. Nếu một robot có 6 khâu ta có:

$$T_6 = A_1.A_2.A_3.A_4.A_5.A_6$$



Hình 4.1 – Các vector định vị trí và định hướng của bàn tay máy

T_6 mô tả mối quan hệ về hướng và vị trí của khâu chấp hành cuối đối với hệ tọa độ gốc. Một robot 6 khâu có thể có 6 bậc tự do và có thể được định vị trí và định hướng trong trường vận động của nó (range of motion). Ba bậc tự do xác định hướng và vị trí và định hướng thuần túy và ba bậc tự do khác xác định hướng mong muốn. T_6 sẽ là ma trận trình bày cả hướng và vị trí của robot. Hình 4.1 mô tả quan hệ đó với bàn tay máy. Ta đặt gốc tọa độ của hệ mô tả tại điểm giữa của các ngón tay. Gốc tọa độ này được mô tả bởi vector p (xác định vị trí của bàn tay). Ba vector đơn vị mô tả hướng của bàn tay được xác định như sau:

- Vector có hướng mà theo đó bàn tay sẽ tiếp cận đến đối tượng, gọi là vector a (approach).
- Vector có hướng mà theo đó các ngón tay của bàn tay nắm vào nhau khi cầm nắm đối tượng, gọi là vector o (Occupation).
- Vector cuối cùng là vector pháp tuyến (normal), do vậy ta có:

$$\vec{n} = \vec{o} \times \vec{a}$$

Chuyển vị trí T_6 như vậy sẽ bao gồm các phần tử :

$$T_6 = \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & p_x \\ n_y & O_y & a_y & p_y \\ n_z & O_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tổng quát, ma trận T_6 có thể biểu diễn gọn như sau:

$$T_6 = \left[\begin{array}{ccc|c} \text{Ma trận định hướng R} & & & \text{Vector vị trí p} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

Ma trận R có kích thước 3×3 , là ma trận trực giao biểu diễn hướng của bàn kẹp (khâu chấp hành cuối) đối với hệ tọa độ cơ bản. Việc xác định hướng của khâu chấp hành cuối còn có thể thực hiện theo phép quay Euler hay phép quay Roll, Pitch, Yaw.

Vectơ điểm p có kích thước 3x1, biểu diễn mối quan hệ tọa độ vị trí của gốc tọa độ gắn trên khâu chấp hành cuối đối với hệ tọa độ cơ bản.

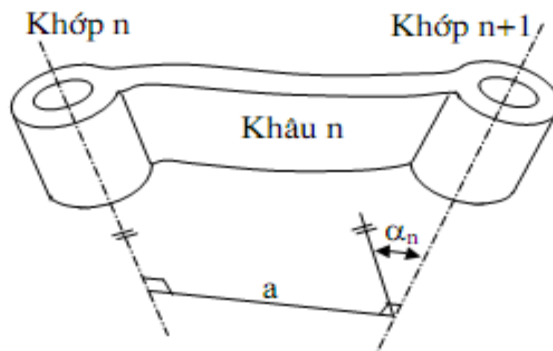
1.2. Bộ thông số Debavit – Hartnberg (DH) và bài toán ứng dụng:

Một robot nhiều khâu cấu thành từ các khâu nối tiếp nhau thông qua các khớp động. Góc chuẩn (Base) của một robot là khâu số 0 và không tính vào số các khâu. Khâu 1 nối với khâu chuẩn bởi khớp 1 và không có khớp ở đầu mút của khâu cuối cùng. Bất kỳ khâu nào cũng được đặc trưng bởi hai kích thước :

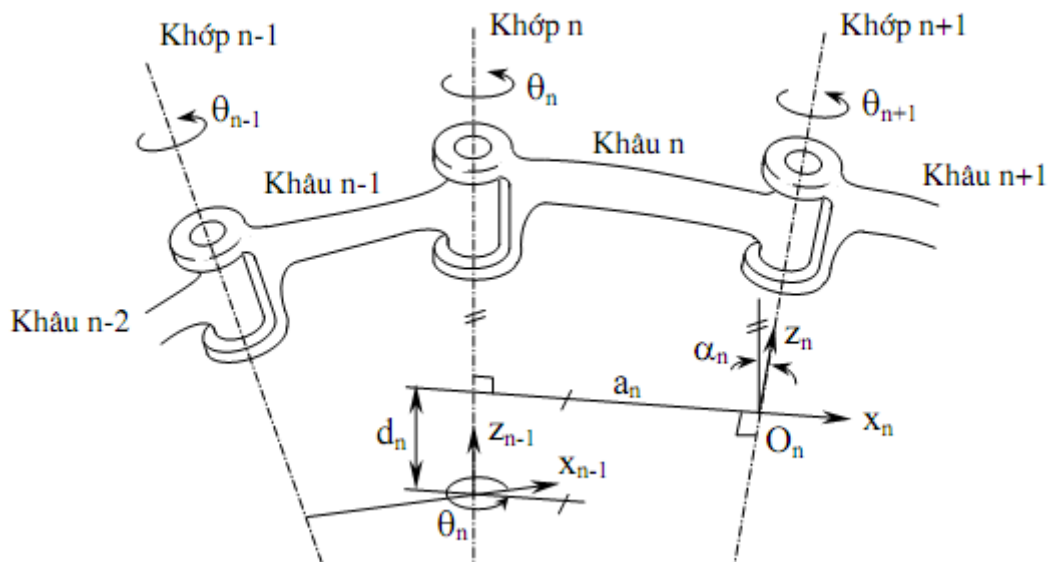
Độ dài pháp tuyến chung: a_n

Góc giữa các trục trong mặt phẳng vuông góc với a_n : α_n .

Thông thường, người ta gọi a_n là chiều dài và α_n là góc xoắn của khâu (Hình 4.2). Phổ biến là hai khâu liên kết với nhau ở chính trục của khớp (Hình 4.3).



Hình 4.2 – Chiều dài và góc xoắn của 1 khâu.



Hình 4.3 – Các thông số của khâu : θ , d , a và α

Mỗi trục sẽ có hai pháp tuyến với nó, mỗi pháp tuyến dùng cho mỗi khâu (trước và sau một khớp). Vị trí tương đối của hai khâu liên kết như thế được xác định bởi d_n là khoảng cách giữa các pháp tuyến đo dọc theo trục khớp n và θ_n là góc giữa các pháp tuyến đo trong mặt phẳng vuông góc với trục.

d_n và θ_n thường được gọi là khoảng cách và góc giữa các khâu.

Để mô tả mối quan hệ giữa các khâu ta gắn vào mỗi khâu một hệ tọa độ. Nguyên tắc chung để gắn hệ tọa độ lên các khâu như sau:

Gốc của hệ tọa độ gắn lên khâu thứ n đặt tại giao điểm của pháp tuyến a_n với trục khớp thứ $n+1$. Trường hợp hai trục khớp cắt nhau, gốc tọa độ sẽ đặt tại chính điểm cắt đó. Nếu các khớp song song với nhau, gốc tọa độ được chọn trên khớp của khâu kế tiếp, tại điểm thích hợp.

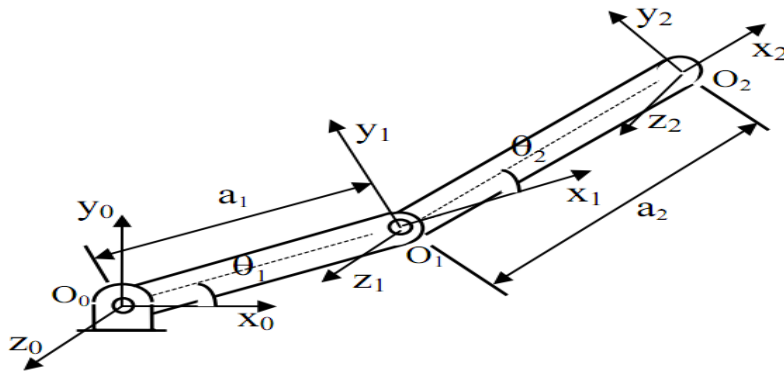
Trục z của hệ tọa độ gắn lên khâu thứ n đặt dọc theo trục khớp thứ $n+1$.

Trong trường hợp các trục khớp cắt nhau thì trục x chọn theo tích vector $\bar{z}_n \times \bar{z}_{n-1}$.

Trường hợp khớp quay thì θ_n là các biến khớp, trong trường hợp khớp tịnh tiến thì d_n là biến khớp và a_n bằng 0.

Các thông số a_n , α_n , d_n , và θ_n được gọi là bộ thông số DH.

Ví dụ 1: Xét một tay máy có hai khâu phẳng như hình 4.4:



Hình 4.4 – Tay máy có hai khâu phẳng (vị trí bất kỳ).

Ta gắn các hệ tọa độ lên các khâu như hình vẽ: trục z_0 , z_1 và z_2 vuông góc với tờ giấy.

Hệ tọa độ cơ sở là $O_0x_0y_0z_0$, chiều của x_0 hướng từ O_0 và đến O_1 . Sau khi thiết lập hệ tọa độ cơ sở, hệ tọa độ $O_1x_1y_1z_1$ có hướng như hình vẽ, O_1 đặt tại tâm trục khớp 2. Hệ tọa độ $O_2x_2y_2z_2$ có gốc O_2 đặt tại điểm cuối của khâu 2.

Bảng thông số Denavit-hartenbert của tay máy này như sau:

Khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	0	a_1	0
2	θ_2^*	0	a_2	0

Trong đó θ_i là các biến khớp (dùng dấu * để ký hiệu các biến khớp).

1.3. Đặc trưng của các ma trận A và bài toán ứng dụng:

Trên cơ sở các hệ tọa độ đã ấn định cho tất cả các khâu liên kết của robot, ta có thể thiết lập mối quan hệ giữa các hệ tọa độ nối tiếp nhau $(n-1)$, (n) bởi các phép quay tịnh tiến sau đây :

Quay quanh z_{n-1} một góc θ_n

Tịnh tiến dọc theo z_{n-1} một khoảng d_n

Tịnh tiến dọc theo $x_{n-1} = x_n$ một đoạn a_n

Quay quanh x_n một góc xoắn α_n

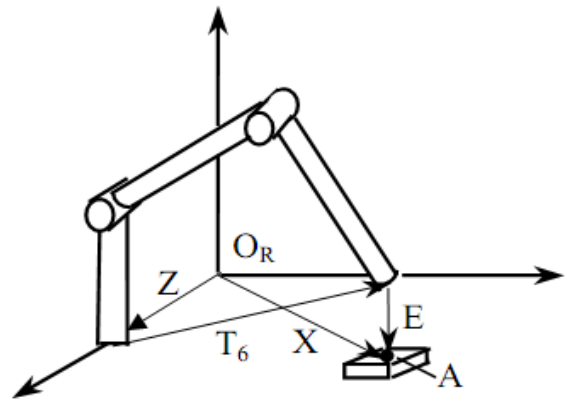
1.4. Xác định T₆ theo các ma trận A_n và bài toán ứng dụng:

Ta đã biết: $T_6 = A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6$

Trong đó T₆ được miêu tả trong hệ tọa độ gốc (hệ tọa độ gắn với các khâu cơ bản, cố định của robot). Nếu mô tả T₆ theo các hệ tọa độ trung gian thứ n-1 thì:

$${}^{n-1}T_6 = \prod_{i=n}^6 A_i$$

Trong trường hợp tổng quát, khi xét quan hệ của robot với các thiết bị khác, nếu hệ tọa độ cơ bản của robot có liên hệ với một hệ tọa độ nào đó bởi phép biến đổi Z, khâu chấp hành cuối lại có gắn một công cụ, có quan hệ cụ thể bởi phép biến đổi E (hình 4.6) thì vị trí và hướng của điểm cuối của công cụ, khảo sát hệ ở hệ tọa độ tham chiếu mô tả bởi X sẽ được xác định bởi: $X = ZT_6E$



Hình 4.6 – Vật thể và robot

1.5. Trình tự thiết lập hệ phương trình động học của robot:

Để thiết lập phương trình động học của robot, ta tiến hành theo các bước sau:

Chọn hệ tọa độ cơ sở, gắn các hệ tọa độ mở rộng lên các khâu.

Việc gắn hệ tọa độ lên các khâu đóng vai trò rất quan trọng khi xác lập hệ phương trình động học của robot, thông thường đây cũng là bước khó nhất. Trong thực tế, các trục khớp của robot thường song song hoặc vuông góc với nhau, đồng thời thông qua các phép biến đổi của ma trận A ta có thể xác định các hệ tọa độ gắn trên các khâu của robot theo trình tự sau:

Giả định một vị trí ban đầu (Home position) của robot.

Chọn gốc tọa độ $O_0, O_1, \dots$

Các trục Z_n phải chọn cùng phương với trục khớp thứ $n+1$.

Chọn trục X_n là trục quay của Z_n thành Z_{n+1} và góc của Z_n với Z_{n+1} chính là α_{n+1} . Nếu Z_n và Z_{n+1} song song hoặc trùng nhau thì ta có thể căn cứ nguyên tắc chung hay chọn X_n theo X_{n+1} .

Các hệ tọa độ Oxyz phải tuân theo qui tắc bàn tay phải.

Khi gán hệ tọa độ lên các khâu, phải tuân theo các phép biến đổi của ma trận A_n . Đó là bốn phép biến đổi: $A_n = \text{Rot}(z, \theta) \text{Trans}(0, 0, d) \text{Trans}(a, 0, 0) \text{Rot}(x, \alpha)$. Nghĩa là ta coi hệ tọa độ thứ $n+1$ là biến đổi của hệ tọa độ thứ n ; các phép quay và tịnh tiến của biến đổi này phải là trong các phép biến đổi của A_n , các thông số DH cũng được xác định dựa vào các phép biến đổi này. Trong quá trình gán hệ tọa độ lên các khâu, nếu xuất hiện phép quay của trục Z_n đối với Z_{n+1} quanh trục y_{n-1} thì vị trí ban đầu của robot đã giả định là không đúng, ta cần chọn lại vị trí ban đầu khác cho robot.

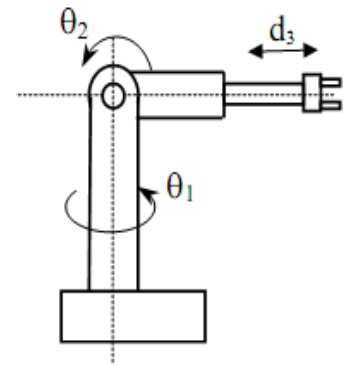
Lập bảng thông số DH (Denavit-Hartenberg)

Dưa vào các thông số DH xác định các ma trận A_n

Tính các ma trận T và viết các phương trình động học của robot

Ví dụ sau đây trình bày chi tiết của các bước khi thiết lập hệ phương trình động học của robot:

Cho một robot có ba khâu, cấu hình như RRT như hình 4.7. Hãy thiết lập hệ phương trình động học của robot.

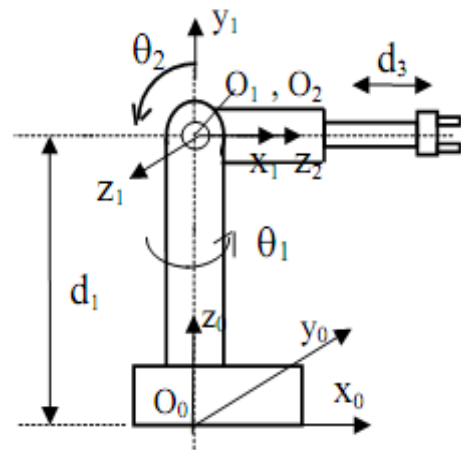


Hình 4.7 – Robot RRT

B1 – Gán hệ tọa độ lên các khâu:

Ta giả định vị trí ban đầu và chọn gốc tọa độ O_0 của robot như hình 4.8. Các trục z đặt cùng phương với các trục khớp.

Ta thấy trục z_1 đã quay tương đối một góc 90° so với trục z_0 , đây chính là phép quay quanh trục x_0 một góc α_1 (phép biến đổi $\text{Rot}(x_0, \alpha_1)$ trong biểu thức tính A_n). Nghĩa là trục x_0 vuông góc với z_0 và z_1 . Ta chọn chiều của x_0 từ trái sang phải thì góc quay $\alpha_1 = 90^\circ$ (chiều dương ngược chiều kim đồng hồ). Đồng thời ta cũng thấy góc O_1 đã tịnh tiến một đoạn dọc theo z_0 , so với O_0 , đó chính là phép biến đổi $\text{Trans}(0, 0, d_1)$ (tịnh tiến dọc theo z_0 một đoạn d_1); các trục y_0 và y_1 xác định theo quy tắc bàn tay phải (Hình 4.8).



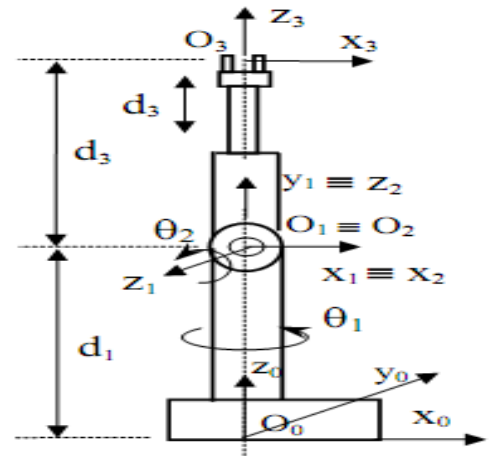
Hình 4.8 Gán các hệ tọa độ O_0 và O_1

Tiếp tục chọn gốc tọa độ O_2 đặt trùng với O_1 vì trục khớp thứ ba và trục khớp thứ hai cắt nhau tại O_1 (như hình 4.9). trục z_2 cùng phương với trục khớp thứ ba, tức là đã quay đi một góc 90° so với z_1 quanh trục y_1 ; phép biến đổi này không có trong biểu thức tính A_n nên không dùng được, ta cần chọn lại vị trí ban đầu của robot (thay đổi vị trí của khâu thứ 3) như hình 4.9.

Theo hình 4.9, O_2 vẫn được đặt trùng với O_1 , trục z_2 có phương thẳng đứng, nghĩa là ta đã quay trục z_1 thành z_2 quanh trục x_1 một góc -90° (tức là $\alpha_2 = -90^\circ$).

Đầu cuối của khâu thứ 3 không có khớp, ta đặt O_3 tại điểm giữa của các ngón tay, và trục z_3, x_3 chọn như hình vẽ, như vậy ta đã tịnh tiến gốc tọa độ dọc theo z_2 một đoạn d_3 (Phép biến đổi $\text{Trans}(0,0,d_3)$), vì đây là khâu tịnh tiến nên d_3 là biến.

Như vậy việc gán các hệ tọa độ lên các khâu của robot đã hoàn thành. Thông qua các tích phân tích trên đây ta có thể xác định được các thông số DH của robot.



Hình 4.9 Hệ tọa độ gán lên các khâu

B2 – Lập bảng thông số DH:

Khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	90	0	d_1
2	θ_2^*	-90	0	0
3	0	0	0	d_3^*

B3 – Xác định các ma trận A:

Ma trận A_n có dạng:

$$A_n = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \cos\alpha & \sin\theta \sin\alpha & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta \cos\alpha & -\cos\theta \sin\alpha & 0 \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

B4 – Tính các ma trận biến đổi thuần nhất T:

- Ma trận ${}^2T_3 = A_3$
- Ma trận ${}^1T_3 = A_2 \cdot {}^2T_3$

$${}^1T_3 = \begin{pmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & -S_2 \cdot d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2 \cdot d_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Ma trận $T_3 = A_1 \cdot {}^1T_3$

$$T_3 = \begin{pmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & -S_2 \cdot d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2 \cdot d_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} C_1 C_2 & -S_1 & -C_1 S_2 & -C_1 S_2 d_3 \\ S_1 d_2 & C_1 & -S_1 S_2 & -S_1 S_2 d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2 d_3 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Ta có hệ phương trình động học của robot như sau :

$$\begin{array}{lll} n_x = C_1 C_2; & n_y = S_1 C_2; & n_z = S_2 \\ O_x = -S_1; & O_y = C_1; & O_z = 0; \\ a_x = -C_1 S_2; & a_y = -S_1 S_2; & a_z = C_2; \\ p_x = -C_1 S_2 d_3 & p_y = -S_1 S_2 d_3 & p_z = C_2 d_3 + d_1; \end{array}$$

(Ta có thể sơ bộ kiểm tra kết quả tính toán bằng cách dựa vào tọa độ vị trí p_x , p_y , p_z đã tính so với cách tính hình học trên hình vẽ).

2. Phương trình động học ngược:

Việc giải bài toán động học ngược của robot cần thỏa mãn các điều kiện sau:

Điều kiện tồn tại nghiệm:

Điều kiện này nhằm khẳng định: Có ít nhất một tập nghiệm $(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_6 d_i^*)$ sao cho robot có hình thể cho trước.

