

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CƠ KHÍ

ROBOT CÔNG NGHIỆP
(IR – INDUSTRIAL ROBOTION)



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

1.1 sự ra đời và phát triển của robot

- ❖ Thuật ngữ “robot” xuất hiện lần đầu tiên trên sân khấu ở New York vào ngày 09/10/1922 trong vở kịch “Rossum’s Universal Robot” của nhà soạn kịch người Tiệp khắc
- ❖ Từ “robot” là cách gọi tắt của từ robota - theo tiếng Tiệp khắc có nghĩa là người làm công việc tạp dịch.
- ❖ Trong vở kịch các Robota có thể bắt chước các thao tác của con người



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- ❖ Ý tưởng chế tạo các cỗ máy phục vụ sản xuất ra đời và phát triển, → Tập trung thiết kế chế tạo các cỗ máy có thể bắt chước các thao tác của con người như “robota” nhằm làm công việc có tính chất nguy hiểm đối với con người
 - ❑ Trong công nghiệp thì không cần mô phỏng toàn bộ các chức năng của con người như nghe, nhìn, cảm giác,... vì nó không có tính thực tiễn mà thực dụng hơn là Robot công nghiệp thay thế các chức năng cơ bắp của con người

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- Trước chiến tranh thế giới lần thứ 2, xuất hiện các cơ cấu TeleOperator và các cơ cấu điều khiển từ xa đã ra đời, là các cơ cấu phỏng sinh học thuần tuý bao gồm các khâu, khớp, dây chằng gắn liền với bộ điều khiển và được thao tác bởi cánh tay con người.
 - Nó có thể cầm nắm, nâng hạ, đảo lật, buông thả các đối tượng trong một không gian xác định, các thao tác linh hoạt, khéo léo, nhưng tốc độ hoạt động chậm và lực hạn chế vì hệ điều khiển thuần tuý cơ học → hạn chế về lực và quãng đường di chuyển.
- Thời kỳ sơ khai của Robot công nghiệp là từ năm 1946 trở về trước, giai đoạn này chủ yếu là cơ khí hóa (lợi lực, thiệt đường đi)

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- ❑ 1946-1960: các Robot đầu tiên phục vụ cho công nghiệp nguyên tử, trong giai đoạn này:
 - ❑ 1946 máy tính điện tử đầu tiên ra đời: ENIAC
 - ❑ 1949: Khái niệm về điều khiển theo chương trình số NC ra đời
→ Sự kết hợp điều khiển NC với các cơ cấu điều khiển từ xa sẽ đưa ra một thế hệ máy tự cao cấp mà thời đó gọi là “người máy”

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- 1960 là kỷ nguyên của Robot với các mốc:
 - 1961 Hãng Robot General đã đưa ra Robot thương mại đầu tiên Unimate, được sử dụng trong phân xưởng đúc, nó là thời kỳ Robot thế hệ 1, lập trình điều khiển để Robot lặp lại các thao tác đã định trước.
 - Có hai đặc điểm:
 - Có khả năng làm việc liên tục 24 giờ/ ngày và nắm vững công việc trong một thời gian ngắn
 - Làm việc trong mọi điều kiện nóng bức khó chịu, nguy hiểm và độc hại,...

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- Trên cơ sở bản quyền phát minh sáng chế của Mỹ, các nước: Anh (1967) – Scare, Thụy Điển, Nhật (1968) – Fanuc, Đức (1971), Pháp (1972), Italy (1973).
 - Nhật: năm 1961 mua bản quyền sáng chế Robot
 - Đến nay đã có hơn 40 nước chế tạo Robot
- 1960 - 1970 ra đời công nghệ tích hợp IC (Integrate Circuit), bộ vi xử lý và máy tính PC

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- 1968 – 1972: Phát triển mạnh mẽ Robot trong CN ôtô, đặc biệt tại Nhật với công ty Yasawa – một trong những nơi đầu tư và nghiên cứu, ứng dụng Robot hàng đầu thế giới. Thuật ngữ Cơ-Điện tử đã xuất hiện, luôn gắn liền với CNC, Robot
- Năm 1976, máy công cụ CNC ra đời → cho ra đời một thời kỳ mới của Robot thích nghi, thông minh,...
- 1980 – 90: với sự phát triển mạnh mẽ của tin học, ..., Robot càng chính xác, mạnh, linh hoạt, thích nghi và điều khiển thân thiện hơn.
- Hiện nay, thế kỷ 21, Robot đang phát triển các thế hệ như sau:

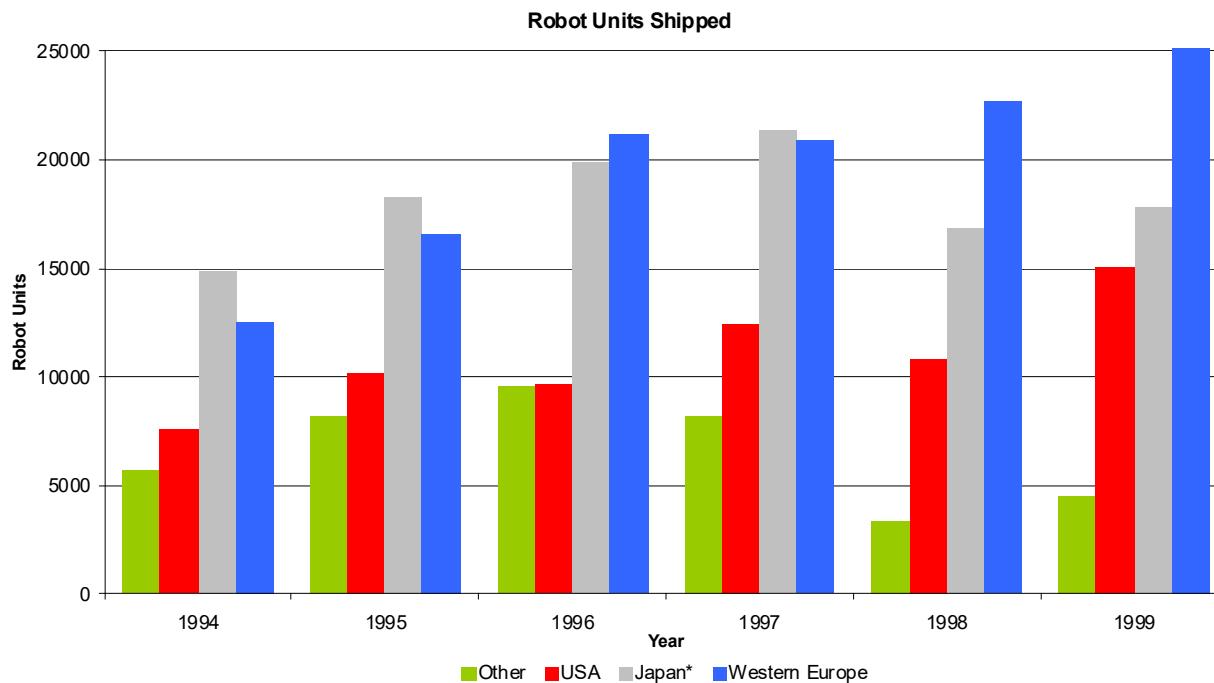
CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- ❑ Hiện nay, thế kỷ 21, Robot đang phát triển các thế hệ như sau:
 - ❑ Robot đk theo chương trình đường dẫn (Online programming) điều khiển theo thao tác, điều khiển dẫn - dạy (Teach by lead though)
 - ❑ Robot ĐK thích nghi và thông minh (Off – line)
 - ❑ Robot có trí tuệ nhân tạo
- Trên thế giới hiện nay có trên 500 công ty sản xuất và hàng nghìn mẫu khác nhau.
- 1990: 300.000 IR → 10.000 – 250.000 USD
- 1995: 650.000 IR
- 200: > 1.000.000 IR – 5000USD (min)

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP



Tóm lại: quá trình phát triển của Robot là sự kết hợp phát triển của khoa học kỹ thuật, công nghệ, sản xuất, trong đó cơ khí chính xác, máy tính và công nghệ thông tin là động lực chủ yếu.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

1.2 Phạm vi ứng của robot

➤ Trong môi trường khắc nghiệt:

- Bẩn (**Dirty**), nguy hiểm (**Dangerous**): mt phóng xạ, t⁰, áp suất quá cao, thấp: Rèn, dập,..., độc hại (sơn, bụi), P lớn, V lớn,...
- Nhảm chán - buồn tẻ đối với công nhân (**Dull**).



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

□ Trong công nghiệp:



Hàn điểm



Phun sơn



Lắp ráp



Vận chuyển phôi



Nâng tải



Cắt kim loại

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

1.3 Định nghĩa robot

- ❑ Là 1 máy tự động linh hoạt có khả năng thay thế từng bộ phận hoặc toàn phần các chức năng cơ bắp hoặc trí tuệ của con người với những khả năng và mức độ thích nghi khác nhau.
- ❑ Robot phải liên hệ chặt chẽ với máy móc, công cụ trong một hệ thống tự động tổng hợp cho phép thích ứng nhanh và đơn giản khi nhiệm vụ sản xuất thay đổi với các đặc điểm sau:
 - Thủ pháp cầm nắm và di chuyển tối ưu
 - Trình độ hành nghề khôn khéo và linh hoạt (Robot hàn)
 - Kết cấu phải tuân theo các nguyên tắc môđun hóa
 - Lập trình dễ dàng và độ tin cậy cao

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

1.4 Phân loại robot công nghiệp

a/ Phân loại theo công dụng:

Robot hàn

Robot cấp phôi, lắp ráp, phun phủ, vũ trụ, sinh hoạt,...

b/ Phân loại theo bậc tự do:

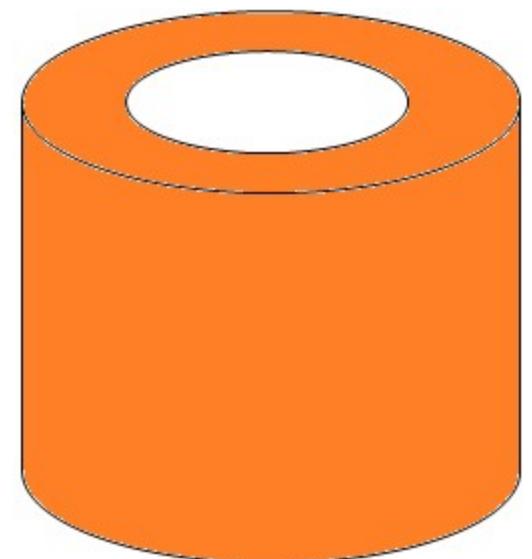
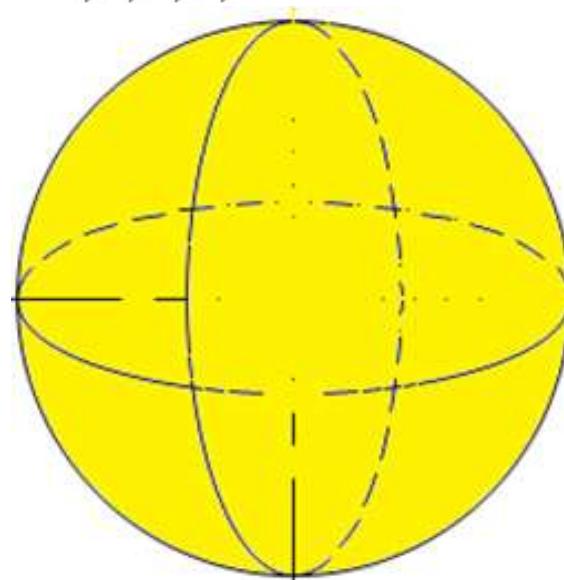
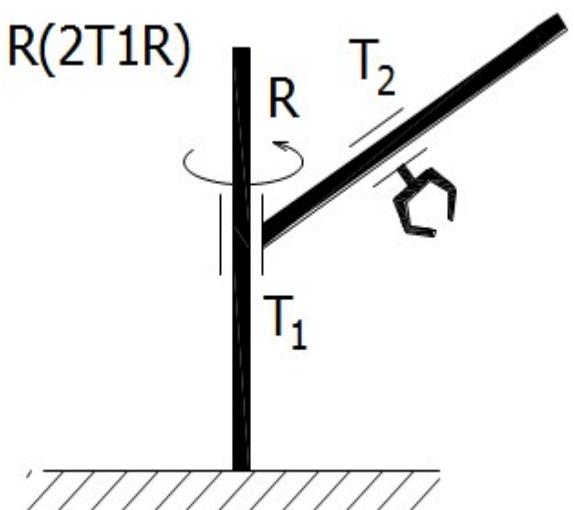
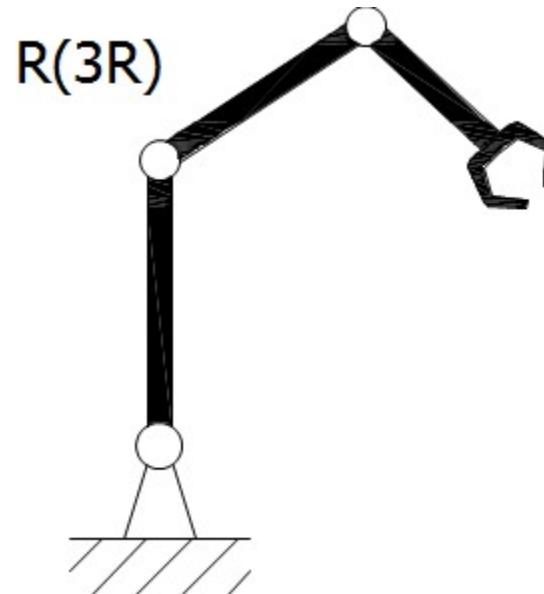
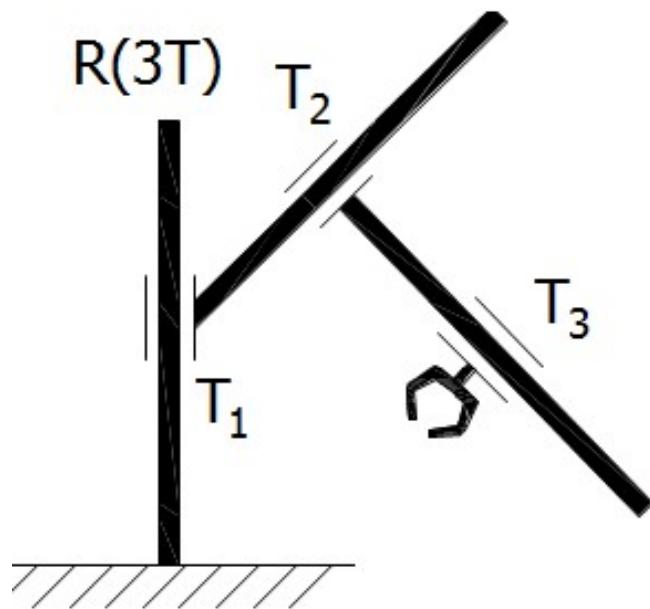
Mỗi chuyển động độc lập được coi là một bậc tự do, dựa trên 2 cđ cơ bản:

- Chuyển động thẳng: bậc tự do thẳng: Translation – T
- Chuyển động quay: bậc tự do quay: Rotation – R

Tổ hợp các bậc tự do để hình thành không gian làm việc của Robot

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- c/ Phân loại theo phương pháp điều khiển:

Điều khiển theo điểm: PTP

- ❖ Quá trình điều khiển của robot quan tâm và đảm bảo tọa độ và phương vị của robot ở điểm kết thúc của quá trình chuyển động đúng như đã được lập trình, còn quỹ đạo chuyển động thì tùy ý, không bắt buộc.
- ❖ Thường dùng trên các robot hàn, vận chuyển, bắn đinh



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- ❖ **Điều khiển theo quỹ đạo liên tục:** Quá trình điều khiển robot được thực hiện liên tục nhằm đảm bảo quỹ đạo chuyển động của cơ cấu chấp hành cuối cùng của robot di chuyển theo quỹ đạo chuyển động đã được lập trình từ trước. Có 2 dạng điều khiển robot theo quỹ đạo liên tục:

Điều khiển xấp xỉ: bộ điều khiển có thể “sửa đổi quỹ đạo” để điều khiển robot di chuyển theo một quỹ đạo sai khác so với quỹ đạo lập trình trước

Điều khiển chính xác: Quá trình điều khiển robot đảm bảo quỹ đạo chuyển động của robot chính xác theo quỹ đạo đã được lập trình trước mà không có bất kỳ sai khác nào

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

d/ Phân loại theo nguồn động lực

Nguồn động lực là động cơ điện: động cơ điện một chiều (DC motor), động cơ điện servo xoay chiều (AC servo), động cơ bước...

Đặc điểm: dễ điều khiển, độ chính xác, độ tin cậy cao, công suất trung bình (đủ để đáp ứng cho các ứng dụng công nghiệp phổ biến, thông dụng)



CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- Nguồn động lực là động cơ khí nén: công suất nhỏ độ chính xác không cao, nhưng có tốc độ chấp hành cao, sạch, không gây nguy cơ cháy nổ như các loại nguồn động lực khác.

Sử dụng dây chuyền sản xuất yêu cầu đảm bảo sạch, không gây cháy nổ, ô nhiễm (dây chuyền lắp ráp linh kiện điện tử, dây chuyền sản xuất thực phẩm...)



Nguồn động lực là động cơ thủy lực: công suất lớn, khả năng tải lớn, làm việc êm nhưng có nhược điểm là vận tốc dịch chuyển không lớn, khó điều khiển chính xác vị trí và thiết bị rất đắt tiền.

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- e/ Phân loại theo hệ thống truyền động:
 - Truyền động gián tiếp: tồn tại truyền động cơ khí: BR, Bđai, vitme,... Dẫn đến tính phi tuyến, tính trễ và bị mòn, tạo khe hở động học,...
 - Hệ truyền động trực tiếp: cơ cấu chấp hành được nối tiếp với nguồn động lực: kết cấu nhỏ gọn và loại được những hạn chế hệ truyền động gián tiếp.
 - Đặc điểm: Đ/c có số vòng quay thích hợp và điều khiển vô cấp trêndải rộng

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- f/ Phân loại theo kết cấu: Phân loại theo kết cấu gồm có robot nối tiếp và robot song song

Robot nối tiếp: Là một chuỗi động học hở với một khâu cố định gọi là đế và các khâu động, các khâu động được bố trí nối tiếp với nhau nhờ các khớp liên kết.

Robot song song: là một chuỗi động học kín, ở đó mỗi khâu luôn luôn được liên kết với ít nhất hai khâu khác



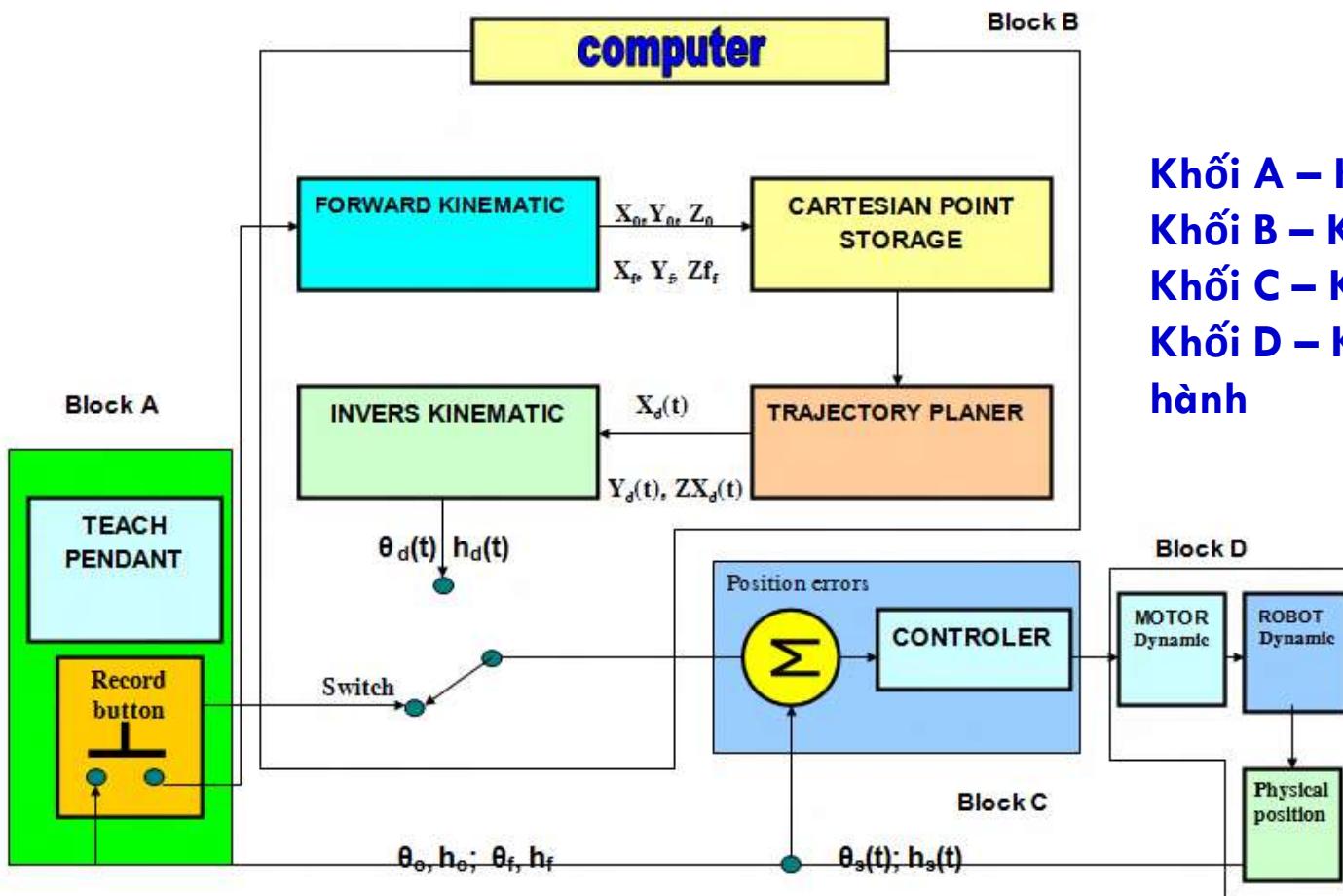
CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP

- g/ Phân loại theo độ chính xác:
 - Độ chính xác tuyệt đối: đánh giá mức độ tin cậy trong một chu kỳ đơn lẻ làm việc 1 lần.
 - Độ chính xác lặp lại: đánh giá độ tin cậy trong một quá trình làm việc lâu dài (ta quan tâm chủ yếu đến loại này).

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

2.1 Sơ đồ cấu trúc chung của robot công nghiệp



Khối A – Khối dạy học

Khối B – Khối não bộ

Khối C – Khối điều khiển

Khối D – Khối cơ cấu chấp hành

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- **Khối A (Block A):** Là khối thu thập và chuyển giao dữ liệu đầu vào, cũng được gọi là khối dạy học của robot. Khối này đảm nhiệm 2 nhiệm vụ:
 - **Teach pendant:** Thực hiện quá trình dạy học tại chỗ cho robot. Người vận hành sử dụng teach pendant để di chuyển cánh tay robot tới các vị trí trên quỹ đạo dịch chuyển của robot để “dạy” cho robot các điểm mà nó phải đi qua trong quá trình chuyển động
 - **Record button:** Lưu trữ và chuyển giao dữ liệu cảm nhận vật lý trong quá trình học, gọi là “**bộ dữ liệu cảm nhận vật lý**” bao gồm các tọa độ góc của vị trí đầu, vị trí cuối của một động trình $\{(\theta_0, h_0); (\theta_f, h_f)\}$

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- Block B: Là khối bộ não của Robot, bao gồm các cụm vi xử lý, giải quyết các vấn đề sau:
 - **Forward kinematic:** Thiết lập và giải bài toán động học thuận trên cơ sở bộ thông số đầu vào $\{(\theta_0, h_0); (\theta_f, h_f)\}$ tìm ra vị trí các điểm đã được dạy học
 - **Cartesian Point storage:** Lưu trữ và chuyển giao các kết quả tính toán của bài toán động học thuận, vị trí hình học của quá trình chuyển động hay còn gọi là “**bộ dữ liệu hình học**” $[(X_\theta, Y_\theta, Z_\theta); (X_f, Y_f, Z_f)]$
 - **Trajectory Planer:** Lập trình quỹ đạo đi qua các điểm hình học đã hoặc chưa “dạy” để hình thành **toàn bộ quỹ đạo chuyển động cần có** $[X_d(t), Y_d(t), Z_d(t)]$ của cơ cấu chấp hành cuối (tools)
 - **Invers Kinematic:** giải bài toán động học ngược tìm ra các thông số điều khiển hay là “**bộ dữ liệu điều khiển**” $[\theta_d(t), h_d(t)]$

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- **Khối C (Block C):** Khối này được gọi là khối điều khiển của robot, nó bao gồm bộ so sánh, bộ khuỷch đại và bộ cấp phát tín hiệu điều khiển.
 - **Bộ so sánh** sẽ so sánh sai lệch giữa giá trị cần (có được từ việc giải bài toán ngược) và giá trị thực (có được từ bộ dữ liệu cảm nhận vật lý). Giá trị sai lệch này sẽ được đưa sang bộ khuỷch đại để tiếp tục xử lý
 - **Bộ khuỷch đại** sẽ khuỷch đại giá trị sai lệch (tín hiệu điều khiển) nhận từ bộ so sánh thành tín hiệu công suất để đưa tới bộ phát tín hiệu điều khiển
 - **Bộ phát tín hiệu điều khiển** nhận tín hiệu từ bộ khuỷch đại và phát tín hiệu điều khiển các động cơ tương ứng

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- **Block D:** Là khối cơ cấu chấp hành, bao gồm *nguồn động lực (Motor Dynamic)*, *các cơ cấu chấp hành (Robot Dynamic)*, *các bộ cảm nhận vật lý trên chúng (Physical Positions)*.
- Qua phân tích tổ chức kỹ thuật của Robot có thể nhận thấy các bộ thông số kỹ thuật chủ yếu sau:
 - **Bộ thông số cảm nhận vật lý** $\{(\theta_0, h_0); (\theta_f, h_f)\}$
 - **Bộ thông số vị trí hình học** $[(X_0, Y_0, Z_0); (X_f, Y_f, Z_f)]$
 - **Bộ thông số điều khiển** $\{(\theta_0, h_0); (\theta_f, h_f)\}$

→ Quá trình thiết kế động học Robot công nghiệp là việc thiết lập và giải các hệ phương trình động học thuận và ngược.
- Kết quả tìm được là cơ sở trong việc giải các phương trình động lực học và trong tính toán điều khiển Robot được thiết kế.

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

2.2 Bậc tự do của Robot

a. Khái niệm

- Bậc tự do là số khả năng chuyển động của một cơ cấu để dịch chuyển được một vật thể nào đó trọng không giản. Cơ cấu chấp hành của robot phải đạt được một số bậc tự do nhất định. Chuyển động của các khâu trong robot thường là một trong hai khâu chuyển động cơ bản là tịnh tiến hay chuyển động quay.

b. Xác định số bậc tự do của robot (DOF- Defree Of Freedom).

Số bậc tự do của robot được xác định:

$$W = 6n - \sum i.P_i$$

Trong đó:

W: Số bậc tự do của robot.

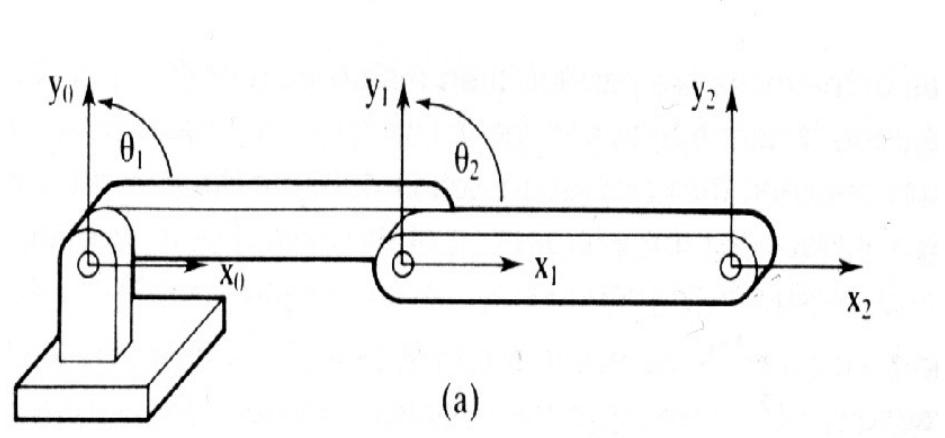
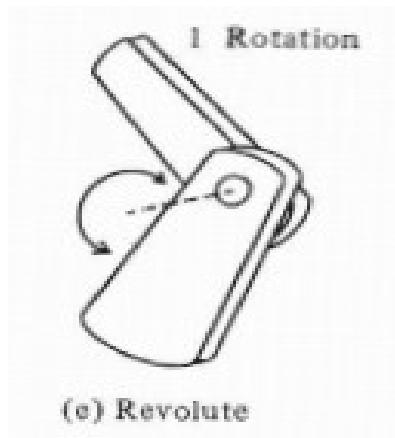
n: Số khâu động.

P_i: Số khớp loại i (khớp loại i là khớp không chế i bậc tự do)

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

Một số khớp cơ bản thường dùng trong các cơ cấu máy và Robot

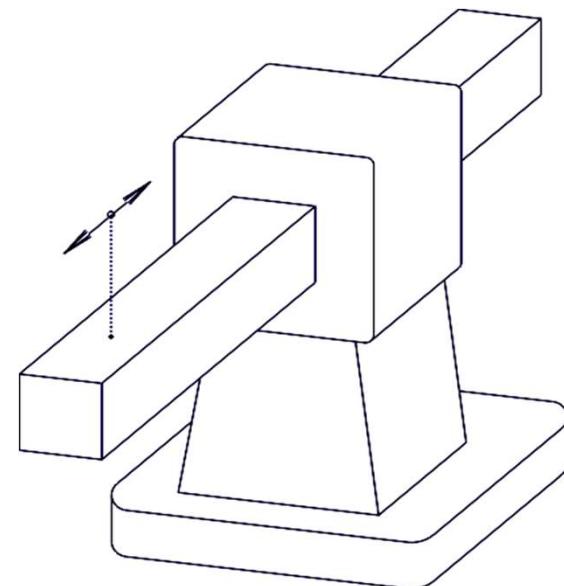
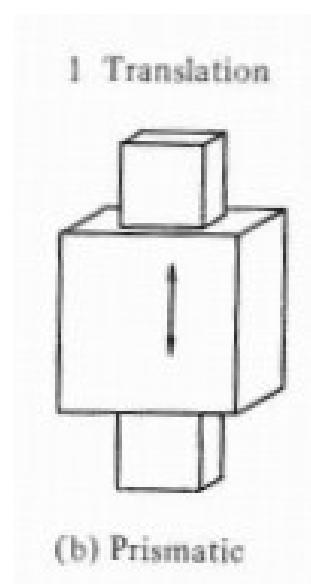
- Khớp quay (Revolute Joint - R): Là khớp để chuyển động quay của khâu này với khâu khác quanh một trục quay. Khớp quay hạn chế năm khả năng chuyển động tương đối giữa hai thành phần khớp, khớp quay còn được gọi là khớp bản lề.



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

Một số khớp cơ bản thường dùng trong các cơ cấu máy và Robot

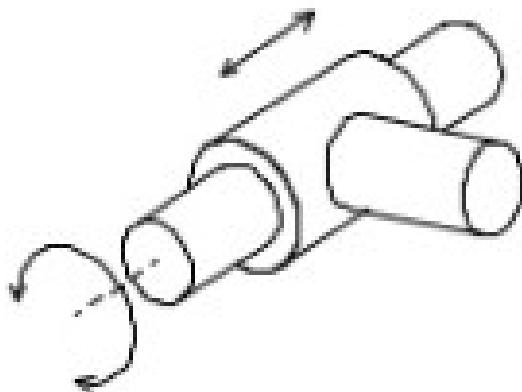
- Khớp trượt (Prismatic Joint - P): Là khớp cho phép hai khâu trượt trên nhau theo một trục. Do đó khớp trượt cũng hạn chế năm khả năng chuyển động tương đối giữa hai khâu.



