

# BÀI TẬP ROBOT CÔNG NGHIỆP

## CHƯƠNG 2:

**Bài 2.1.** Hệ quy chiếu  $\{B\}$  được xác định như sau: Ban đầu hệ quy chiếu  $\{B\}$  trùng với hệ quy chiếu  $\{A\}$ , sau đó  $\{B\}$  được quay quanh trục  $X$  một góc  $\alpha$ , tiếp đó quay hệ quy chiếu vừa thu được quanh trục  $Z$  một góc  $\beta$ , tiếp theo tịnh tiến hệ quy chiếu vừa thu được dọc theo trục  $Y$  một đơn vị.

- Xác định ma trận biến đổi thuần nhất  ${}^A_B T$  mô tả mối quan hệ của hệ quy chiếu  $\{B\}$  so với hệ quy chiếu  $\{A\}$ .
- Xác định tọa độ của điểm P trong hệ quy chiếu  $\{B\}$  khi biết  ${}^B P_P = [0 \ -3 \ 0 \ 1]^T$  và các góc quay  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ .
- Xác định tọa độ của điểm Q trong hệ quy chiếu  $\{B\}$  khi biết  ${}^A P_Q = [2 \ 2 \ 2 \ 1]^T$  và các góc quay  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ .

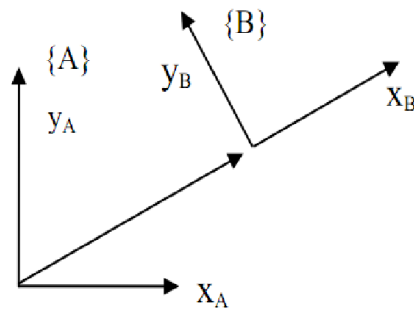
**Bài 2.2.** Cho vector  ${}^A P$  quay quanh trục  $Z_A$  một góc  $\theta$  sau đó quay tiếp quanh trục  $X_A$  một góc  $\phi$ . Xác định ma trận quay kết hợp bởi hai phép quay trên theo đúng thứ tự đã cho. Giả sử vector ban đầu đã biết  ${}^A P = [1 \ 2 \ 3 \ 1]^T$  và các góc quay  $\theta = 45^\circ$ ,  $\phi = 30^\circ$ . Xác định vector  ${}^A P'$  là kết quả của vector  ${}^A P$  sau khi thực hiện hai phép quay trên.

**Bài 2.3.** Cho điểm P biểu diễn bởi vector  ${}^A P = [3 \ 2 \ -5 \ 1]^T$ . Tịnh tiến điểm P theo vector dẫn  ${}^A Q = [1 \ 2 \ 0 \ 1]^T$ . Sau đó quay quanh trục  $X_A$  một góc  $\phi = 90^\circ$ . Xác định vector biểu diễn điểm P sau hai phép biến đổi  ${}^A P'$ .

**Bài 2.4.** Hệ quy chiếu  $\{B\}$  được xác định như sau: Ban đầu hệ quy chiếu  $\{B\}$  trùng với hệ quy chiếu  $\{A\}$ , sau đó  $\{B\}$  được quay quanh trục  $Z_B$  một góc  $\theta$ , tiếp đó quay hệ quy chiếu vừa thu được quanh trục  $X_B$  một góc  $\phi$ , tiếp theo tịnh tiến hệ quy chiếu vừa thu được dọc theo trục  $Z_B$  5 đơn vị. Xác định ma trận biến đổi thuần nhất  ${}^A_B T$  mô tả mối quan hệ của hệ quy chiếu  $\{B\}$  so với hệ quy chiếu  $\{A\}$ . Xác định các thành phần của  ${}^A P$  khi biết  ${}^B P = [4 \ -2 \ 3 \ 1]^T$  và các góc quay  $\theta = 135^\circ$ ,  $\phi = 60^\circ$ .

**Bài 2.5.** Hình 2.5 mô tả hệ quy chiếu  $\{B\}$  đã được quay đi một góc  $\theta = 45^\circ$  quanh trục  $Z_A$ , tịnh tiến dọc theo trục  $X_A$  4 đơn vị và tịnh tiến dọc theo  $Y_A$  3 đơn vị.

- Mô tả mối quan hệ  ${}^A_B T$  của hệ quy chiếu  $\{B\}$  so với hệ quy chiếu  $\{A\}$
- Tìm mối quan hệ ngược lại  ${}^B_A T$



Hình 2.5. Mối quan hệ giữa hai hệ quy chiếu {A} và {B}

**Bài 2.6.** Thiết lập sơ đồ mối quan hệ giữa các hệ quy chiếu (tham khảo Hình 2.15) từ đó xác định ma trận biến đổi thuận nhất  ${}^B_C T$  khi biết mối quan hệ giữa các hệ quy chiếu như sau:

$${}^U_A T = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & 5 \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; {}^B_A T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 4 \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; {}^C_U T = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 & -3 \\ \frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{3}{4} & -\frac{1}{2} & -3 \\ \frac{1}{4} & \frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{\sqrt{3}}{4} & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