(“Hình thể” là khái niệm mô tả tường minh của vector cuối T6 cả về vị trí và hướng).

Điều kiện duy nhất của tập nghiệm:

Trong khi xác định các tập nghiệm cần phân biệt rõ hai loại nghiệm :

Nghiệm toán (Mathematical Solution): Các nghiệm này thỏa mãn các phương trình cho trước của T6.

Nghiệm vật lý (Physical Solution): là các tập con của nghiệm toán, phụ thuộc vào các giới hạn vật lý (giới hạn về góc quay, kích thước ...) nhằm xác định tập nghiệm duy nhất.

Việc giải hệ phương trình động học có thể được tiến hành theo hai phương pháp cơ bản sau:

Phương pháp giải tích (Analytical Method): Tìm ra các công thức hay các phương trình toán giải tích biểu thị quan hệ giữa các giá trị của không gian biến trục và các thông số khác của bộ thông số DH.

Phương pháp số (Numerical Method): Tìm ra các giá trị của tập nghiệm bằng kết quả của một quá trình lặp.

3. Giải hệ phương trình động học của robot

3.1. Lời giải của phép biến đổi Euler và bài toán ứng dụng:

Phương trình Euler mô tả hướng của khâu chấp hành cuối:

$$\text{Euler}(\Phi, \theta, \psi) = \text{Rot}(z, \Phi) \text{Rot}(y, \theta) \text{Rot}(z, \psi)$$

Ta có:

$$\begin{pmatrix} \cos\Phi\cos\theta\cos\psi - \sin\Phi\sin\psi & -\cos\Phi\cos\theta\sin\psi - \sin\Phi\cos\psi & \cos\Phi\sin\theta & 0 \\ \sin\Phi\cos\theta\cos\psi + \cos\Phi\sin\psi & -\sin\Phi\cos\theta\sin\psi + \cos\Phi\cos\psi & \sin\Phi\sin\theta & 0 \\ -\sin\theta\cos\psi & \sin\theta\sin\psi & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} n_x & O_x & a_x & p_x \\ n_y & O_y & a_y & p_y \\ n_z & O_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Lần lượt cho cân bằng các phần tử tương ứng của hai ma trận trong phương trình trên ta có các phương trình sau:

$$n_x = \cos\Phi\cos\theta\cos\psi - \sin\Phi\sin\psi$$

$$n_y = \sin\Phi\cos\theta\cos\psi + \cos\Phi\sin\psi$$

$$n_z = -\sin\theta\cos\psi$$

$$O_x = -\cos\Phi\cos\theta\sin\psi - \sin\Phi\cos\psi$$

$$O_y = -\sin\Phi\cos\theta\sin\psi + \cos\Phi\cos\psi$$

$$O_z = \sin\theta\sin\psi$$

$$a_x = \cos\Phi\sin\theta$$

$$a_y = \sin\Phi\sin\theta$$

$$a_z = \cos\theta$$

3.2. Lời giải của phép biến đổi Roll – Pitch – Yaw và bài toán ứng dụng:

Phép biến đổi Roll, Pitch và Yaw được đã được định nghĩa:

$$\text{RPY}(\Phi, \theta, \psi) = \text{Rot}(z, \Phi) \text{Rot}(y, \theta) \text{Rot}(x, \psi)$$

Việc giải phương trình: $T_6 = \text{RPY}(\Phi, \theta, \psi)$ sẽ xác định được các góc Φ , θ và ψ .

Cách giải được tiến hành tương tự như khi thực hiện lời giải cho phép quay Euler. Nhân T_6 với ma trận nghịch đảo $\text{Rot}(z, \Phi)^{-1}$, ta có:

$$\text{Rot}(z, \Phi)^{-1} T_6 = \text{Rot}(y, \theta) \text{Rot}(x, \psi)$$

4. Động lực học của robot:

4.1. Cơ học Lagrange với các vấn đề động lực của Robot:

Hàm Lagrange của một hệ thống năng lượng được định nghĩa:

$$L = K - P$$

Trong đó:

K là tổng động năng của hệ thống

P là tổng thế năng

K và P đều là những đại lượng vô hướng nên có thể chọn bất cứ hệ tọa độ thích hợp nào để bài toán được đơn giản. Đối với một robot có n khâu ta có:

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \quad \text{và} \quad P = \sum_{i=1}^n P_i$$

Ở đây, K_i và P_i là động năng và thế năng của khâu thứ i xét trong hệ tọa độ chọn. Ta biết mỗi đại lượng K_i và P_i là một hàm số phụ thuộc nhiều biến số:

$$K_i = K(q_i, \dot{q}_i) \quad \text{và} \quad P_i = P(q_i, \dot{q}_i)$$

Với q_i là tọa độ suy rộng của khớp thứ i . Nếu khớp thứ i là khớp quay thì q_i là góc quay θ_i , nếu là khớp tịnh tiến thì q_i là độ dài tịnh tiến d_i .

Ta định nghĩa: Lực tác dụng lên khâu thứ i ($i = 1, 2, \dots, n$) với quan niệm là lực tổng quát (Generalized forces), nó có thể là một lực hoặc một momen (phụ thuộc vào biến khớp q là tịnh tiến hoặc quay), được xác định bởi:

$$F_i = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i}$$

Phương trình này được gọi là phương trình Lagrange - Euler, hay thường được gọi tắt là phương trình Lagrange.

4.2. Hàm Lagrange và lực tổng quát:

Áp dụng hàm Lagrange cho ví dụ trên, ta có:

$$L = (K_1 + K_2) - (P_1 + P_2)$$

$$L = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)d_1^2\dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2}m_2d_2^2(\dot{\theta}_1^2 + 2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2 + \dot{\theta}_2^2) + m_2d_1d_2\cos\theta_2(\dot{\theta}_1^2 + \dot{\theta}_1\dot{\theta}_2) + (m_1 + m_2)gd_1\cos\theta_1 + m_2gd_2\cos(\theta_1 + \theta_2)$$

Khi tính lực tổng quát, các biến của hệ: $q_1 = \theta_1$ và $q_2 = \theta_2$

Đối với khâu 1:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} = \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1} = (m_1 + m_2)d_1^2\dot{\theta}_1 + m_2d_2^2(\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) + 2m_2d_1d_2\cos\theta_2\dot{\theta}_1 + m_2d_1d_2\cos\theta_2\dot{\theta}_2$$

4.3. Phương trình động lực học:

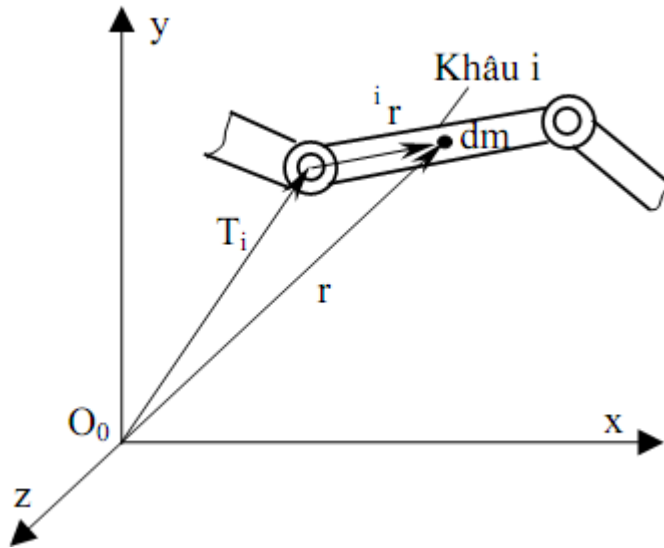
Xét khâu thứ i của một robot có n khâu. Tính lực tổng quát F_i của khâu thứ i với khối lượng vi phân của nó là dm . Lực tổng quát F_i đóng vai trò rất quan trọng khi xây dựng sơ đồ khối để thiết lập hàm điều khiển cho robot có n bậc tự do.

Vận tốc của một điểm trên robot:

Một điểm trên khâu thứ i được mô tả trong hệ tọa độ cơ bản là:

$$r = T_i \cdot {}^i r$$

Trong đó: ${}^i r$ là tọa độ của điểm xét đối với khâu thứ i , ${}^i r$ không thay đổi theo thời gian. T_i là ma trận chuyển đổi từ khâu thứ i về hệ tọa độ gốc: $T_i = A_1 A_2 \dots A_i$. Như vậy r là một hàm của thời gian t .



Hình 4.10 – Khảo sát tốc độ của vi khối lượng dm

Tính động năng của vi khối lượng dm :

Ký hiệu K_i là động năng của khâu thứ i , dK_i là động năng của vi khối lượng dm đặt tại vị trí ${}^i r$ trên khâu thứ i .

$$\begin{aligned} dK_i &= \frac{1}{2} \text{Tr} \left[\sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i \frac{\partial T_i}{\partial q_j} {}^i r {}^i r^T \cdot \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \dot{q}_j \dot{q}_k \right] dm \\ &= \frac{1}{2} \text{Tr} \left[\sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i \frac{\partial T_i}{\partial q_j} ({}^i r \cdot dm \cdot {}^i r^T) \cdot \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \dot{q}_j \dot{q}_k \right] \end{aligned}$$

Và do đó, động năng của khâu thứ i sẽ là:

$$K_i = \int_{\text{Khâu } i} dK = \frac{1}{2} \text{Tr} \left[\sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i \frac{\partial T_i}{\partial q_j} \left(\int_{\text{Khâu } i} {}^i r \cdot {}^i r^T dm \right) \cdot \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \dot{q}_j \dot{q}_k \right]$$

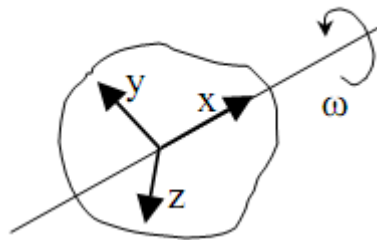
Đặt ma trận giả quán tính:

$$J_i = \int_{\text{Khối}} \mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_i^T dm$$

Ý nghĩa "giả quán tính" được sử dụng vì khi thiết lập đầy đủ các phần tử của ma trận J_i ta có thể liên hệ với các khái niệm "mômen quán tính độc cực" và trình bày các phần tử của J_i giống như các phần tử của mômen quán tính độc cực. Ta xét mối quan hệ này như sau:

Theo như định nghĩa ta có:

$$J_i = \int_{\text{Khối}} \mathbf{r}_i \cdot \mathbf{r}_i^T dm = J_i = \begin{bmatrix} \int x^2 dm & \int x^i y dm & \int x^i z dm & \int x dm \\ \int x^i y dm & \int y^2 dm & \int y^i z dm & \int y dm \\ \int x^i z dm & \int y^i z dm & \int z^2 dm & \int z dm \\ \int x dm & \int y dm & \int z dm & \int dm \end{bmatrix}$$



Hình 4.11 – Mô men quán tính độc cực

Bây giờ ta nhắc lại mô men quán tính cực độc của một vật thể bất kỳ như hình 4.11.

Theo định nghĩa ta có:

$$I_{xx} = \int (y^2 + z^2) dm$$

$$I_{yy} = \int (x^2 + z^2) dm$$

$$I_{zz} = \int (x^2 + y^2) dm$$

Đổi chiều với ma trận giả quán tính J_i , ta có thể trình bày J_i như sau:

$$j_i = \begin{bmatrix} \frac{-I_{xx} + I_{yy} + I_{zz}}{2} & I_{yx} & I_{zx} & mx \\ I_{xy} & \frac{I_{xx} - I_{yy} + I_{zz}}{2} & I_{zy} & my \\ I_{yz} & I_{yz} & \frac{I_{xx} + I_{yy} - I_{zz}}{2} & mz \\ mx & my & mz & m \end{bmatrix}$$

Như vậy ý nghĩa của biểu trưng J_i đã rõ.

Vậy ta có:

$$K_i = \frac{1}{2} Tr \left[\sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i \frac{\partial T_i}{\partial q_j} J_i \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \dot{q}_j \dot{q}_k \right]$$

Cuối cùng, động năng của một robot có n khâu được tính:

$$K = \sum_{i=1}^n K_i$$

Thế năng của robot:

Thế năng của khâu thứ i có khối lượng m_i , trọng tâm được xác định bởi vector r_i (vector biểu diễn trọng tâm của khâu i trong hệ tọa độ cơ bản) là:

$$P_i = -m_i \cdot g \cdot r_i = -m_i \cdot g \cdot T_i^T r_i$$

Trong đó, vector gia tốc trọng trường g được biểu diễn dưới dạng một ma trận cột:

$$g = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -9,8 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Thế năng của toàn cơ cấu robot n khâu động sẽ là:

$$P = -\sum_{i=1}^n m_i g T_i^T r_i$$

Hàm Lagrange:

Sau khi xác định động năng và thế năng của toàn cơ cấu, ta có hàm Lagrange của robot có n bậc tự do:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i Trace \left(\frac{\partial T_i}{\partial q_j} J_i \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \right) \dot{q}_j \dot{q}_k + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n m_i g T_i^T r_i$$

Chúng ta chú ý rằng, trong hàm Lagrange vẫn chưa đề cập đến ảnh hưởng của nguồn truyền động (gồm các phần tĩnh (stator) và phần động (Rotor) của động cơ điện).

Phương trình động lực học của robot:

Ta đã biết lực tổng quát đặt lên khâu thứ i của robot có n khâu (phương trình Lagrange – Euler):

$$F_i = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i}$$

Sau khi thiết lập hàm Lagrange, với $p = 1 \dots n$, ta tính được:

(p là chỉ số lần lượt lấy theo j và k)

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_p} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^i Tr \left(\frac{\partial T_i}{\partial q_p} J_i \frac{\partial T_i^T}{\partial q_k} \right) \dot{q}_k + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i Tr \left(\frac{\partial T_i}{\partial q_j} J_i \frac{\partial T_i^T}{\partial q_p} \right) \dot{q}_j$$

Cuối cùng, ta có lực tổng quát của khâu p :

$$F_p = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_p} - \frac{\partial L}{\partial q_p}$$

Để cho gọn, ta biểu diễn:

$$F = J(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q)$$

Trong đó:

- J thể hiện tác dụng của quán tính, là một ma trận đối xứng ($n \times n$)
- C thể hiện tác dụng của lực ly tâm và Coriolis, là một vectơ ($n \times 1$)
- G thể hiện tác dụng của lực trọng trường, cũng là một vectơ ($n \times 1$).
- Đây là phương trình động lực học của robot.

Nếu thêm vào phương trình trên các tác dụng khác như: F_{EX} đặc trưng cho các ngoại lực tác dụng lên trục, V đặc trưng cho hiệu ứng ma sát, ta có:

$$F = J(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) + V(\dot{q}) + F_{EX}$$

5. Mô phỏng trên máy tính

Ứng dụng cái phép tính toán đã học, giải các hệ phương trình động học trên máy tính.

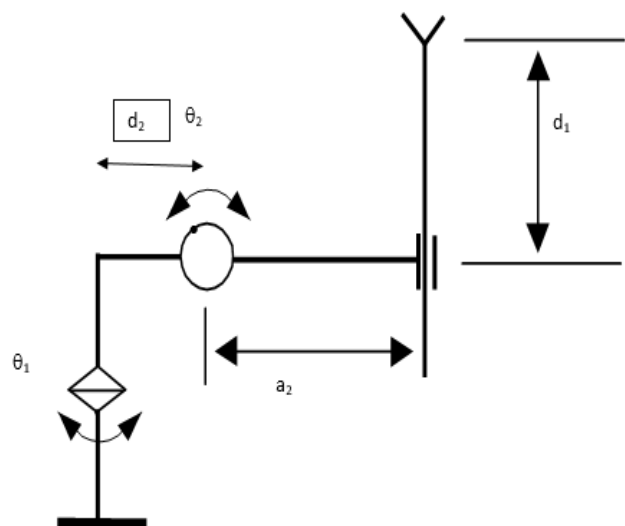
CÂU HỎI ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP BÀI 4:

Câu 1: Cho robot có cấu hình như hình vẽ 4.12 : $a_2=0,3m$.

- Xây dựng hệ tọa độ cho các khâu.
- Xác định bảng thông số DH cho hệ thống.

Xác định vị trí của tay robot trong hệ tọa độ gốc khi $\theta_1=30^\circ$; $\theta_2=30^\circ$; $d_1=0,1m$; d_2 không đáng kể.

Hình 4.12



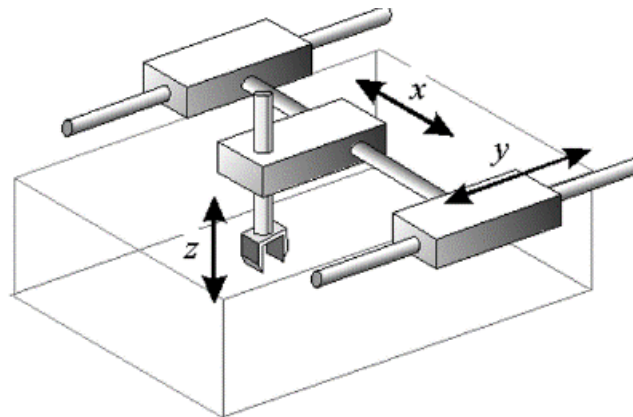
Câu 2: Cho bảng thông số DH, tìm ma trận A_1 , A_2 , A_3 , T_3 ?

Khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	90	0	d_1
2	θ_2^*	-90	0	0
3	0	0	0	d_3^*

Câu 3: Cho bảng thông số DH, tìm ma trận A_4 , A_5 , A_6 , 3T_6 ?

Khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	-90^0	0	0
2	θ_2^*	90^0	0	d_2
3	0	0	0	d_3^*
4	θ_4^*	-90^0	0	0
5	θ_5^*	90^0	0	0
6	θ_6^*	0	0	0

Câu 4: Cho robot như hình 4.13 hãy lập bảng thông số DH



Hình 4.13

BÀI 5

LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG ROBOT TRÊN PHẦN MỀM

Mã bài: MĐ30 – 5

Giới thiệu:

Để vận hành được robot, lập trình được cho robot thì người học cần trang bị những kiến thức liên quan đến việc lập trình và điều khiển robot, trong đó ngôn ngữ lập trình là một yếu tố rất quan trọng.

Mục tiêu:

- Cài đặt được phần mềm robot studio.
- Trình bày được giao diện phần mềm và chức năng các thanh công cụ.
- Tạo được chương trình mới.
- Tạo dụng cụ cho robot từ bản vẽ kỹ thuật.
- Lập trình cho robot di chuyển.
- Rèn luyện tính tỉ mỉ, chính xác, an toàn và vệ sinh công nghiệp

Nội dung chính:

1. Giới thiệu phần mềm Robot Studio:

Phần mềm RobotStudio là phần mềm do hãng robot ABB nghiên cứu và phát triển. Là sản phẩm lập trình offline hàng đầu trên thị trường. Phương pháp lập trình offline giúp giảm rủi ro bằng cách trực quan hóa, định hình các giải pháp và bố trí trước khi robot thực tế được lắp đặt, điều này tạo ra chất lượng sản phẩm cao hơn thông qua việc đưa ra các đường đi chính xác hơn.

Ưu điểm của phần mềm RobotStudio:

Dễ dàng sử dụng dữ liệu từ dạng CAD bao gồm: IGES, STEP, VRML, VDAFS, ACIS và CATIA. Bằng việc sử dụng các dữ liệu chính xác này, chuyên gia lập trình robot có thể đưa ra chương trình robot chính xác và có chất lượng cao.

Có thể tự động phát hiện và cảnh báo các chuyển động gần đến những vị trí tới hạn vì thế các đo lường này được sử dụng để tránh những trạng thái đó.