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

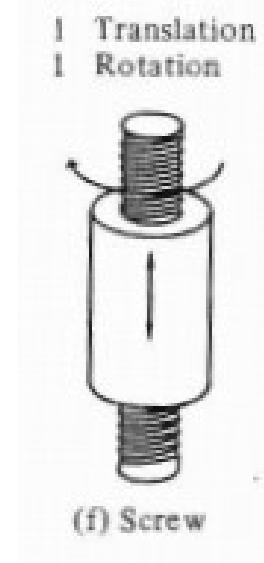
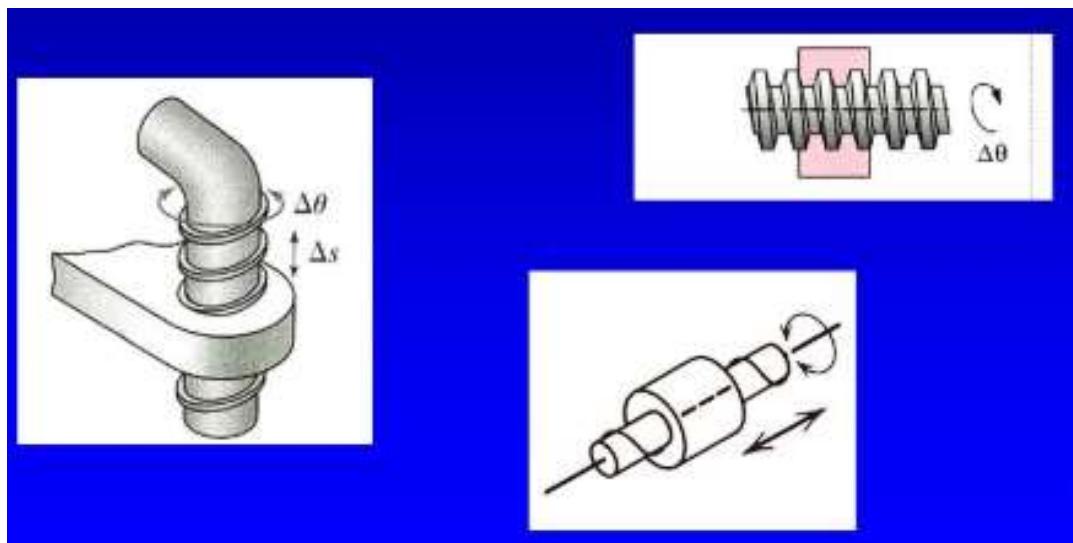
Một số khớp cơ bản thường dùng trong các cơ cấu máy và Robot

- Khớp trụ (Cylindrical Joint - C): Là khớp cho phép hai chuyển động độc lập gồm một chuyển động tịnh tiến và một chuyển động quay. Do đó khớp trụ hạn chế bốn chuyển động tương đối giữa hai khâu.



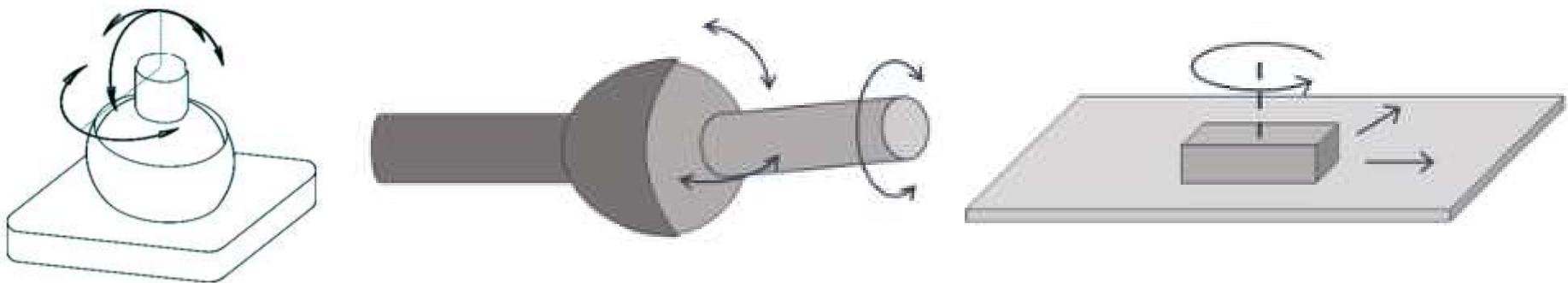
CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- Khớp ren (Helical Joint - H): Là khớp cho phép chuyển động quay quanh trục đồng thời dịch chuyển theo trục quay. Tuy nhiên chuyển động dịch chuyển phụ thuộc vào bước của ren vít. Do đó khớp ren hạn chế năm khả năng chuyển động.



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- Khớp cầu (Spherical Joint - S): Là khớp cho phép thực hiện chuyển động quay giữa hai khâu quanh tâm cầu theo tất cả các hướng, khớp cầu không có chuyển động tịch tiến nào. Vậy khớp cầu hạn chế ba chuyển động tương đối.



- Khớp phẳng (Plane Joint - E): Là khớp cho phép thực hiện hai khả năng chuyển động tịch tiến theo hai trục trong mặt tiếp xúc và một chuyển động quay quanh trục vuông góc với mặt phẳng tiếp xúc. Khớp phẳng hạn chế ba chuyển động

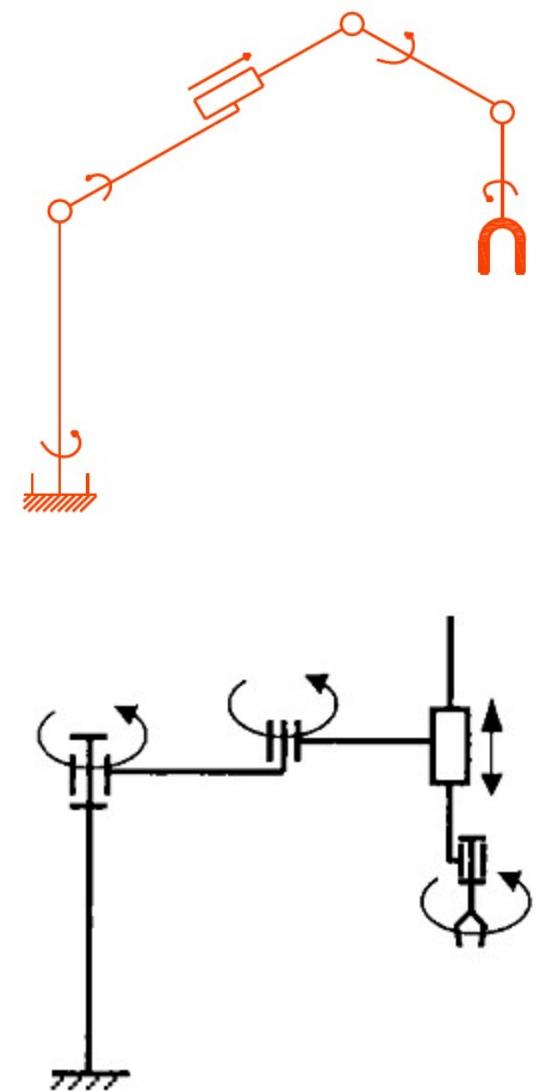
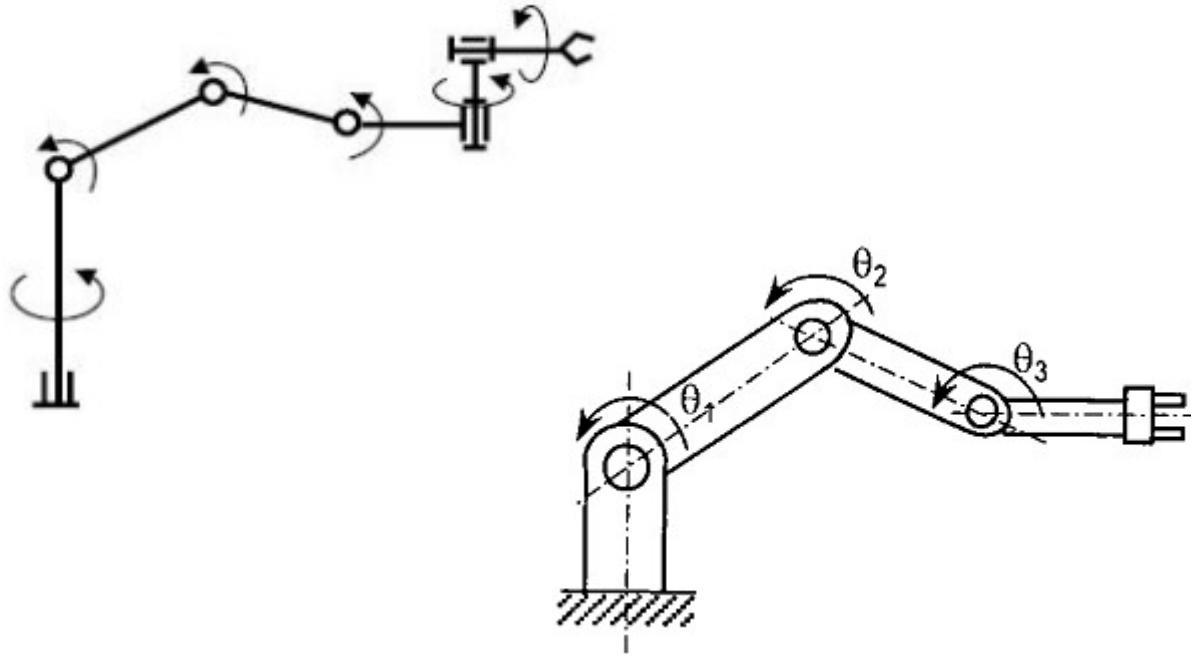
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

STT	Tên Khớp	Kí Hiệu	Lược Đồ	Kết Cấu	Bậc tự do tương đối
1	Khớp cầu	S			3
2	Khớp trượt	P		 PRIMATIC	1
3	Khớp quay	R		 REVOLUTE	1
4	Khớp trụ	C		 CYLINDRICAL	1
5	Khớp ren	H		 HELICAL	2

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

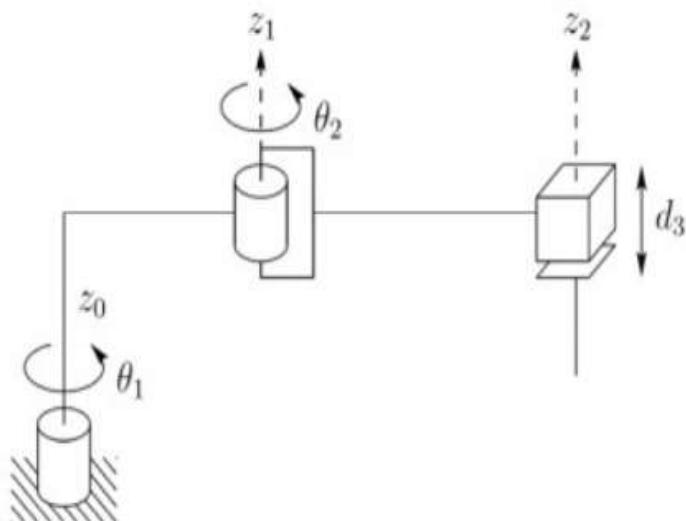
số khớp loại 5 là 5 (4 khớp quay và một khớp tĩnh tiền),
do đó $n=5$ và $P_5 = 5$ nên số bậc tự do của
robot này: $W = 6.5 - 5.5 = 5$ bậc.



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

2.3 Kết cấu của Robot

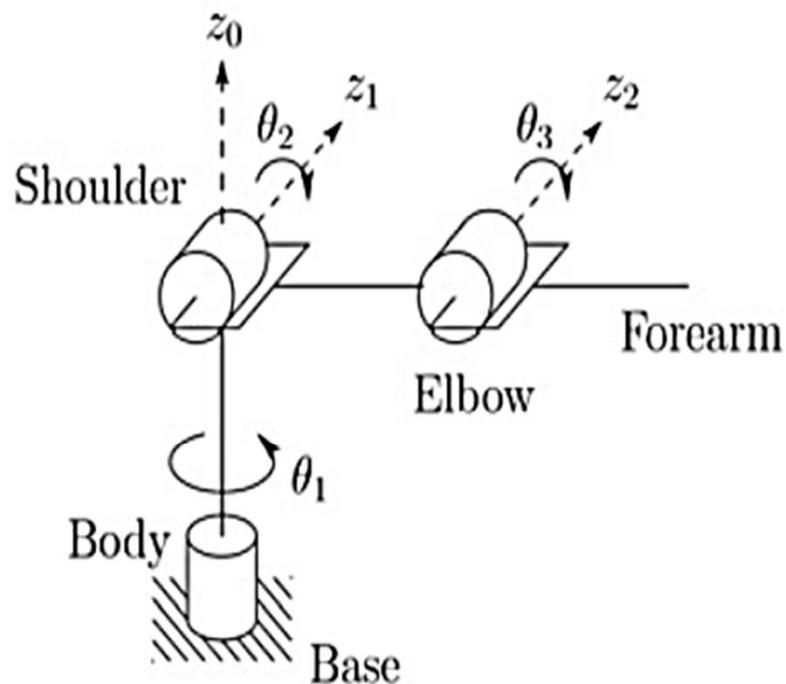
- Robot công nghiệp được tạo thành từ nhiều khâu được liên kết với nhau bằng các khớp động



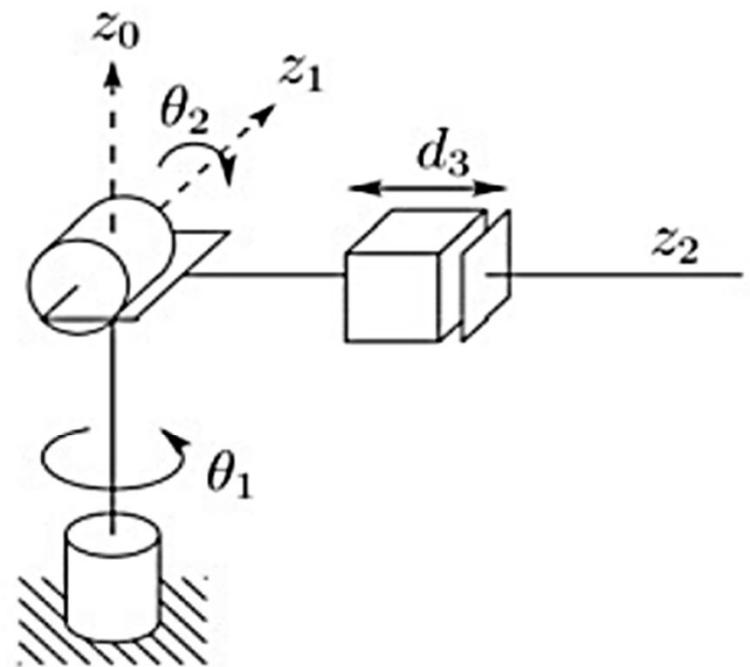
SCARA robot (Selective Compliant
Articulated Robot for Assembly)

CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



Robot dạng RRR



Robot dạng RRP

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

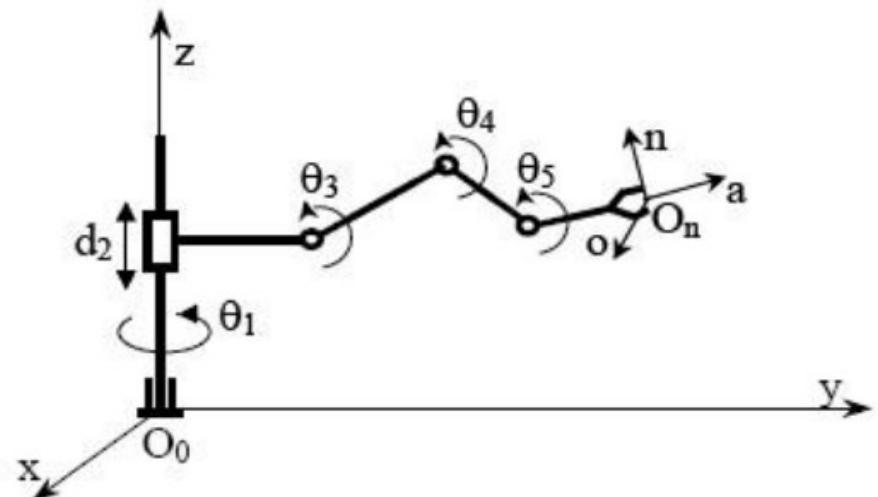
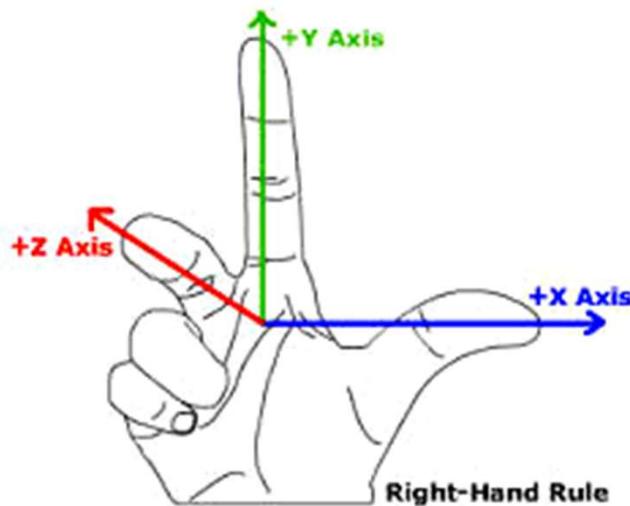
2.3 Hệ thống cơ cấu chấp hành

2.3.1 Hệ toạ độ trong robot.

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

CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- ❖ Hệ tọa độ dùng trong robot phải tuân theo qui tắc bàn tay phải :
- ❖ Trong robot thường dùng chữ O và chỉ số n để chỉ hệ tọa độ gắn trên khâu thứ n. Như vậy hệ tọa độ cơ bản sẽ kí hiệu O_0 ; Hệ tọa độ các khâu trung gian tương ứng sẽ là $O_1, O_2 \dots O_{n-1}$; Hệ tọa độ gắn trên khâu cuối cùng là O_n

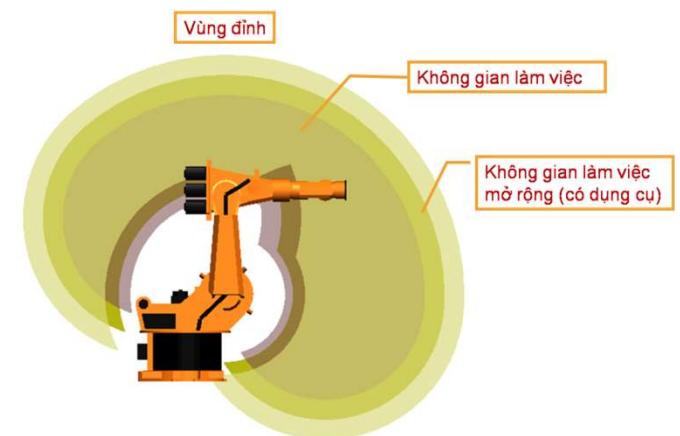


CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

2.3.2 Vùng làm việc của Robot

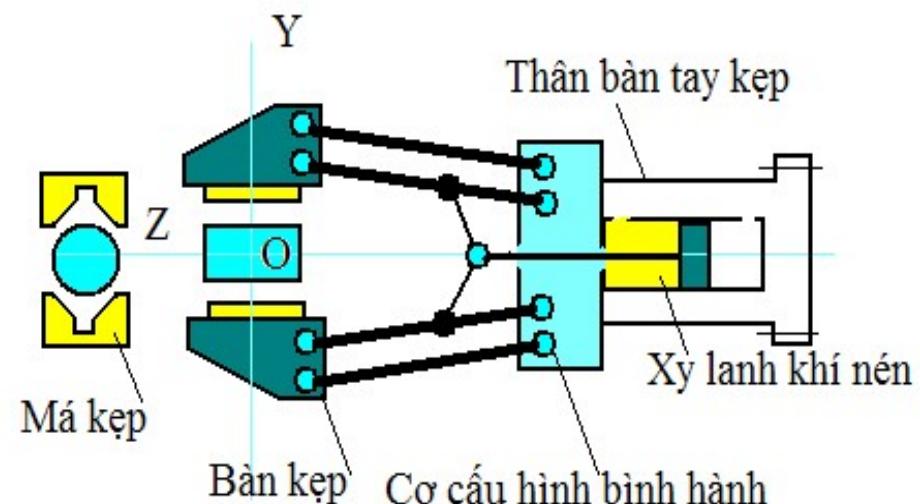
- ❖ RB là tập hợp của các khâu gắn liền với khớp, trên mỗi khâu có gắn 1 hệ toạ độ, sử dụng các phép biến đổi đồng nhất có thể mô tả vị trí tương đối hướng giữa các hệ toạ độ này
- ❖ Khoảng không gian trong đó robot thực hiện được các thao tác yêu cầu.
- ❖ Không phải tại tất cả các điểm trong vùng làm việc RB cũng thao tác dễ dàng.
- ❖ Hệ số phục vụ ζ dùng để đánh giá mức độ thao tác dễ dàng
 - $\zeta = \theta / 4\pi$
 - θ là góc nón bao trùm toàn bộ hướng của cơ cấu chấp hành RB tại vị trí định vị
 - ζ - phụ thuộc vào kết cấu của RB và vị trí điểm làm việc



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

2.2.3 Cơ cấu bàn tay kẹp và hệ toạ độ

- **Cơ cấu bàn tay kẹp** (dụng cụ khâu cuối cùng)
 - Cầm nắm đối tượng, má kẹp tự định tâm
 - Nguồn động lực có thể là khí nén, điện, thuỷ lực
- **Hệ toạ độ bàn tay kẹp:**
 - Gốc toạ độ trùng tâm bàn tay kẹp O
 - Trục Z hướng theo phương tiếp cận đối tượng
 - Trục Y hướng theo phương cầm nắm đối tượng
 - Trục X trục còn lại của hệ toạ độ phải



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

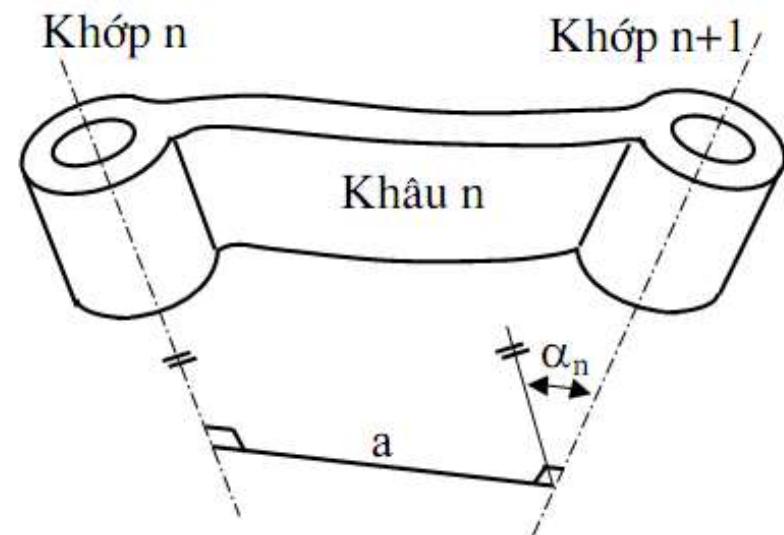
❖ Hệ tọa độ các khâu

- ❑ RB có nhiều khâu, các khâu được liên kết qua các khớp
- ❑ Thông thường RB có n bậc tự do sẽ có n khâu và n khớp
- ❑ Gốc chuẩn của RB coi là khâu O và không coi là một trong n khâu của RB

Đối với một khâu,

❖ Độ dài của đường vuông góc chung giữa 2 trực khớp được gọi là a_n ;

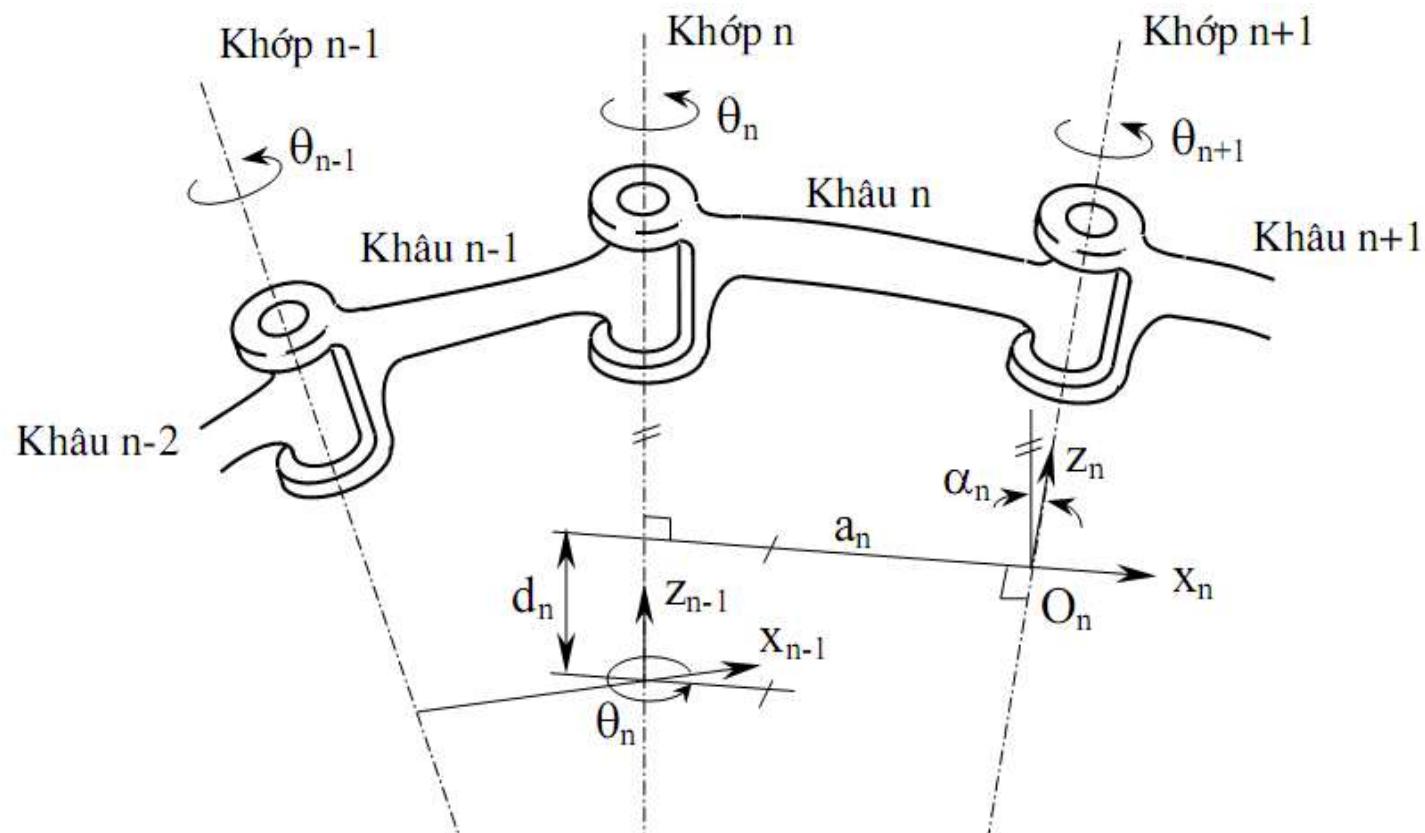
❖ Góc xoắn của khâu α_n là góc giữa 2 trực khớp nằm trên 2 đầu của khâu trong mặt phẳng vuông góc với đường vuông góc chung



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

- *Mỗi trục khớp có pháp tuyến trước và pháp tuyến sau:*
 - d_n khoảng cách giữa 2 pháp tuyến
 - θ_n góc trong mặt phẳng vuông góc với trục
- Gốc của hệ toạ độ khâu n đặt tại giao điểm của pháp tuyến chung giữa trục khớp n & n+1
 - *Nếu trục khớp cắt nhau, điểm gốc đặt tại giao điểm*
 - *Nếu trục khớp // gốc đặt trên trục khớp kế tiếp*
 - *Trục Z của khâu n đặt dọc theo trục khớp n+1*
 - *Trục X dọc theo pháp tuyến chung, hướng từ n đến n+1*
 - *Gốc của khâu cơ bản được đặt trùng với gốc khâu 1*
- Các thông số a_n , α_n , d_n và θ_n được gọi là bộ thông số Denavit - Hartenberg của khâu hay còn gọi một cách ngắn gọn là bộ thông số DH

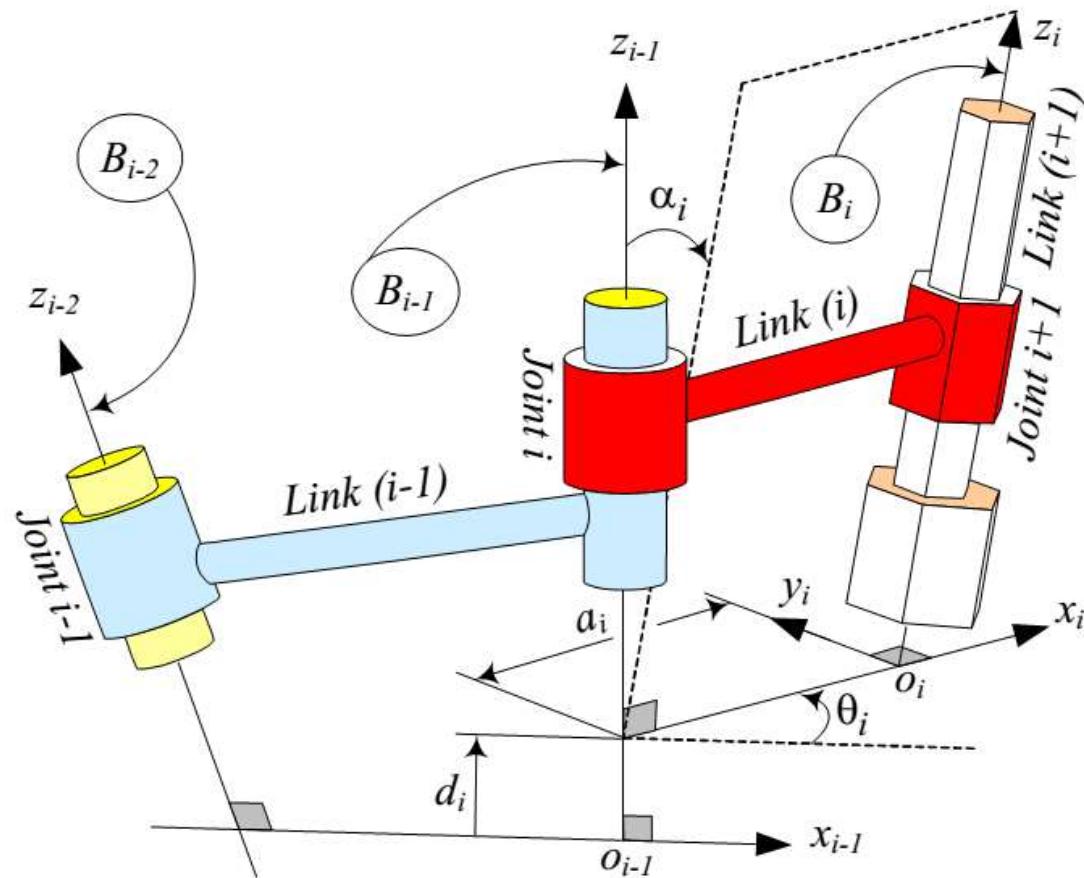
CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



Quy tắc xác định bộ thông số Denavit - Hartenberg

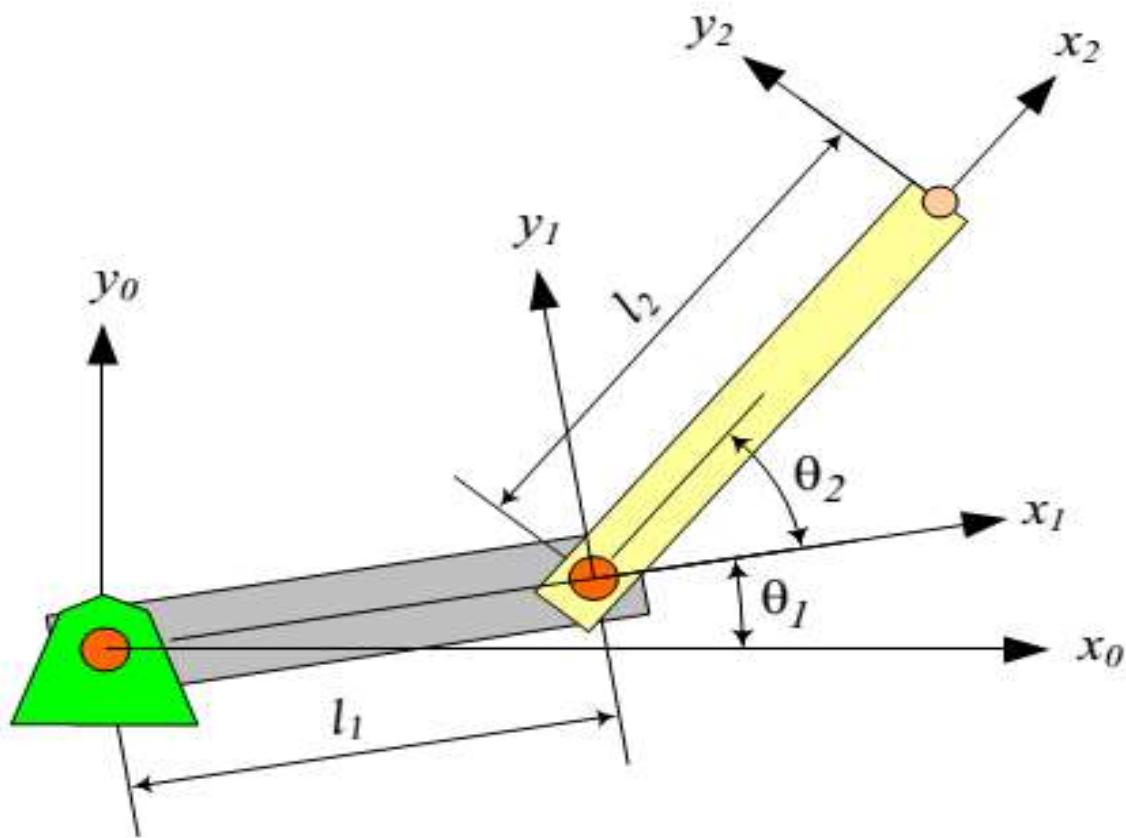
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