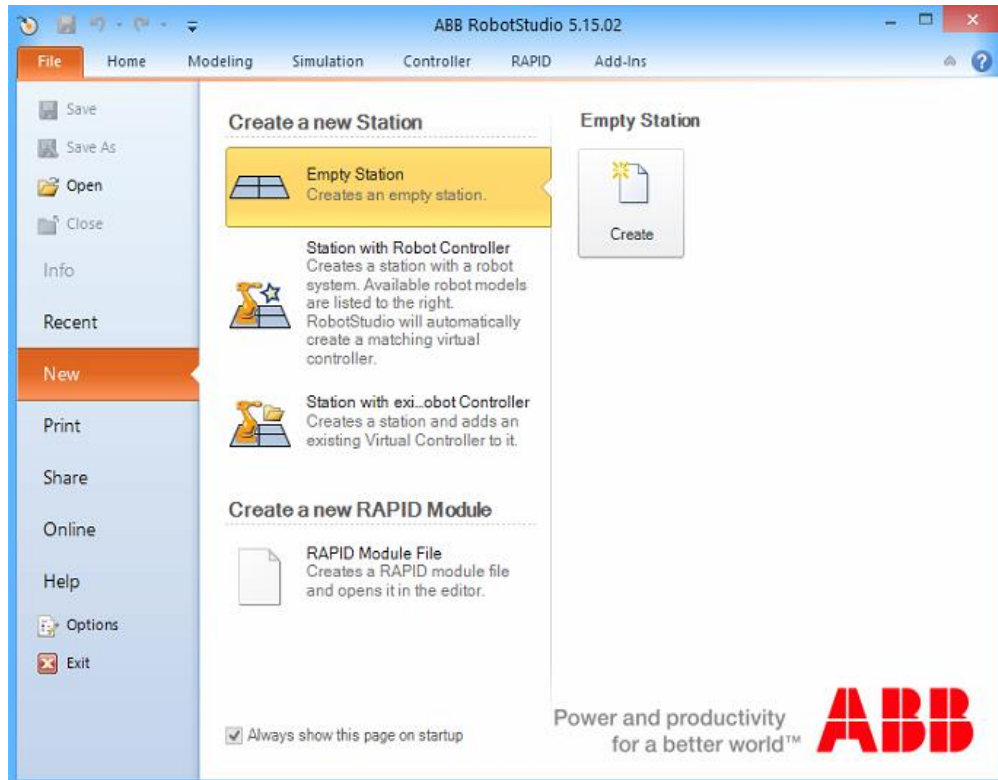
Có thể hoàn thiện tốc độ TCP, gia tốc, điểm tới hạn hoặc các trục để đạt chu kỳ hoạt động nhất định.

Chế độ MultiMove: Có thể vận hành một lúc nhiều robot ảo với sự hỗ trợ của MultiMove, công nghệ IRC5 mới giúp vận hành nhiều robot chỉ bằng một bộ điều khiển.

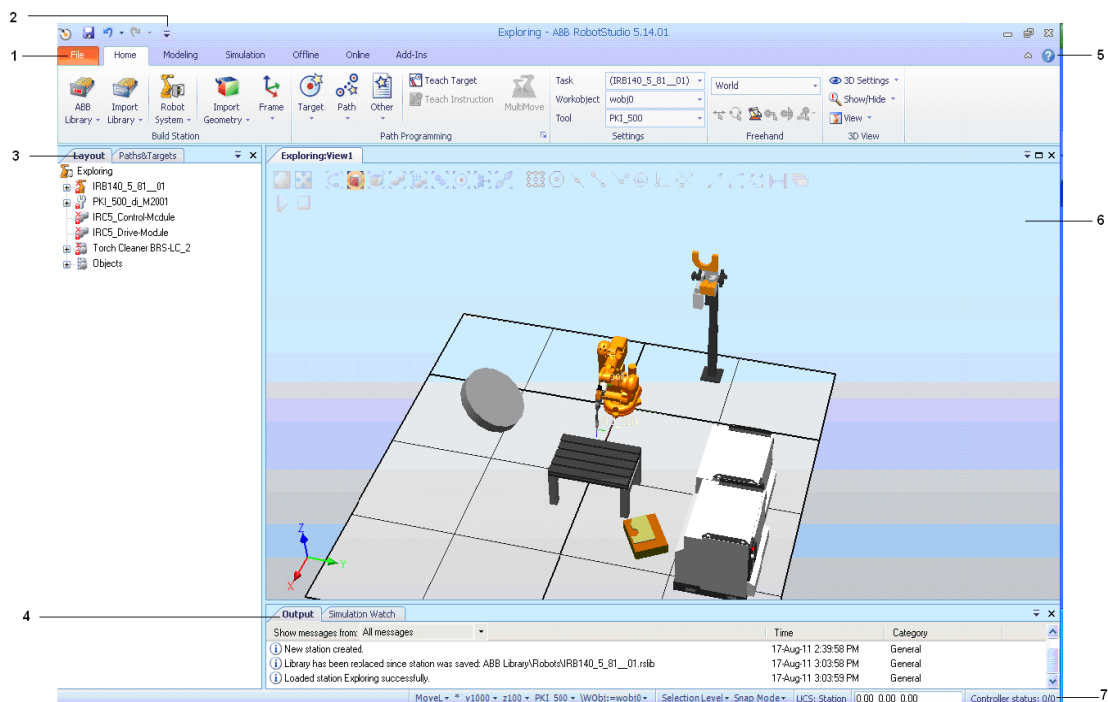
AutoPath: đây là một trong những đặc tính tiết kiệm thời gian của RobotStudio. Sử dụng mô hình CAD của thiết bị sẽ được gia công có thể tự xác định các vị trí robot theo một đường cong nhất định chỉ trong vài phút, nếu không việc này có thể sẽ mất nhiều giờ, thậm chí nhiều ngày để hoàn tất.

AutoReach: tự động phân tích khả năng với và có đặc tính hữu ích đó là giúp người sử dụng dễ dàng chuyển động robot hoặc chi tiết xung quanh cho đến khi tất cả các vị trí có thể với đến được. Điều này giúp kiểm chứng và tối ưu hóa việc bố trí trạm làm việc chỉ trong vài phút.

2. Giao diện và chức năng các thanh công cụ:



Hình 5.1 Giao diện bắt đầu của phần mềm



Hình 5.2 Giao diện làm việc của phần mềm.

Bảng 5.1 Các tab chức năng chính.

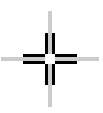
1	File	Danh mục những tính năng như Open, Save, Print v.v...
	Home	Xây dựng trạm, tạo hệ thống, đường dẫn chương trình, đặt các đề mục.
	Modeling	Tạo và nhóm các thành phần, tạo phần thân, phép đo và hoạt động CAD
	Simulation	Cài đặt, cấu hình, điều khiển, theo dõi, ghi chép các mô phỏng
	Offline	Đồng bộ hóa, cấu hình và nhiệm vụ chỉ định cho VIRTUAL CONTROLLER (mạch điều khiển ảo)
	Online	Quản lý mạch điều khiển thực
	Add-Ins	PowerPacs và VSTA
	Modify	Đây là một tab tùy thuộc theo ngữ cảnh, thẻ này chỉ hiện hữu khi một đối tượng được chọn. Nó liệt kê những lệnh đặc trưng cho loại đối tượng đó
2	<i>Thanh công cụ truy cập nhanh</i> Để truy cập nhanh tới những lệnh và những cài đặt thông dụng. Để thêm 1 mục vào thanh công cụ, nhấn chuột phải vào mục đó và chọn add to quick access toolbar hoặc nhấn vào mũi tên kế bên thanh công cụ và chọn customize commands	
3	<i>Trình duyệt Layout và Path&Target</i> Trình duyệt Layout thể hiện những mục vật lý của trạm như là robot và công cụ. Khi làm việc với các đối tượng, bạn có thể chọn chúng ở đây hay trong cửa sổ đồ họa. Trình duyệt Path&Target thể hiện dữ liệu chương trình như là các hệ điều khiển, dữ liệu công cụ, không gian làm việc và tọa độ mục tiêu.	
4	<i>Cửa sổ Output</i> Cửa sổ Output thể hiện những thông tin từ RobotStudio và hệ điều khiển ảo. Một số thông tin hoạt động: bạn có thể tìm thêm thông tin bằng cách nhấn vào chúng.	
5	<i>Danh mục RobotStudio Help</i>	
6	<i>Cửa sổ đồ họa</i> Cửa sổ đồ họa thể hiện những đối tượng làm việc trong trạm. Tại đây bạn chọn các đối tượng và các phần của đối tượng khi xây dựng và lập chương trình cho trạm. Biểu tượng cho cấp độ lựa chọn và chế độ	

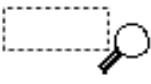
	bắt điểm được đặt bên trên của cửa sổ đồ họa. Để sử dụng đúng cấp độ lựa chọn và chế độ bắt điểm là những cài đặt hết sức quan trọng để làm việc thành công trong cửa sổ đồ họa.
7	<i>Thanh trạng thái</i> Là ô nằm bên phải thể hiện trạng thái của hệ điều khiển. Đèn xanh cho thấy hệ điều khiển đang hoạt động ở chế độ AUTO, màu vàng là ở MANUAL, màu đỏ là hệ chưa được khởi động đúng.

3. Các thao tác cơ bản với chuột:

Các thao tác trên phần mềm đa số được thực hiện bằng chuột, dưới đây sẽ cung cấp bảng hướng dẫn các thao tác cơ bản với chuột như: chọn đối tượng, xoay trạm, di chuyển trạm, phóng to hoặc thu nhỏ, phóng to khung được chọn. Ngoài việc sử dụng chuột, người sử dụng còn cần phải kết hợp với các nút chức năng như SHIFT hay CTRL để thực hiện được các thao tác trên. Các hướng dẫn cụ thể được mô tả trong bảng 5.2.

Bảng 5.2 Các thao tác cơ bản với chuột

	Dùng kết hợp phím và chuột	Mô tả
Chọn đối tượng 		Chỉ cần click chuột vào đối tượng để chọn, để chọn nhiều đối tượng, giữ phím Ctrl trong khi click vào những đối tượng mới.
Xoay station 	CTRL + SHIFT + 	Nhấn Ctrl+Shift+chuột trái khi kéo chuột để kéo chuột nhằm xoay station. Với loại chuột 3 nút, bạn có thể sử dụng nút trái và giữa thay vì kết hợp bàn phím.
Di chuyển trạm 	CTRL + 	Nhấn Ctrl và chuột trái khi kéo lên để di chuyển station.
Phóng to trạm 	CTRL + 	Nhấn Ctrl+chuột phải khi kéo giữ chuột qua trái để thu nhỏ, qua phải để phóng to đối với chuột có 3 nút, có thể sử dụng nút giữa thay cho sự kết hợp phím.
Phóng to theo khung chuột.	SHIFT + 	Nhấn SHIFT +chuột phải khi kéo chuột qua vùng phóng to

		
Chọn theo khung 	SHIFT + 	Nhấn SHIFT + chuột trái khi kéo chuột qua vùng muốn lựa chọn

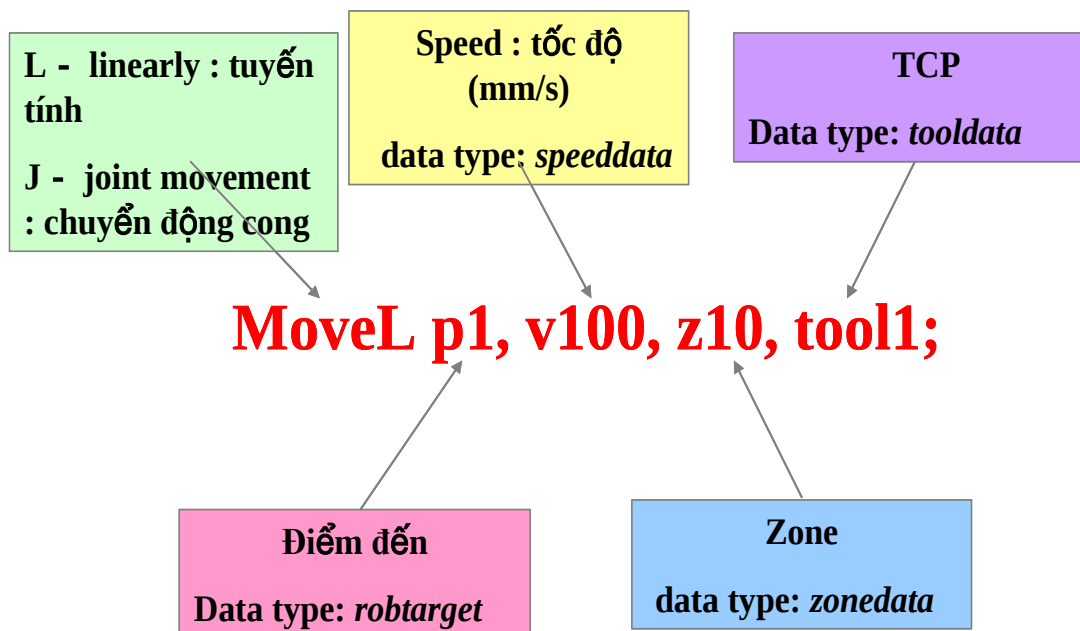
4. Các lệnh cơ bản:

4.1. Câu lệnh MoveL/MoveJ

Đây là hai câu lệnh cơ bản để điều khiển robot di chuyển thẳng theo các trục x,y,z hoặc theo các hướng kết hợp.

Nếu chọn lệnh MoveL (line) có nghĩa là ta chọn lệnh di chuyển tuyến tính. Còn nếu chọn lệnh MoveJ (jump) thì quỹ đạo sẽ là đường cong bất kỳ.

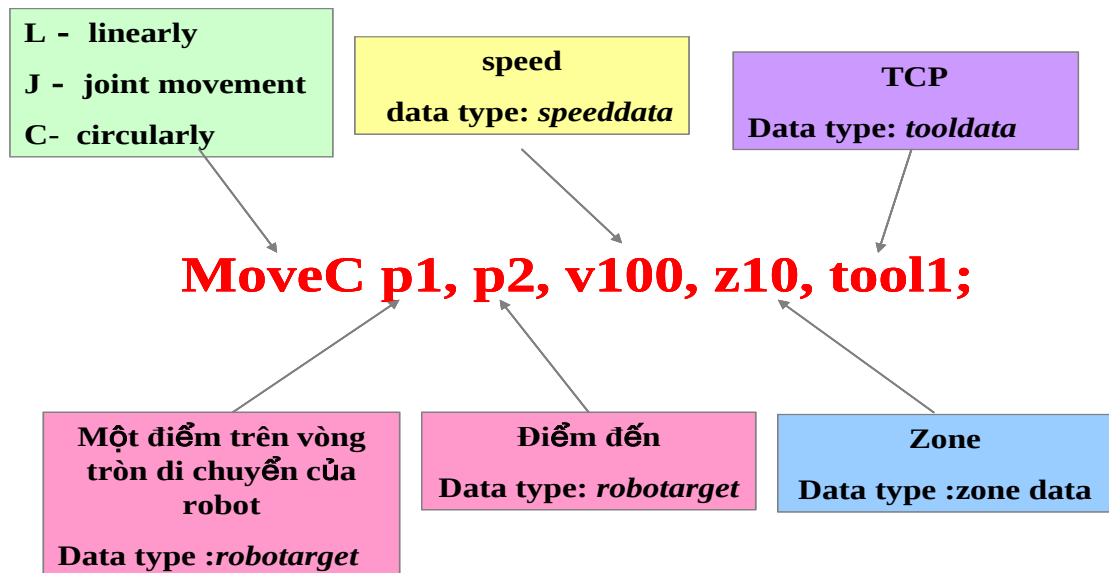
Về cấu trúc lệnh MoveL hay MoveJ đều tương tự nhau. Tất cả đều cần các yếu tố như điểm kết thúc, vận tốc, độ lượn và dụng cụ làm việc nào được sử dụng. Lệnh này được mô tả trong hình 5.3



Hình 5.3 Cấu trúc lệnh MoveL/MoveJ

4.2. Câu lệnh MoveC

Khác với lệnh MoveL/MoveJ là lệnh MoveC. Lệnh MoveC là lệnh dùng để xác định quỹ đạo là đường cung tròn được mô tả qua hình 5.4.

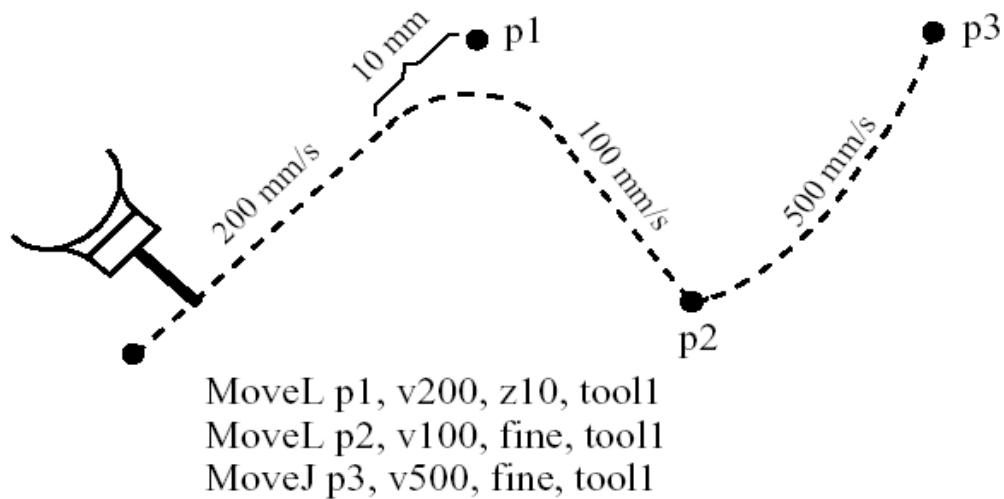


Hình 5.4 Cấu trúc lệnh MoveC

Chúng ta hãy xem ví dụ sau để hiểu rõ hơn về các lệnh này.

Ví dụ 1: Di chuyển dụng cụ tool1 theo các điểm p1,p2,p3 theo yêu cầu.

Yêu cầu ở đây là di chuyển dụng cụ đi thẳng từ điểm bắt đầu đến điểm p1, sau đó di chuyển thẳng đến p2, cuối cùng là di chuyển tự do đến p3.



Hình 5.5 Ví dụ về lệnh MoveL và MoveJ

4.3. Lệnh di chuyển theo tọa độ:

Ta có thể sử dụng hàm di chuyển theo tọa độ khi biết chính xác khoảng cách các điểm trên quỹ đạo.

MoveL Offs(p1,100,50,0), v100,.....

Offs(p1,100,50,0) Tọa độ cách điểm p1 100 mm theo trục X, 50 mm theo trục Y và 0 mm theo trục Z.

Hướng x,y,z trong Offs() là của hệ tọa độ Wobj.

MoveL RelTool(p1,100,50,0\Rx:=0 \Ry:=-0\Rz:=25), v100,.....

RelTool(p1,100,50,0\Rx:=30\Ry:=-60\Rz:=45) Robot di chuyển đến vị trí cách điểm P1 100mm theo trục X, 50mm theo trục Y, 0mm theo trục Z, đồng thời xoay quanh trục Z một góc 25 độ.

Hướng x,y,z của RelTool() là của hệ tọa độ Tool 。

Ví dụ 2: Vẽ hình chữ nhật, kích thước là 100mm*50mm như hình 5.6

Cách 1: Sử dụng câu lệnh MoveL

MoveL p1,v100,...

MoveL p2,v100,...

MoveL p3,v100,...

MoveL p4,v100,...

MoveL p1,v100,...

Cách 2: sử dụng lệnh MoveL Offs

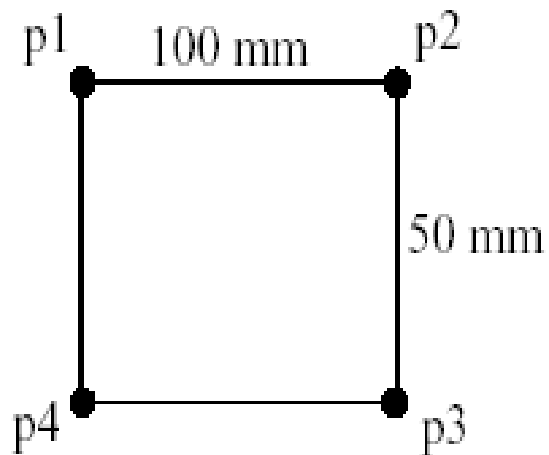
MoveL p1,v100,...

MoveL Offs(p1,100,0,0),v100,...

MoveL Offs(p1,100,-50,0),v100,...

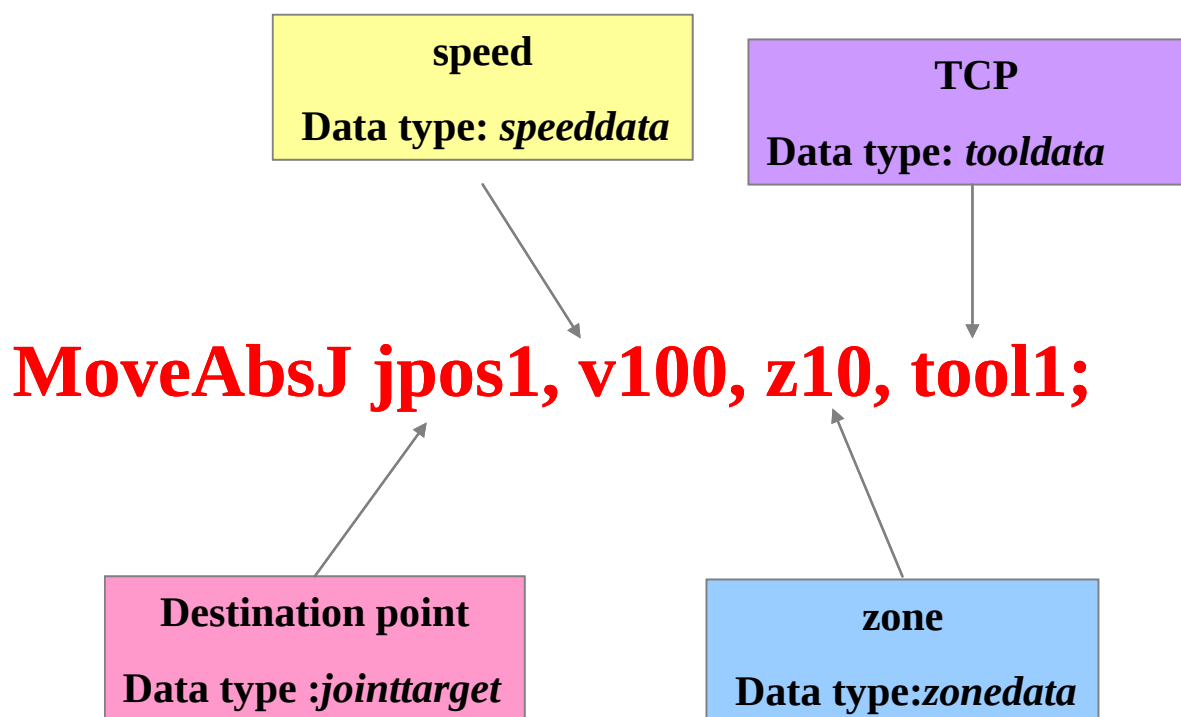
MoveL Offs(p1,0,-50,0),v100,...

MoveL p1,v100,...



Hình 5.6

4.4. Câu lệnh Move AbsJ



Hình 5.7 Cấu trúc lệnh MoveAbsJ

Lệnh MoveAbsJ được sử dụng để đưa dụng cụ ở bất kỳ nơi nào lập tức trở về lại điểm bắt đầu (jointtarget).

4.5. Lệnh Set

Set dùng để thiết lập giá trị của tín hiệu thành 1.

Set do1; với do1 : Kiểu dữ liệu: signaldo Tín hiệu do1 sẽ được thiết lập giá trị 1.

4.6. Lệnh Reset

Reset dùng để thiết lập giá trị tín hiệu về 0.

Reset do1;

do1 : Kiểu dữ liệu : signaldo

Giá trị của tín hiệu do1 sẽ thành 0.

4.7. Lệnh WaitDI

WaitDI di1, 1;

di1 : Kiểu dữ liệu : signaldi

Tín hiệu.

1 : Kiểu dữ liệu : dionum

Giá trị chờ đợi của tín hiệu.

Đợi đến khi tín hiệu di1 có giá trị 1.

[\MaxTime] (num)

Thời gian đợi tối đa, theo giây

[\TimeFlag] (bool)

Bool, TRUE or FALSE.

WaitDI di1, 1\MaxTime:=5\TimeFlag:=flag1;

Nếu chỉ khai báo [\MaxTime], khi thời gian vượt quá thời gian quy định, đoạn chương trình xử lý lỗi(error handler) sẽ được gọi nếu có (ERR_WAIT_MAXTIME), nếu không có thì chương trình sẽ báo lỗi và ngừng chạy.

Nếu khai báo cả [\MaxTime] và [\TimeFlag],

Khi không có error handler thì chương trình vẫn chạy tiếp.

Biến flag sẽ nhận giá trị TRUE nếu vượt thời gian maxtime, và ngược lại là FALSE.

4.8. Lệnh WaitTime

WaitTime 5;

5 : Thời gian dừng lại chờ, tính theo giây (num)

Đợi một khoảng thời gian xác định.

5. Lập trình trên máy tính

5.1 Cài đặt phần mềm trên máy tính

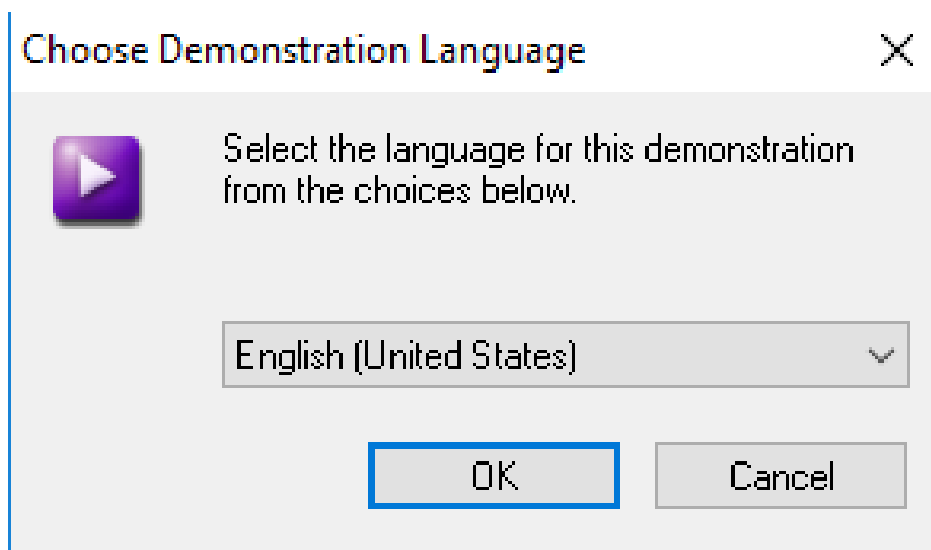
Download phần mềm từ trang chủ Abb.com. Chú ý lựa chọn phiên bản phù hợp với robot đang sử dụng.

Tiến hành cài đặt trên máy tính.

	Additional Options	10/26/2015 10:51 ...	File folder	
	BAILAM	10/26/2015 10:52 ...	File folder	
	Bin	10/26/2015 10:52 ...	File folder	
	RobotStudio	10/26/2015 10:53 ...	File folder	
	RobotWare	10/26/2015 10:53 ...	File folder	
	Tools	10/26/2015 10:54 ...	File folder	
	Utility	10/26/2015 10:54 ...	File folder	
	autorun	12/19/2011 2:28 PM	Setup Information	1 KB
	Launch	4/18/2013 3:29 PM	Application	131 KB
	Launch.exe.manifest	12/19/2011 2:28 PM	MANIFEST File	1 KB
	Launch	12/19/2011 2:28 PM	Configuration sett...	1 KB
	ReadMe	3/20/2013 7:34 PM	Text Document	3 KB

Hình 5.8 bắt đầu cài đặt.

Nhấp đúp vào biểu tượng  Launch để chạy chương trình cài đặt.



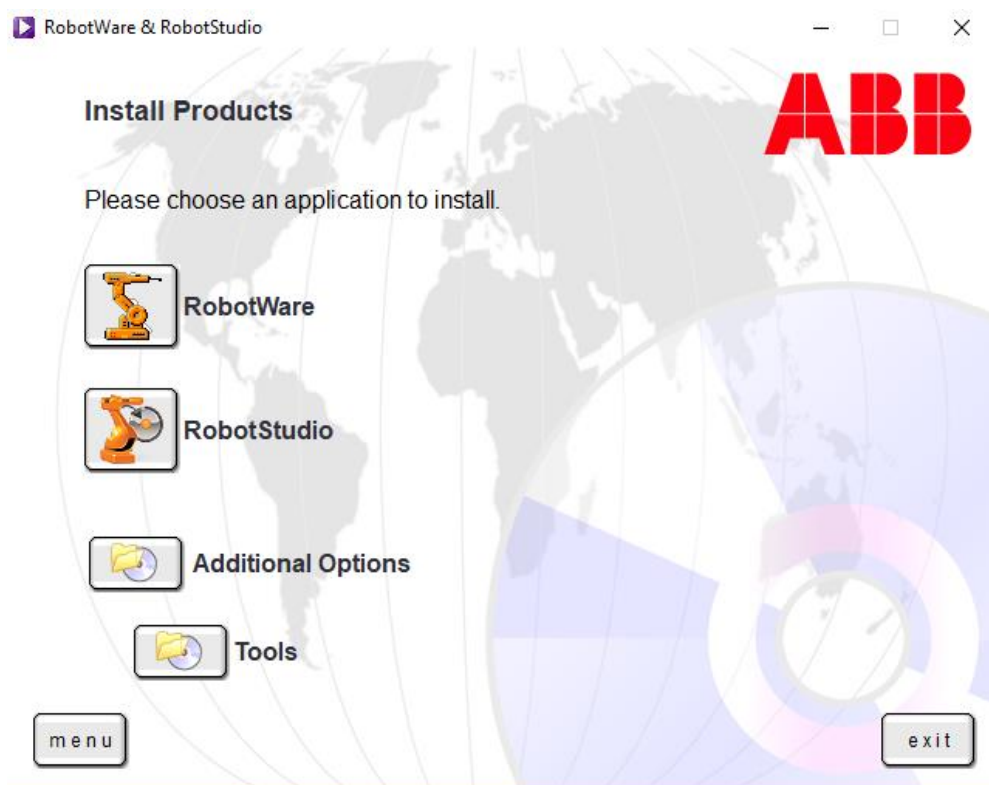
Hình 5.9 lựa chọn ngôn ngữ cài đặt

Hiện tại phần mềm này chưa hỗ trợ ngôn ngữ tiếng Việt, nên chọn ngôn ngữ tiếng Anh để cài đặt.



Hình 5.10 Giao diện cài đặt

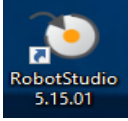
Nhấp đúp vào  để cài đặt chương trình.

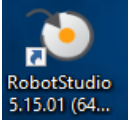


Hình 5.11 lựa chọn cài đặt

Nhấp đúp vào  để cài đặt phần cứng ảo cho robot.

Nhấp đúp vào  để cài đặt phần mềm chương trình.

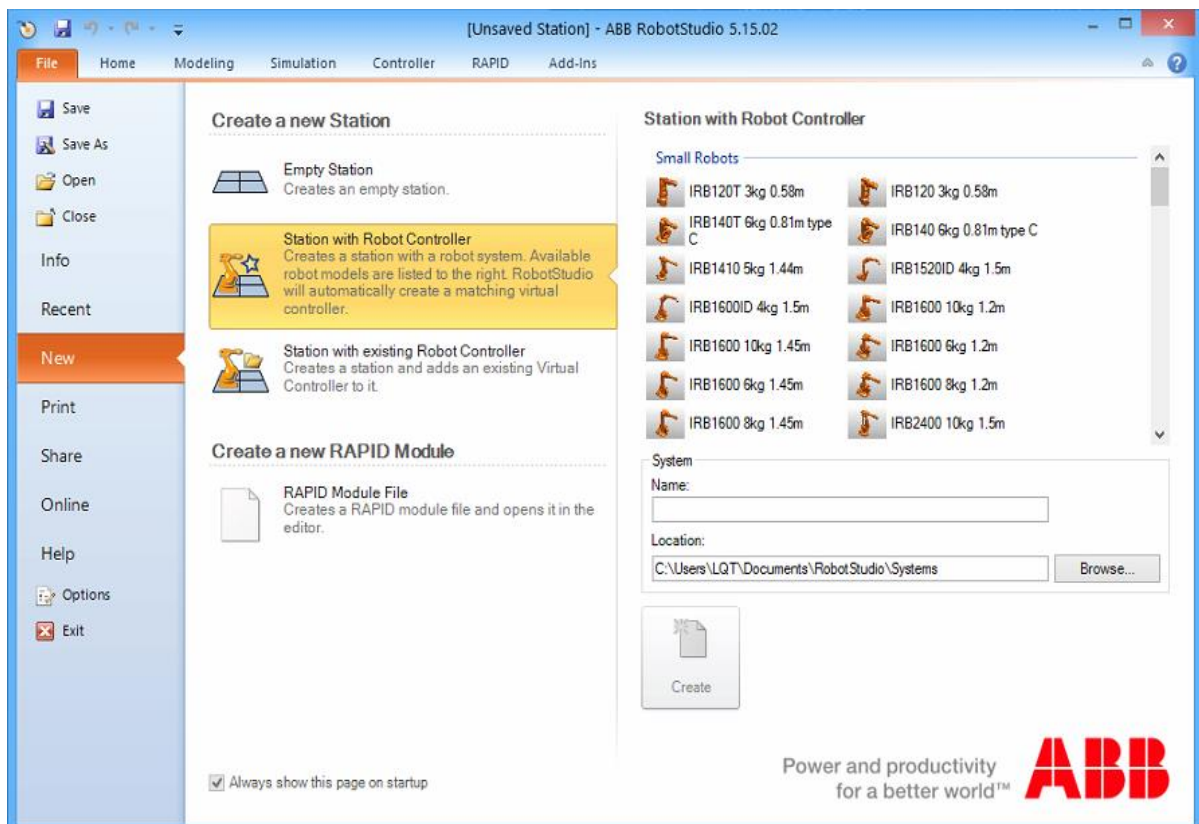
Sau khi cài đặt xong, sẽ xuất hiện biểu tượng  trên màn hình desktop.

Nếu sử dụng hệ điều hành 64bit sẽ xuất hiện biểu tượng  này.

5.1. Tạo chương trình với hệ thống robot có sẵn

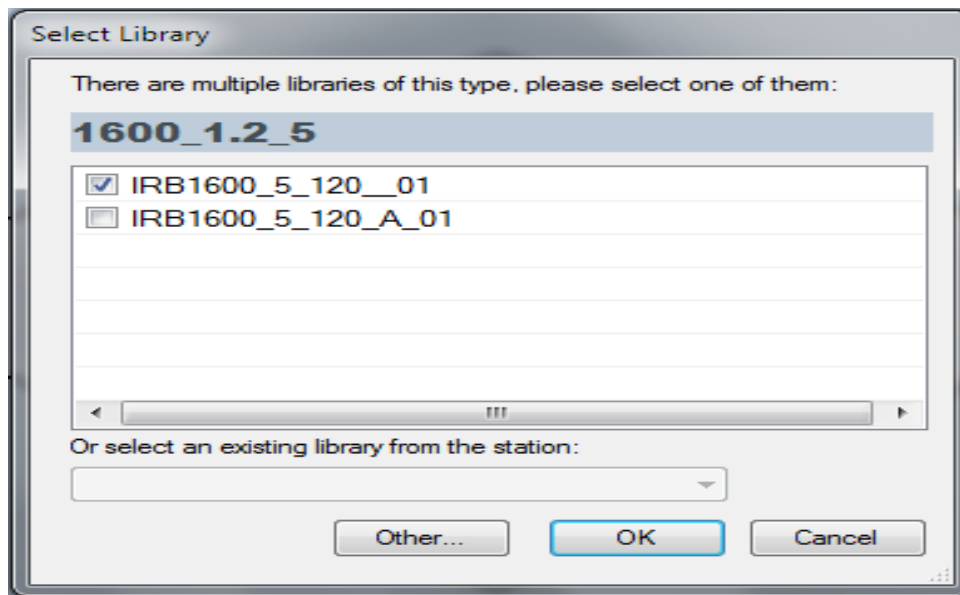
B1: Trên tab File nhấn chọn New sau đó chọn Station with Robot Controller.

B2: Theo mặc định, template system được liệt kê ở ô bên phải của cửa sổ. Chọn IRB1600_5kg_1.2m type A bằng cách click đôi chuột.



Hình 5.12 Chọn robot có sẵn trong hệ thống

B3: Trong hộp thoại select library, đánh dấu vào ô IRB1600_5_120_01. Sau đó nhấn ok



Hình 5.13 Chọn phần cứng theo yêu cầu

B4: Trên tab File chọn Save as

B5: Duyệt đến thư mục\courseware\station và lưu tên trạm: MyStation_1

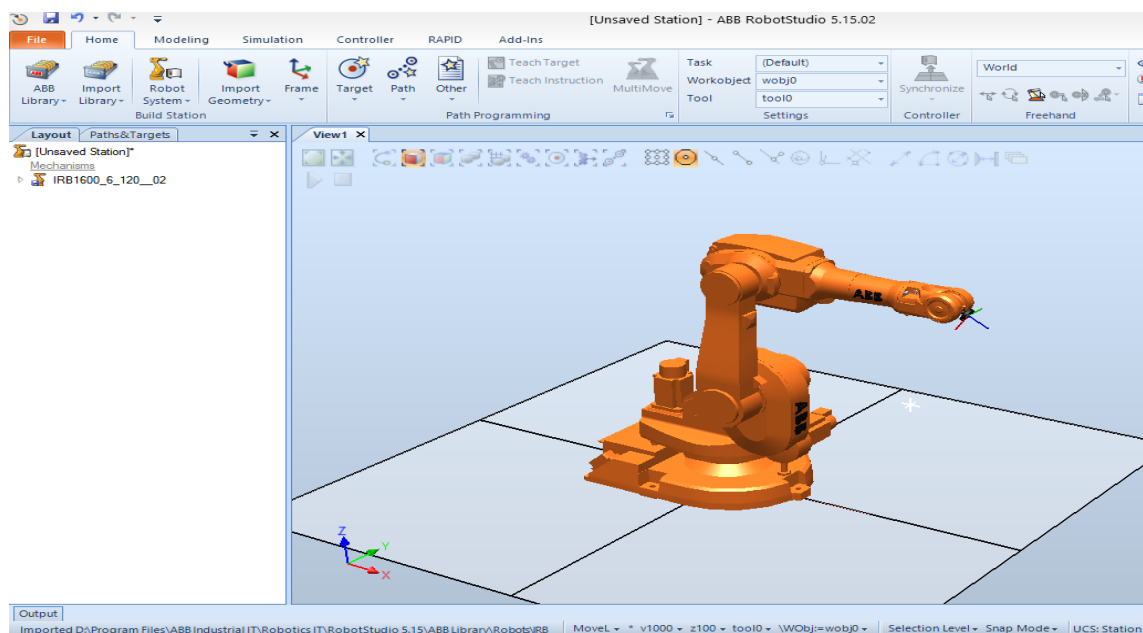
5.2. Thao tác di chuyển robot trên phần mềm sử dụng chuột và bàn phím

Sử dụng kiến thức ở bảng 5.2 để thực hiện yêu cầu của giáo viên.