CHƯƠNG II:

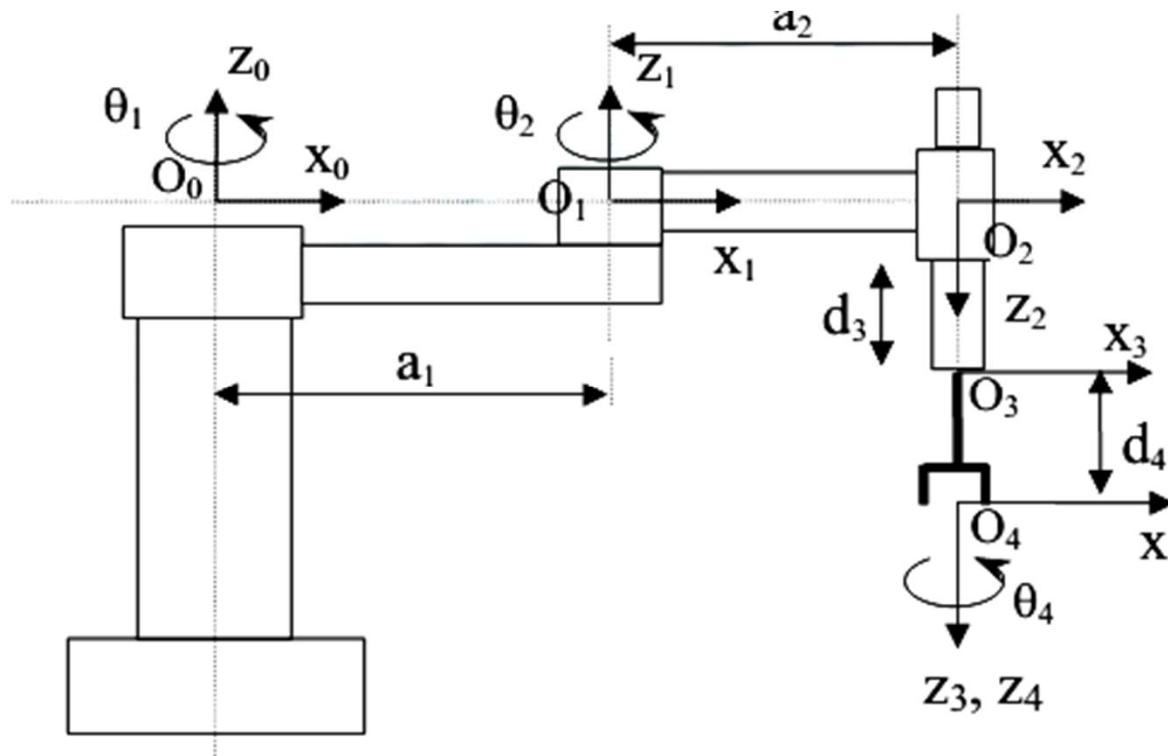
SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



CHƯƠNG II:

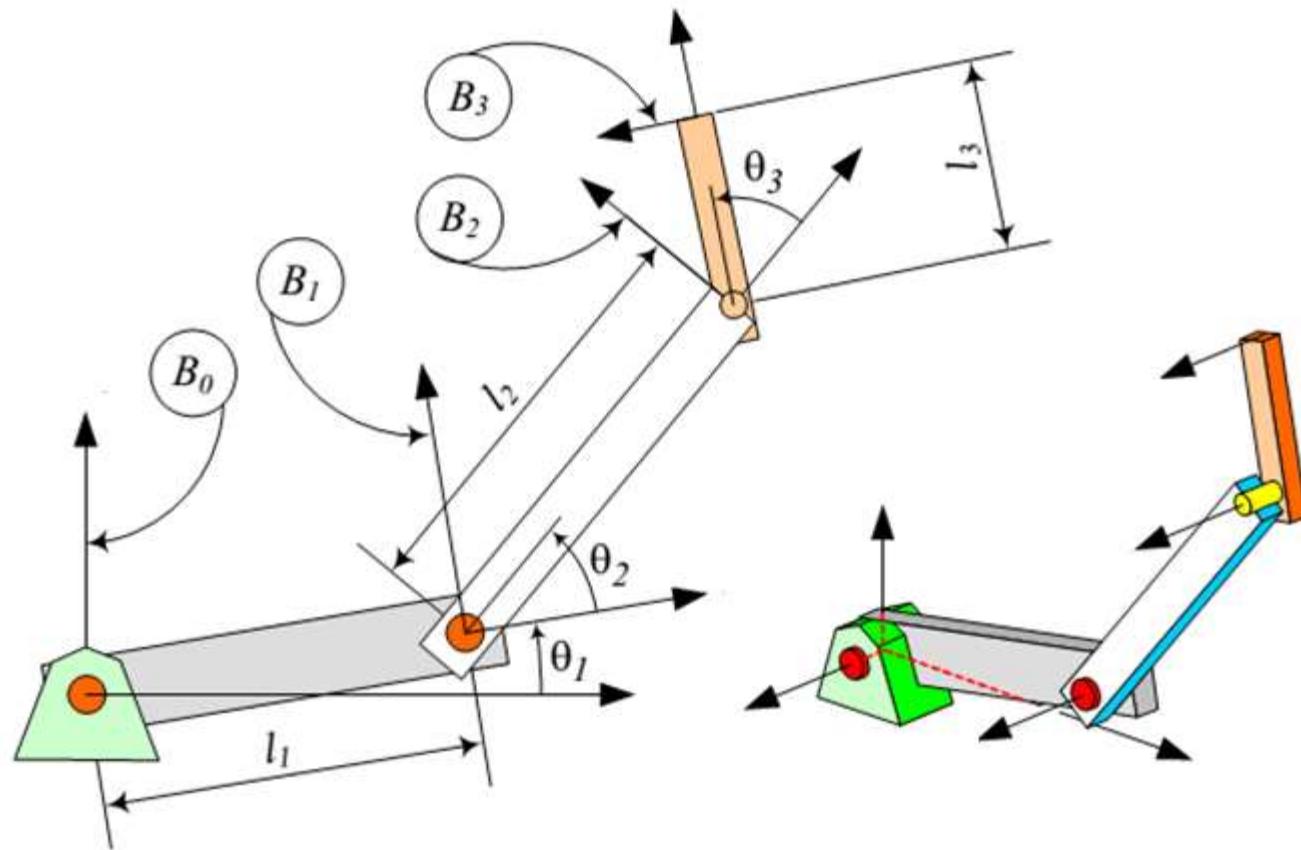
SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

Xác định hệ tọa độ cho robot scara



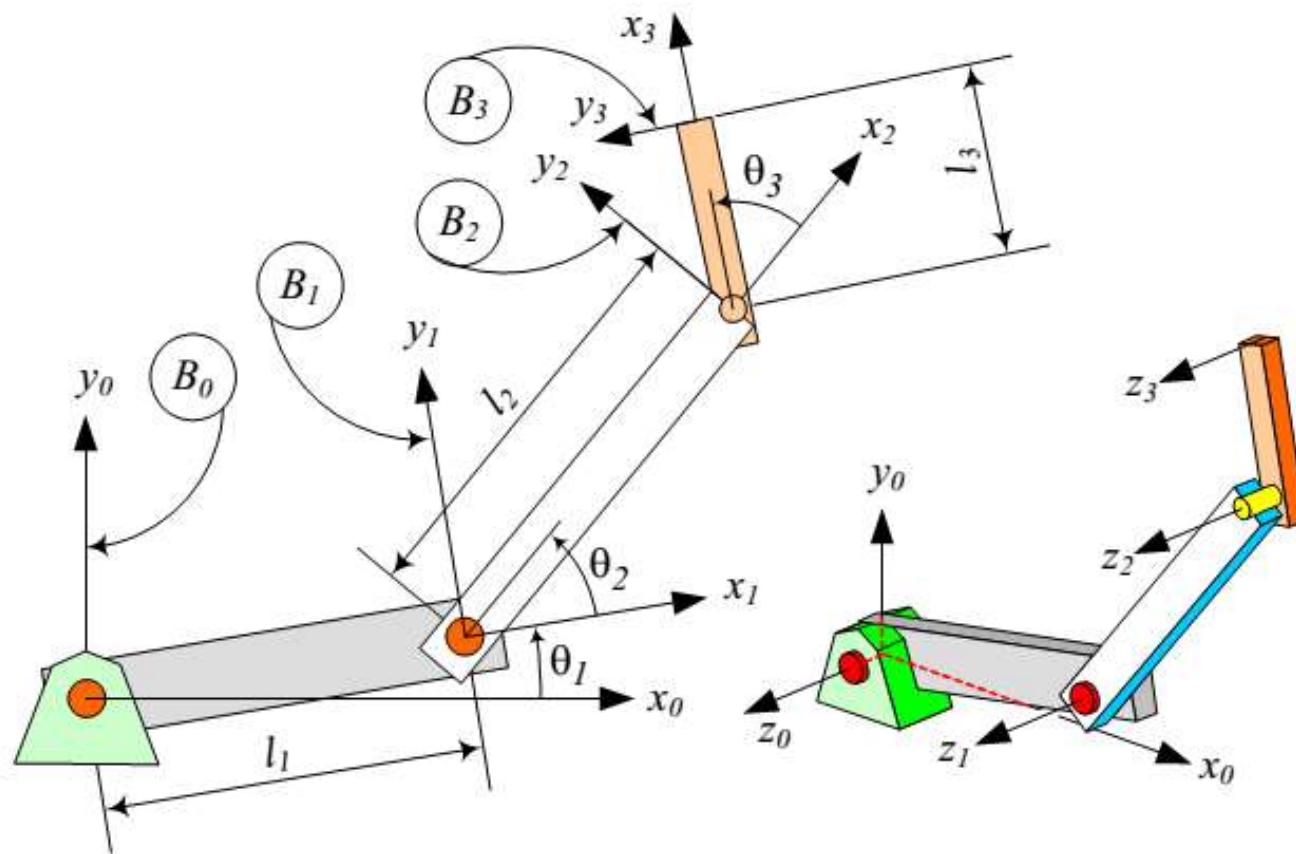
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



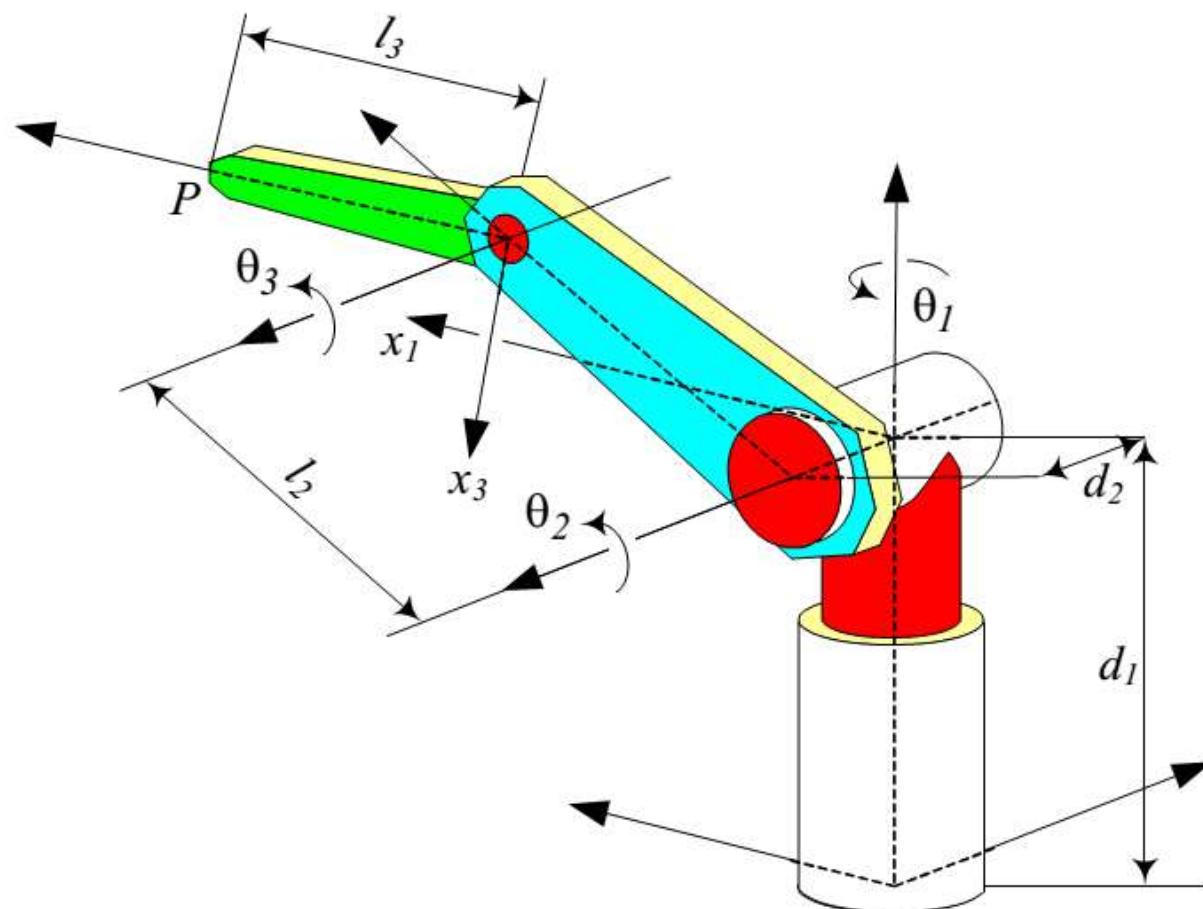
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



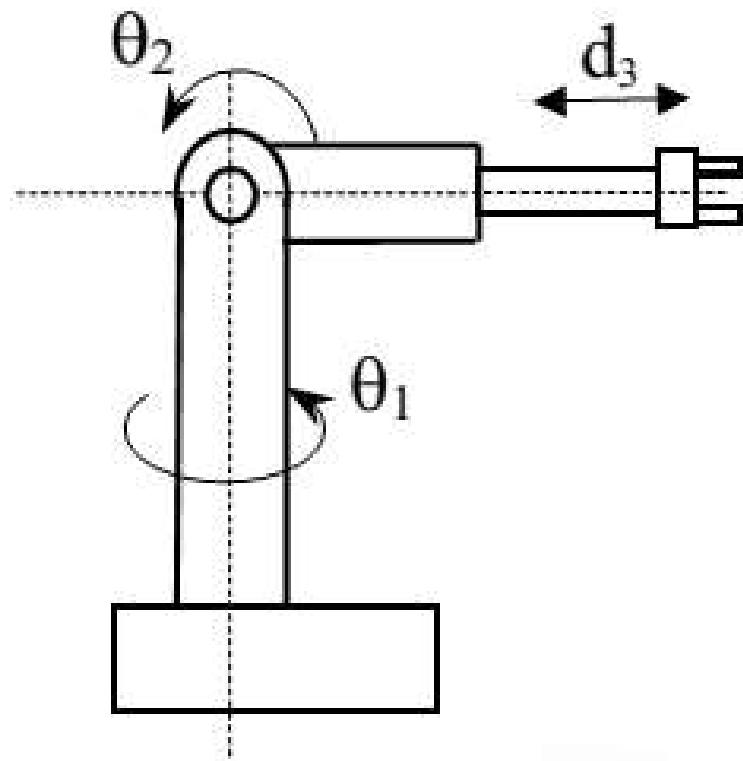
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



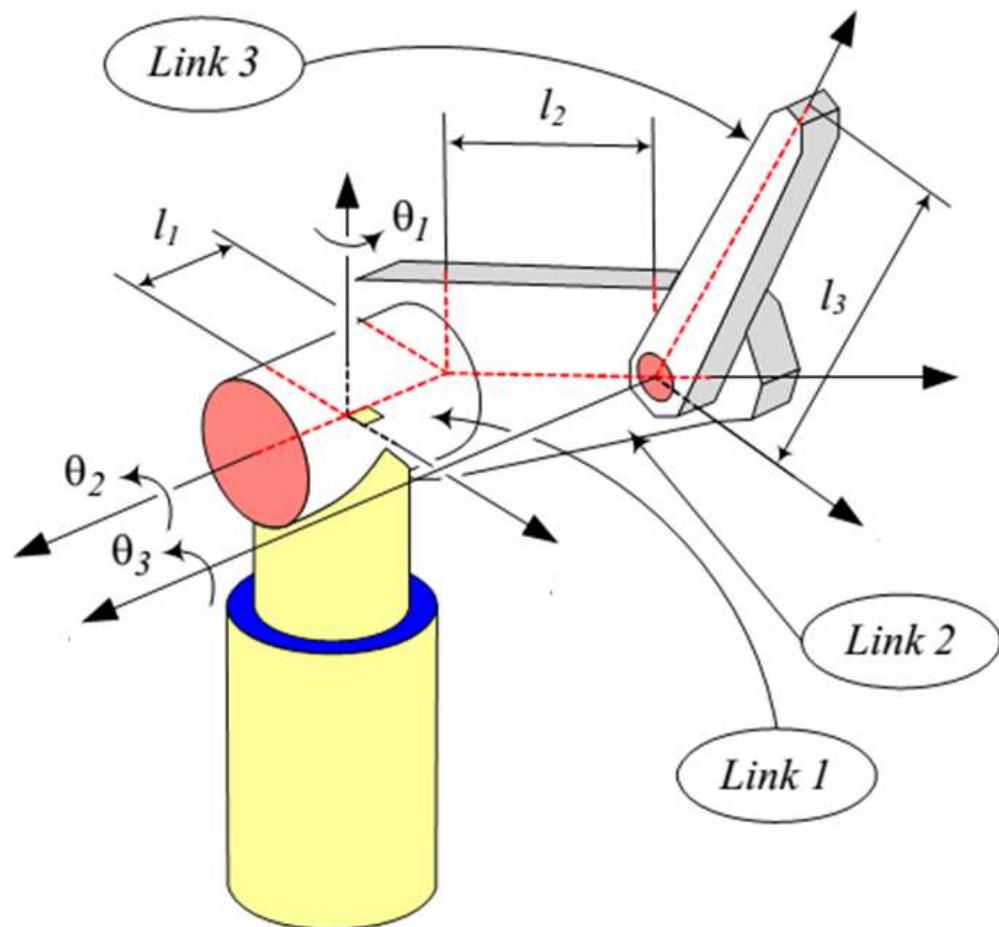
CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



CHƯƠNG II:

SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT



CHƯƠNG II: SƠ ĐỒ CẤU TRÚC CỦA ROBOT

LƯU Ý

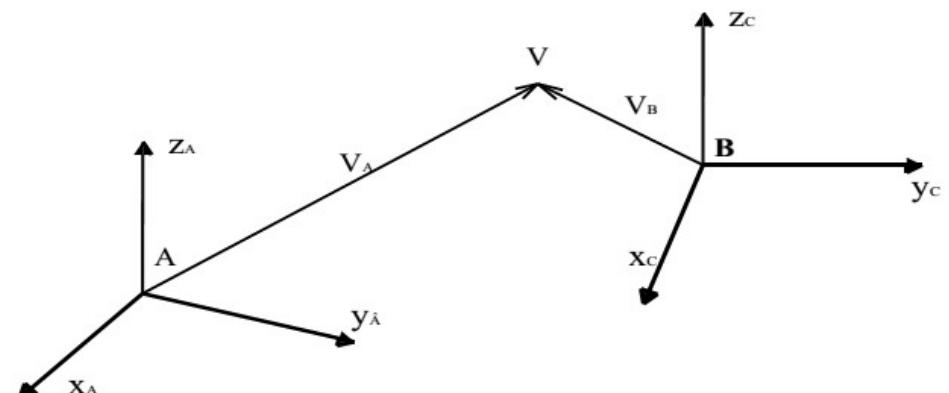
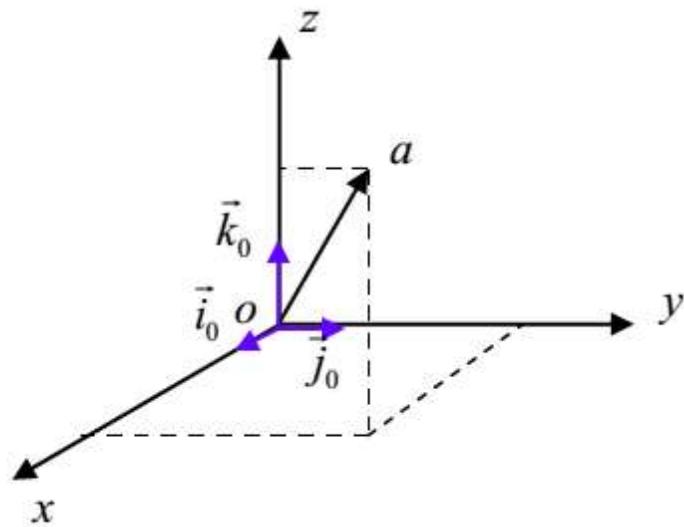
1. Trục z_i đặt thẳng hàng với trục của khớp i+1
 - + Chiều dương bất kỳ
 - + Với khớp trượt thì trục z_i chọn theo phương trượt
2. Trục x_i được xác định là trục pháp tuyến chung giữa hai trục z_{i-1} đến z_i
 - + Nếu 2 trục z chéo nhau thì đường pháp tuyến chung nối giữa 2 trục này là duy nhất
 - + Nếu 2 trục z song song nhau thì sẽ có vô số đường pháp tuyến chung nối giữa 2 trục này. Trong trường hợp này, ta chọn trục pháp tuyến chung trùng với đường pháp tuyến chung nối các khớp trước hoặc sau đó
 - + Nếu 2 trục z cắt nhau, sẽ không có đường pháp tuyến chung giữa chúng. Trong trường hợp này, ta gán trục x_i vuông góc với mặt phẳng tạo bởi 2 trục z và có chiều bất kỳ
3. Trục y_i được xác định theo quy tắc bàn tay phải $y_i = z_i \times x_i$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.1. Hệ toạ độ thuần nhất.

- Để biểu diễn 1 điểm trong không gian 3 chiều, người ta dùng vector điểm (Point Vector)

Tuỳ thuộc hệ qui chiếu được chọn mà 1 điểm trong không gian có thể được biểu diễn bằng các vector điểm khác nhau



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Nếu gọi $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ các vector định vị của hệ toạ độ nào đó thì vector điểm

$$\vec{v} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$$

Với a,b,c là toạ độ vị trí của điểm v

Nếu đồng thời quan tâm đến vị trí và định hướng ta phải
biểu diễn trong không gian 4 chiều

$$v = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix}, \text{ với } \frac{x}{w} = a; \quad \frac{y}{w} = b; \quad \frac{z}{w} = c$$

Với w là hằng số thực (hằng số tỉ lệ).

- + Khi w=1 thì x=a; y=b; z=c : Hệ toạ độ thuần nhất (Lúc này toạ độ không gian 4 chiều trùng với toạ độ không gian 3 chiều)

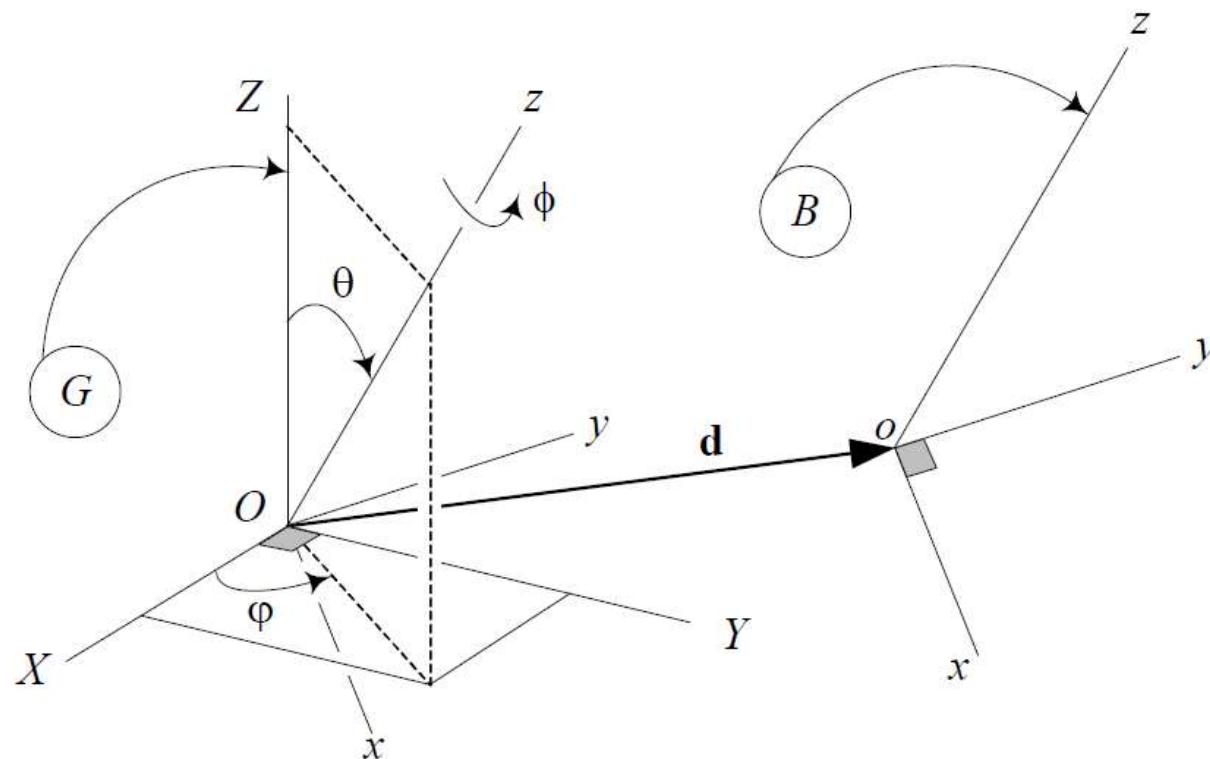
CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

- + Khi $w=0$ thì $x, y, z \rightarrow \infty$: Thể hiện hướng của các trục toạ độ
 - Sử dụng hệ toạ độ với $w=0$ và $w=1$ thì có thể thể hiện cả vị trí và định hướng vật thể.
- + Khi $w \neq 0$, và $w \neq 0$ thì :
$$\vec{v} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$$
 - Các trường hợp đặc biệt :
 - + $[0, 0, 0, 0]^T$: Vector không xác định.
 - + $[0, 0, 0, n]^T$: Vector 0.
 - + $[x, y, z, 0]^T$: Vector chỉ hướng.
 - + $[x, y, z, 1]^T$: Vector trong hệ toạ độ thuần nhất.

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Chuyển động vật rắn

Xét một vật rắn với hệ tọa độ B(oxyz) đang di chuyển so với hệ tọa độ gốc G(OXYZ). Vật rắn có thể quay trong hệ tọa độ gốc, trong khi điểm o của khung B có thể dịch chuyển tương đối so với điểm gốc O của G như hình:



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Gọi ${}^B \mathbf{r}_P$ là tọa độ của P trên hệ tọa độ vật B

${}^G \mathbf{d}$ là vị trí tương đối của điểm gốc di động o so với điểm gốc cố định O

Tọa độ của P trong hệ tọa độ gốc được tính theo công thức sau:

$${}^G \mathbf{r}_P = {}^G R_B {}^B \mathbf{r}_P + {}^G \mathbf{d}$$

Với:

$${}^G \mathbf{r}_P = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad {}^B \mathbf{r}_P = \begin{bmatrix} x_P \\ y_P \\ z_P \end{bmatrix} \quad {}^G \mathbf{d} = \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix}$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.2 Các phép biến đổi đồng nhất

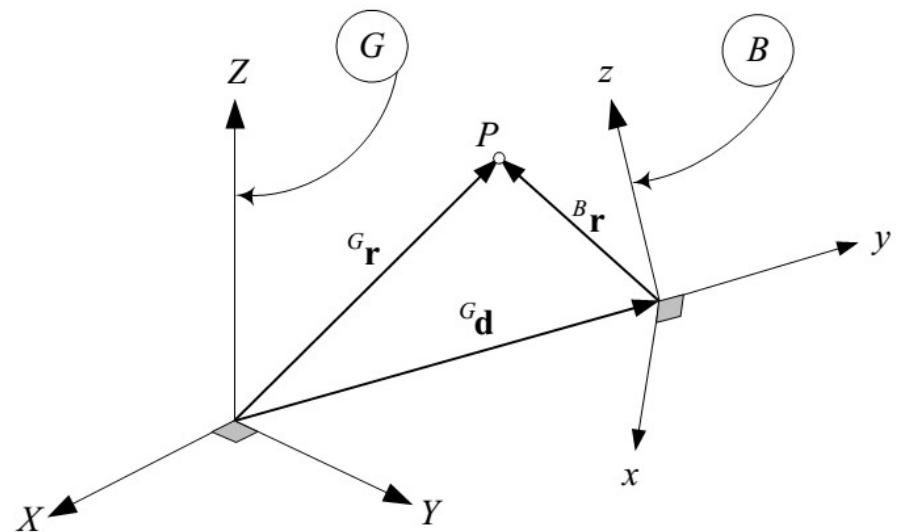
Xét 1 vật rắn $B(oxyz)$ chuyển động trong hệ tọa độ cố định $G(OXYZ)$

$${}^G\mathbf{r} = {}^G R_B {}^B\mathbf{r} + {}^G\mathbf{d}$$

Sử dụng ma trận biến đổi đồng nhất, ta có thể biểu diễn chuyển động của vật thể như sau:

$${}^G\mathbf{r} = {}^G T_B {}^B\mathbf{r}$$

ma trận biến đổi đồng nhất



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

$$\begin{aligned} {}^G T_B &= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & X_o \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & Y_o \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & Z_o \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &\equiv \left[\begin{array}{ccc|c} {}^G R_B & & {}^G \mathbf{d} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \equiv \begin{bmatrix} {}^G R_B & {}^G \mathbf{d} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}^G \mathbf{r} &= \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \\ 1 \end{bmatrix} & {}^B \mathbf{r} &= \begin{bmatrix} x_P \\ y_P \\ z_P \\ 1 \end{bmatrix} & {}^G \mathbf{d} &= \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \\ 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Các Vectơ định vị đồng nhất

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.2.1 Phép tịnh tiến:

Giả sử cần tịnh tiến 1 điểm hay một vật thể theo vectơ biến đổi thuần nhất

Ma trận chuyển đổi được định nghĩa

$$H = Trans(a, b, c) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Điểm đầu là $U = [x, y, z, w]^t \rightarrow$ điểm tới là

Do đó, bản chất của phép biến đổi tịnh tiến là phép cộng vectơ giữa vectơ biểu diễn điểm cần chuyển đổi và vectơ dẫn

CHƯƠNG III:

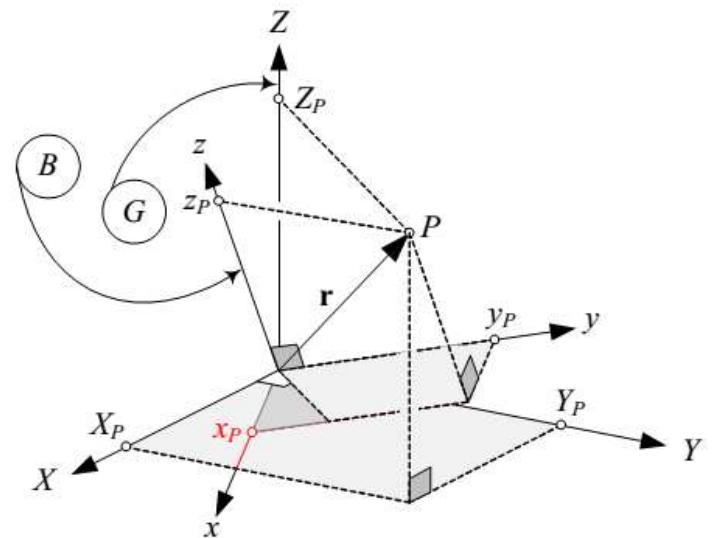
ĐỘNG HỌC ROBOT

3.2.2 Phép quay: Giả sử ta cần quay một điểm hoặc một vật thể xung quanh trục toạ độ nào đó với góc quay α , ta lần lượt có các ma trận chuyển đổi như sau :

$$Rot(X, \alpha^0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Rot(Z, \alpha^0) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Rot(Y, \alpha^0) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Xoay hệ tọa độ vật thể B trong hệ tọa độ cố định G quanh điểm gốc tọa độ cố định O