5.3. Tạo dụng cụ mới từ bản vẽ kỹ thuật

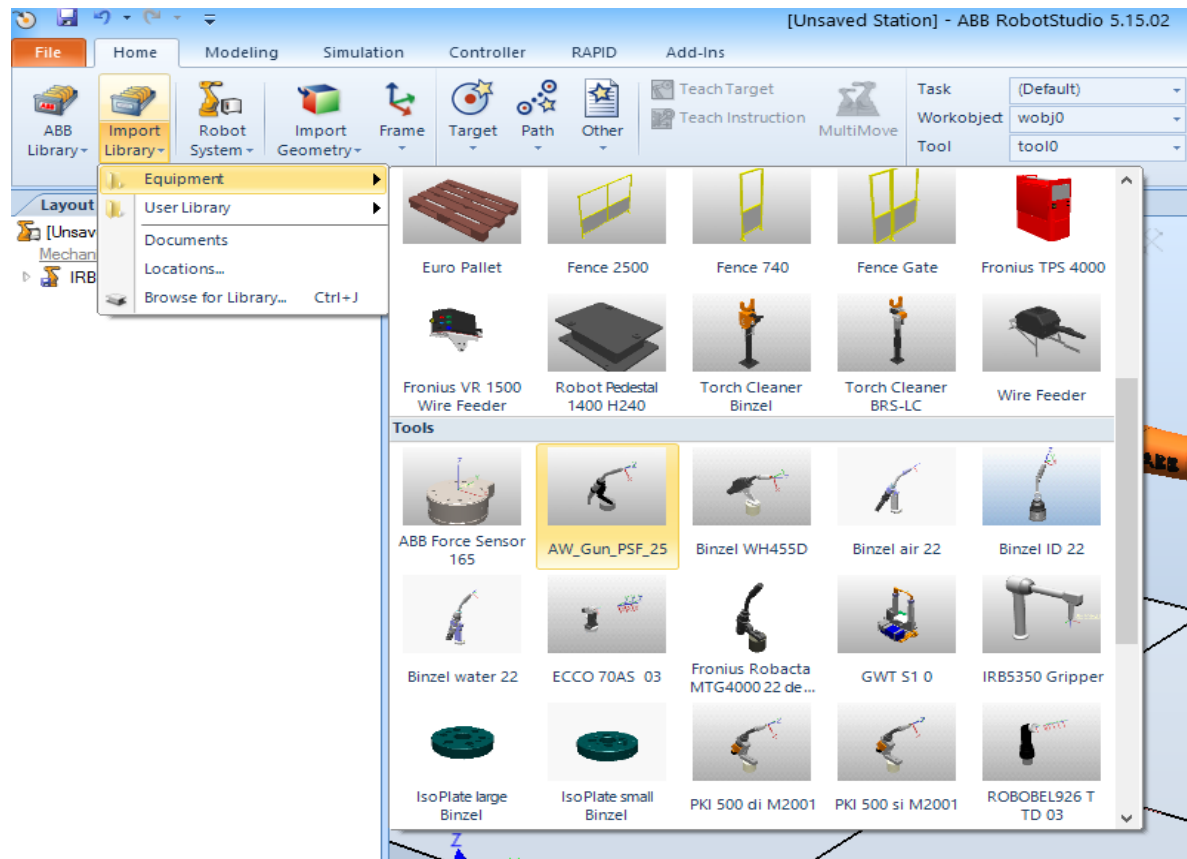
5.3.1. Công cụ (tool) có sẵn trong thư viện:

B1: Tạo 1 trạm với robot như trong hình:



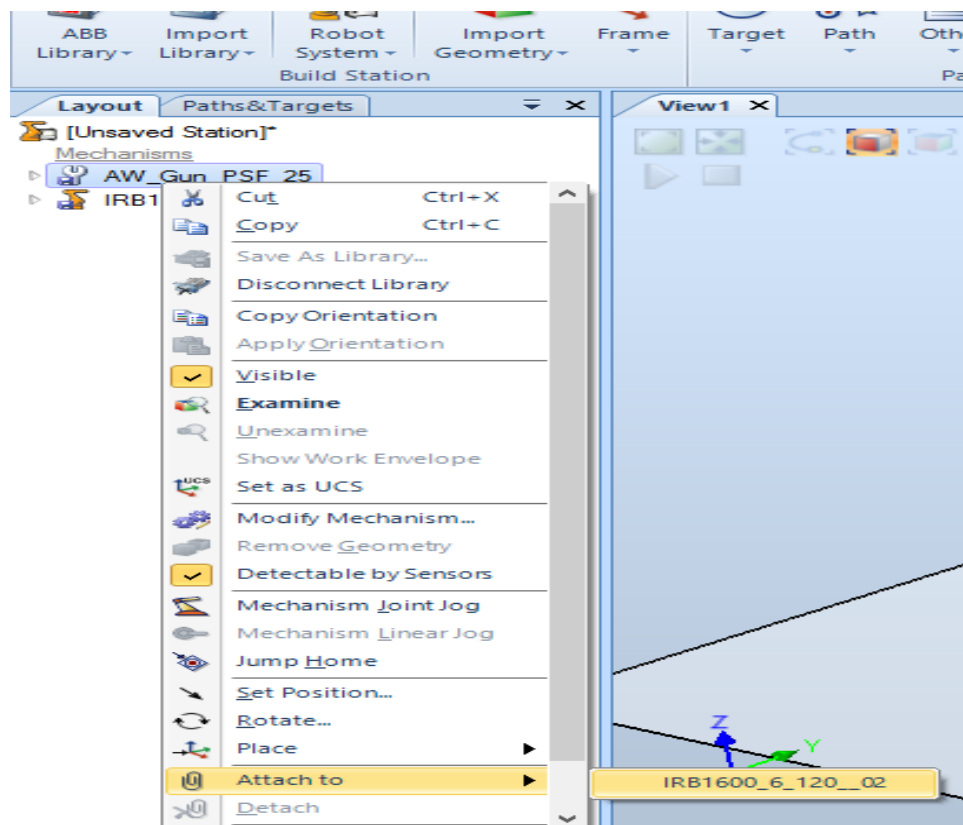
Hình 5.14 Tạo trạm ảo theo yêu cầu

B2: Vào tab **Home** > **Import Library** > **Equipment**. Trong **Equipment**, mục **Tools** chọn 1 Tool bất kỳ.



Hình 5.15 lựa chọn các dụng cụ có sẵn.

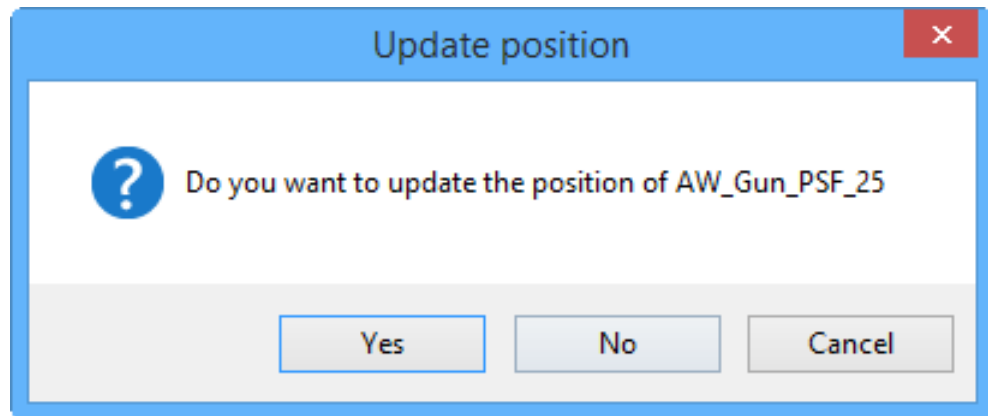
B3: Trong cửa sổ Layout, click chuột phải vào Tool, chọn Attach to >



Hình 5.16 Lựa chọn thêm dụng cụ vào robot

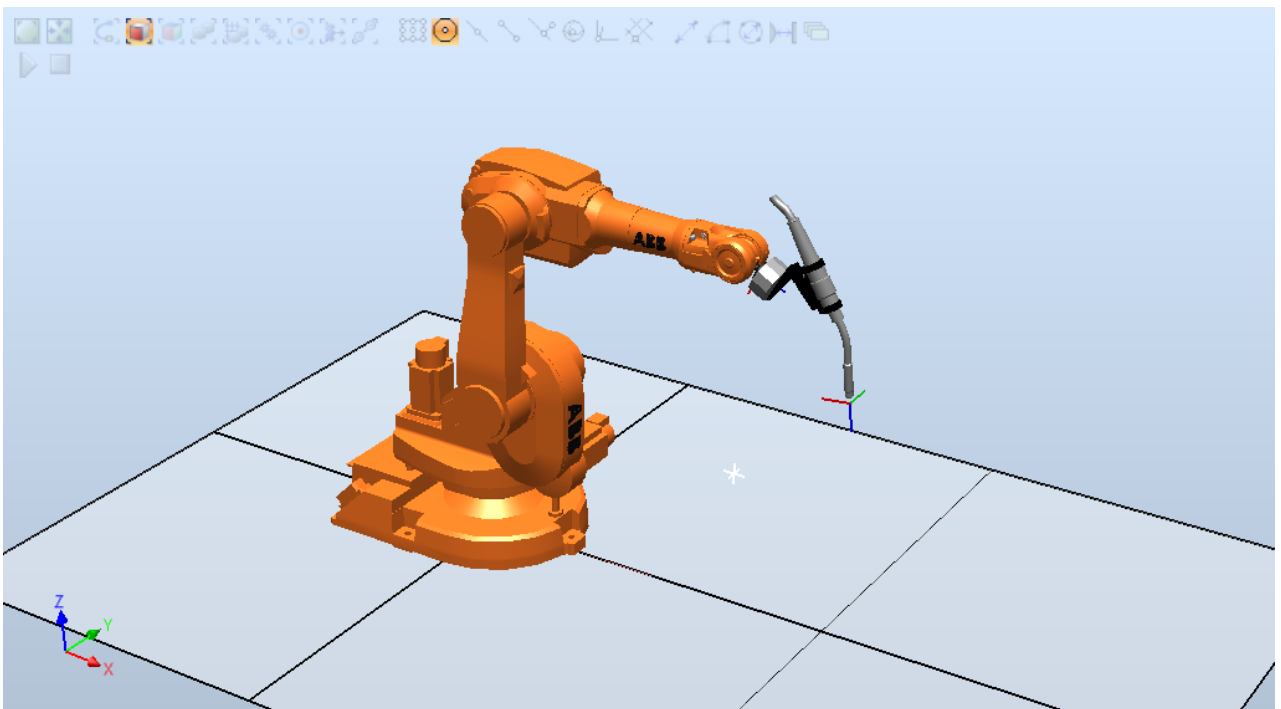
B4: Hộp thoại **Update position** hiện lên, chọn **Yes**

Hộp thoại này hỏi chúng ta có muốn cập nhật vị trí hiện tại cho dụng cụ vừa gắn lên robot hay không? Chúng ta chọn Yes để cập nhật vị trí mới của dụng cụ.



Hình 5.17 Cập nhật vị trí dụng cụ

B5: Tool được gắn vào Robot

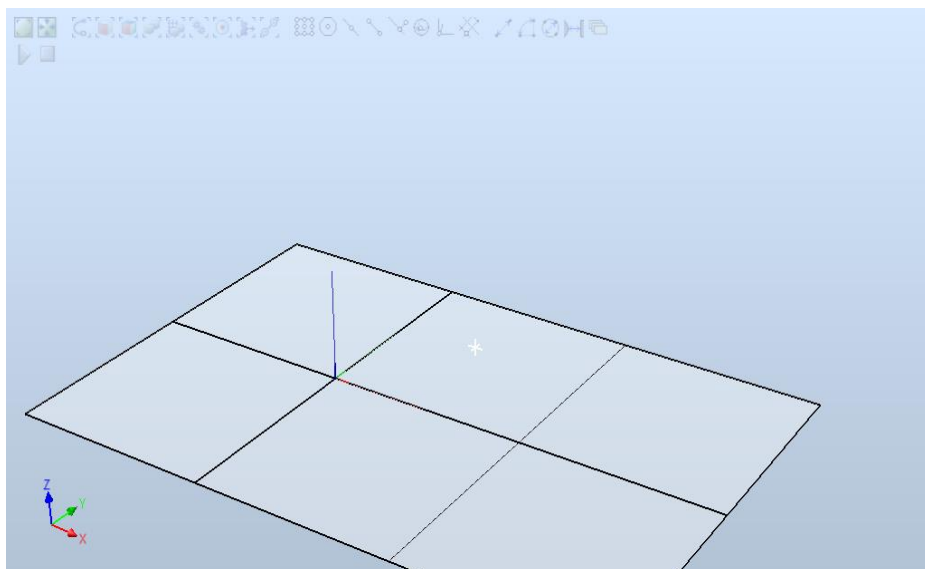


Hình 5.18 dụng cụ đã được thêm vào robot

Chú ý: Muốn tháo Tool ra, trong cửa sổ **Layout**, click phải vào Tool chọn **Detach**.

5.3.2. Tạo tool mới:

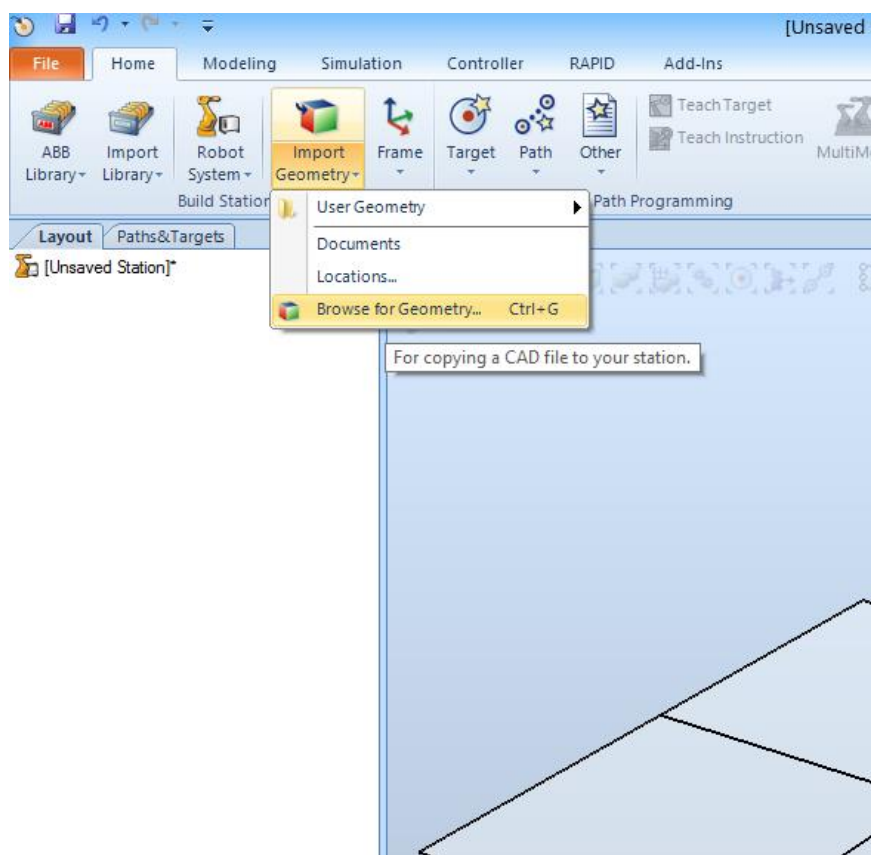
Tạo 1 trạm trống và tiến hành làm theo các bước sau để tạo Tool



Hình 5.19 bắt đầu với trạm trống

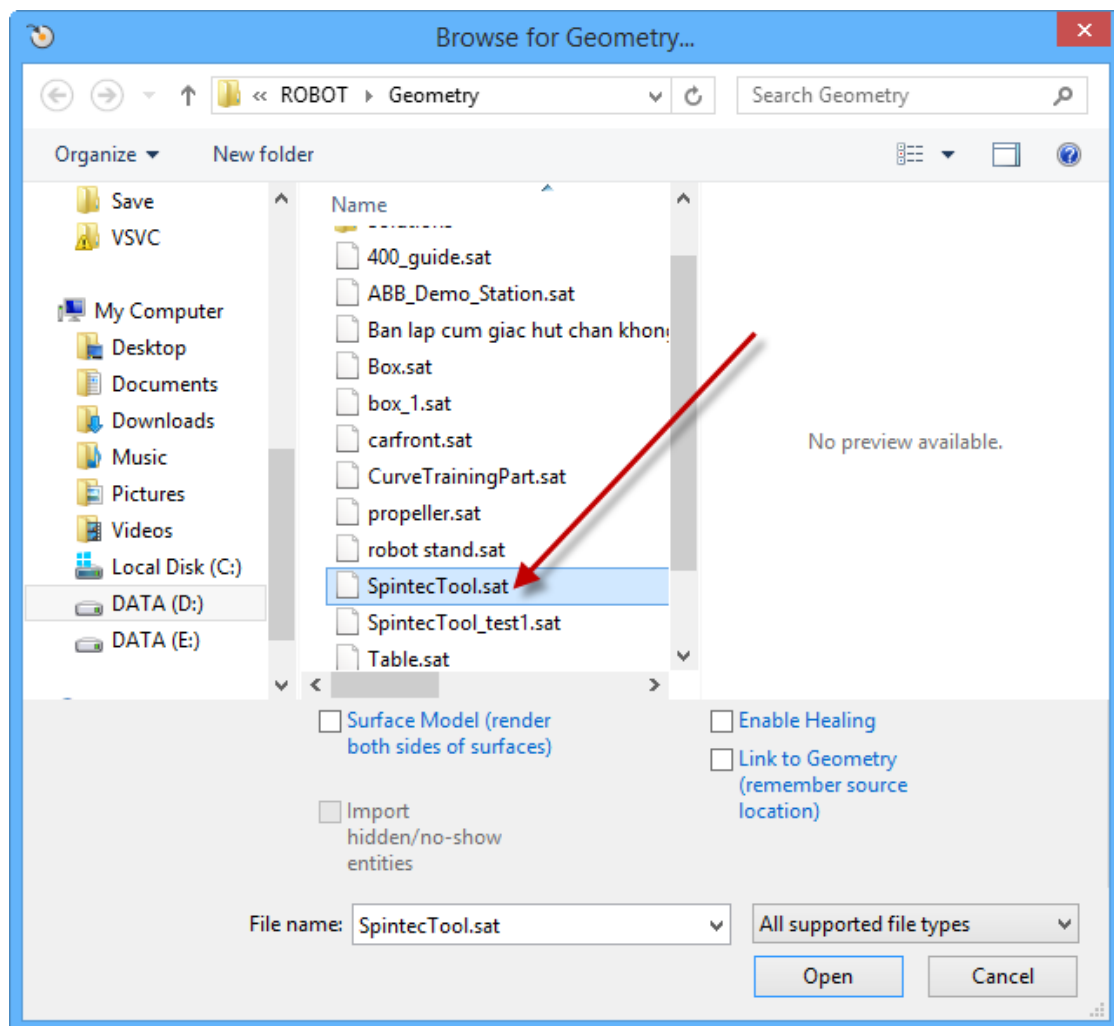
B1: Vào **tab Home > Import Geometry > Browse for Geometry** để duyệt đến thư mục **Geometry** chứa bản vẽ Tool từ phần mềm CAD.

Có thể thêm các bản vẽ từ các phần mềm khác vào thư viện của phần mềm này. Tất cả được đưa vào thư mục Geometry.



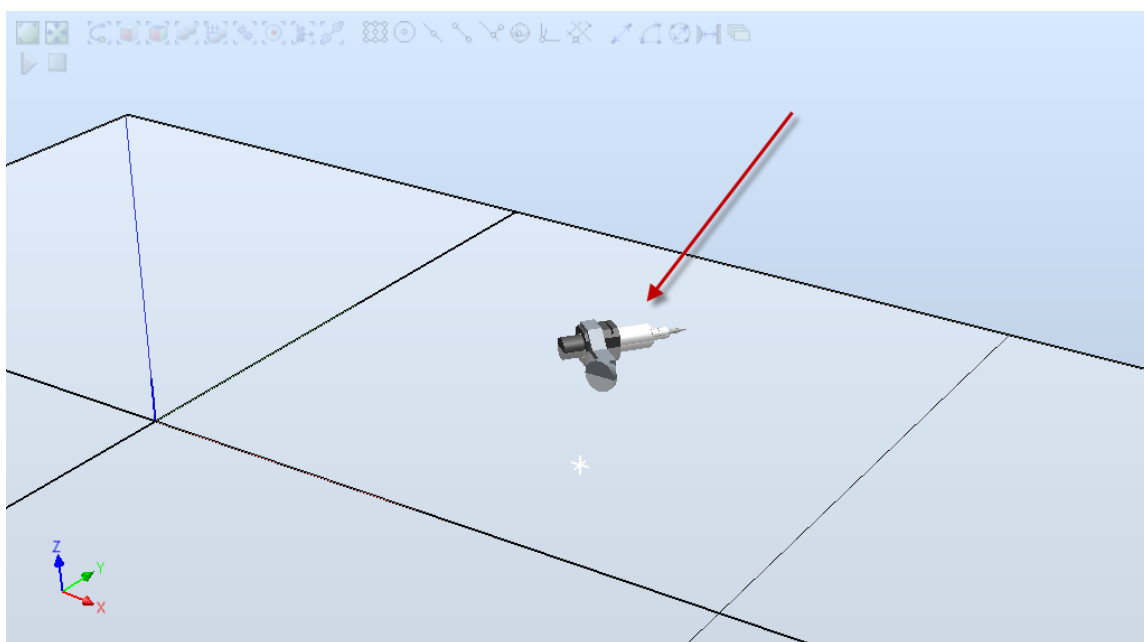
Hình 5.20 Nhập dụng cụ từ bản vẽ kỹ thuật

B2: Trong thư mục Geometry, chọn **SpintnecTool.sat**, sau đó nhấn **Open**



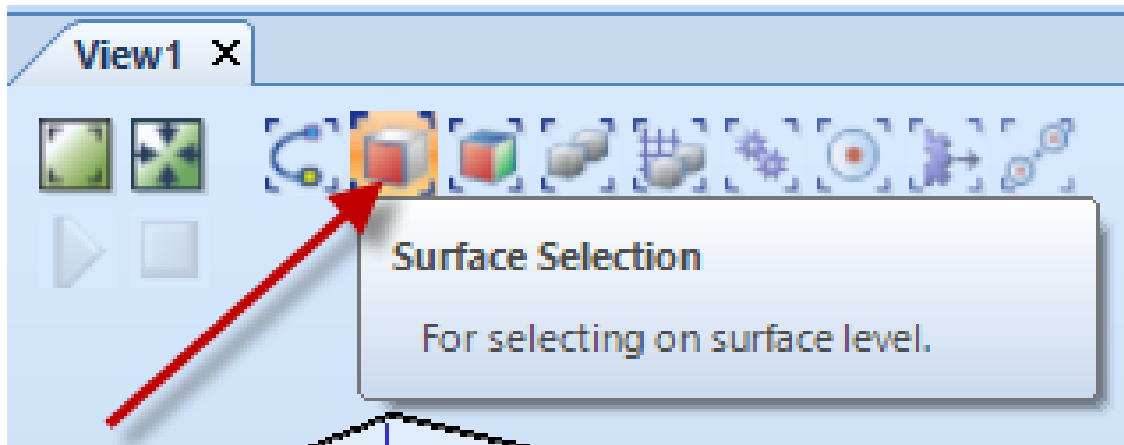
Hình 5.21 lựa chọn bản vẽ dụng cụ

Ta được Tool nằm trên trạm như hình dưới:

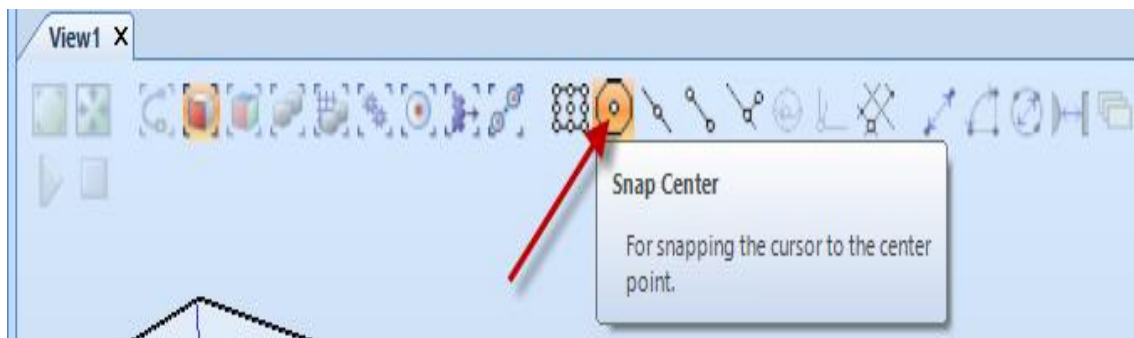


Hình 5.22 Bản vẽ dụng cụ trong không gian

B3: Chọn cấp bậc lựa chọn **Surface Selection** và **Snap Center**, chế độ Surface Selection là chế độ chọn bề mặt của bản vẽ còn chế độ Snap Center dùng để định tâm của bề mặt bản vẽ.

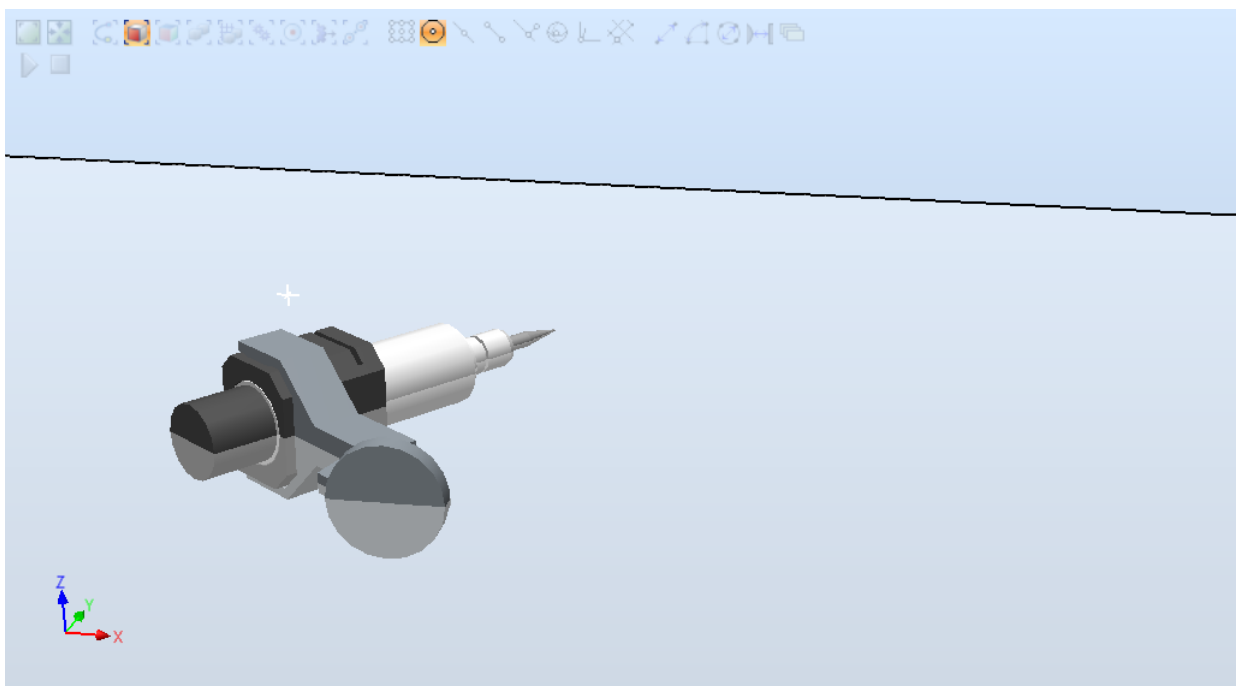


Hình 5.23 chọn chế độ bề mặt



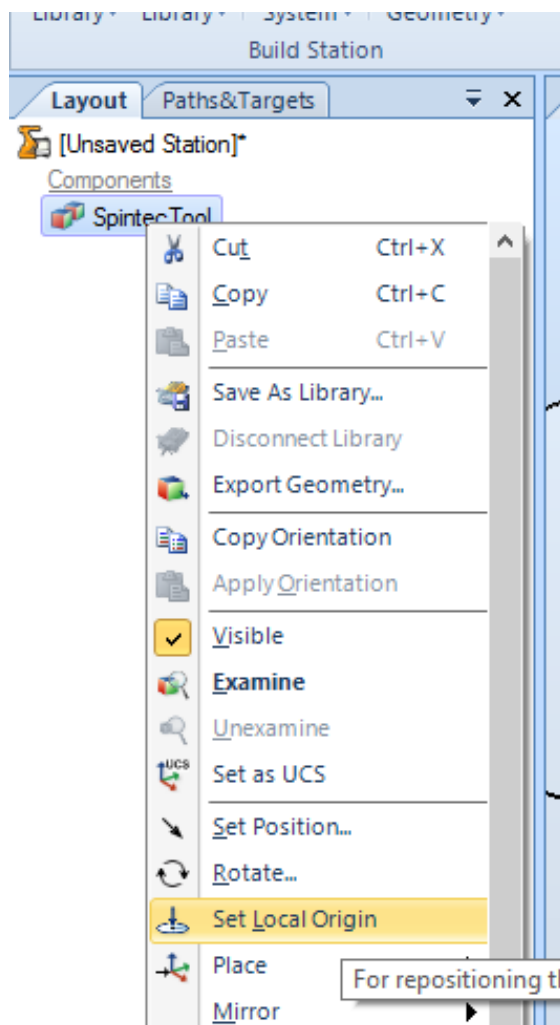
Hình 5.24 chọn chế độ lấy tâm

B4: Điều chỉnh vị trí hiển thị để Tool như hình 5.25 để lấy được mặt đế.



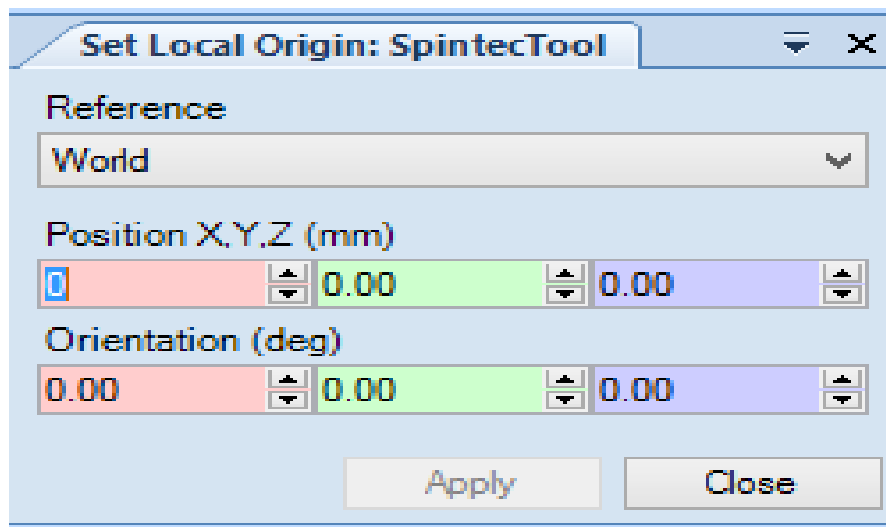
Hình 5.25 Xoay dụng cụ theo hướng thích hợp

Trong cửa sổ **Layout**, click phải vào **SpintecTool** và chọn **Set Local Origin**. Set Local Origin là chế độ gắn hệ tọa độ tạm thời cho bản bản vẽ.



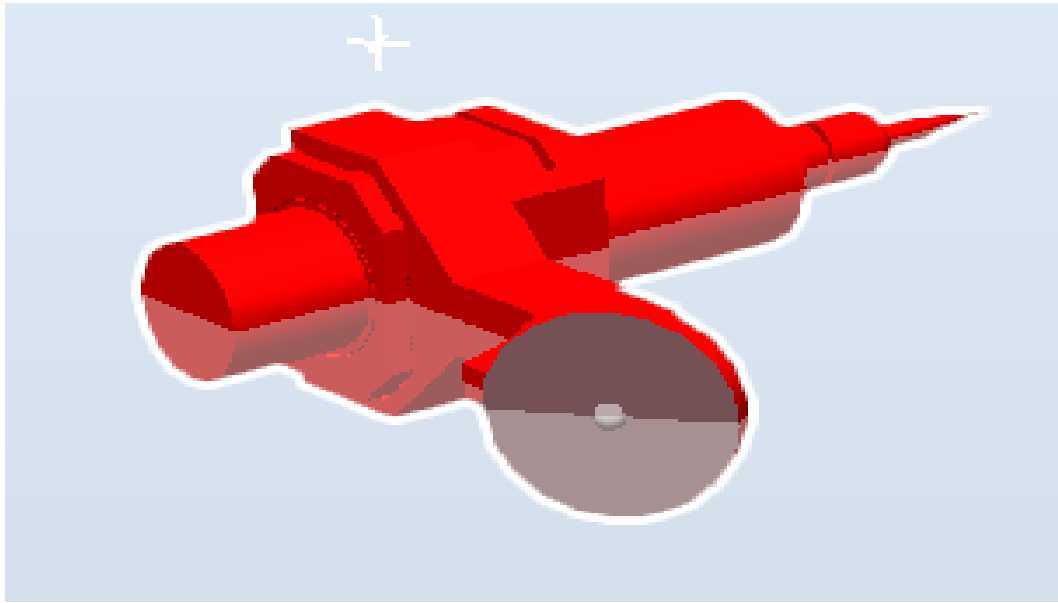
Hình 5.26 Chọn chế độ đặt tọa độ cho dụng cụ

B5: Hãy chắc chắn dấu nhắc con trỏ nằm ở một trong những ô **Position:** những ô này sẽ cho biết chính xác tọa độ của bản vẽ so với tọa độ gốc.



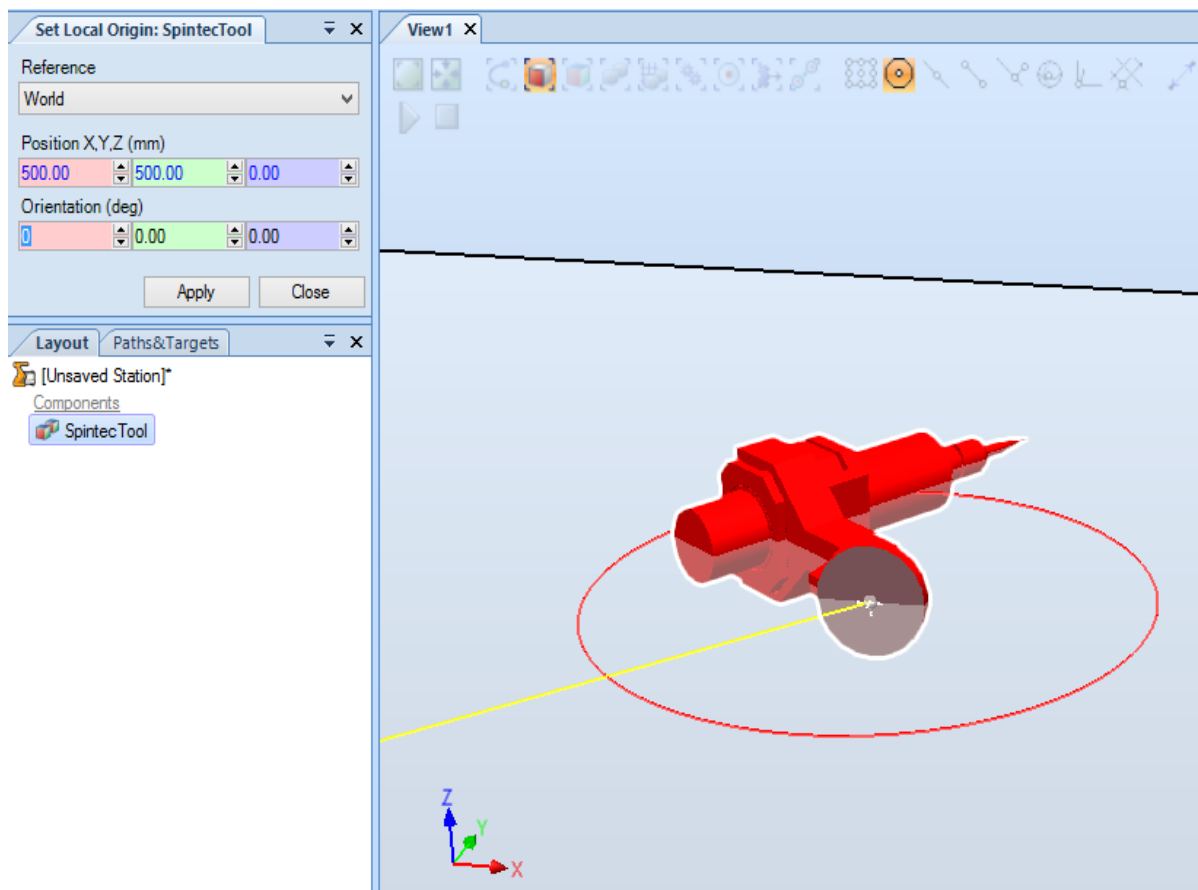
Hình 5.27 Bảng tọa độ cho dụng cụ

Rê chuột và click vào bề mặt tròn của đế Tool: chú ý chấm trắng đục ngay tâm bản vẽ.



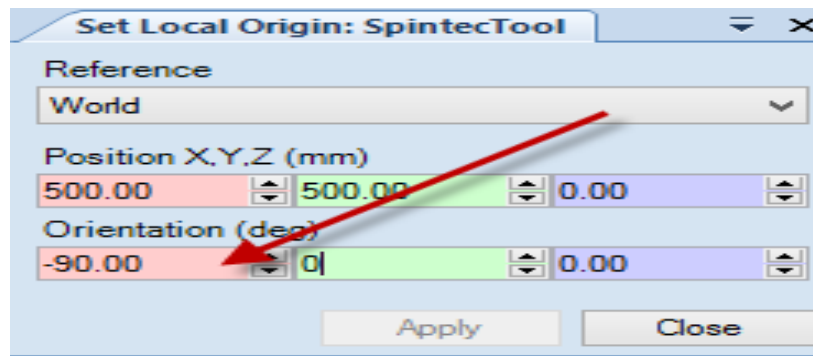
Hình 5.28 chọn tâm của mặt dưới dụng cụ

Sau khi click xong, ta được các thông số như hình:



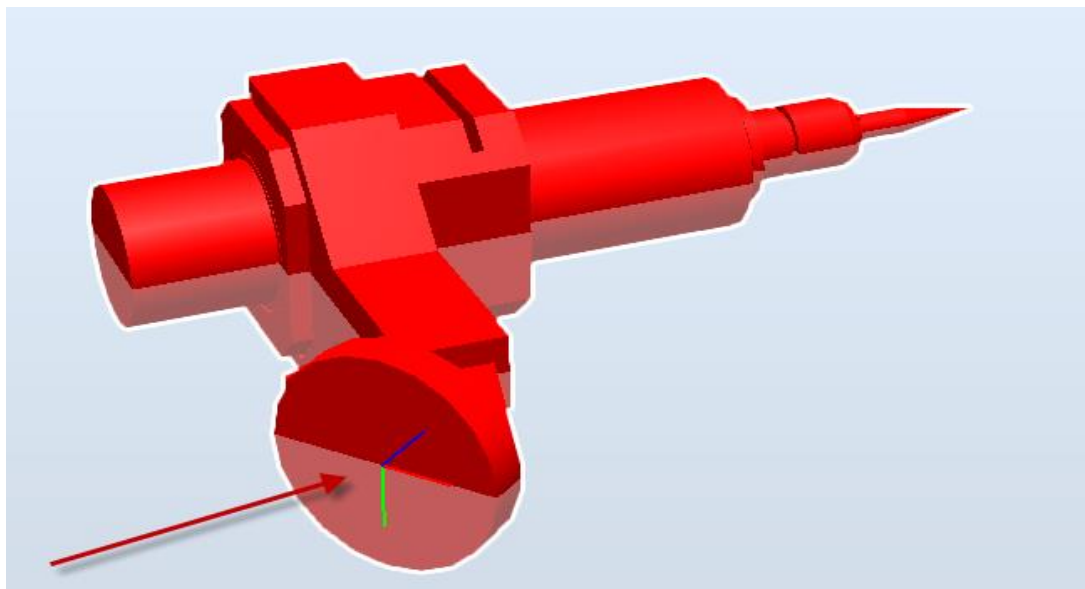
Hình 5.29 Tọa độ của dụng cụ

Trong mục **Orientation (deg)**, ô trục **X** điền vào giá trị **-90**. Sau đó nhấn **Apply** và **Close**: Điều chỉnh hướng cho dụng cụ bằng cách thay đổi hệ trục xyz.



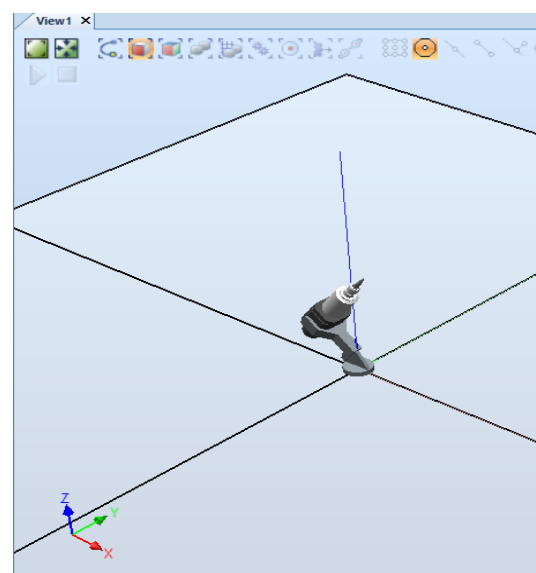
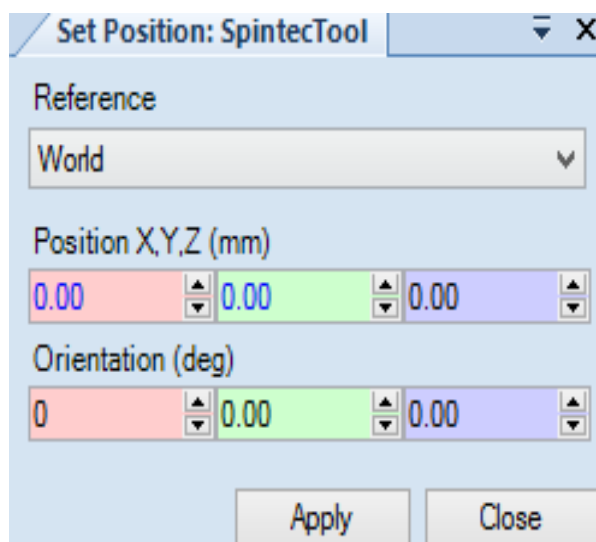
Hình 5.30 Chỉnh hướng cho dụng cụ

Ta được tọa độ **Local** như hình:



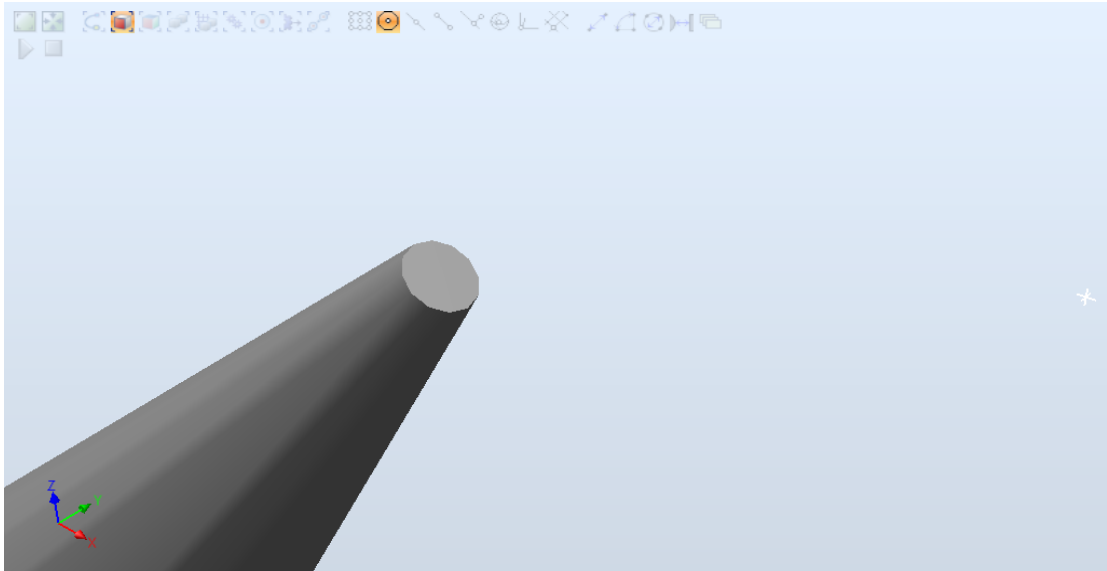
Hình 5.31 Hệ tọa độ của dụng cụ đã được gắn