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Vị trí duy nhất của một điểm P có thể biểu diễn trên các hệ tọa độ khác nhau:

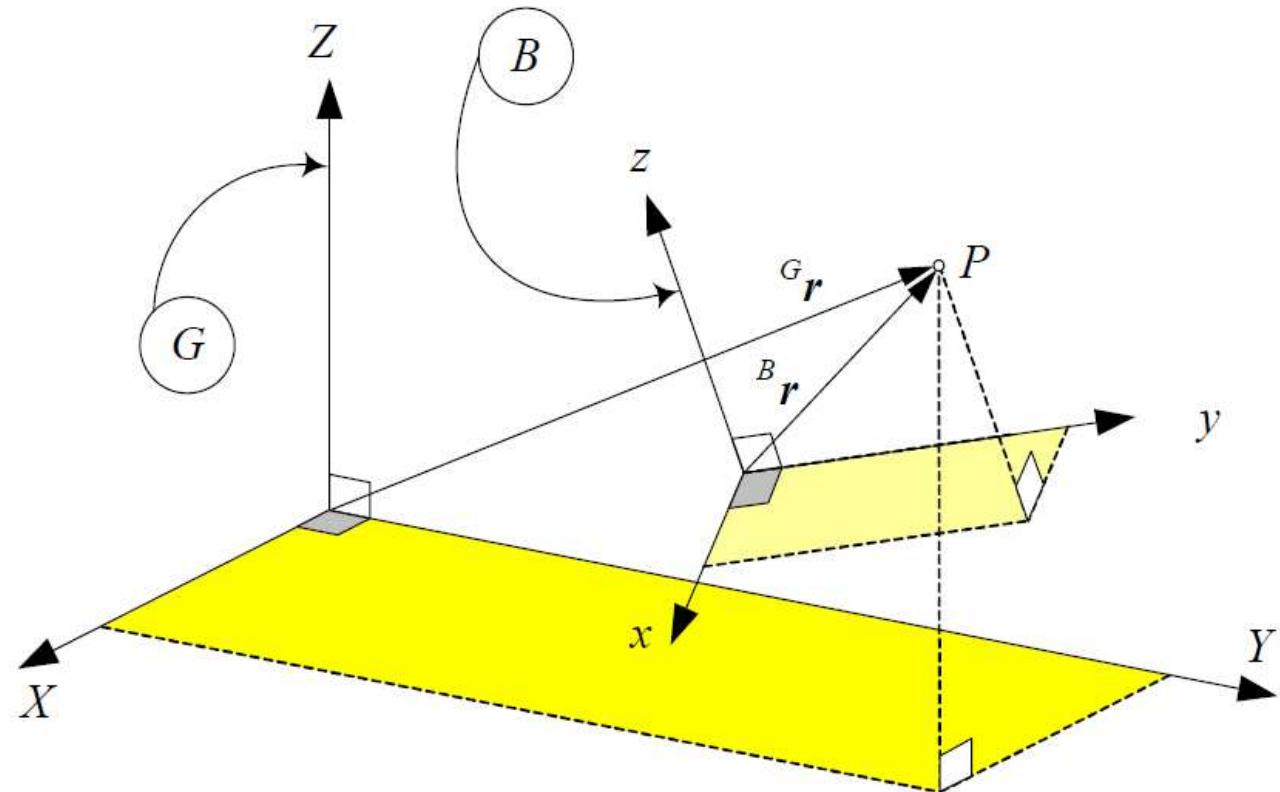
$${}^G \mathbf{r} = X \hat{I} + Y \hat{J} + Z \hat{K}$$

$${}^B \mathbf{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$$

Biểu diễn theo dạng vector:

$${}^G \mathbf{r} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$${}^B \mathbf{r} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$



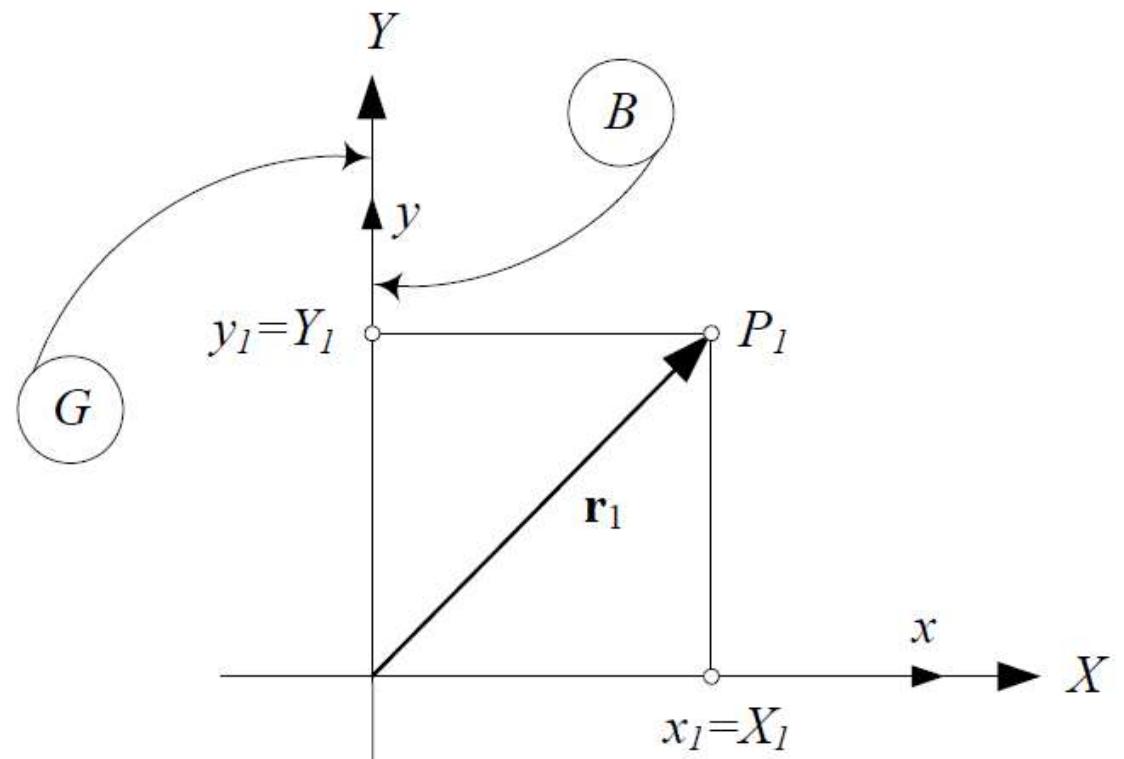
CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Cho 2 hệ trục như sau:

OXYZ là hệ tọa độ gốc

Oxyz là hệ tọa độ địa phương
(vật) chứa một vật rắn có điểm P

Ban đầu, 2 hệ trục này được xếp
trùng nhau.

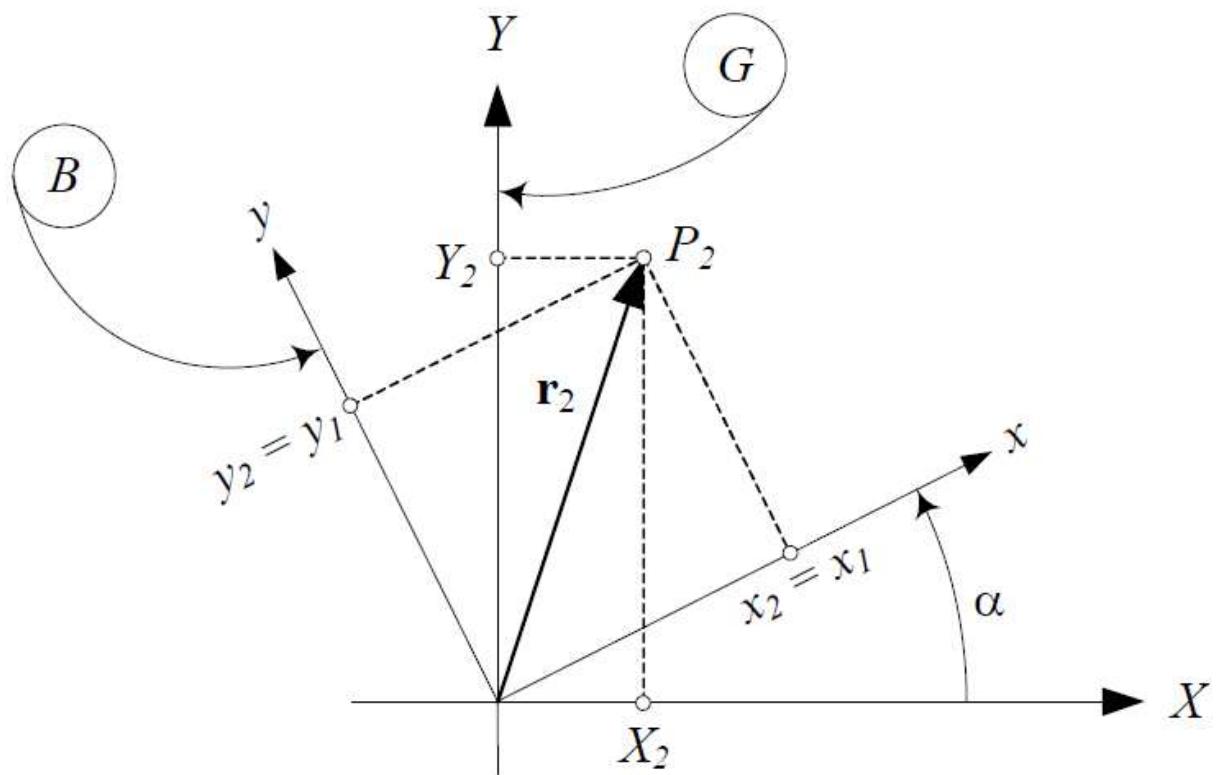


CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Quay vật rắn quanh trục Z một góc α

Tọa độ điểm P trên hệ trục tọa độ gốc lúc này có mối quan hệ với tọa độ vật qua công thức sau:

$${}^G \mathbf{r} = Q_{Z,\alpha} {}^B \mathbf{r}$$

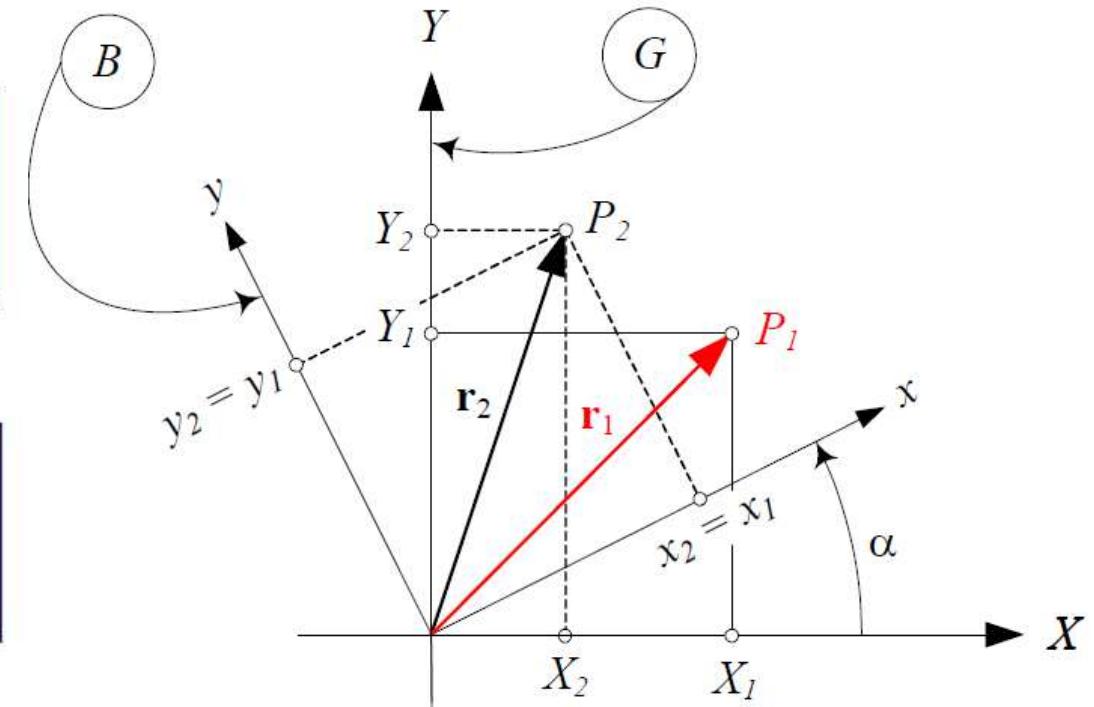


CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Với:

$${}^G \mathbf{r} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad {}^B \mathbf{r} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

$$Q_{Z,\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Chứng minh:

Gọi $(\hat{i}, \hat{j}, \hat{k})$ $(\hat{I}, \hat{J}, \hat{K})$ là các vector đơn vị của các hệ Oxyz và OXYZ

Vị trí ban đầu của P là P1:

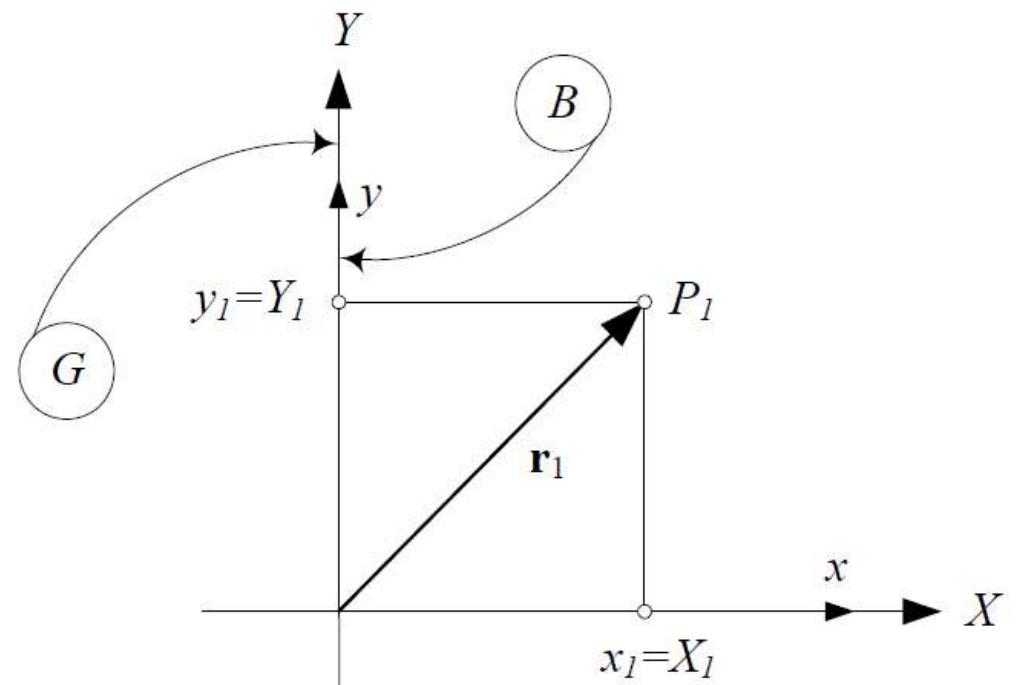
$${}^B\mathbf{r}_1 = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j} + z_1 \hat{k}$$

$${}^G\mathbf{r}_1 = X_1 \hat{I} + Y_1 \hat{J} + Z_1 \hat{K}$$

$$x_1 = X_1$$

$$y_1 = Y_1$$

$$z_1 = Z_1$$



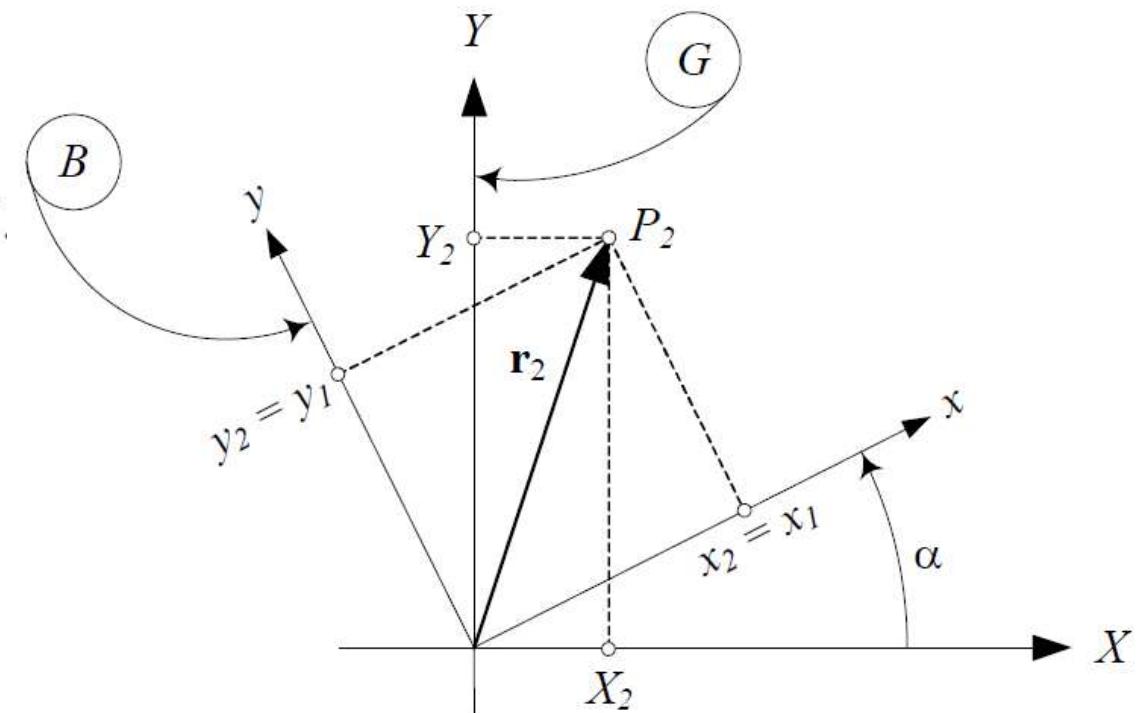
CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Chứng minh:

Sau khi quay một góc α quanh trục Z, vị trí của P lúc này là P2 và được biểu diễn theo 2 hệ tọa độ như sau:

$${}^B\mathbf{r}_2 = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j} + z_2 \hat{k}$$

$${}^G\mathbf{r}_2 = X_2 \hat{I} + Y_2 \hat{J} + Z_2 \hat{K}$$



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Suy ra:

$$\begin{aligned}X_2 &= \hat{I} \cdot \mathbf{r}_2 = \hat{I} \cdot x_2 \hat{i} + \hat{I} \cdot y_2 \hat{j} + \hat{I} \cdot z_2 \hat{k} \\Y_2 &= \hat{J} \cdot \mathbf{r}_2 = \hat{J} \cdot x_2 \hat{i} + \hat{J} \cdot y_2 \hat{j} + \hat{J} \cdot z_2 \hat{k} \\Z_2 &= \hat{K} \cdot \mathbf{r}_2 = \hat{K} \cdot x_2 \hat{i} + \hat{K} \cdot y_2 \hat{j} + \hat{K} \cdot z_2 \hat{k}\end{aligned}$$

Hoặc:

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{I} \cdot \hat{i} & \hat{I} \cdot \hat{j} & \hat{I} \cdot \hat{k} \\ \hat{J} \cdot \hat{i} & \hat{J} \cdot \hat{j} & \hat{J} \cdot \hat{k} \\ \hat{K} \cdot \hat{i} & \hat{K} \cdot \hat{j} & \hat{K} \cdot \hat{k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix}$$

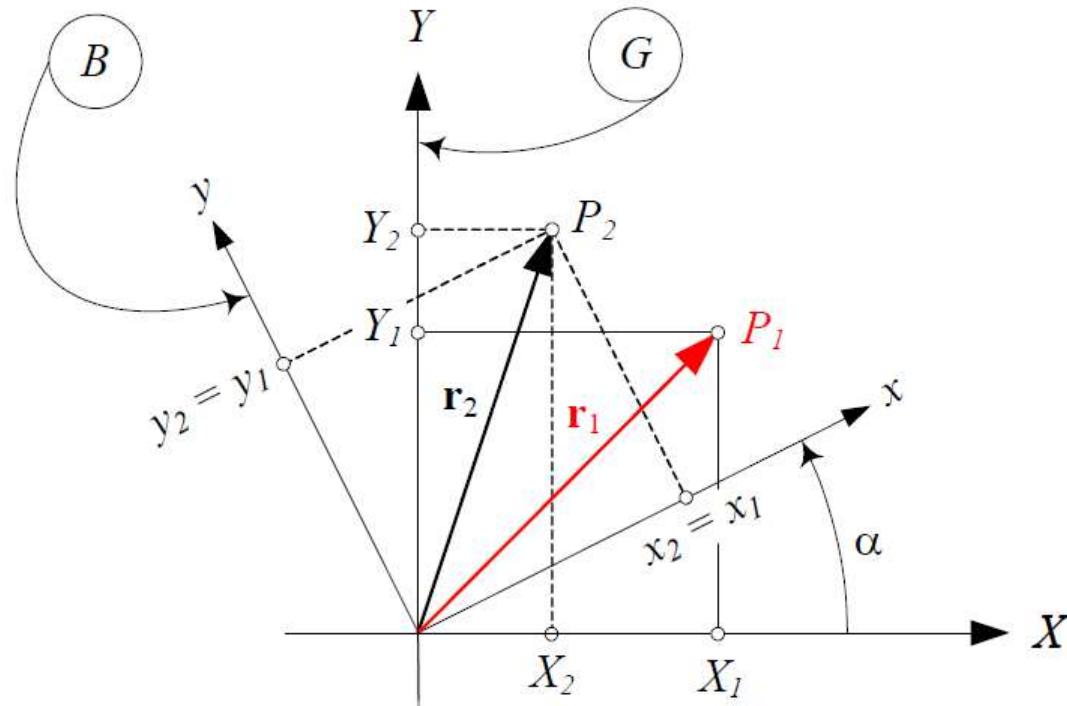
↓

Ma trận hướng

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Hình dưới cho ta:

$$\begin{aligned}\hat{I} \cdot \hat{i} &= \cos \alpha, & \hat{I} \cdot \hat{j} &= -\sin \alpha, & \hat{I} \cdot \hat{k} &= 0 \\ \hat{J} \cdot \hat{i} &= \sin \alpha, & \hat{J} \cdot \hat{j} &= \cos \alpha, & \hat{J} \cdot \hat{k} &= 0 \\ \hat{K} \cdot \hat{i} &= 0, & \hat{K} \cdot \hat{j} &= 0, & \hat{K} \cdot \hat{k} &= 1.\end{aligned}$$



CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

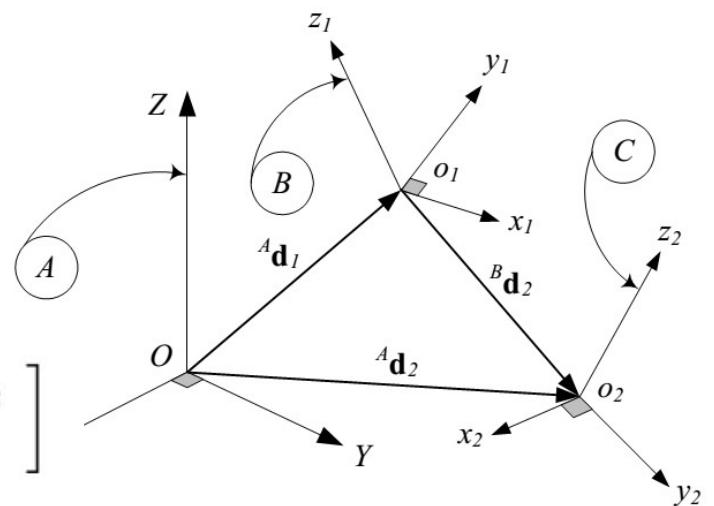
3.2.3 Phép biến đổi đồng nhất phức hợp:

Ma trận biến đổi để biến đổi hệ tọa độ $B \rightarrow A$, và $C \rightarrow B$:

$$\begin{aligned} {}^A T_B &= \begin{bmatrix} {}^A R_B & {}^A \mathbf{d}_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ {}^B T_C &= \begin{bmatrix} {}^B R_C & {}^B \mathbf{d}_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ma trận biến đổi $C \rightarrow A$:

$$\begin{aligned} {}^A T_C &= {}^A T_B {}^B T_C = \begin{bmatrix} {}^A R_B & {}^A \mathbf{d}_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} {}^B R_C & {}^B \mathbf{d}_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} {}^A R_B {}^B R_C & {}^A R_B {}^B \mathbf{d}_2 + {}^A \mathbf{d}_1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} {}^A R_C & {}^A \mathbf{d}_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.2.4 Phép quay Ole:

Quay xung quanh Z [Φ], Y' [θ], Z'' [ψ]

- **Định vị:** chuyển tâm bàn tay kẹp đến toạ độ X_M, Y_M, Z_M
- Hệ toạ độ bàn tay kẹp M_{x_n, y_n, z_n}
- Giả sử hệ cố định tương đương có tâm tại M và x,y,z//hệ toạ độ gốc
- Có 3 góc quay Ole
 - $xox' = \Phi$
 - $x'ox'' = \theta$
 - $x''ox_n = \psi$
- **Định hướng:** xác định hướng của bàn tay kẹp tại vị trí cần định vị thông qua các góc Φ, θ, ψ

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

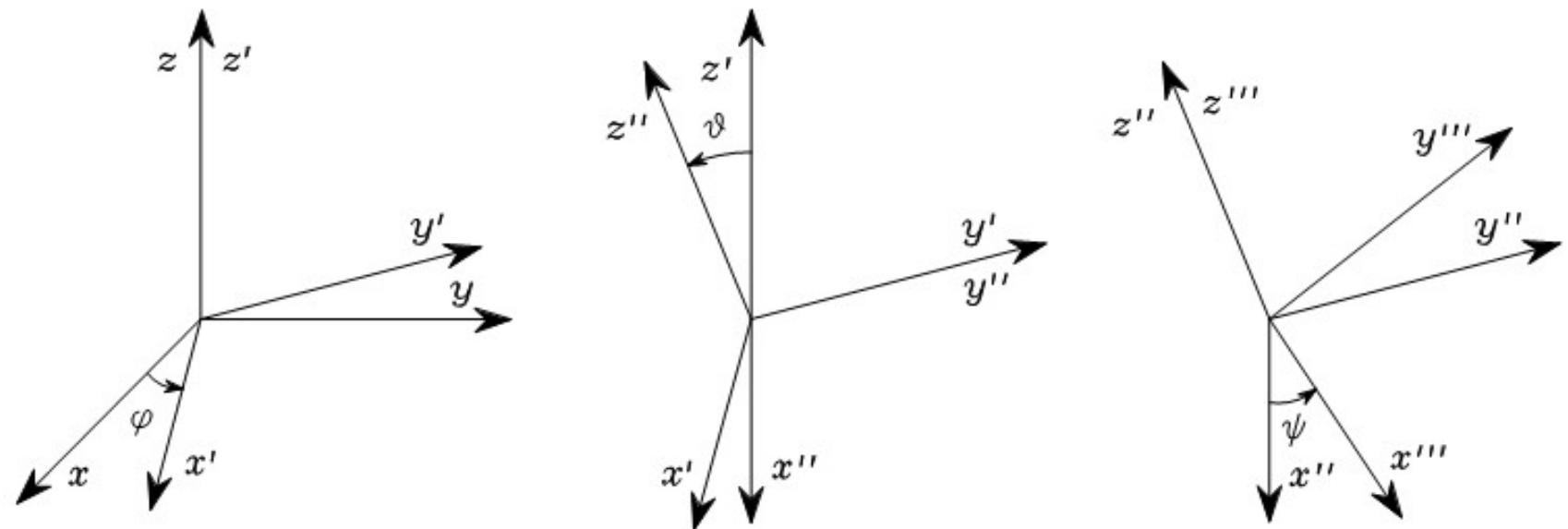
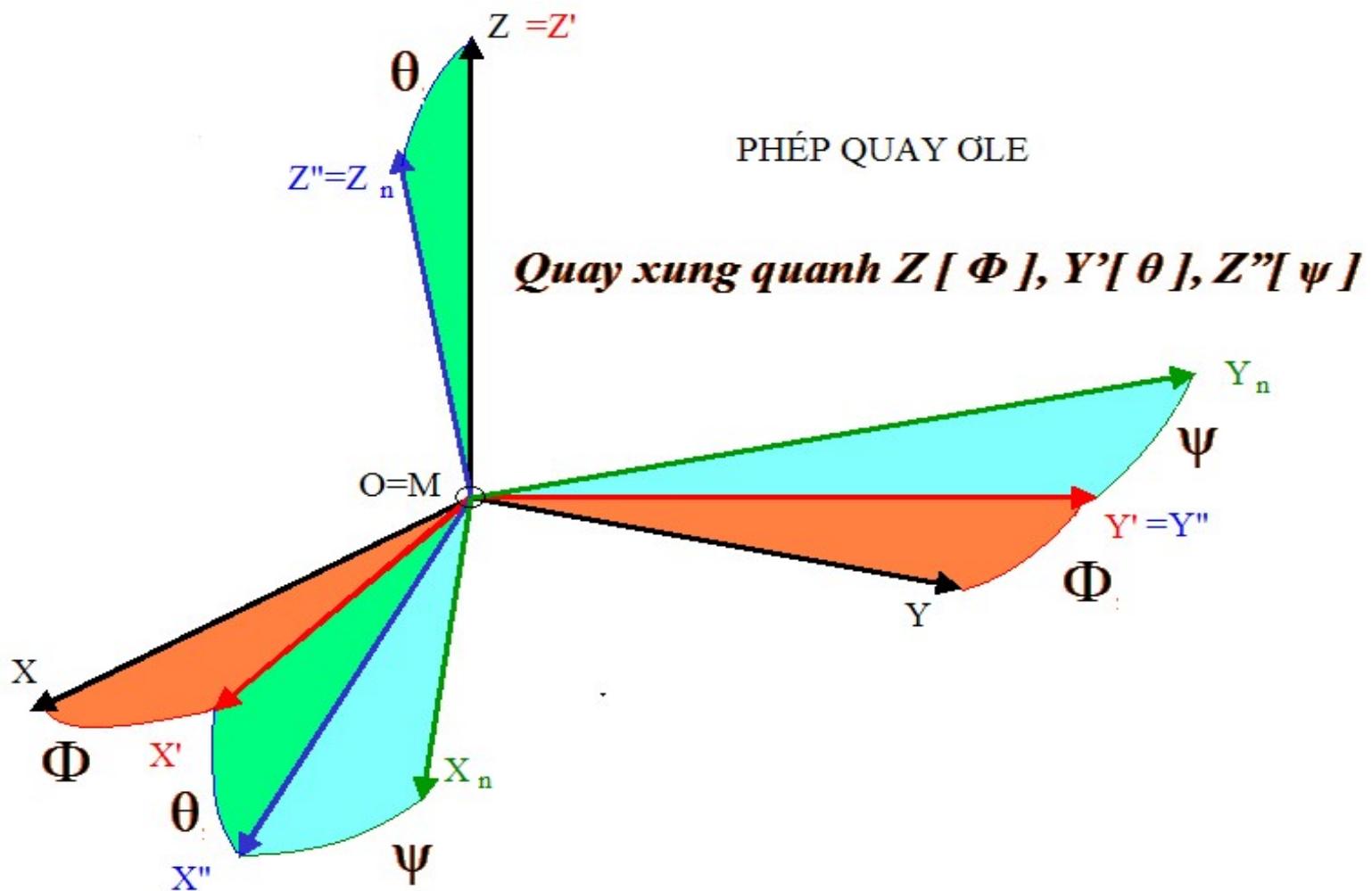