B6: Trong cửa sổ **Layout**, click phải vào **SpintecTool** và chọn **Set Position** và trả tất cả các ô giá trị về **0** sau đó nhấn **Apply** và nhấn **Close**



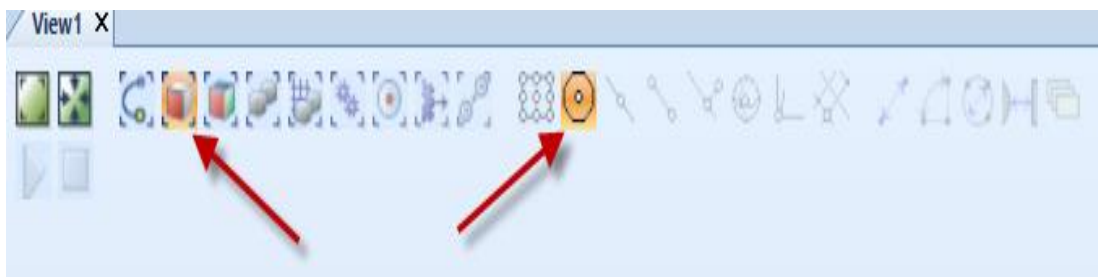
Hình 5.32 vị trí chuẩn của dụng cụ

B7: Phóng đại và xoay tới khi có tầm nhìn rõ tới chóp của công cụ



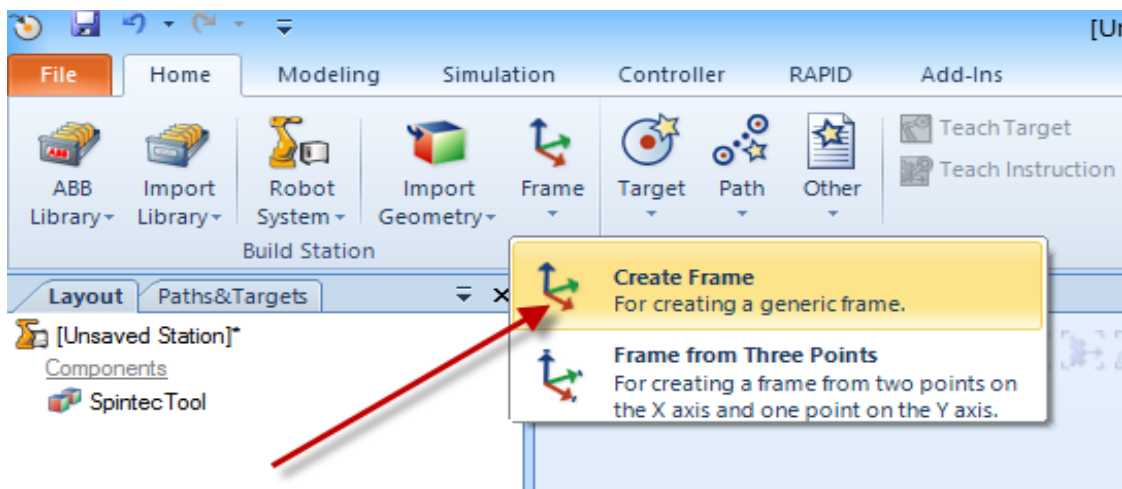
Hình 5.33 Chóp trên của dụng cụ

B8: Chọn chế độ **Surface Selection** và **Snap Center**



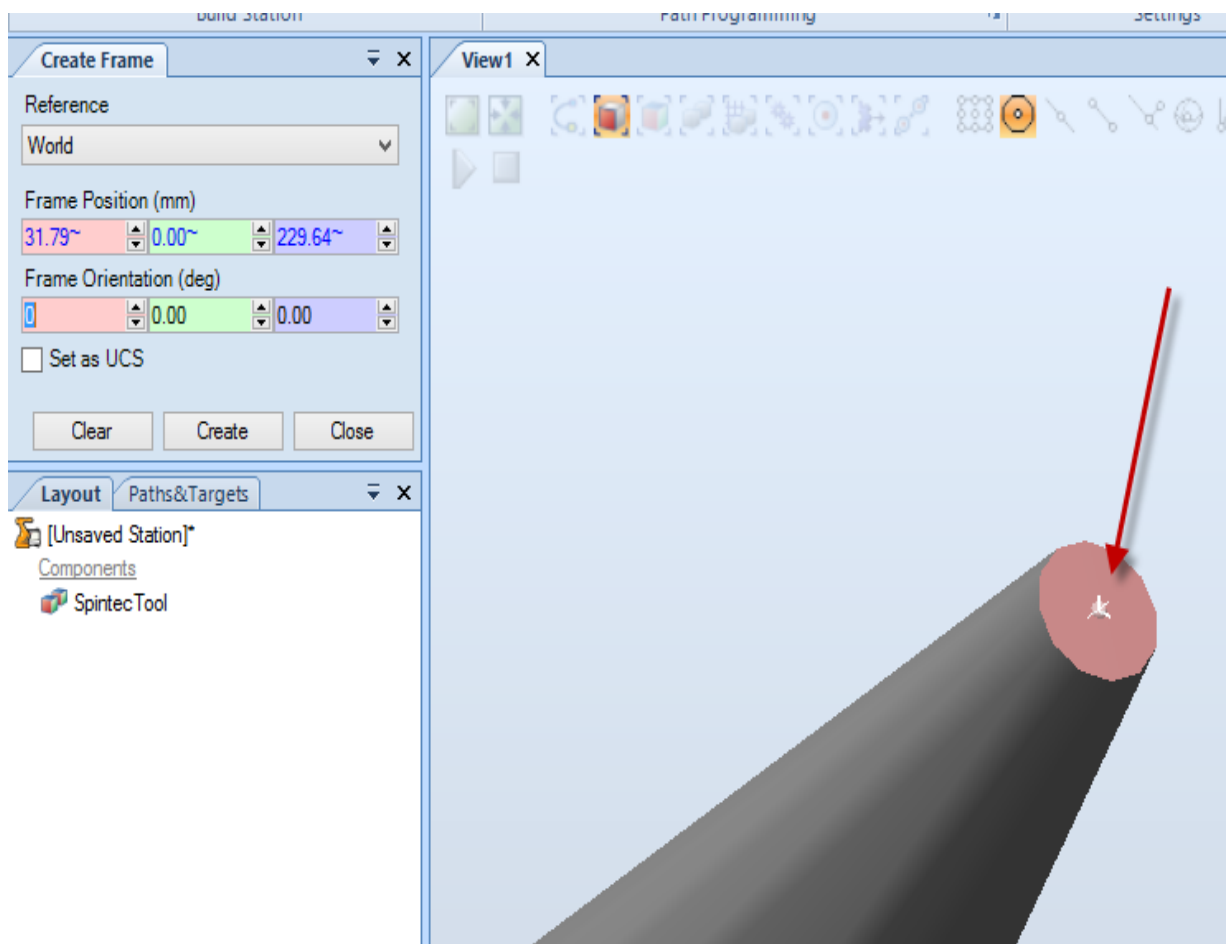
Hình 5.34 Chọn chế độ bề mặt và tâm

B9: Trong tab **Home**, mục **Frame** chọn **Create Frame**



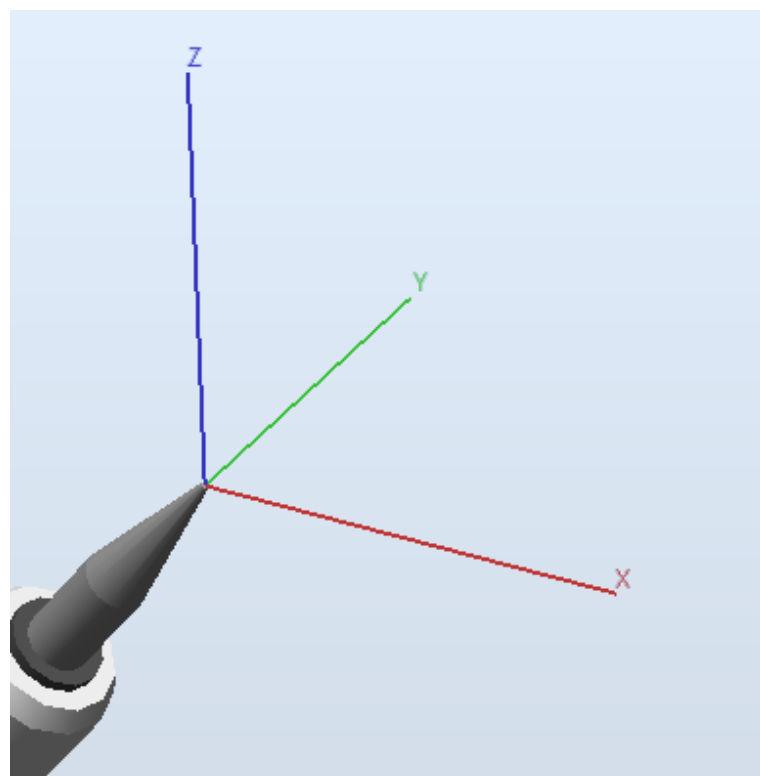
Hình 5.35 tạo tọa độ làm việc cho dụng cụ

B10: Nhấn vào bề mặt chóp công cụ.



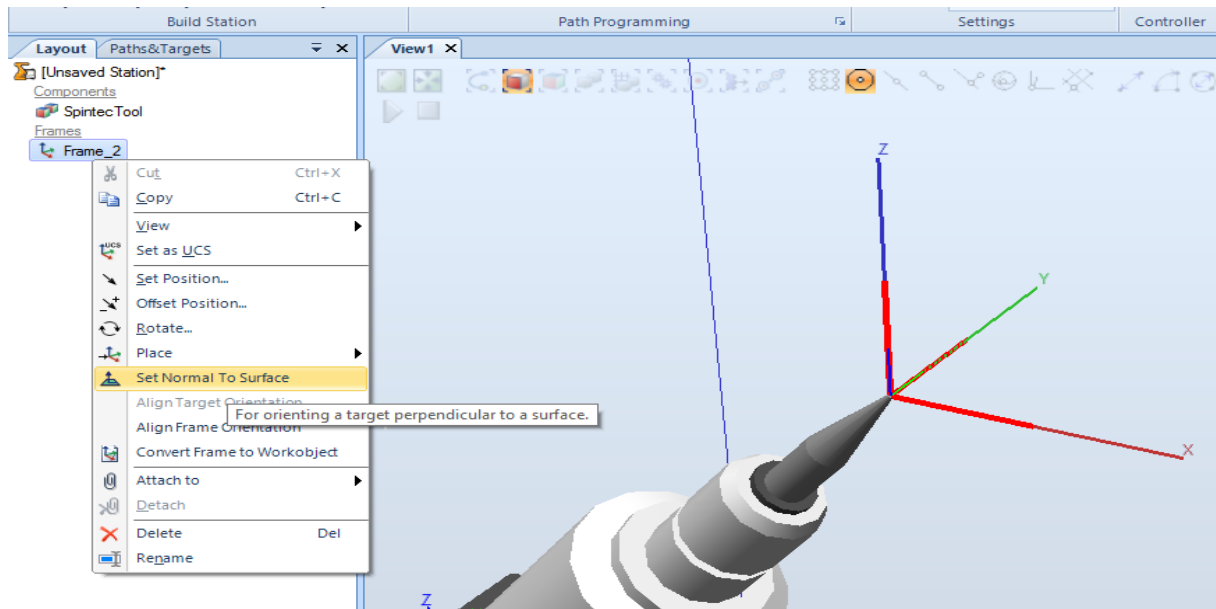
Hình 5.36 Tọa độ làm việc của dụng cụ

Sau đó nhấn **Create** và nhấn **Close**. Ta được khung Frame như hình dưới:



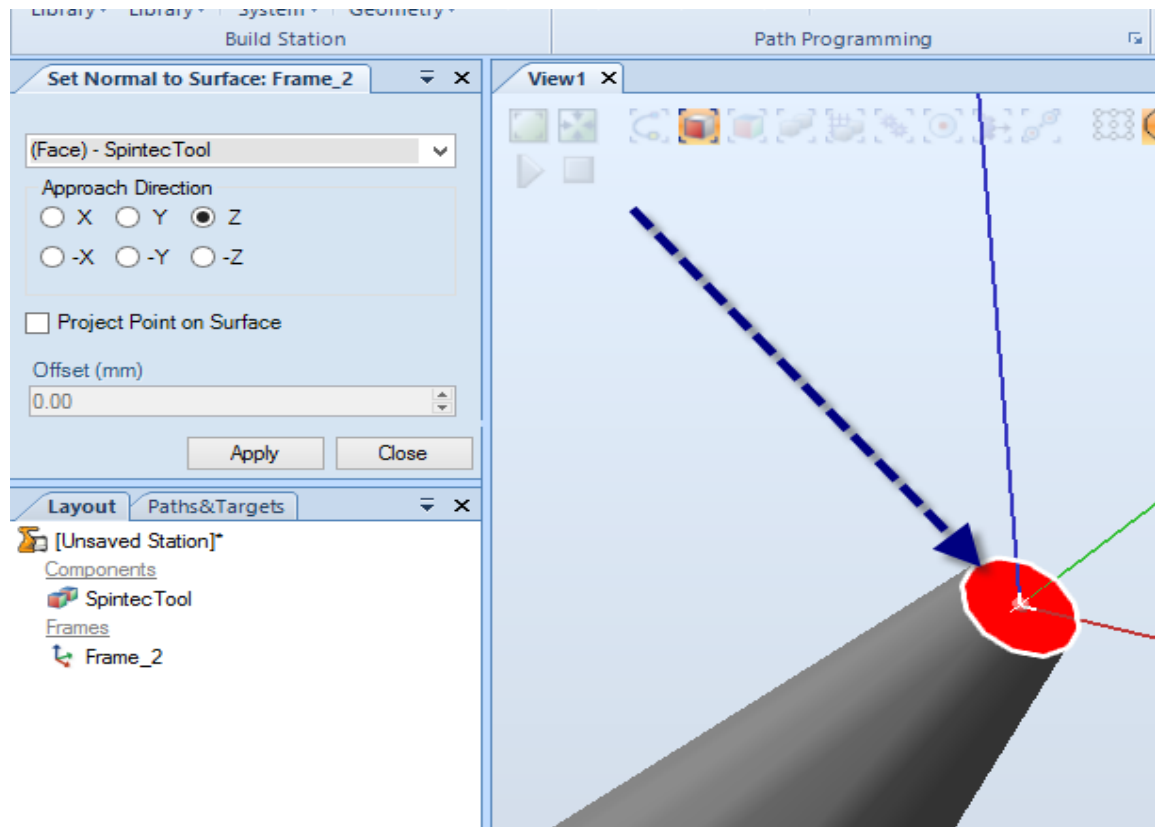
Hình 5.37 Tọa độ làm việc đã được tạo

B11: Trong cửa sổ **Layout**, click phải vào **Frame_1** chọn **Set normal to surface**



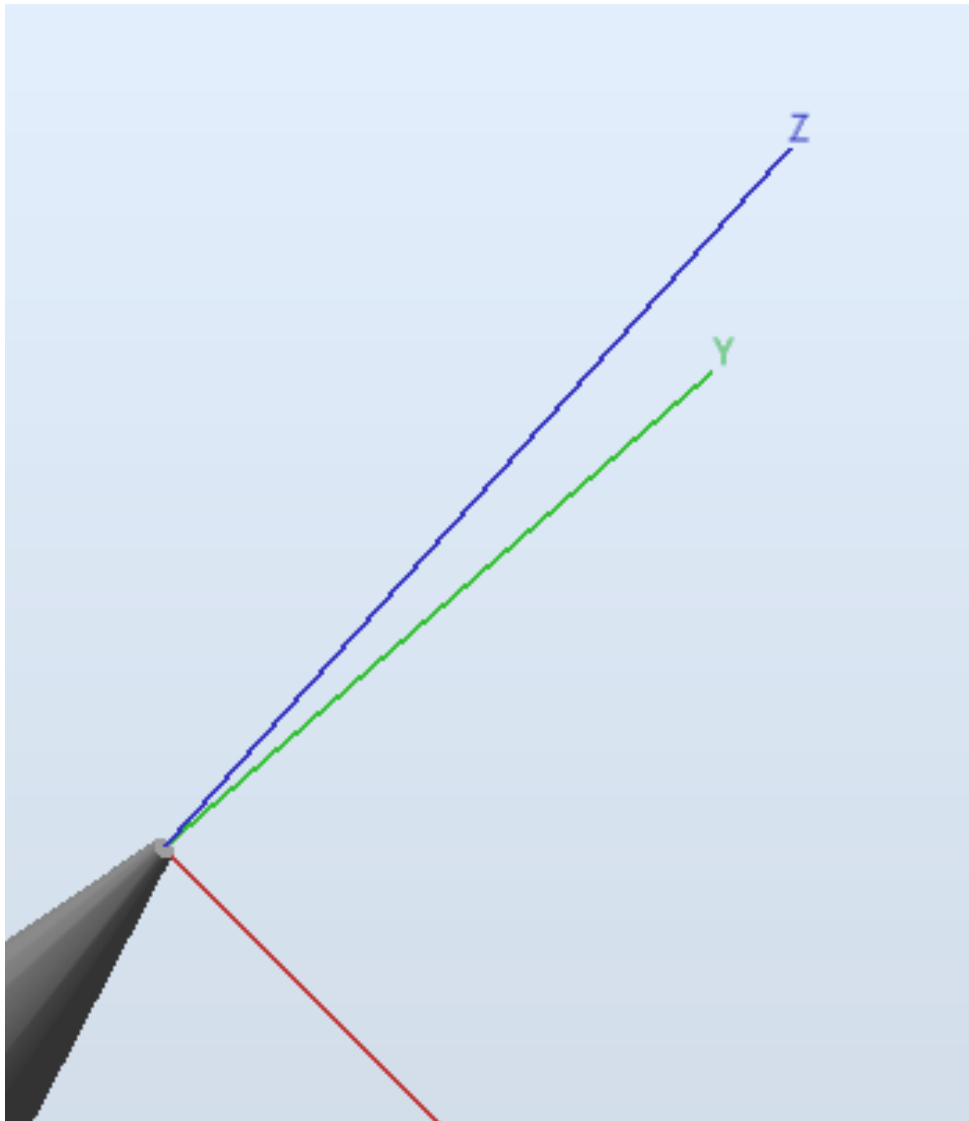
Hình 5.38 Điều chỉnh tọa độ làm việc theo trục z

B12: Trong hộp thoại **Set normal to surface**, nhấp chuột vào ô phía trên sau đó trong cửa sổ Graphics nhấp vào bề mặt chóp công cụ. Sau đó nhấn **Apply**.



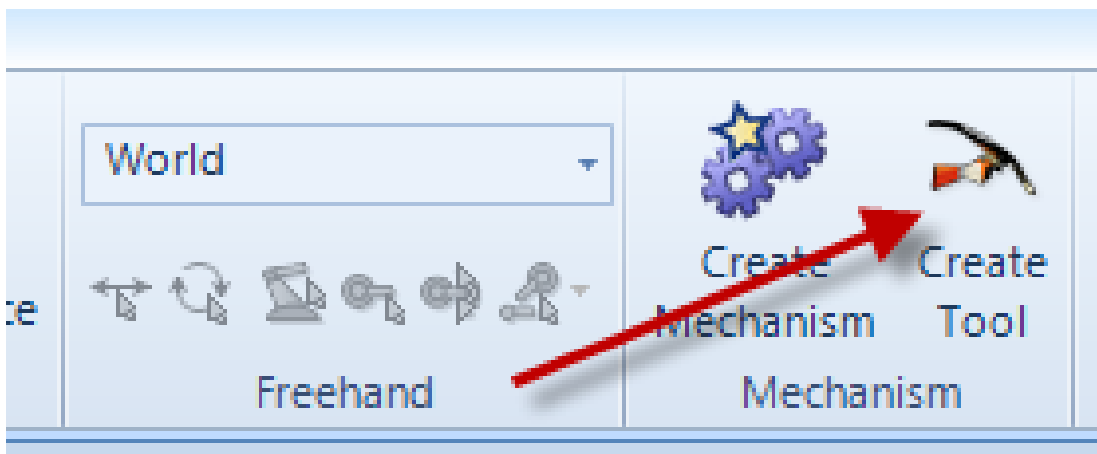
Hình 5.39 Chọn bề mặt đứng của dụng cụ

Bây giờ ta được trục **Z** vuông góc với mặt chóp



Hình 5.40 Tọa độ làm việc sau khi điều chỉnh

B13: Trong tab **Modeling**, chọn **Create tool**



Hình 5.41 Bắt đầu chuyển từ bản vẽ qua dụng cụ thật sự

B14: Trong hộp thoại **Create Tool**, phần Tool name điền **MySpintecTool**

Create Tool

Tool Information (Step 1 of 2)
Enter name and select the part associated with your tool.