Fig. 2.8. Representation of Euler angles ZYZ

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

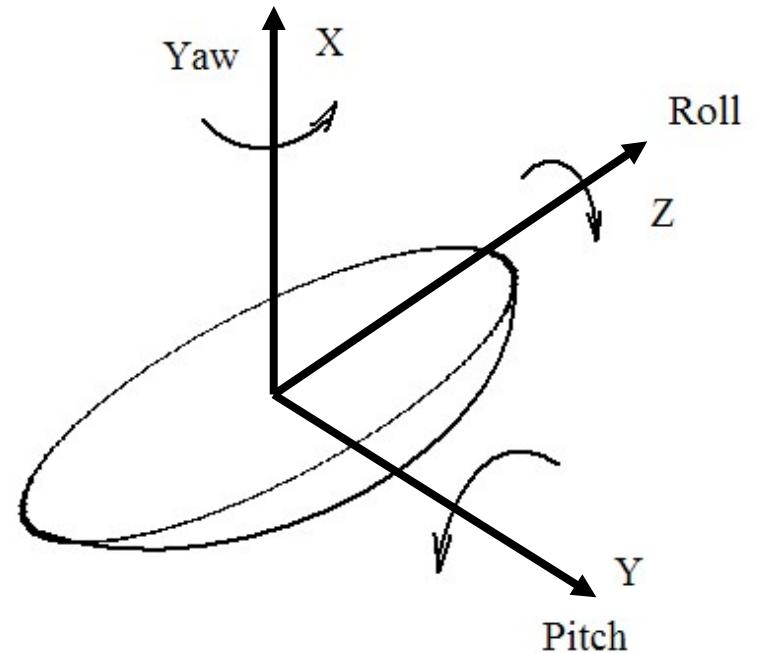


CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.2.5 Phép quay Roll, Pitch, Yaw (theo toạ độ tàu biển)

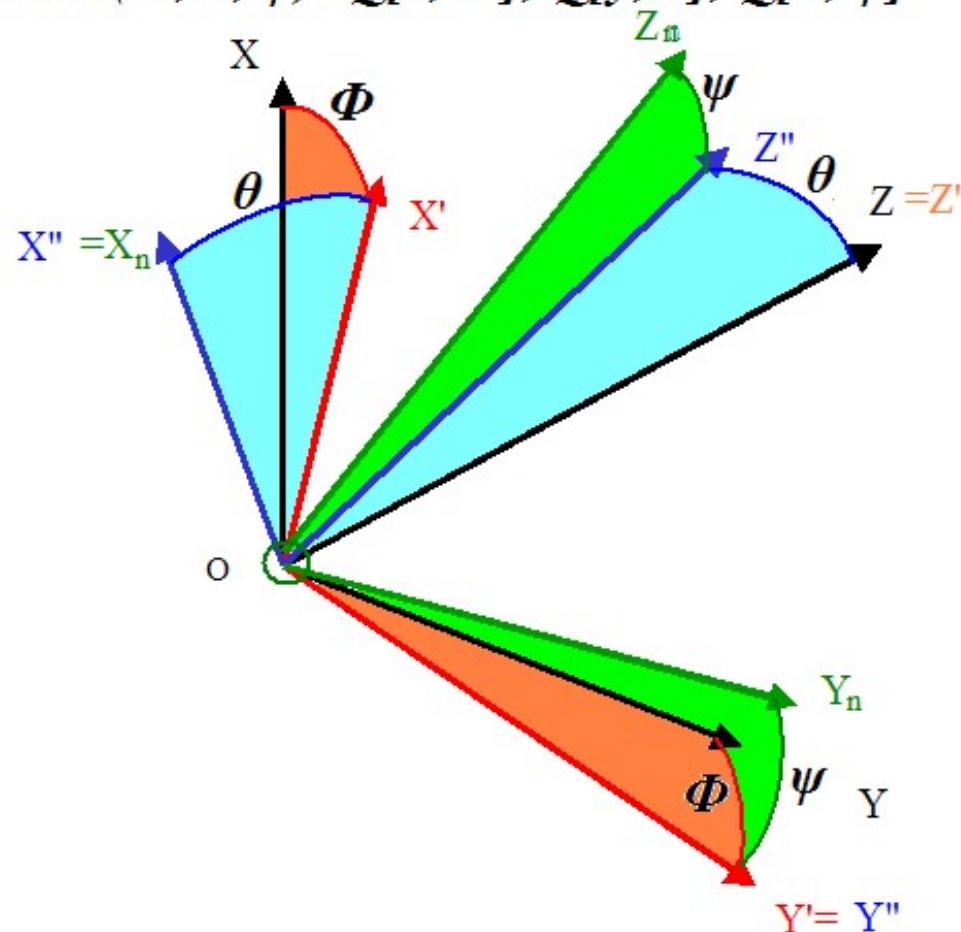
- Dọc theo thân tàu là trục Roll: Tàu lắc xung quanh trục Roll là Φ
- Pitch: tàu bồng bènh xung quanh trục y góc θ
- Yaw: Sự lệch hướng, quay xung quanh trục x góc ψ

$$RPY(\Phi, \theta, \psi) = Q[z, \Phi], Q[y, \theta], Q[x, \psi]$$



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

$$RPY(\Phi, \theta, \psi) = Q[z, \Phi], Q[y, \theta], Q[x, \psi]$$



CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

3.3 Phương trình động học

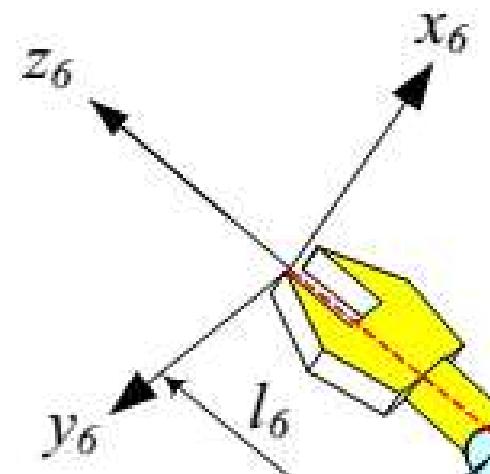
3.3.1 Ma trận mô tả bàn tay kẹp trong hệ tọa độ gốc T6

Rôbốt là tập hợp các khâu gắn liền với khớp, trên mỗi khâu có gắn 1 hệ tọa độ, sử dụng các phép biến đổi đồng nhất có thể mô tả chính xác vị trí và hướng giữa các hệ tọa độ này.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} x & x & x & a \\ x & x & x & b \\ x & x & x & c \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]$$

Vector định vị

Ma trận định hướng



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

79

3.2 Phương trình động học:

A_1 : Ma trận mô tả vị trí và hướng của khâu đầu tiên so với hệ toạ độ gốc.

A_2 : Ma trận mô tả vị trí và hướng của khâu thứ hai so với khâu đầu tiên

Vị trí và hướng của khâu thứ hai so với gốc: $T_2 = A_1 \cdot A_2$

Tương tự A_3 mô tả khâu thứ ba so với khâu hai: $T_3 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$

Rôbốt có 6 bậc tự do, có 6 khâu, Vị trí và hướng của khâu cuối (bàn tay kẹp) so với hệ toạ độ gốc (hệ toạ độ chuẩn):

$$T_6 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6$$

$$T = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_{n-1} \times A_n = \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & p_x \\ n_y & O_y & a_y & p_y \\ n_z & O_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{pmatrix} n_x & O_x & a_x \\ n_y & O_y & a_y \\ n_z & O_z & a_z \end{pmatrix}$$

Tọa độ của khâu chấp hành cuối cùng (p_x, p_y, p_z) và phương của bàn tay kẹp được xác định bởi ma trận chỉ phương

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

3.3.3 Trình tự thiết lập bài toán động học

Bước 1: Chọn hệ toạ độ cơ bản và gán các hệ toạ độ trung gian khác

Bước 2: Lập bảng thông số DH

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

Bước 3: Xác định các ma trận A_i

Bước 4: Tính các ma trận T từ ngọn tới gốc. $T_4 = A_1 A_2 A_3 A_4$

Bước 5: Viết phương trình động học Robot

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

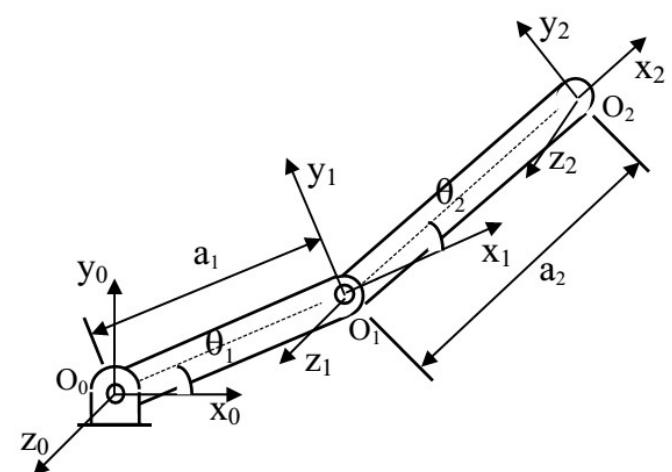
Đặc trưng của các ma trận A

- 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

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

Bảng thông số Denavit-Hartenbert của tay máy 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



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Một số trường hợp đặc biệt

- + $\alpha_n = 0, a_n = \text{const}$ (2 trục khớp song song)
 - + $|\alpha_n| = 90^\circ, a_n = \text{const}$ (2 trục khớp vuông góc)
 - + $\alpha_n = 0(180^\circ), a_n = 0$ (2 trục khớp trùng nhau)
 - + $|\alpha_n| = 90^\circ, a_n = 0$ (2 trục khớp cắt nhau và vuông góc nhau)
- θ_n là góc quay của khâu thứ n so với khâu thứ (n-1)

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Với việc áp dụng phương pháp DH, gốc o_i của khung $B_i(o_i, x_i, y_i, z_i)$ được xác định là giao điểm của trực khớp $i+1$ với đường pháp tuyên chung giữa 2 trực z

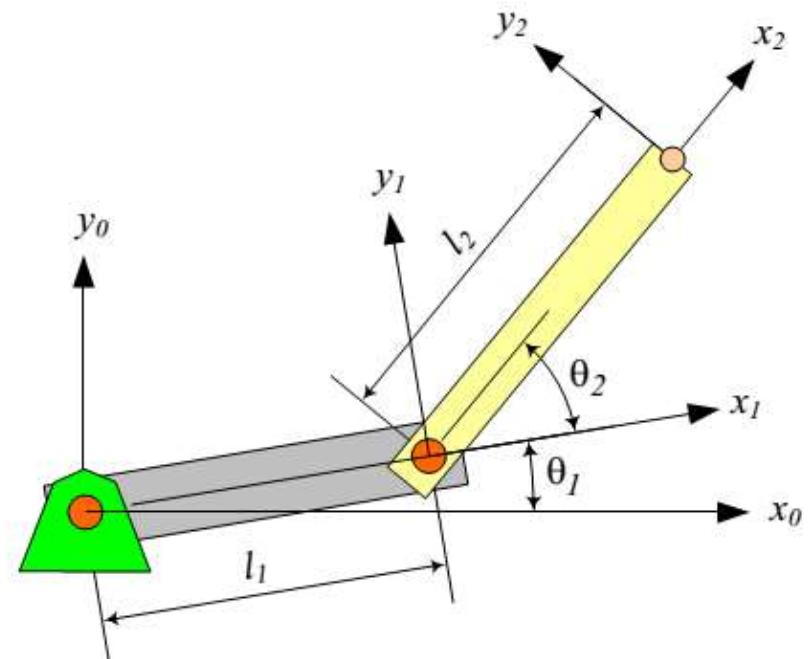
Một khung DH được xác định qua 4 thông số:

- + Chiều dài khâu a_i là khoảng cách giữa 2 trực z_{i-1} và z_i dọc theo trực x_i
- + Góc xoắn khâu α_i là góc quay cần thiết quanh trực x_i để trực z_{i-1} song song với trực z_i
- + Khoảng cách khớp d_i là khoảng cách giữa hai trực x_{i-1} và x_i dọc theo trực z_{i-1} . Khoảng cách khớp còn được gọi là độ lệch khâu
- + Góc khớp θ_i là góc quay cần thiết quanh trực z_{i-1} để trực x_{i-1} song song với trực x_i

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Xét robot gồm 2 khâu phẳng như
hình vẽ:

Xác định bộ thông số D-H
Viết PT động học



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Bảng tham số DH

Frame No.	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	l_1	0	0	θ_1
2	l_2	0	0	θ_2

Các ma trận biến đổi:

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & l_2 \cos \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & l_2 \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Các ma trận biến đổi:

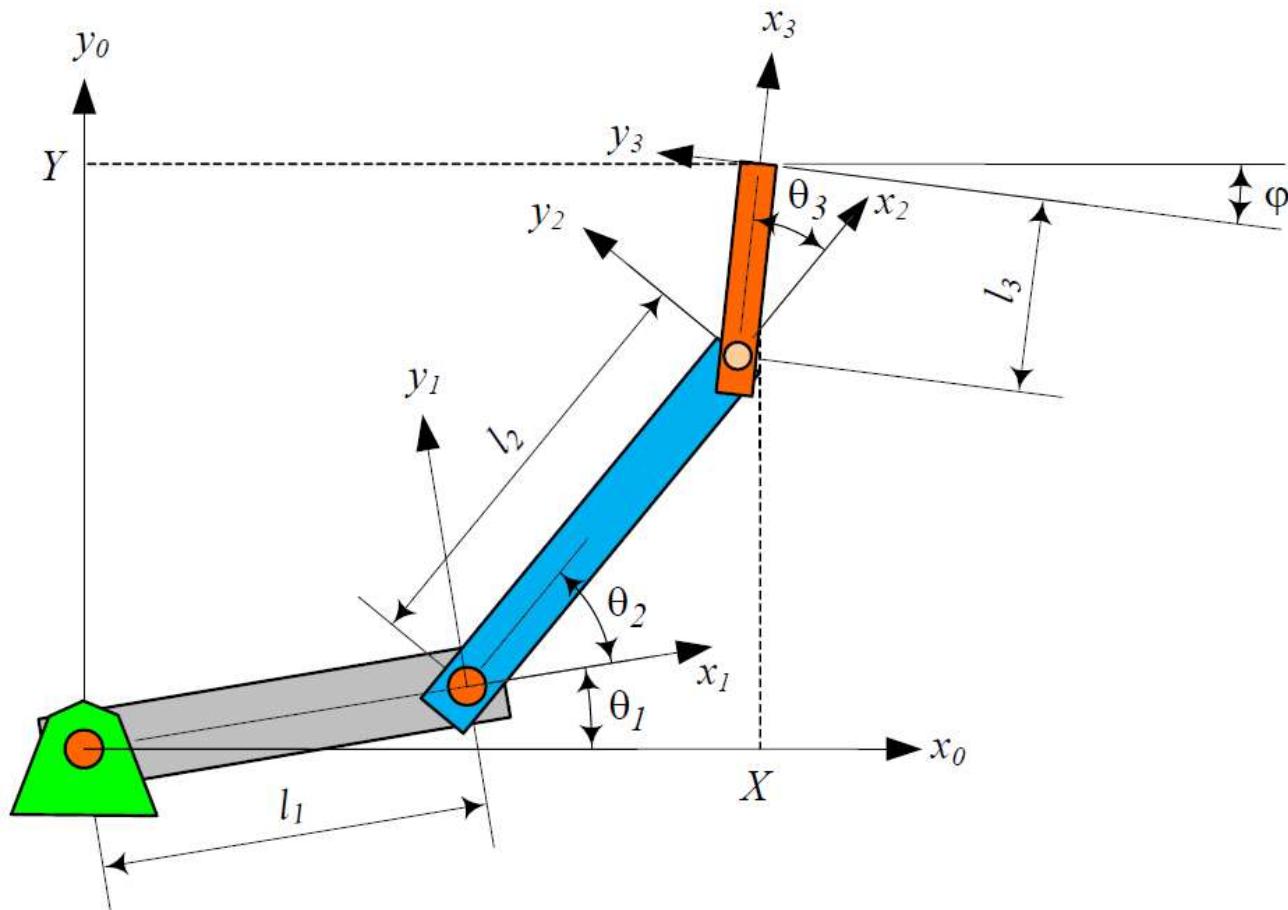
$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & 0 & l_1 \cos \theta_1 \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 & l_1 \sin \theta_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} {}^0T_2 &= {}^0T_1 {}^{-1}T_2 \\ &= \begin{bmatrix} c(\theta_1 + \theta_2) & -s(\theta_1 + \theta_2) & 0 & l_1 c\theta_1 + l_2 c(\theta_1 + \theta_2) \\ s(\theta_1 + \theta_2) & c(\theta_1 + \theta_2) & 0 & l_1 s\theta_1 + l_2 s(\theta_1 + \theta_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

Cho robot phẳng RRR như hình vẽ. Hãy tìm vị trí của đầu tay máy trên hệ toàn cục



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Bảng DH:

<i>Frame No.</i>	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	l_1	0	0	θ_1
2	l_2	0	0	θ_2
3	l_3	0	0	θ_3

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Các ma trận biến đổi ${}^{i-1}T_i$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & -\sin \theta_3 & 0 & l_3 \cos \theta_3 \\ \sin \theta_3 & \cos \theta_3 & 0 & l_3 \sin \theta_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & l_2 \cos \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & l_2 \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & 0 & l_1 \cos \theta_1 \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 & l_1 \sin \theta_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Vì vậy, ma trận đồng nhất biến đổi từ hệ 3 đến hệ khung nền:

$$\begin{aligned} {}^0T_3 &= {}^0T_1 {}^{-1}T_2 {}^{-2}T_3 \\ &= \begin{bmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & -\sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & 0 & r_{14} \\ \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & 0 & r_{24} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$r_{14} = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + l_3 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)$$

$$r_{24} = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + l_3 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3)$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

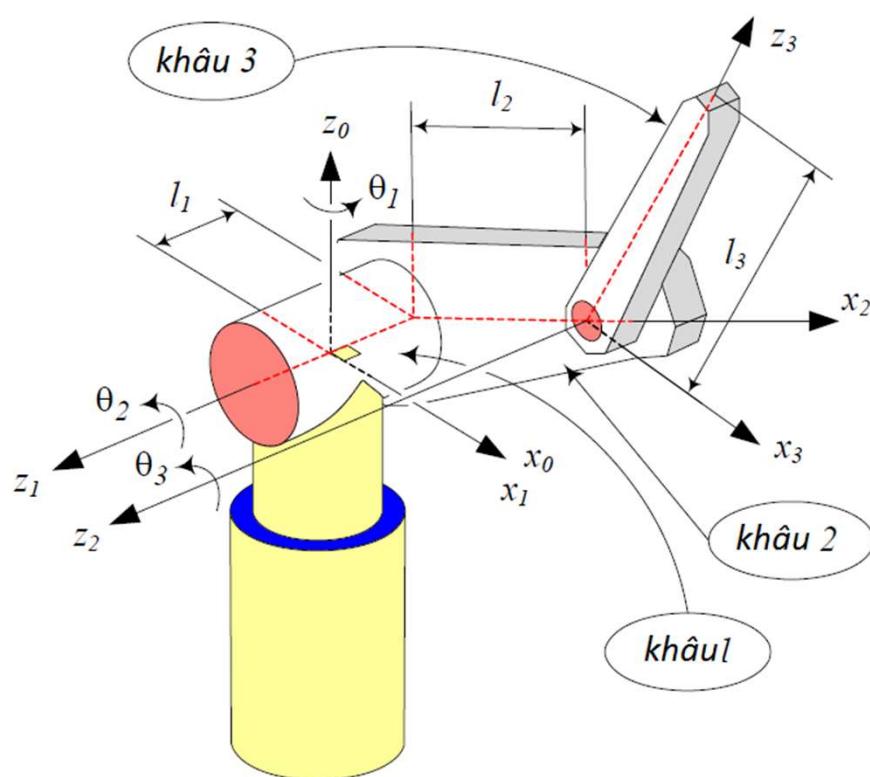
Vị trí của điểm gốc hệ 3 xét trên hệ toàn cục có giá trị sau

$${}^0T_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 c\theta_1 + l_2 c(\theta_1 + \theta_2) + l_3 c(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \\ l_1 s\theta_1 + l_2 s(\theta_1 + \theta_2) + l_3 s(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} X &= l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + l_3 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \\ Y &= l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + l_3 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \end{aligned}$$

CHƯƠNG III:

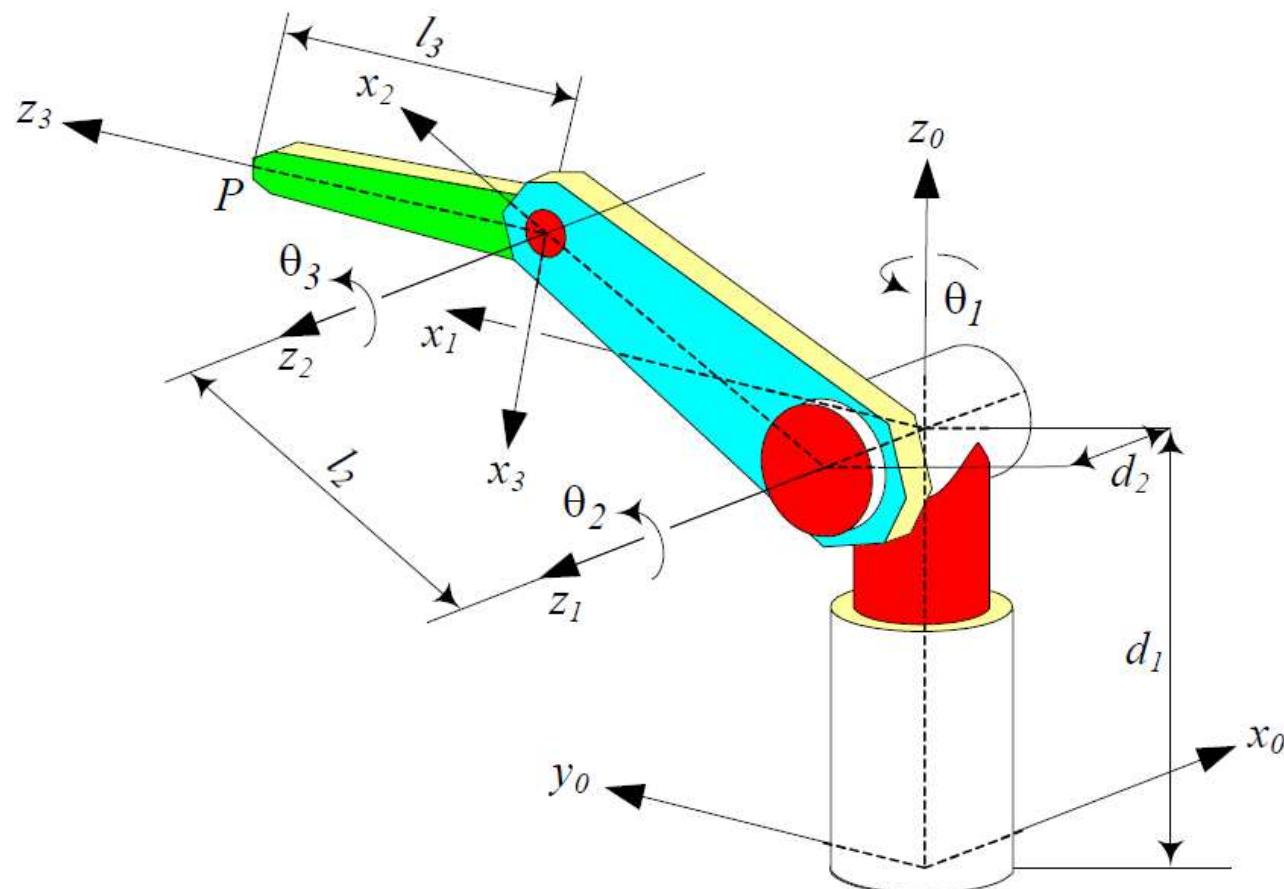
ĐỘNG HỌC ROBOT



Frame No.	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	90 deg	0	θ_1
2	l_2	0	l_1	θ_2
3	0	-90 deg	0	θ_3

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Cho robot RRR như hình vẽ. Hãy tìm vị trí của đầu tay máy trên hệ toàn cục



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Bảng DH:

<i>Frame No.</i>	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	-90 deg	d_1	θ_1
2	l_2	0	d_2	θ_2
3	0	90 deg	l_3 0	θ_3

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Giải:

Các ma trận biến đổi $i^{-1}T_i$

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & 0 & -\sin \theta_1 & 0 \\ \sin \theta_1 & 0 & \cos \theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & l_2 \cos \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & l_2 \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} \cos \theta_3 & 0 & \sin \theta_3 & 0 \\ \sin \theta_3 & 0 & -\cos \theta_3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Vì vậy, ma trận đồng nhất biến đổi từ hệ 3 đến hệ khung nền:

$$\begin{aligned} {}^0T_3 &= {}^0T_1^{-1} {}^1T_2 {}^2T_3 \\ &= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Với:

$$\begin{array}{lll} r_{11} = \cos \theta_1 \cos(\theta_2 + \theta_3) & r_{12} = -\sin \theta_1 \\ r_{21} = \sin \theta_1 \cos(\theta_2 + \theta_3) & r_{22} = \cos \theta_1 \\ r_{31} = -\sin(\theta_2 + \theta_3) & r_{32} = 0 \end{array}$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

$$\begin{array}{ll} r_{13} = \cos \theta_1 \sin(\theta_2 + \theta_3) & r_{14} = l_2 \cos \theta_1 \cos \theta_2 - d_2 \sin \theta_1 \\ r_{23} = \sin \theta_1 \sin(\theta_2 + \theta_3) & r_{24} = l_2 \cos \theta_2 \sin \theta_1 + d_2 \cos \theta_1 \\ r_{33} = \cos(\theta_2 + \theta_3) & r_{34} = d_1 - l_2 \sin \theta_2. \end{array}$$

Vị trí của điểm P trên cánh tay 3 là $\begin{bmatrix} 0 & 0 & l_3 \end{bmatrix}^T$

Vì vậy, vị trí của nó trên
hệ tọa độ nền sẽ là:

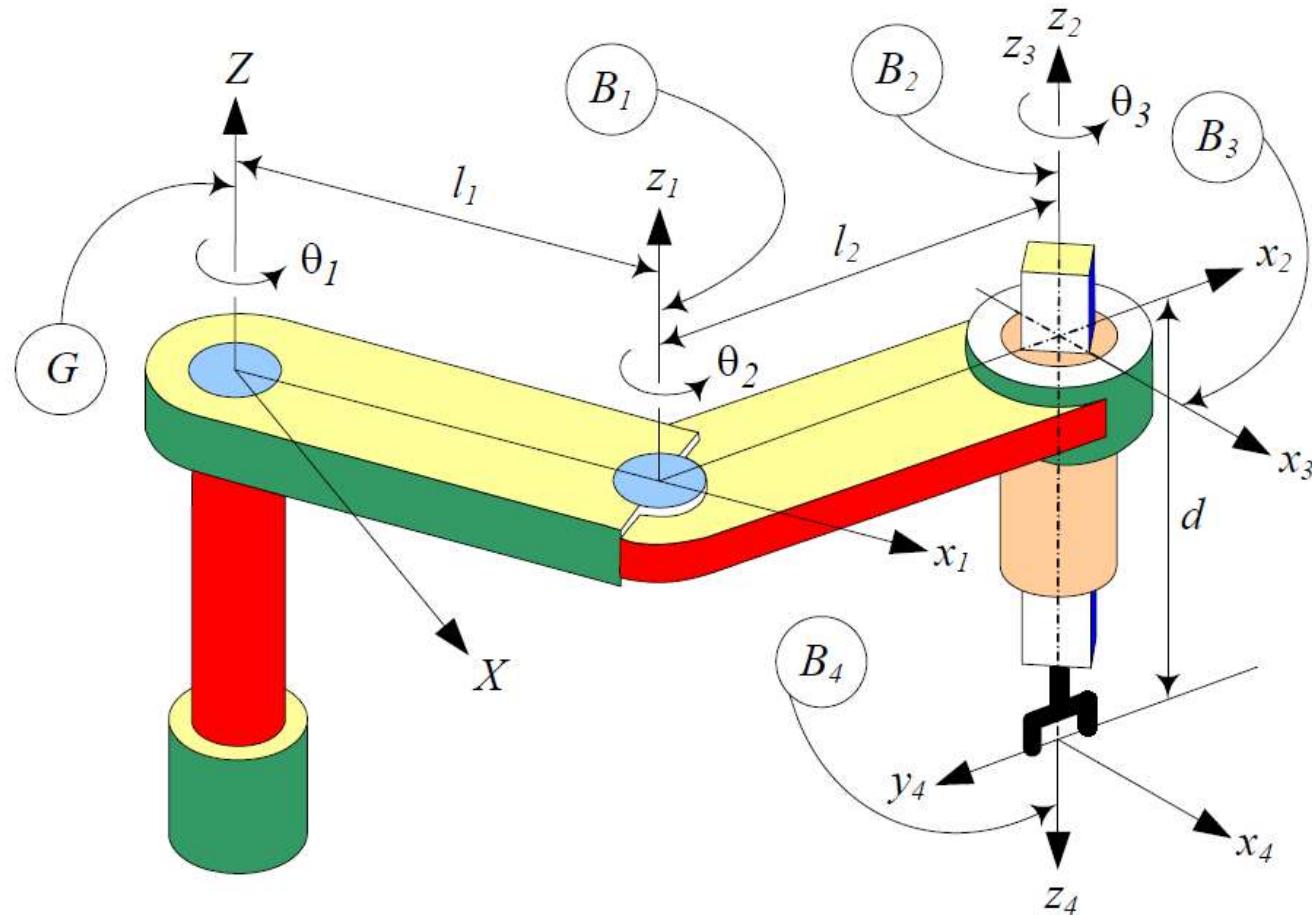
$$\begin{aligned} {}^0\mathbf{r}_P &= {}^0T_3 {}^3\mathbf{r}_P = {}^0T_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ l_3 \\ 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -d_2 s \theta_1 + l_2 c \theta_1 c \theta_2 + l_3 c \theta_1 s (\theta_2 + \theta_3) \\ d_2 c \theta_1 + l_2 c \theta_2 s \theta_1 + l_3 s \theta_1 s (\theta_2 + \theta_3) \\ d_1 - l_2 s \theta_2 + l_3 c (\theta_2 + \theta_3) \\ 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

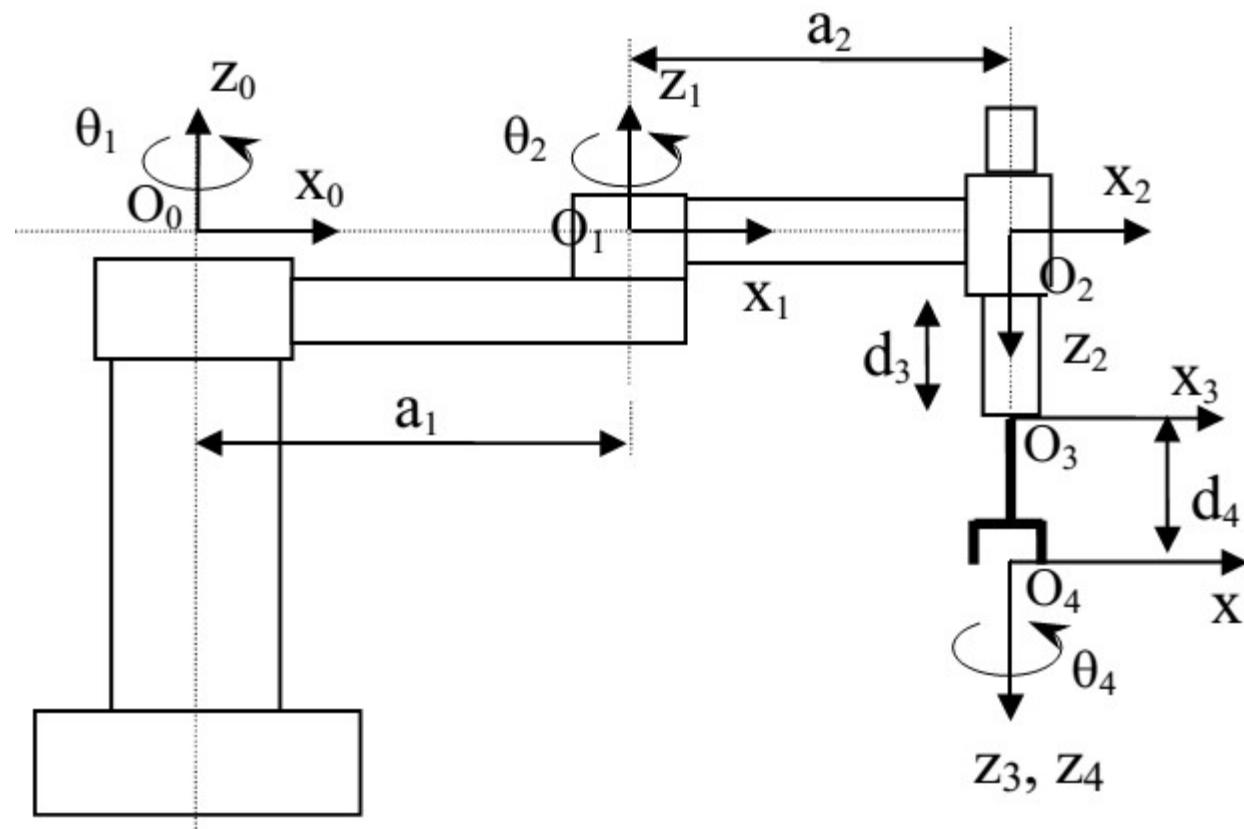
Ví dụ 3.7:

Cho robot như hình vẽ. Hãy tìm vị trí của đầu tay máy trên hệ toàn cục (tự giải)



CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT



Ví dụ: Xét robot SCARA có 4 khâu như hình vẽ:

Khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	0	a_1	0
2	θ_2^*	180^0	a_2	0
3	0	0	0	d_3^*
4	θ_4^*	0	0	d_4

* : Các biến khớp.

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

Xác định phương trình động học của Robot hai bậc tự do RT

Gắn hệ trực toạ độ cho Robot :

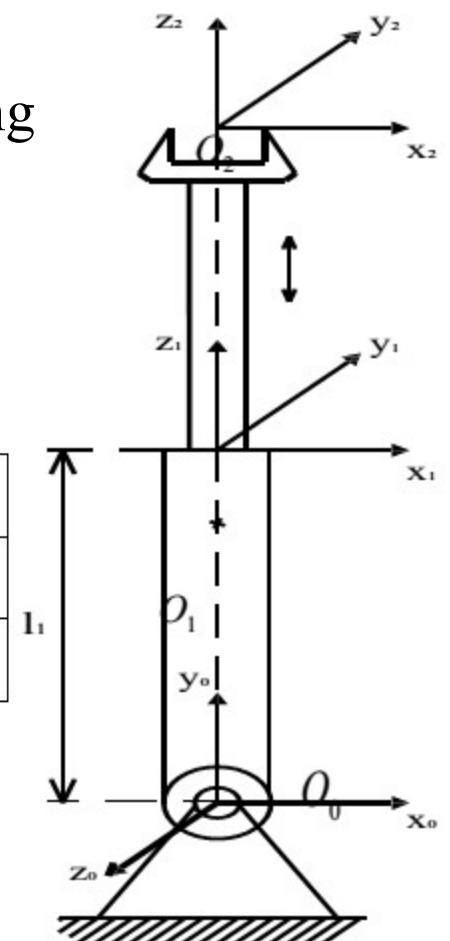
Khâu 1 : Quay quanh trục Z_0 , chọn X_0 là pháp tuyến chung của (Z_0, Z_1) .

Khâu 2 : Tịnh tiến dọc theo trục Z_1 , chọn X_1 nằm ngang.

Xác định bộ thông số DH

<i>Khâu</i>	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	θ_1^*	-90°	0	l_1
2	0	0°	0	d_2^*

Các biến khớp : θ_1^* , d_2^*



CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

Phương trình động học
Các ma trận đặc trưng A

$$A_1 = \begin{bmatrix} c1 & 0 & -s1 & 0 \\ s1 & 0 & c1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ma trận vector cuối

$$T = A_1 A_2 = \begin{bmatrix} c1 & 0 & -s1 & 0 \\ s1 & 0 & c1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c1 & 0 & -s1 & -d_2 s1 \\ s1 & 0 & c1 & d_2 c1 \\ 0 & -1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

CHƯƠNG III: ĐỘNG HỌC ROBOT

+ Phương trình động học thể hiện mối quan hệ về hướng và vị trí của ma trận vector cuối theo các biến khớp :

Ba vector chỉ hướng : $\vec{n}, \vec{o}, \vec{a}$

$$\begin{array}{lll} n_x = \cos \theta_1 & o_x = 0 & a_x = -\sin \theta_1 \\ n_y = \sin \theta_1 , & o_y = 0 , & a_y = \cos \theta_1 \\ n_z = 0 & o_z = -1 & a_z = 0 \end{array}$$

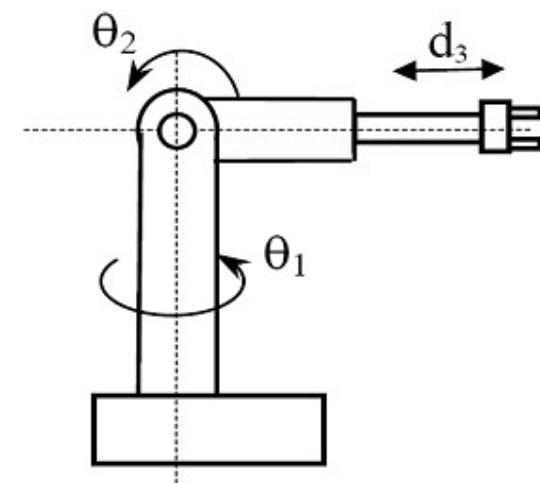
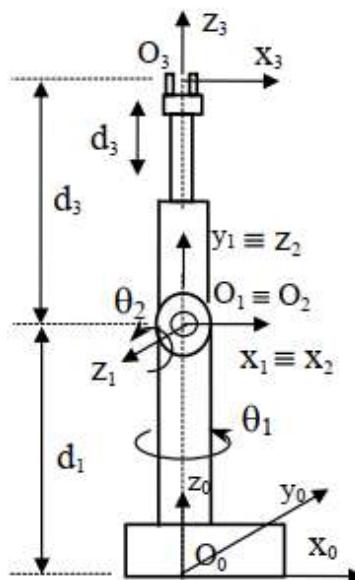
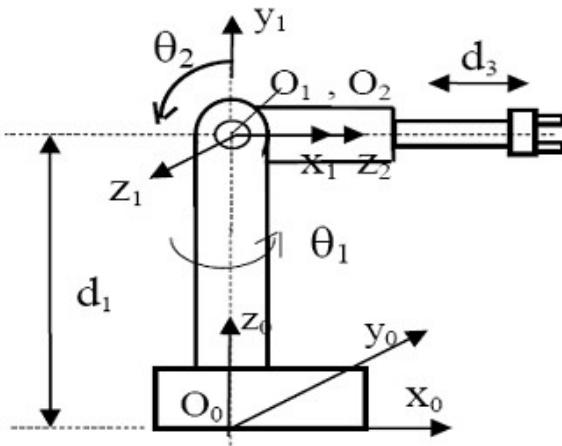
Vector định vị : \vec{p}

$$\begin{array}{l} p_x = d_2 \sin \theta_1 \\ p_y = d_2 \cos \theta_1 \\ p_z = l_1 \end{array}$$

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

Xác định phương trình động học Robot có cấu hình RRT



Khâu	θ	α	a_i	d_i
1	θ_1^*	+90	0	d_1
2	θ_2^*	-90	0	0
3	0	0	0	θ_3^*

CHƯƠNG III:

ĐỘNG HỌC ROBOT

$$A_1 = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tính các ma trận biến đổi thuận nhất T

+ Ma trận ${}^2T_3 = A_3$

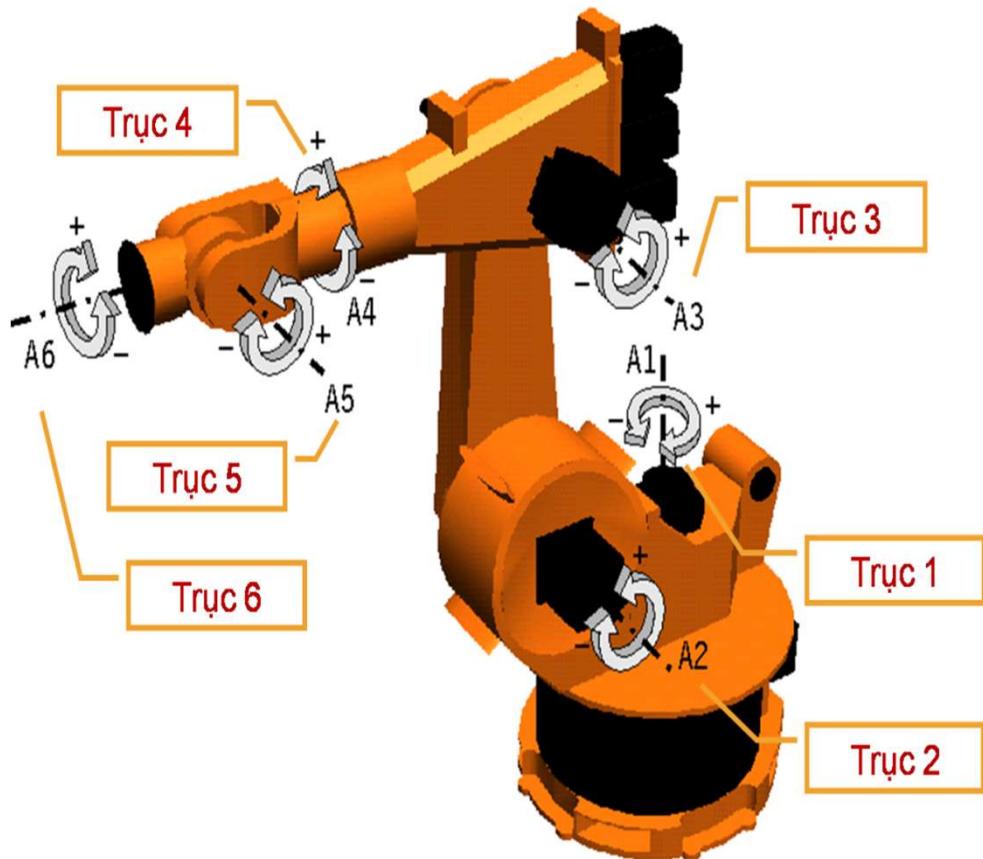
+ Ma trận ${}^1T_3 = A_2 \cdot {}^2T_3$

$${}^1T_3 = \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & -S_2d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2d_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

+ Ma trận $T_3 = A_1 \cdot {}^1T_3$

$$T_3 = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & -S_2d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2d_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1C_2 & -S_1 & -C_1S_2 & -C_1S_2d_3 \\ S_1d_2 & C_1 & -S_1S_2 & -S_1S_2d_3 \\ S_2 & 0 & C_2 & C_2d_3 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$





- Số bậc tự do: 6
- *Tải trọng chính: 6 kg*
- *Độ chính xác lắp: 0,1 mm*
- *Tổng khối lượng: 205 kg*
- *Vận tốc làm việc lớn nhất của tay máy: 2 m/s*

- Mặc dù có khả năng khéo léo, linh hoạt rất cao, tuy nhiên do các bậc tự do đều là các bậc tự do quay nên không gian làm việc của robot lại tỏ ra khá hạn chế.
- Robot này được ứng dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp: Công nghiệp lắp ráp ôtô, công nghiệp hàn, công nghiệp thực phẩm (đóng thùng và vận chuyển), công nghiệp phun sơn...

Khớp i	α_i (độ)	a_i (mm)	d_i (mm)	θ_i
1	90°	300	0	θ_1
2	0°	650	0	θ_2
3	90°	155	0	θ_3
4	-90°	0	600	θ_4
5	90°	0	0	θ_5
6	0°	0	125	θ_6

Components of a complete KUKA robot system



KUKA Robot
(e.g. KR 200/2)

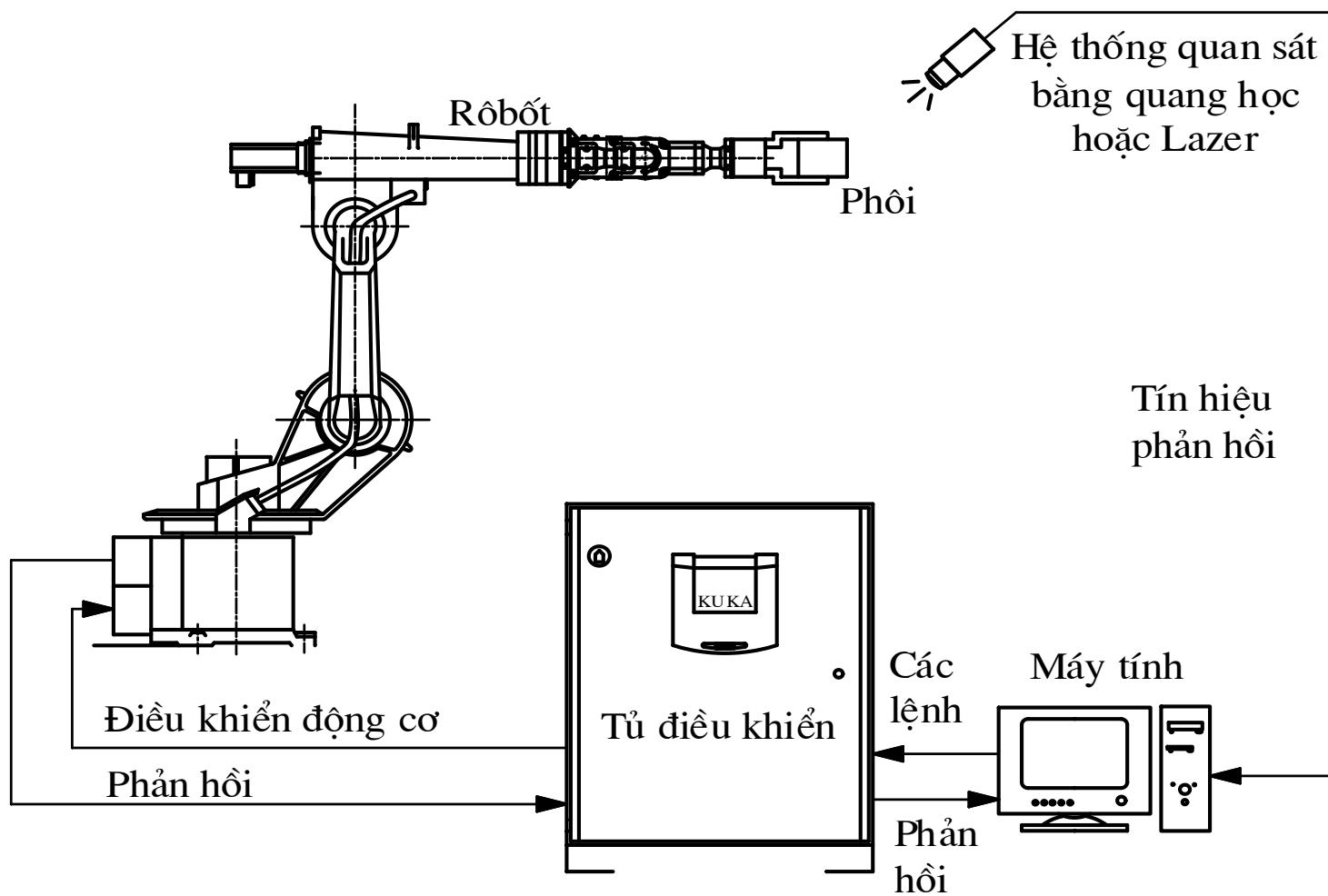


Robot Controller
(e.g. KR C1)

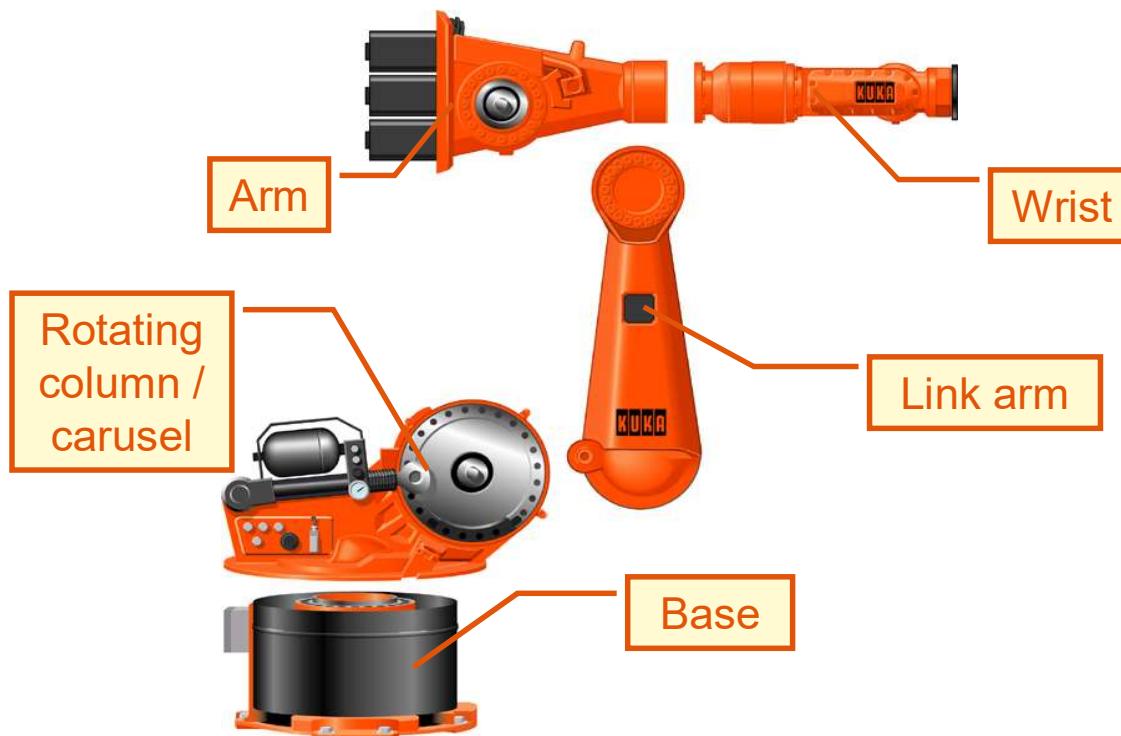


KUKA Control Panel
(KCP)





Mechanical construction of a KUKA robot



Coordinate Systems



- **Joint jogging**

Mỗi trục của rôbốt được dịch chuyển trên trục riêng theo chiều dương hoặc âm.



- **WORLD coordinate system**

Hệ toạ độ vuông góc cố định, với điểm gốc là tại điểm tâm của đế rôbốt.



- **TOOL coordinate system**

Hệ toạ độ để các cố định với gốc đặt tâm của dụng cụ.



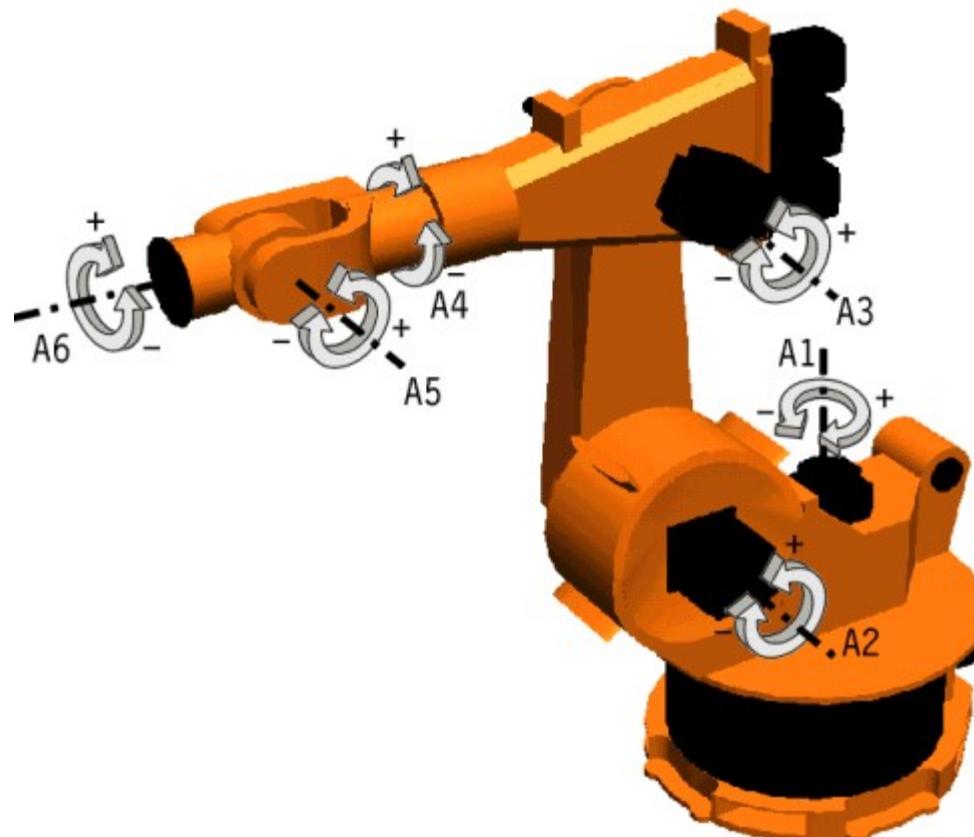
- **BASE coordinate system**

Hệ toạ độ để các cố định với gốc tại phôi (chi tiết).

Joint jogging



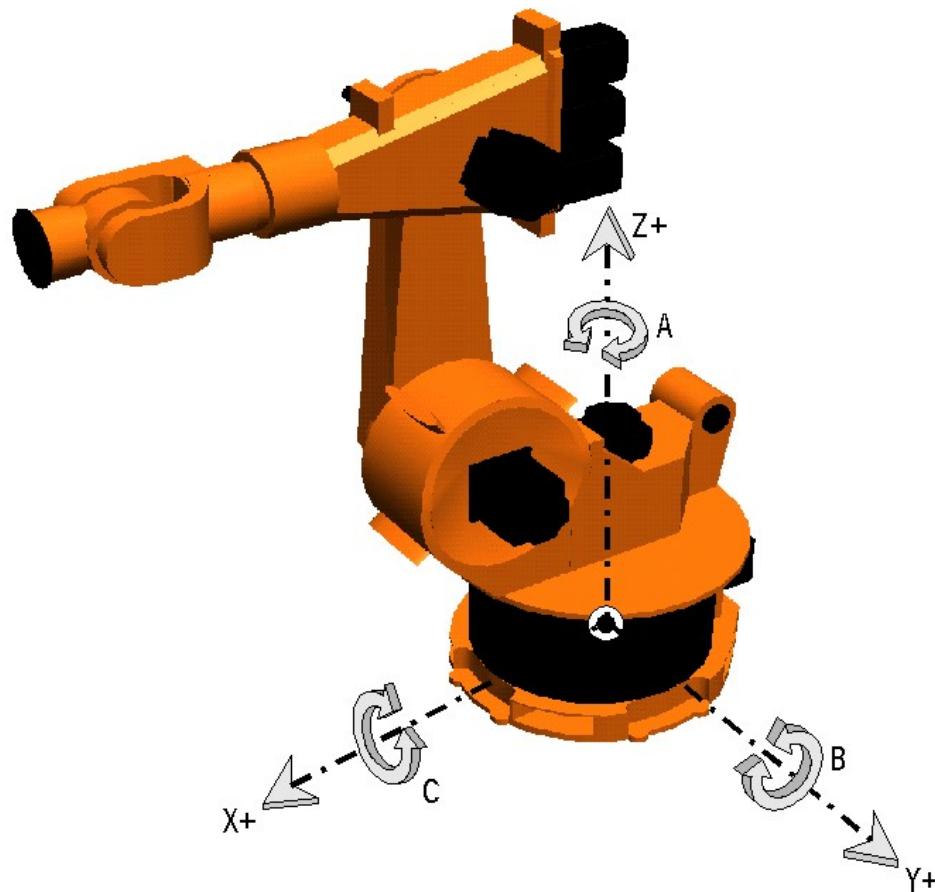
Mỗi trục của robot được dịch chuyển trên trục riêng theo chiều dương hoặc âm.



WORLD coordinate system



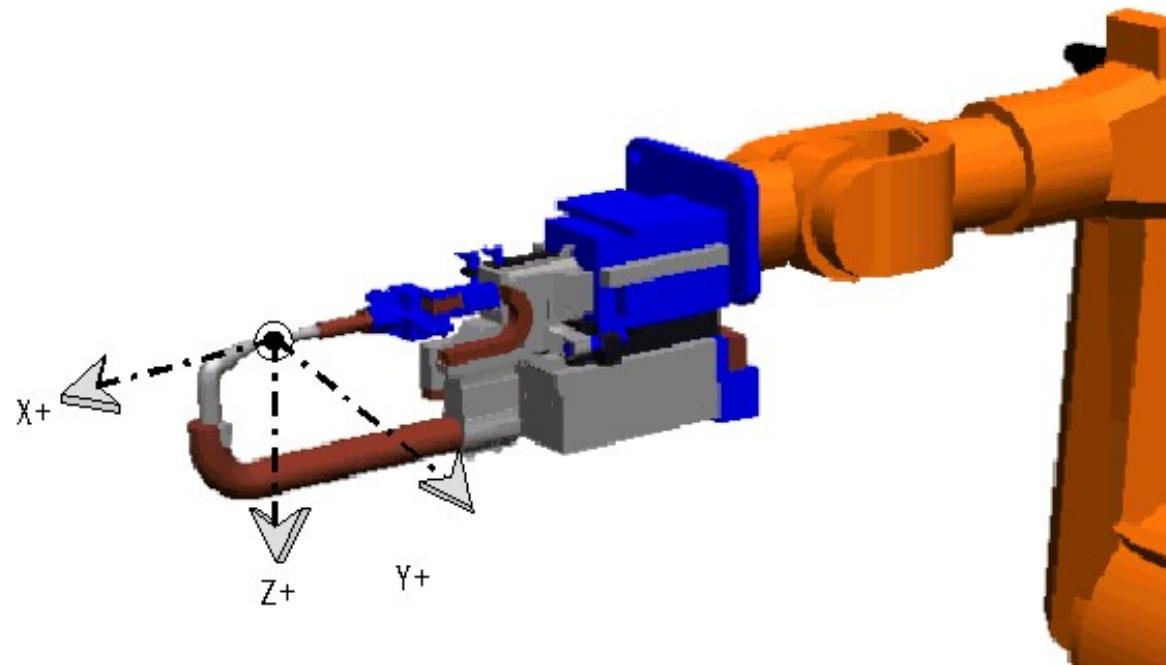
Hệ toạ độ vuông góc cố định, với điểm gốc là tại điểm tâm của đế rôbốt.



TOOL coordinate system



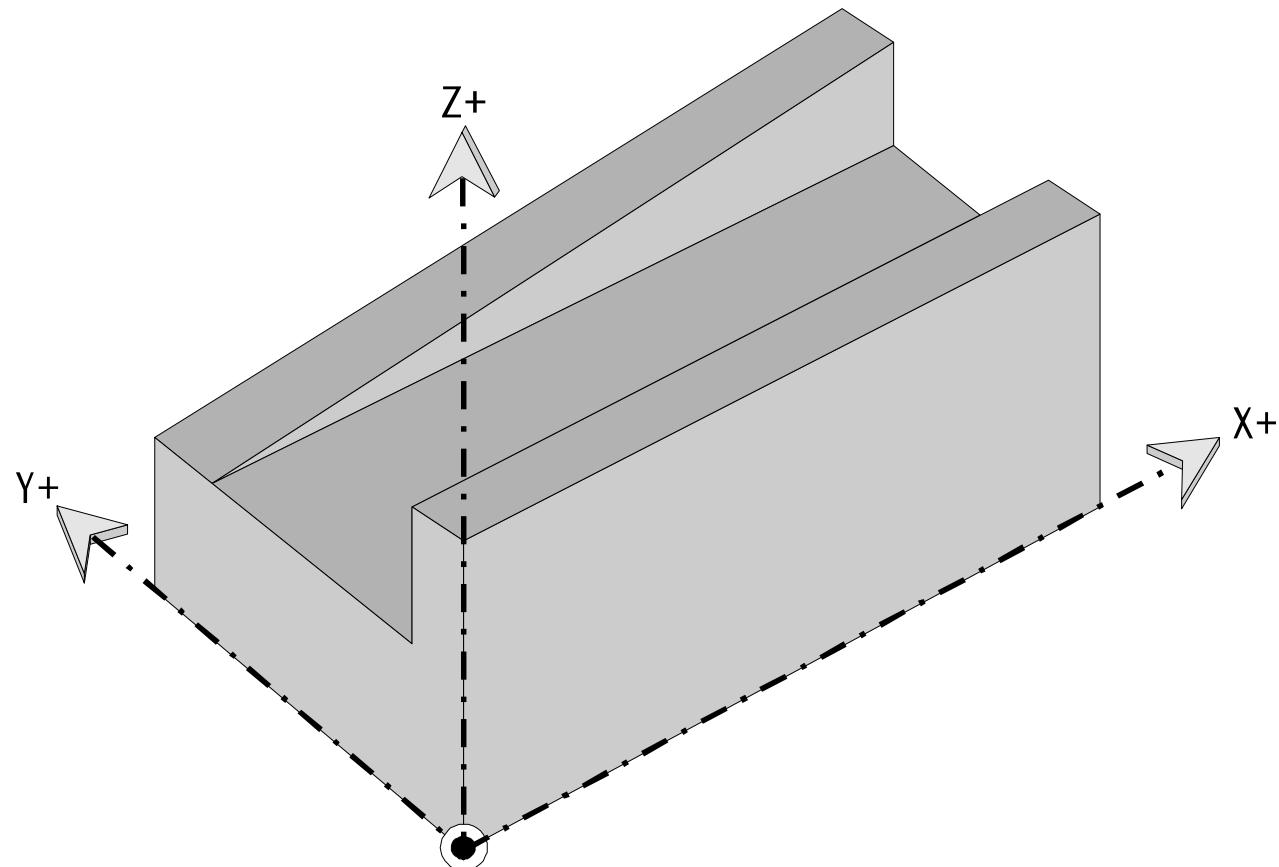
Hệ toạ độ đề các cỗ định với gốc đặt tâm của dụng cụ.



BASE coordinate system

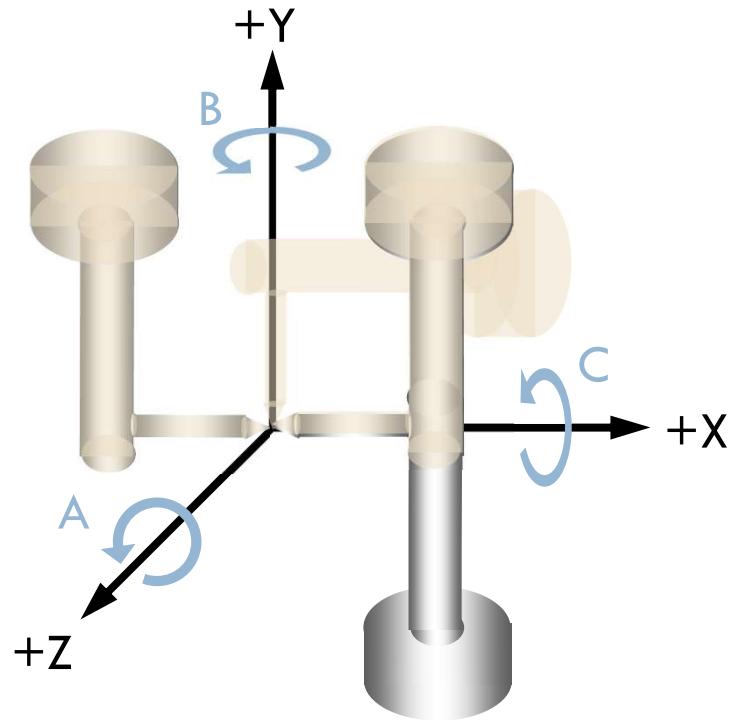
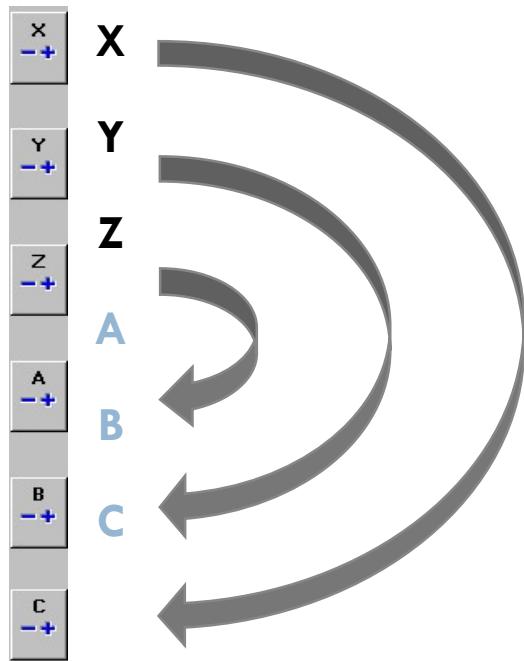


Hệ toạ độ đề các cốt định với gốc tại phôi (chi tiết).