Tool Name:
MySpintecTool

Select Part:
☐ Use Existing ☒ Use Dummy
 SpintecTool

Mass (kg): 1.00

Center of Gravity (mm): 0.00 (red), 0.00 (green), 1.00 (blue)

Moment of Inertia lx, ly, lz (kgm²): 0.00, 0.00, 0.00

Buttons: Help, Cancel, < Back, Next >

Hình 5.42 Chọn tên dụng cụ theo ý muốn

Để chọn **Geometry** nhấn chọn mục **Use Existing**, trong danh sách trở xuống chọn phần **SpintecTool**

Create Tool

Tool Information (Step 1 of 2)
Enter name and select the part associated with your tool.

Tool Name:
MySpintecTool

Select Part:
☒ Use Existing ☐ Use Dummy
 SpintecTool

Mass (kg): 1.00

Center of Gravity (mm): 0.00 (red), 0.00 (green), 1.00 (blue)

Moment of Inertia lx, ly, lz (kgm²): 0.00, 0.00, 0.00

Buttons: Help, Cancel, < Back, Next >

Hình 5.43 chọn bản vẽ dụng cụ đang sử dụng

Điền 3kg tại phần **Mass**

Chọn chế độ **Part Selection** và **Snap gravity**



Hình 5.44 chọn chế độ khối và trọng tâm

Trong hộp thoại **Create Tool**, click chuột vào phần **Center of Gravity**, sau đó trong cửa sổ đồ họa click vào Tool để bắt điểm tâm trọng lượng

Hình 5.45 Tạo độ trọng tâm của dụng cụ

Sau đó nhấn **Next**

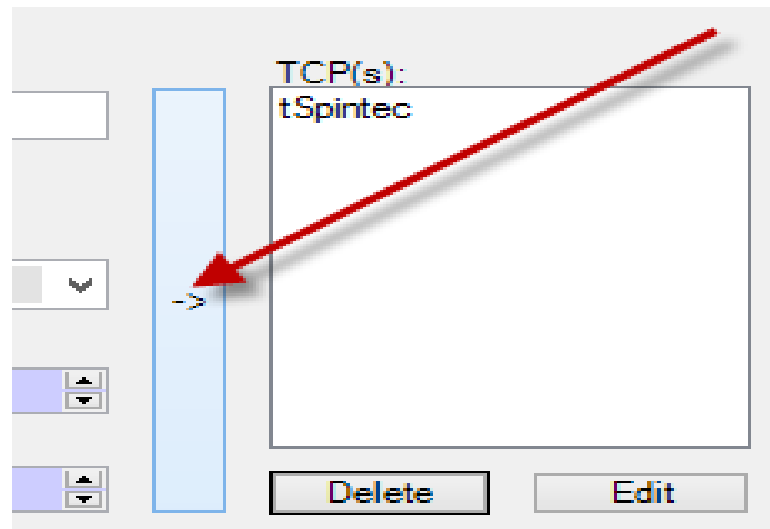
Trong phần **TCP name** nhập **tSpintec**

Hình 5.46 nhập tên dụng cụ

Trong phần **Values from Target/Frame** click vào ô chọn **Frame_1**

Hình 5.47 chọn tọa độ làm việc của dụng cụ

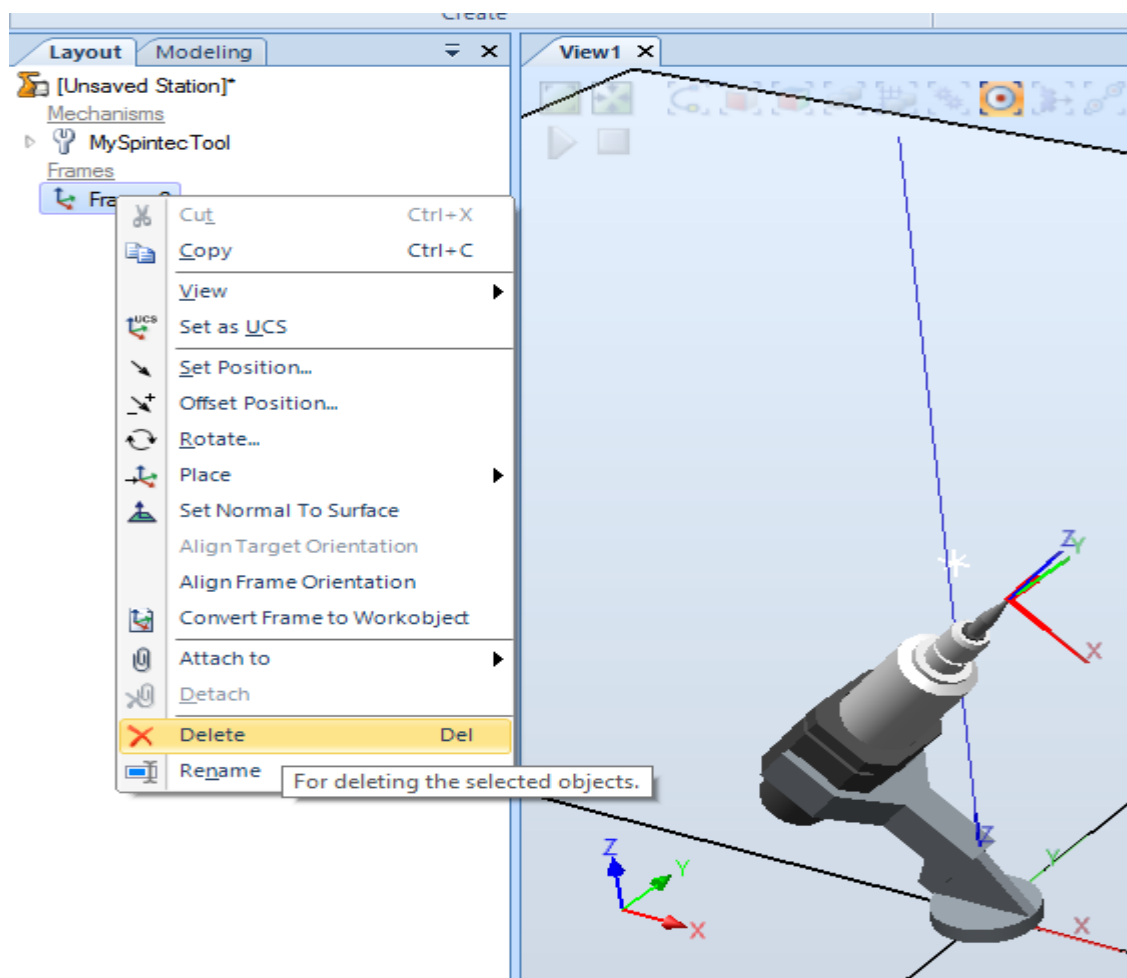
Click nút **mũi tên** để nhập TCP



Hình 5.48 thêm tọa độ làm việc vào dụng cụ

Sau đó nhấn **Done**

Bây giờ ta đã tạo được một Tool, trong cửa sổ Layout click chuột phải vào **Frame_1** và chọn **Delete**.

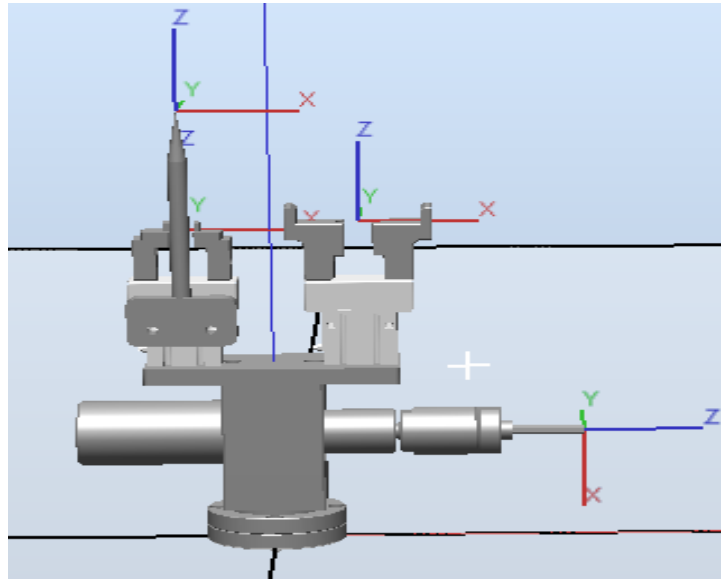


Hình 5.49 Xóa tọa độ làm việc trên bản vẽ dụng cụ

B15: Add vào 1 cánh tay robot và gắn Tool mới tạo vào để kiểm tra (cách làm tương tự như phần 5.4.1)

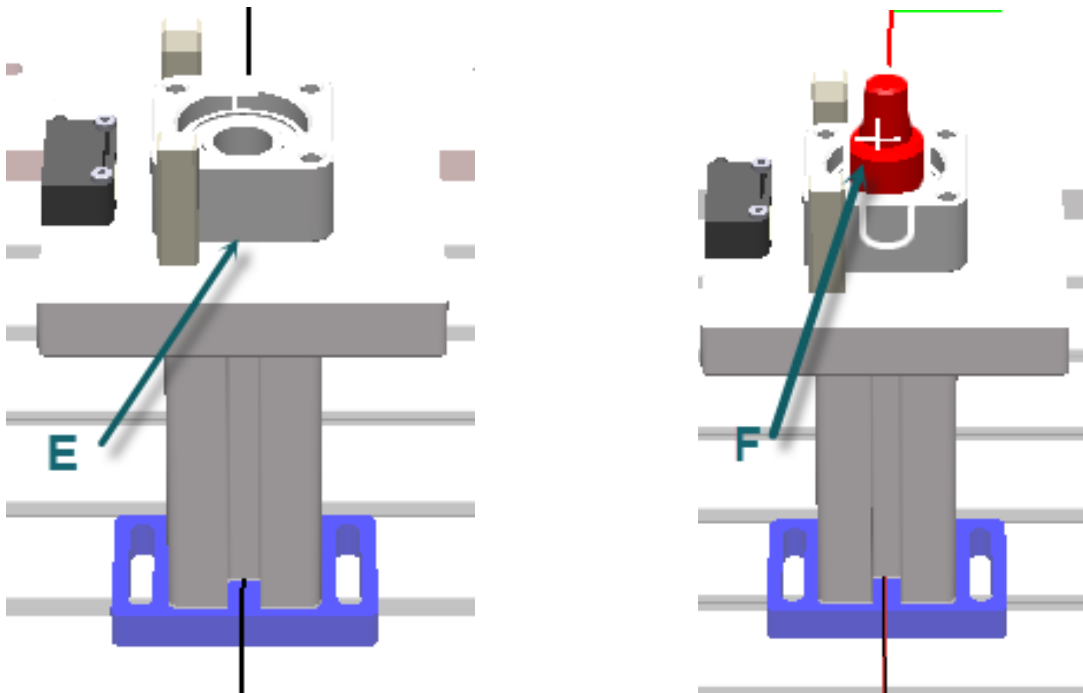
5.4. Lập trình điều khiển robot xoay gấp vật liệu bằng dụng cụ 1

Tạo dụng cụ với 3 hệ tọa độ làm việc như hình 5.50



Hình 5.50 Dụng cụ với 3 hệ tọa độ làm việc

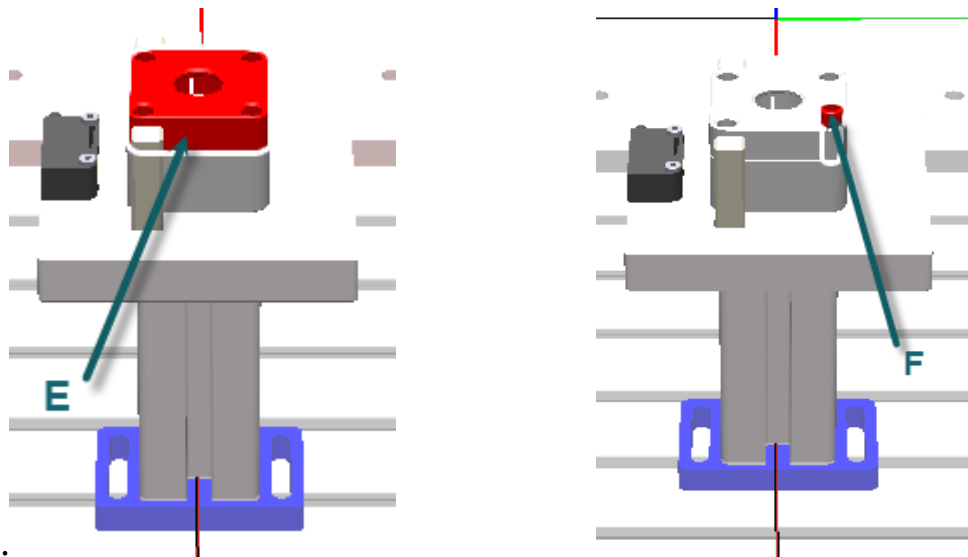
Điều khiển robot sử dụng dụng cụ với hệ tọa độ thứ nhất để gấp các vật liệu sau:



Hình 5.51 Gấp vật liệu E và F bằng dụng cụ với tọa độ 1

5.5. Lập trình điều khiển robot xoay gấp vật liệu bằng dụng cụ 2

Tiến hành tương tự mục 5.5 nhưng thay thế các vật liệu cho phù hợp hơn như:



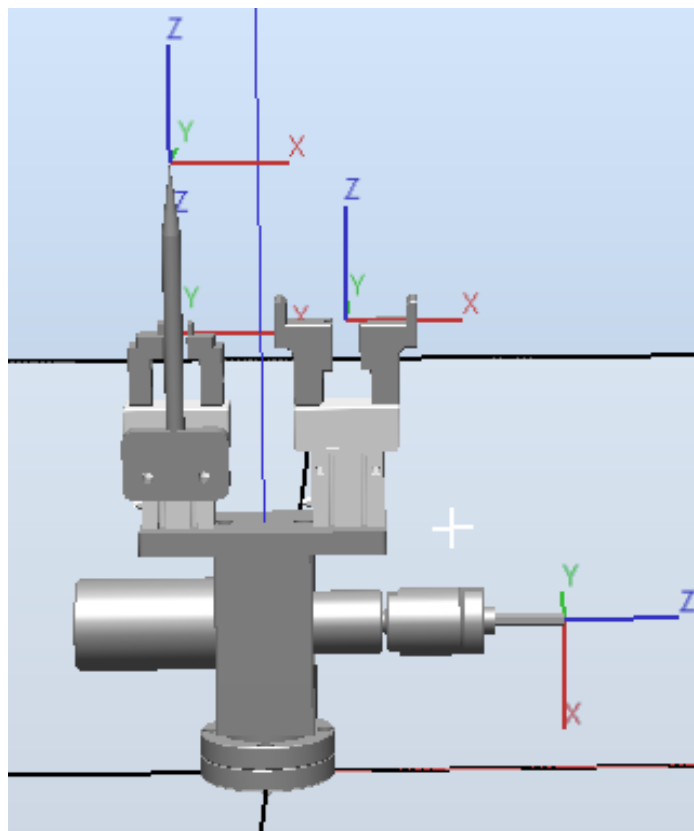
Hình 5.52 Gắp vật liệu E và F bằng dụng cụ với tọa độ 2

5.6. Lập trình điều khiển robot xoay gắp vật liệu bằng dụng cụ 3

Tương tự mục 5.5 nhưng với dụng cụ dùng tọa độ 3 thì không gắp được sản phẩm, chỉ có thể dùng để xoay, vận vít. Sử dụng tọa độ 3 để vận vít vào đúng vị trí.

5.7. Bài tập tổng hợp

Bài tập 1: Tạo Tools của Rô bốt dựa trên mô hình CAD đã cấp sẵn như hình 5.53



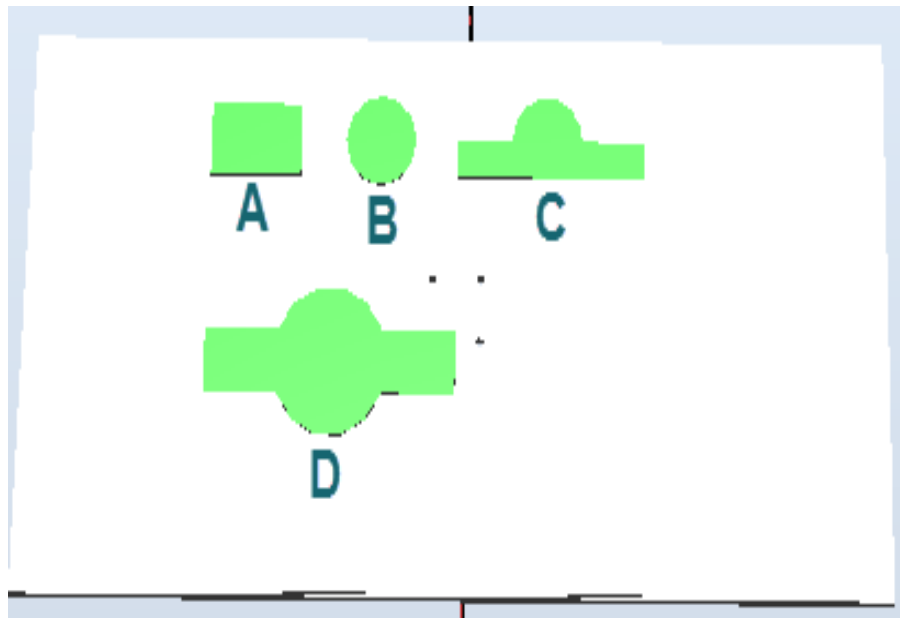
Hình 5.53

Bài tập 2. Hãy tạo một hệ thống Rô bốt IRB120,

Lập trình mô phỏng Robot IRB 120 dùng thanh nhọn của Tool1 (bài tập 1) đi theo các cạnh của 4 vật thể theo thứ tự D,C,B,A trong hình 5.54 theo cùng chiều kim đồng hồ với yêu cầu về tốc độ và độ lượn như đoạn code mẫu.

Code của chương trình mẫu có dạng như sau:

```
MoveAbsJ Home,v500,z100,Tool_kiemtra\WObj:=Wobj_table;  
MoveJ P_10_kiemtra,v500,z100,Tool_kiemtra\WObj:=Wobj_table;  
MoveL P_20_kiemtra,v100,fine,Tool_kiemtra\WObj:=Wobj_table;  
MoveL P_30_kiemtra,v100,fine,Tool_kiemtra\WObj:=Wobj_table;  
MoveC  
P_40_kiemtra,P_50_kiemtra,v100,fine,Tool_kiemtra\WObj:=Wobj_table;
```



Hình 5.54

CÂU HỎI ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP BÀI 5:

Câu 1: Cho hệ thống như hình 5.55 hãy lập trình cho robot ABB IRB120 vận hành lắp ráp một sản phẩm hoàn chỉnh. Sản phẩm gồm: Đế, ổ bi, trục, nắp và vận vít ở 4 góc.

Cho biết hệ thống sử dụng bản vẽ công cụ có sẵn trong thư viện Geometry.

Sau khi lập trình trên máy tính xong, sinh viên phải kết nối với robot và thực hành ngay trên robot.

Yêu cầu khi thực hành:

Các tọa độ phải được điều chỉnh lại cho chính xác.

Tăng thêm thời gian chờ nếu thấy chưa phù hợp.

Kết nối hệ thống khí nén.



Hình 5.55 Bộ thực hành robot ABB IRB 120

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TS. *Phạm Đăng Phước*, Robot Công Nghiệp, Nhà xuất bản *Hồ Chí Minh* 2006.
2. GSTSKH *Nguyễn Thiện Phúc*, Robot công nghiệp -. NXBKH và kỹ thuật 2006.
3. *Nguyễn Thiện Phúc*, Tay máy - người máy công nghiệp -. NXBKH và kỹ thuật 1983.
4. TS *Lê Văn Hiền*, Giáo trình mô đun Robot công nghiệp, Tổng cục dạy nghề 2013.