Rotation angle at cartesian coordinates

- Gó → Quay quanh trục Z
- Gó → Quay quanh trục Y
- Gó → Quay quanh trục X



Types of motion

Kiểu chuyển động (kiểu nội suy) của robot KUKA

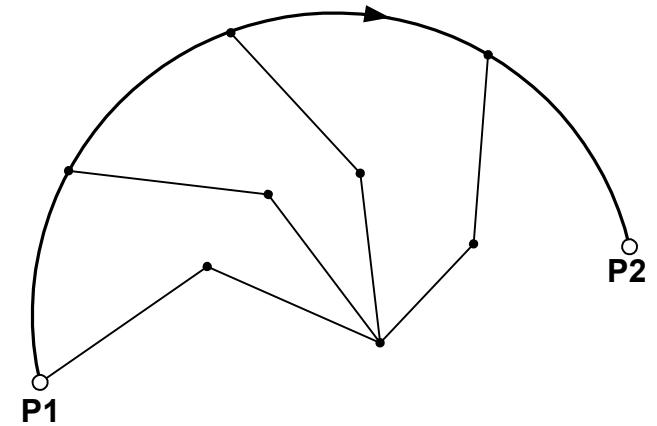
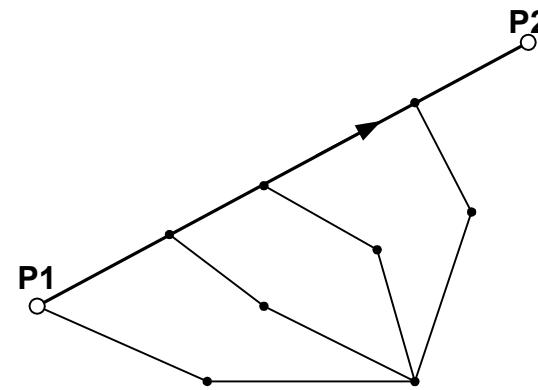
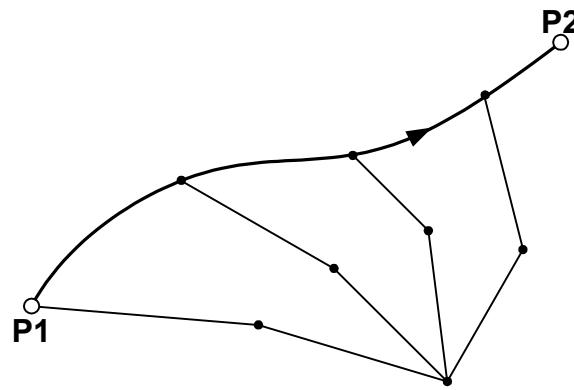
PTP (Point To Point):

Dụng cụ di chuyển theo một đường dẫn tới điểm đích (đường nhanh nhất).

LIN (LINEar): Dụng cụ được chạy với một vận tốc xác định theo một đường thẳng (đường ngắn nhất).

CIRC (CIRCular):

Dụng cụ được chạy với một vận tốc xác định theo một đường tròn (cần những điểm trung gian).



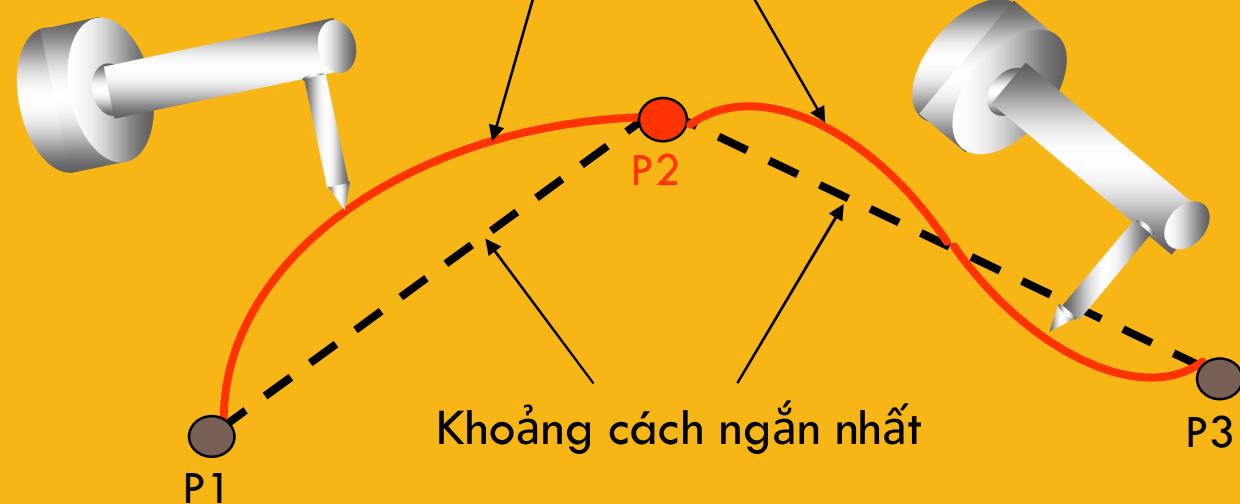
PTP motion with exact positioning

Dịch chuyển PTP
không có xấp xỉ

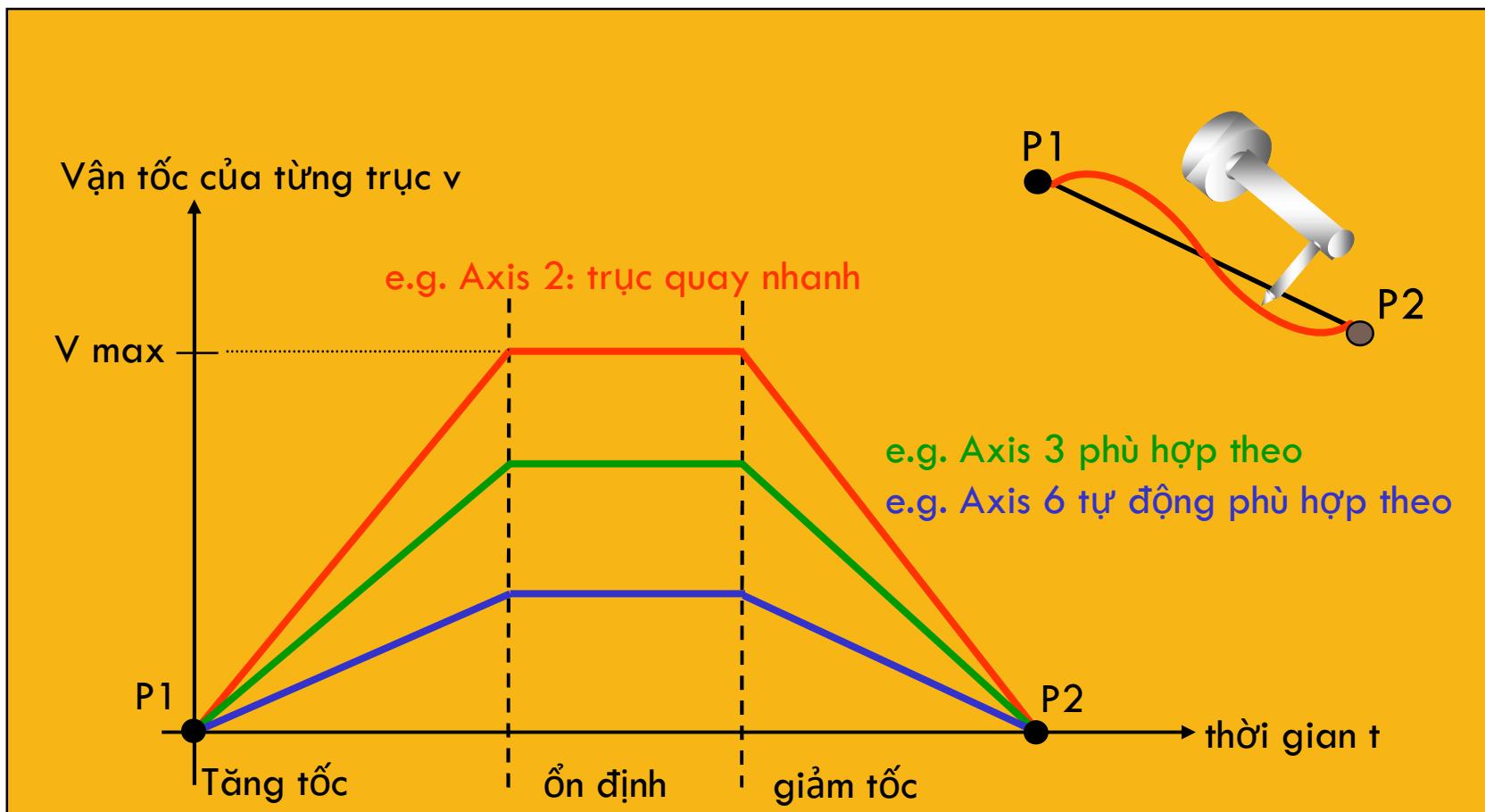


P2
Điểm chính xác

Các đường dẫn có thể PTP



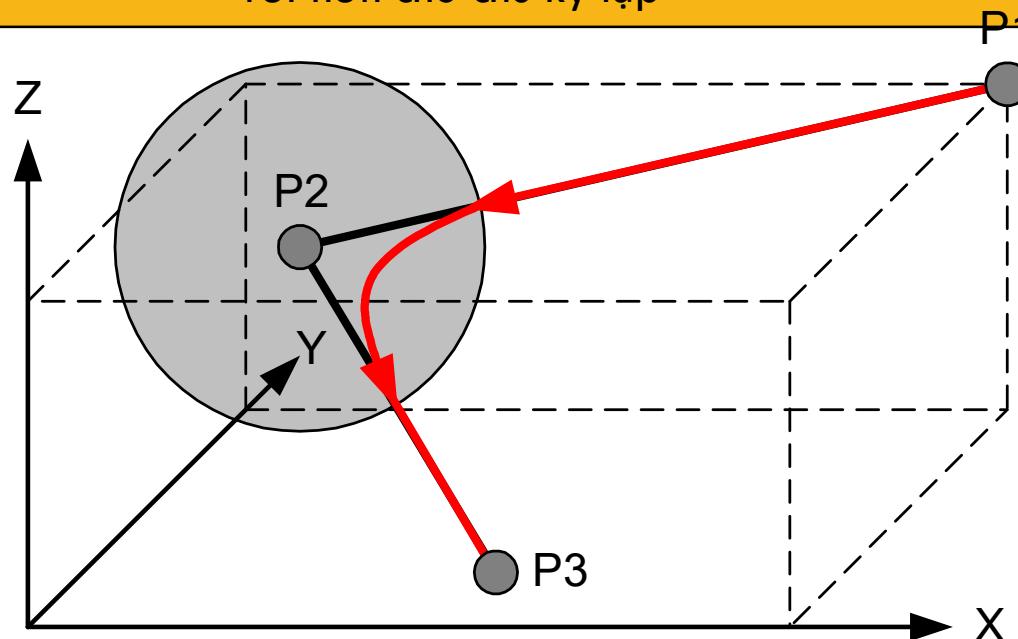
Motion profile (synchronized)



PTP-motion with approximate positioning

Ở một đường dẫn liên tục sự chuyển động tới điểm đích không chính xác mà là xấp xỉ. Do đó robot không có một điểm dừng khi giảm tốc. Ưu điểm:

- Giảm mòn của cơ cấu
- Tốt hơn cho chu kỳ lặp



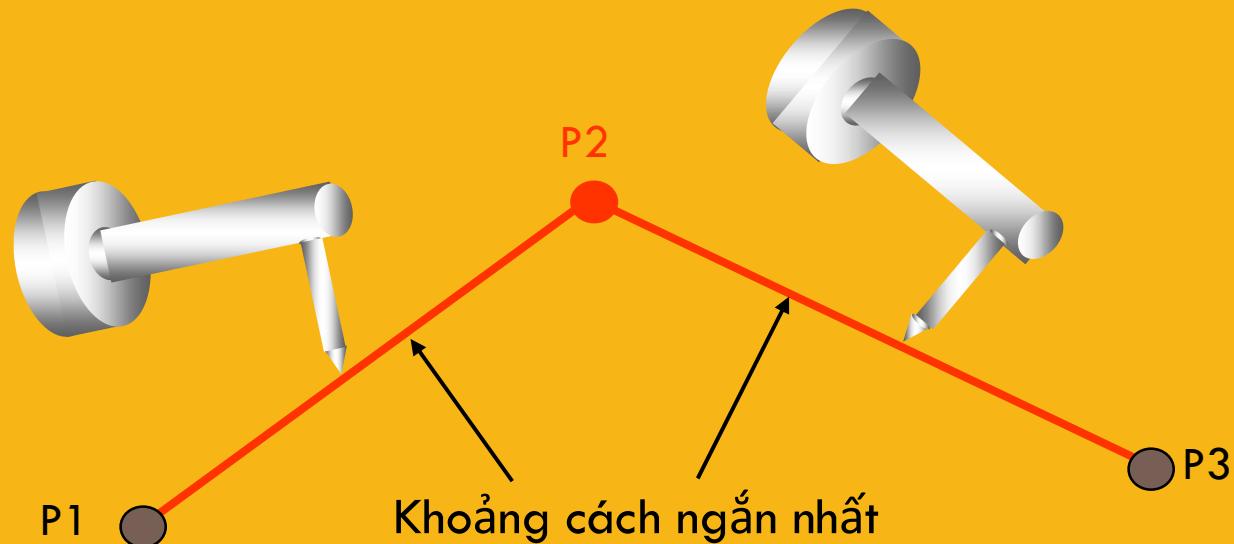
LIN motion with exact positioning

Dịch chuyển theo đường (LIN)
không xấp xỉ



P2

điểm chính xác



CIRC motion with exact positioning

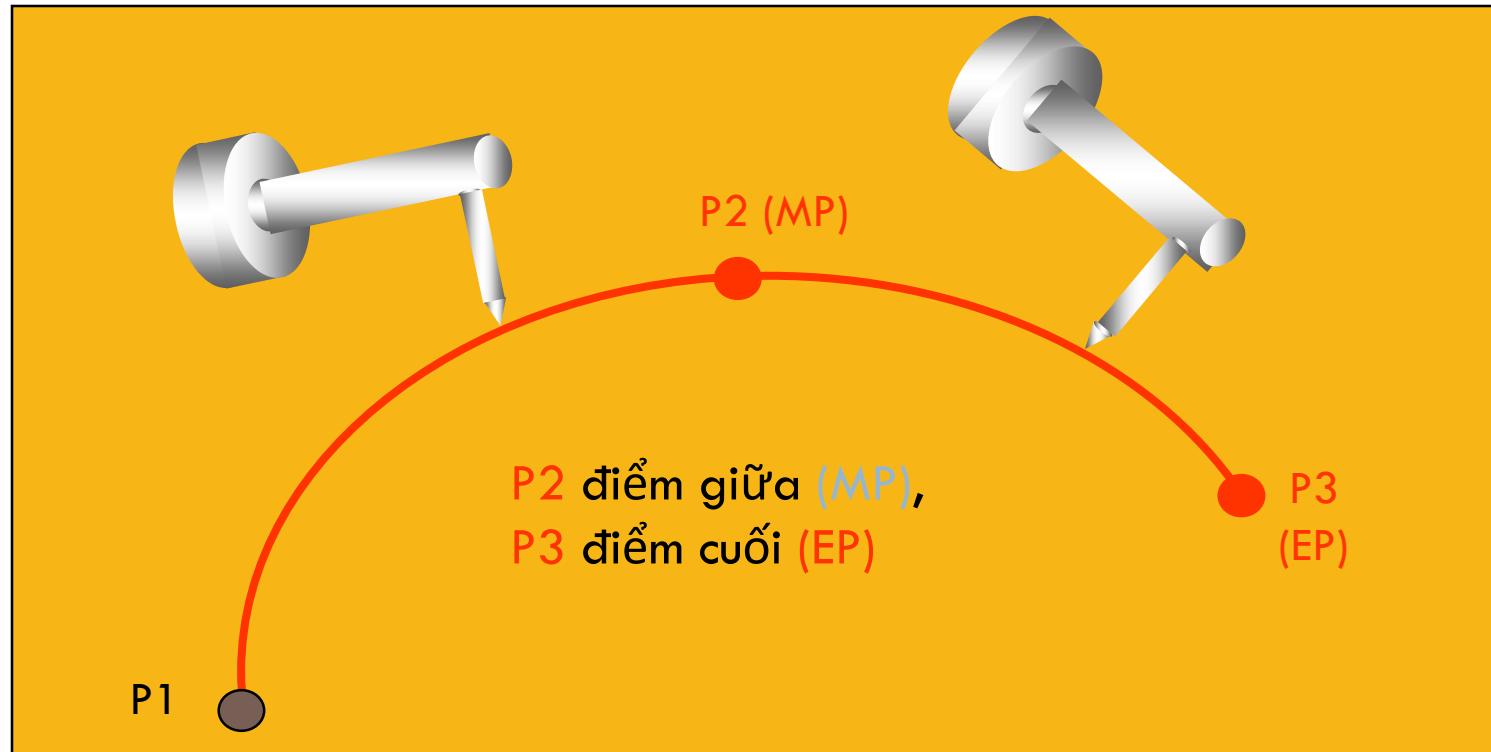
Dịch chuyển phi tuyến (cung tròn) CIRC

Không xấp xỉ



P3

điểm chính xác

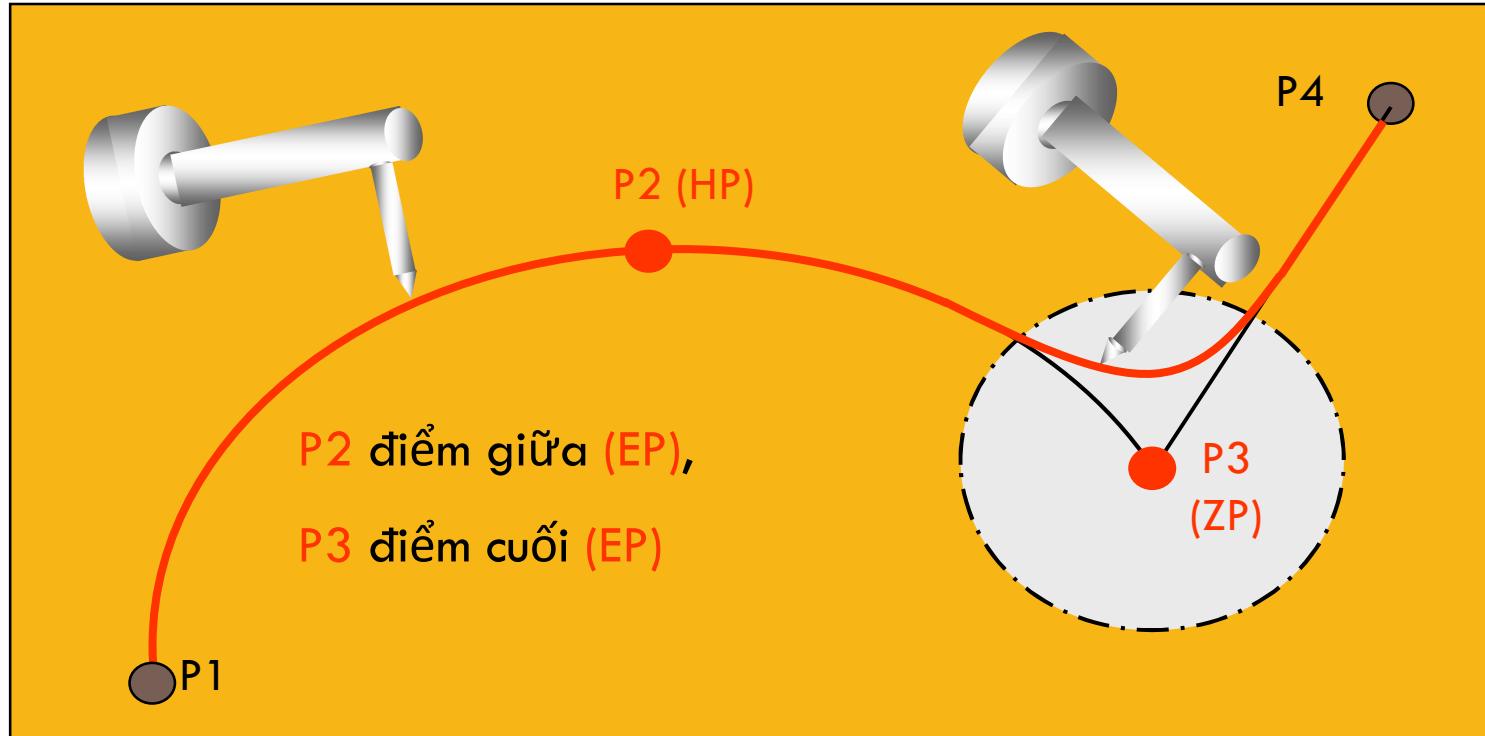


CIRC motion with approximate positioning

Dịch chuyển phi tuyến (cung tròn) CIRC
có xấp xỉ



P3
điểm xấp xỉ



Lập trình điều khiển

Cấu trúc một chương trình điều khiển Robot Kuka

DEF NAME ()

;-----Phần khai báo-----

;-----Phần khởi tạo-----

;-----Phần câu lệnh-----

END

KUKA Roboter GmbH, Blücherstr.
144, D-86165 Augsburg, Tel.:
+49 (0) 8 21/7 97-40 00, Fax:
+49 (0) 8 21/7 97-16 16,
<http://www.kuka-roboter.de>

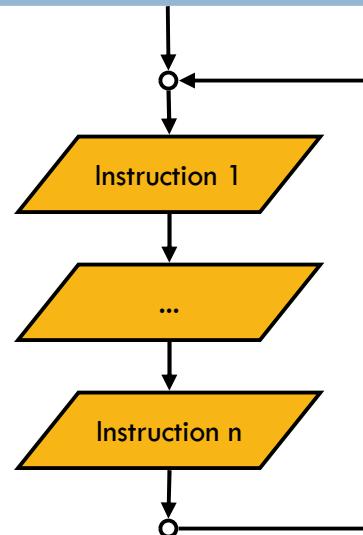
Endless loop

Syntax:

```
LOOP
    Instruction 1
    ...
    Instruction n
ENDLOOP
```

Example:

```
DEF EXAMPLE ( )
    PTP HOME
    LOOP
        LIN P1
        CIRC P2, P3
        LIN P4
    ENDLOOP
    PTP HOME
END
```



KUKA Roboter GmbH, Blücherstr.
144, D-86165 Augsburg, Tel.:
+49 (0) 8 21/7 97-40 00, Fax:
+49 (0) 8 21/7 97-16 16,
<http://www.kuka-roboter.de>

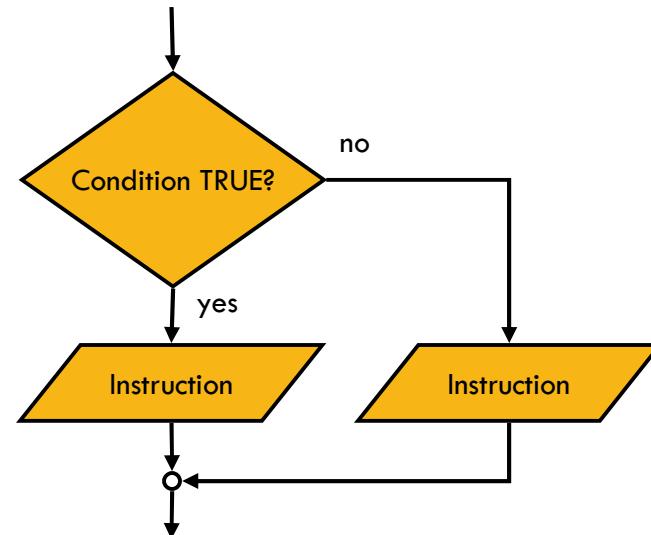
Conditional Branch

Syntax:

```
IF execution condition THEN  
    Instruction  
ELSE  
    Instruction  
ENDIF
```

Example:

```
IF $IN[22]==TRUE THEN  
    PTP P1  
ELSE  
    PTP P2  
    $OUT[18]=TRUE  
    PTP P3  
ENDIF
```



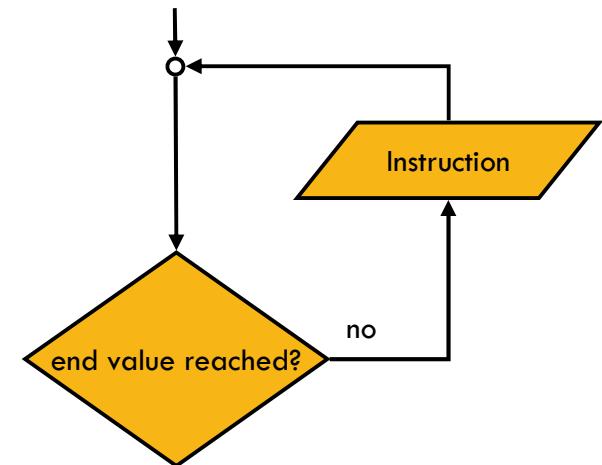
Counting loop

Syntax:

```
FOR Counter = Start TO End STEP Increment  
    Instructions  
ENDFOR
```

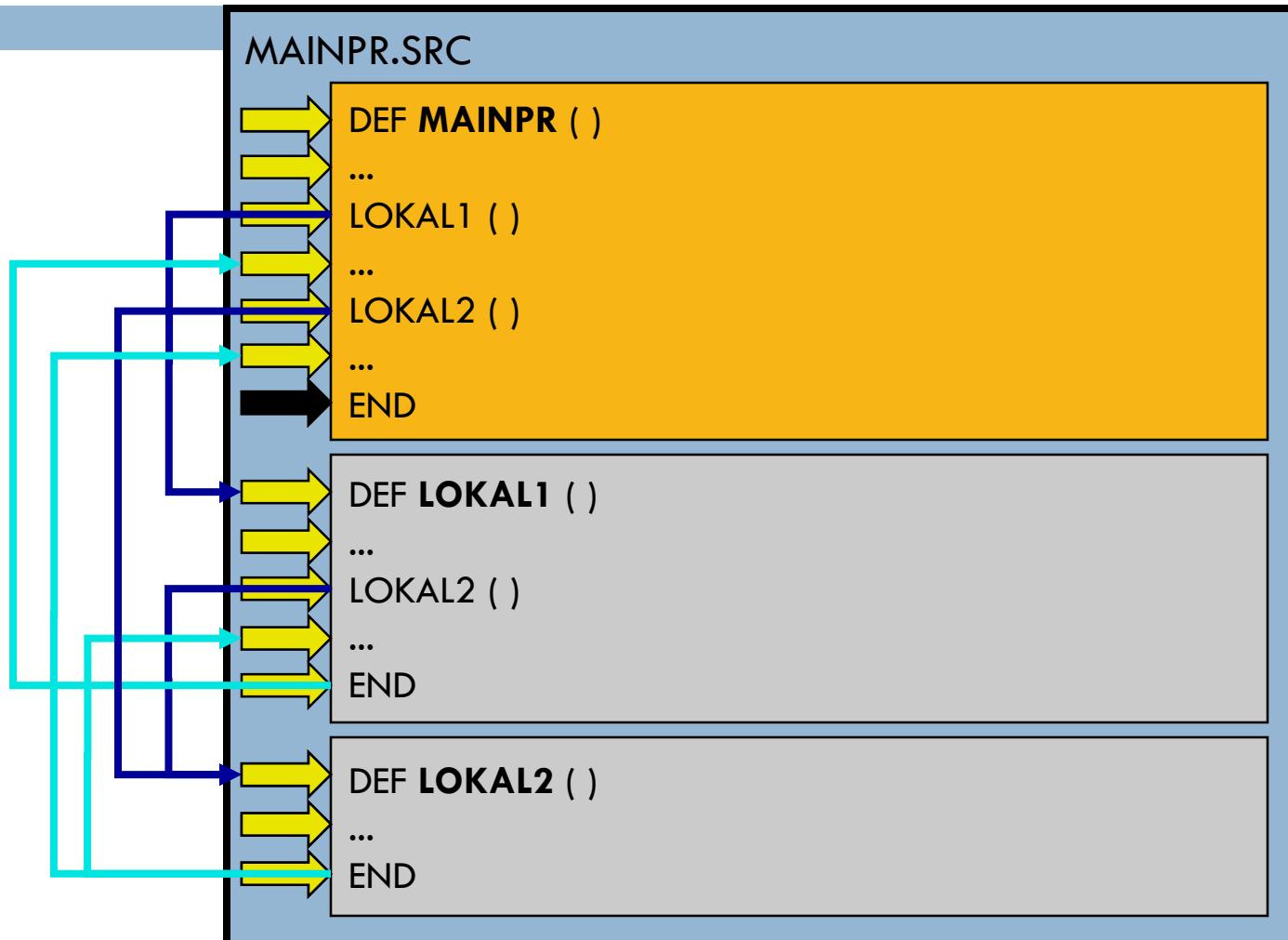
Example:

```
E6POS POSITION[4,4]  
INT X, Y  
...  
FOR X=1 TO 4 STEP 1  
    FOR Y=4 TO 1 STEP -1  
        POSITION[X,Y]=P1  
        POSITION[X,Y].X=P1.X+50  
        POSITION[X,Y].Y=P1.Y+50  
    ENDFOR  
ENDFOR
```



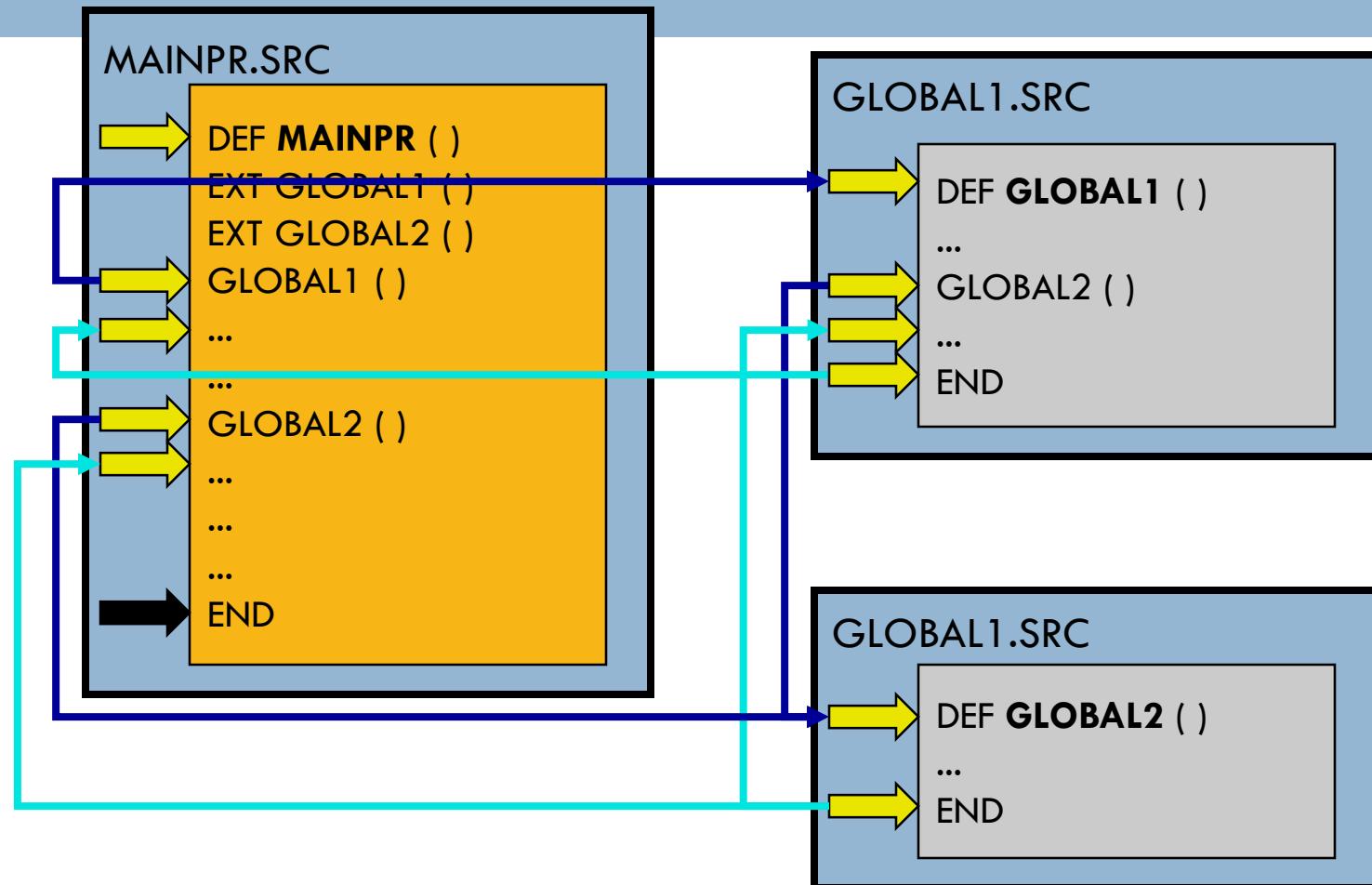
KUKA Roboter GmbH, Blücherstr.
144, D-86165 Augsburg, Tel.:
+49 (0) 8 21/7 97-40 00, Fax:
+49 (0) 8 21/7 97-16 16,
<http://www.kuka-roboter.de>

Lokal subprograms



GmbH, Blücherstr.
144, D-86165 Augsburg, Tel.:
+49 (0) 8 21/7 97-40 00, Fax:
+49 (0) 8 21/7 97-16 16,
<http://www.burkardt-augsburg.de>

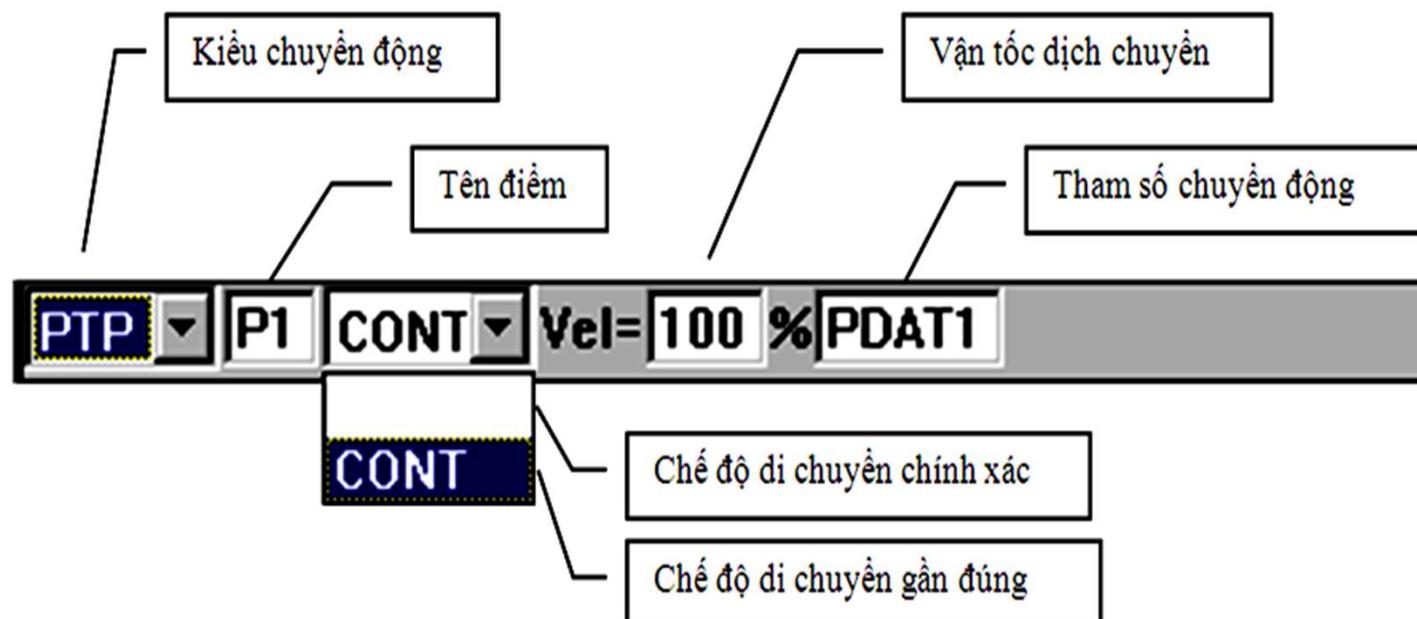
Global subprograms



KUKA Roboter GmbH, Blücherstr.
144, D-86165 Augsburg, Tel.:
+49 (0) 8 21/7 97-40 00, Fax:
+49 (0) 8 21/7 97-16 16,
<http://www.kuka-roboter.de>

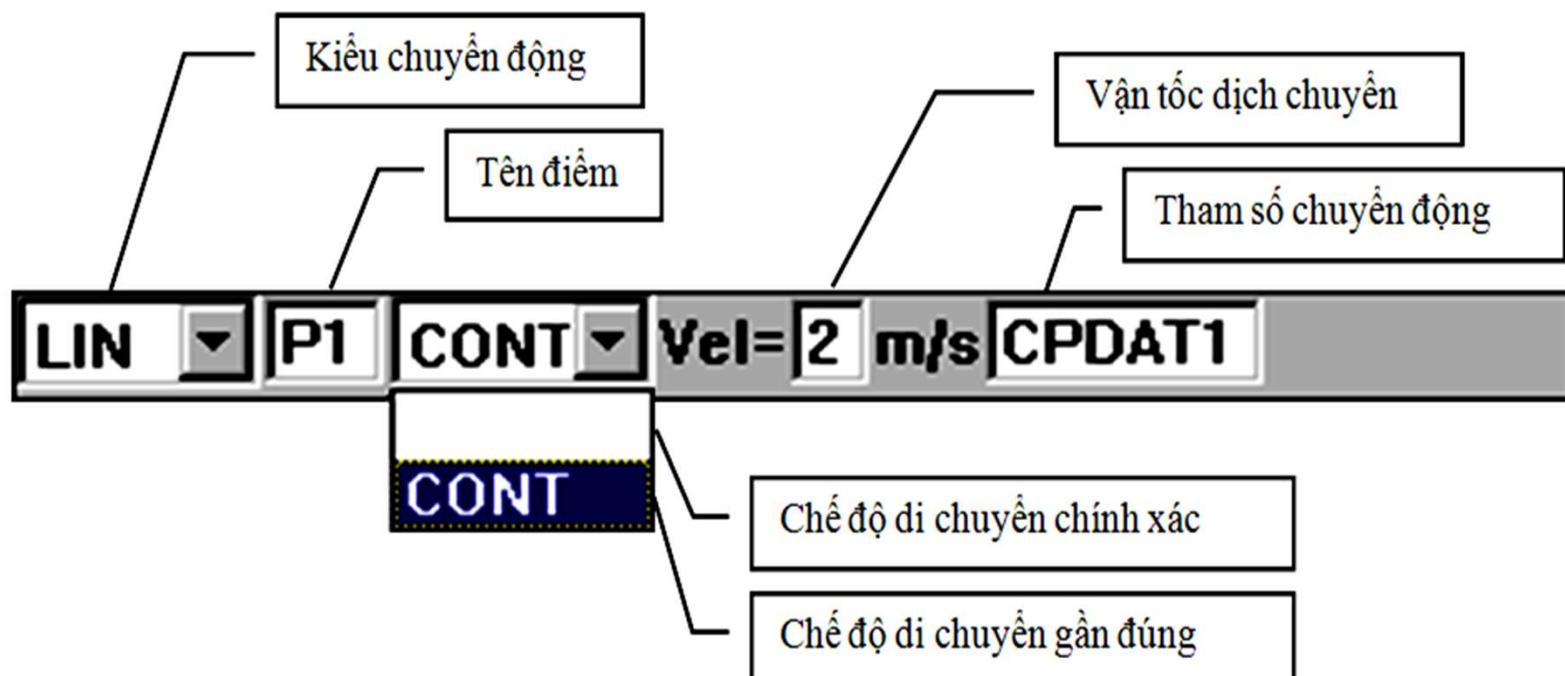
Programming a PTP motion

Khai báo các dạng chuyển động giữa 2 điểm trong câu lệnh điều khiển PTP



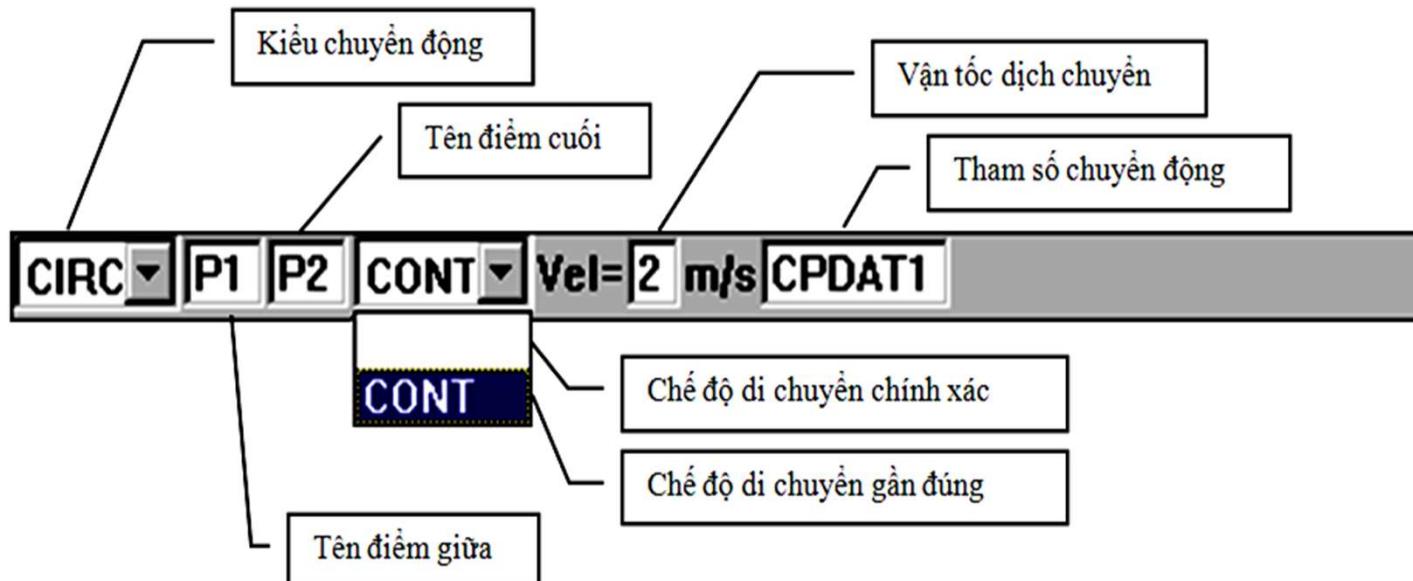
Programming a LIN motion

Điều khiển chuyển động theo đường thẳng giữa 2 điểm

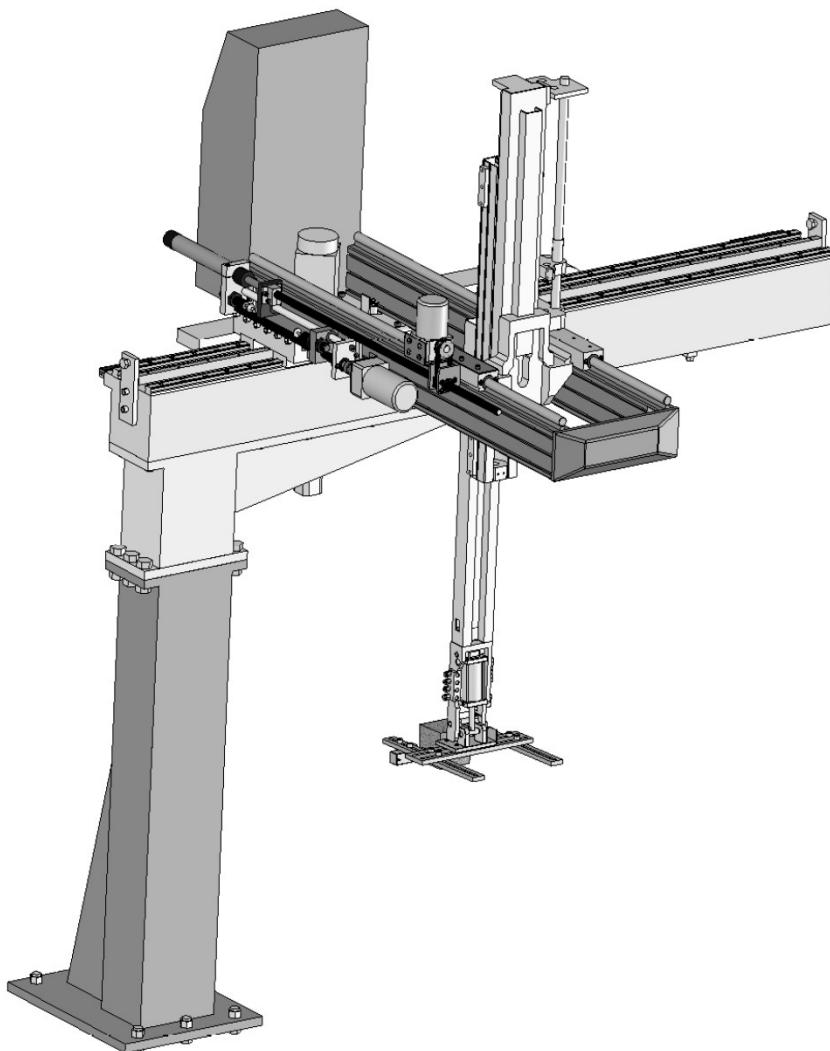


Programming a CIRC motion

Điều khiển chuyển động theo cung tròn đi qua 3 điểm



ROBOT HARMO



Robot harmo là tay máy 4 bậc tự do được dùng chủ yếu trong dây truyền ép nhựa, để gấp sản phẩm từ khuôn đúc và đặt ra các vị trí khác như băng chuyền, vị trí gia công tiếp theo....

Phục vụ dây chuyền tự ép các sản phẩm nhựa tự động hoàn toàn

ROBOT HARMO

Thông số kỹ thuật của robot Harmo

Khối lượng: 200Kg

Số bậc tự do: 4

Bậc tự do 1 tịnh tiến theo trục Y0: hành trình 1400mm

Bậc tự do 2 tịnh tiến theo trục X0: hành trình 400mm

Bậc tự do 3 tịnh tiến theo trục Z0: hành trình 600mm

Bậc tự do 4 quay xung quanh trục 0Y0, góc giới hạn

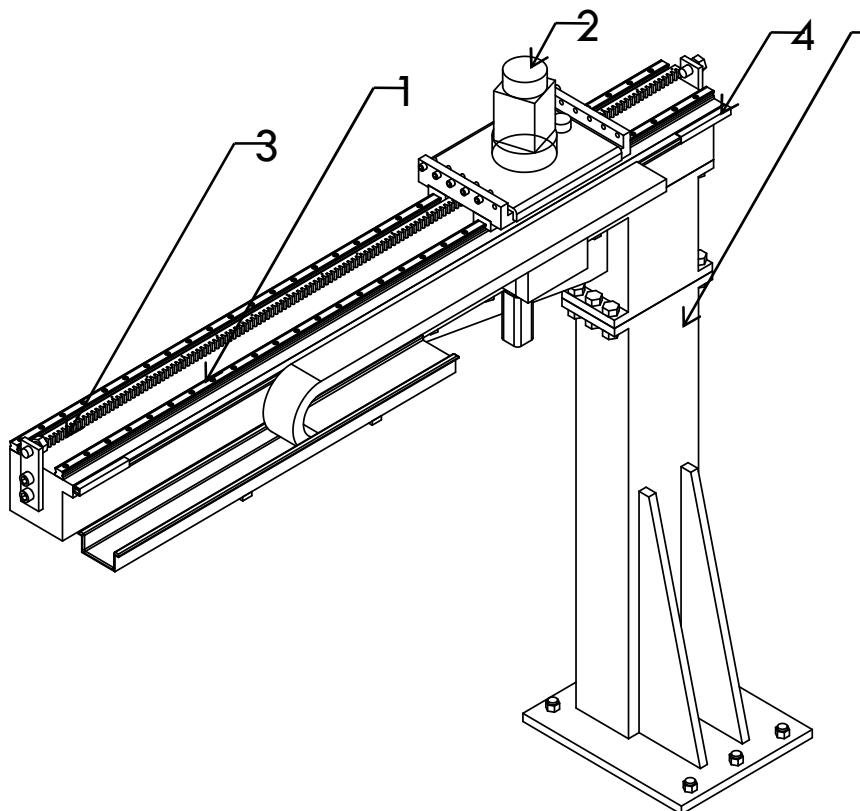
Điều khiển bằng PLC

Nguồn động lực: Điện và khí nén

ROBOT HARMO

Kết cấu trục Y₀

Nhiệm vụ: Đưa toàn bộ tay máy chuyển động tịnh tiến đảo chiều theo phương Y₀.



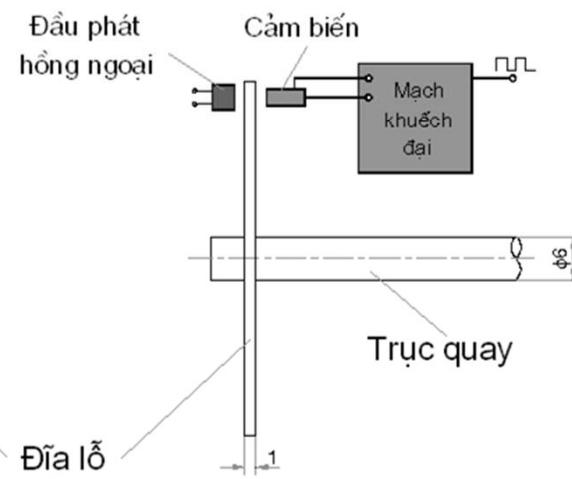
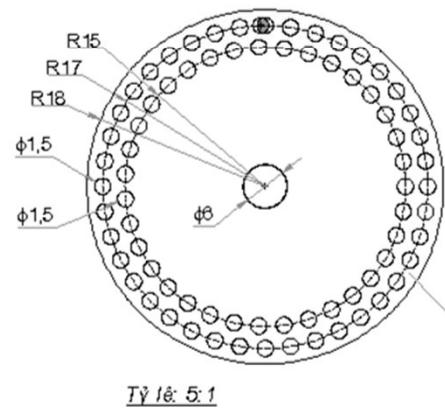
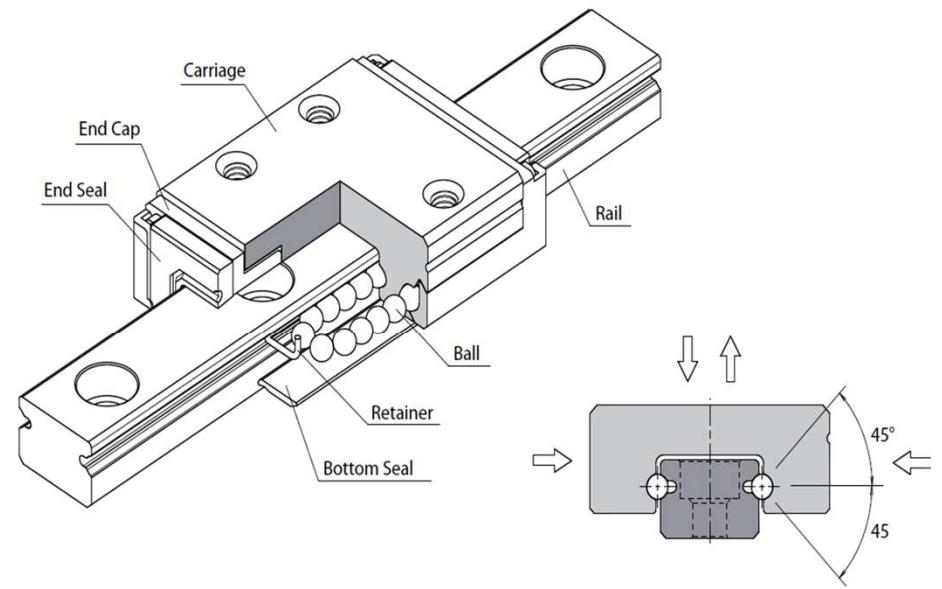
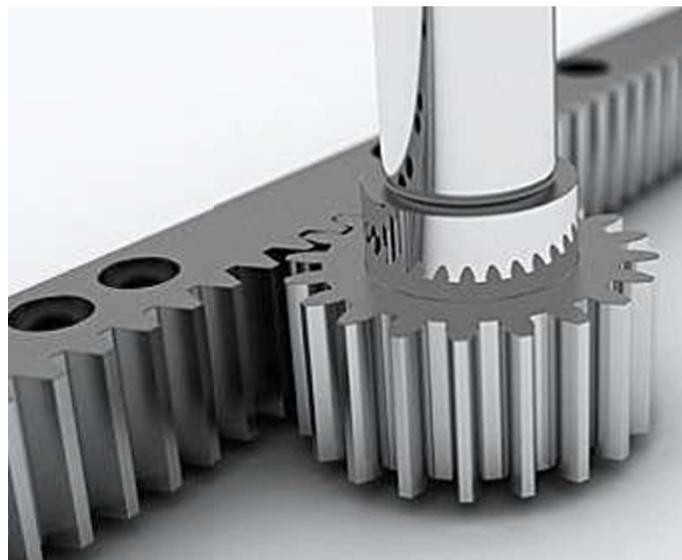
Bậc tự do này được thực hiện bởi cơ cấu bánh răng – thanh răng, dẫn động bởi động cơ điện 3 pha.

Hành trình dịch chuyển của bậc tự do được giới hạn bởi 2 cảm biến hành trình đặt ở 2 đầu của thanh răng.

Tốc độ dịch chuyển có thể thay đổi được nhờ biến tần.

Vị trí dịch chuyển của robot được xác định nhờ encoder quay kiểu gia số.

ROBOT HARMO



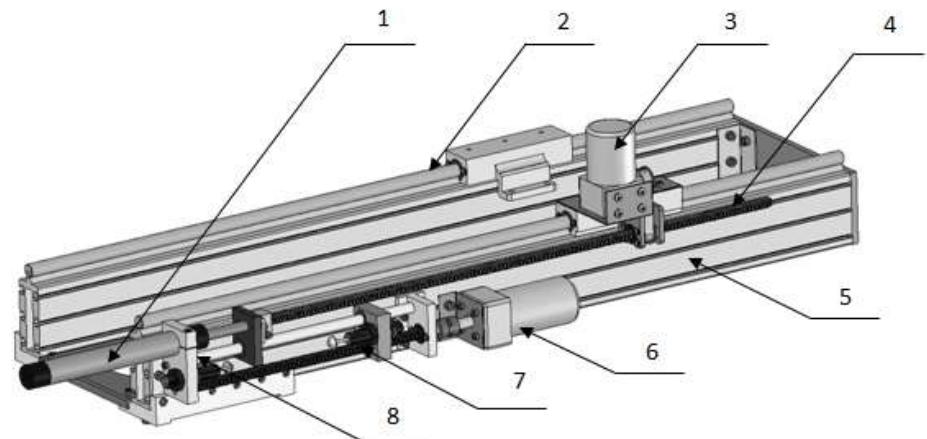
ROBOT HARMO

□ Kết cấu trực X_0

Nhiệm vụ: Đưa cánh tay robot chuyển động tịnh tiến khứ hồi theo trực X_0 nhờ chuyển động của piston xylnanh.

Trục của piston và xylnanh trùng với trực X_0 , xylnanh được gắn cố định, piston dịch chuyển.

Hành trình được giới hạn bởi các cữ hành trình

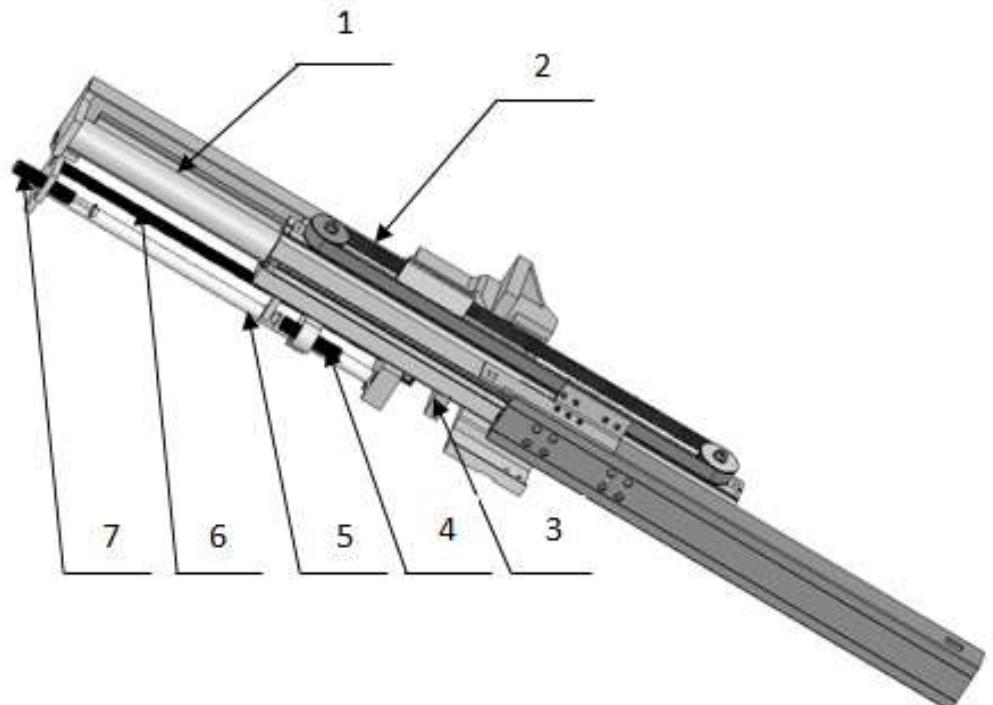


- 1- Xylanh khí nén
- 2 - Dẫn hướng bi trụ
- 3- Động cơ M3 điều chỉnh vị trí làm việc theo trực X_0
- 4- Vít me đai ốc bi
- 5- Khung đỡ trực X_0
- 6- Động cơ M2 đặt cữ hành trình
- 7- Vít me điều chỉnh cữ hành trình
- 8- Cữ hành trình

ROBOT HARMO

- **Bậc tự do tịnh tiến Z_0** Đưa tay máy Robot chuyên động tịnh tiến lên xuống theo trực phương thẳng đứng.
- Hành trình chuyển động của bậc tự do này cũng được giới hạn bởi các cữ hình trình tương tự như trực Z_0 .

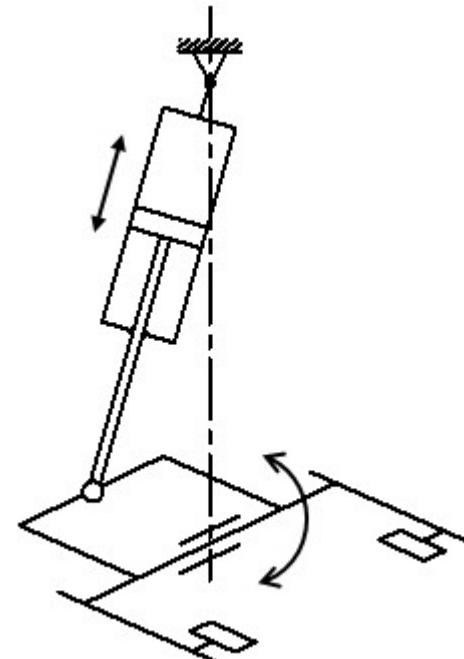
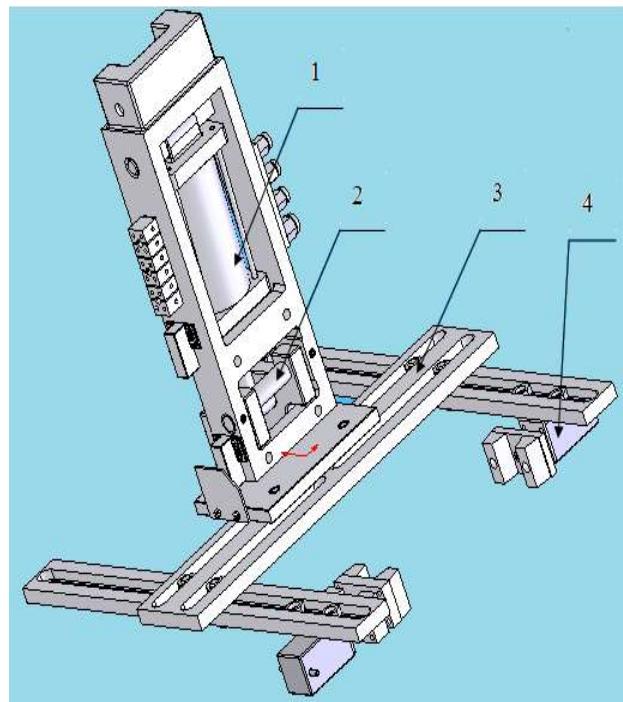
- 1-Nguồn động lực
- 2-Cơ cấu đai răng
- 3-Động cơ điều khiển cữ
- 4-Cảm biến dưới
- 5- Đường dẫn hướng
- 6-Vít me đai ốc bi
- 7-Cảm biến trên



ROBOT HARMO

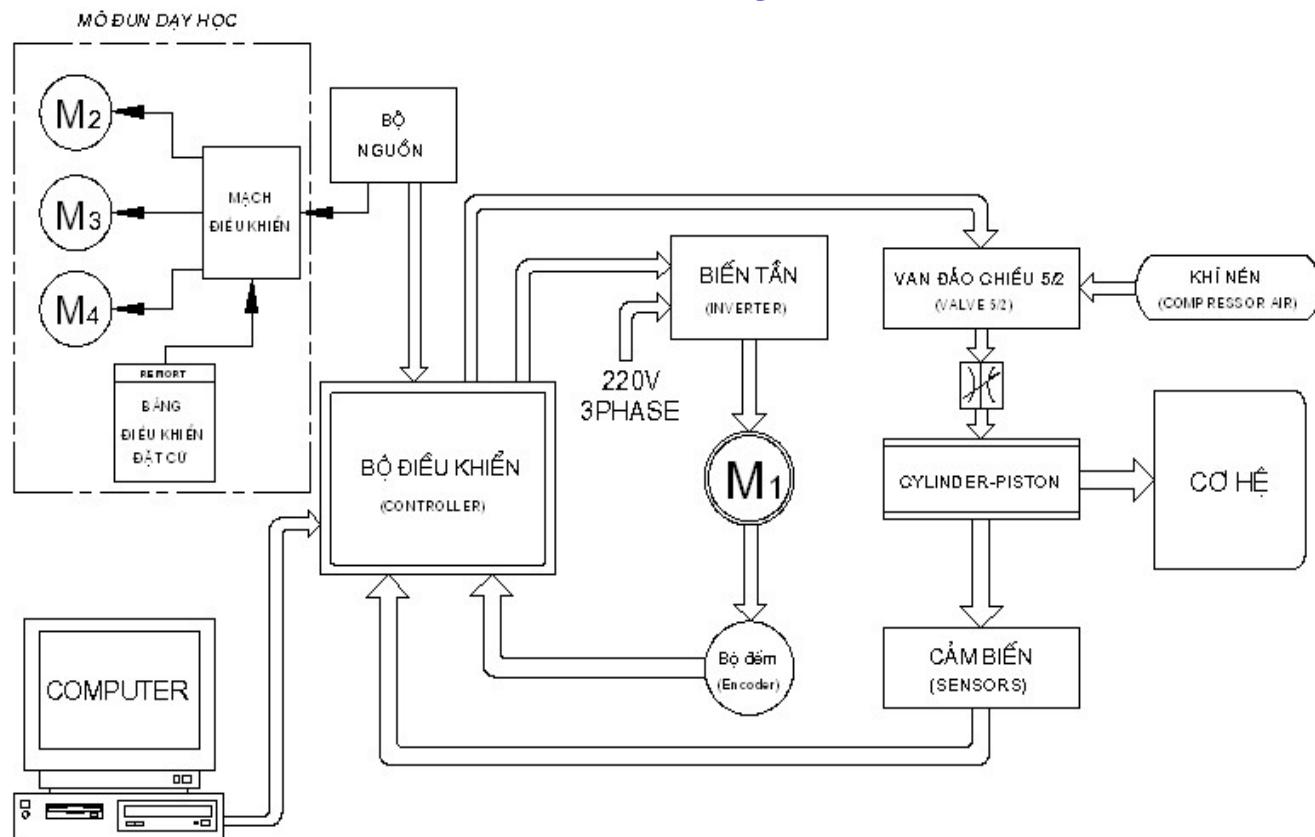
Bậc tự do quay theo trục OY₀

- Nhiệm vụ: Quay bàn tay kẹp quanh trục OY₀ một góc 90⁰ đưa chi tiết đến các vị trí theo yêu cầu , Bậc tự do này còn gọi là cổ tay robot



ROBOT HARMO

Bộ điều khiển: Là một khối xử lý trung tâm (CPU) của robot, nơi tiếp nhận các thông tin vào từ cảm biến, và thiết bị đo. Xử lý các thông tin đó và cấp tín hiệu điều khiển cho các thiết bị khác như các van, động cơ điện để điều khiển robot.



Sơ đồ khái niệm hệ thống điều khiển Robot