**Bài 2.7.** Sử dụng phần mềm Matlab để kiểm tra lại kết quả tính toán của các bài tập từ 2.1 đến 2.5.

**Bài 2.8.** Sử dụng phần mềm Matlab viết chương trình tính ma trận nghịch đảo của ma trận biến đổi thuận nhất.

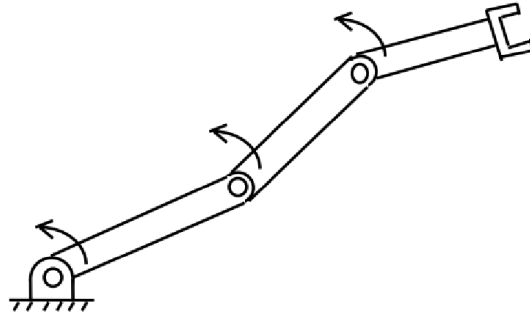
## CHƯƠNG 3

**Bài 3.1.** Cho ma trận:

$${}^0_n T = \begin{bmatrix} ? & 0 & -1 & 0 \\ ? & 0 & 0 & 1 \\ ? & -1 & 0 & 2 \\ ? & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

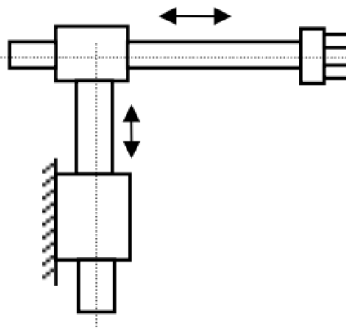
là ma trận biểu diễn hướng và vị trí của khâu chấp hành cuối. Tìm các phần tử được đánh dấu ”?”.

**Bài 3.2.** Cho một Robot có 3 khâu phẳng như Hình 3.10, cấu hình RRR. Thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



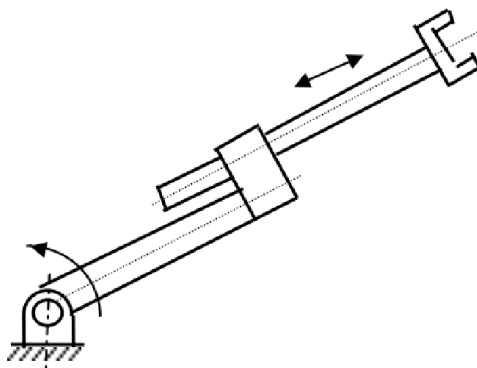
Hình 3.10. Robot cấu hình RRR

**Bài 3.3.** Cho một Robot có 2 khâu tịnh tiến như Hình 3.11, cấu hình TT. Thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



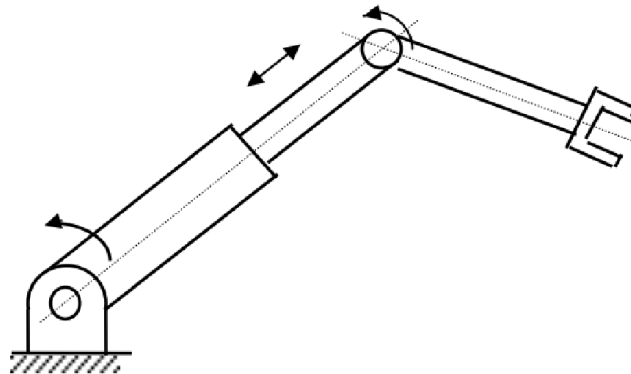
Hình 3.11. Robot cấu hình TT

**Bài 3.4.** Cho một Robot có 2 khâu phẳng như Hình 3.12, cấu hình RT. Thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



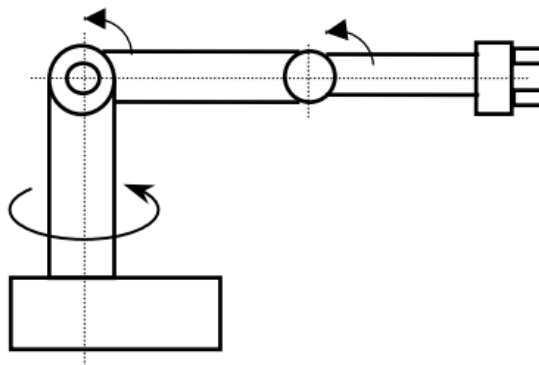
Hình 3.12. Robot cấu hình RT

**Bài 3.5.** Cho một Robot có 3 khâu như Hình 3.13, cấu hình RTR. Thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



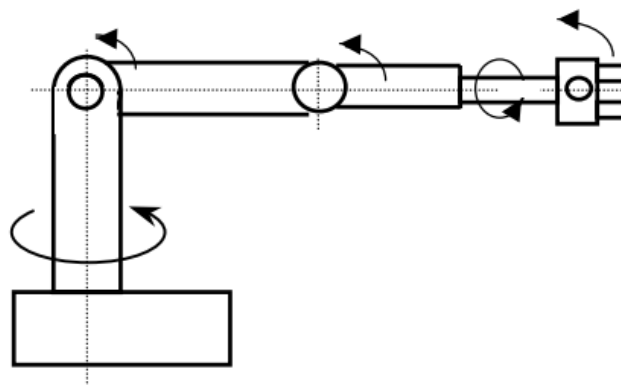
Hình 3.13. Robot cấu hình RTR

**Bài 3.6.** Cho một Robot có 3 khâu như Hình 3.14, cấu hình RRR. Thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



Hình 3.14. Robot cấu hình RRR

**Bài 3.7.** Cho một Robot có 5 khâu như Hình 3.15, cấu hình RRRRR. Ứng dụng phần mềm Matlab để thiết lập hệ phương trình động học của Robot.



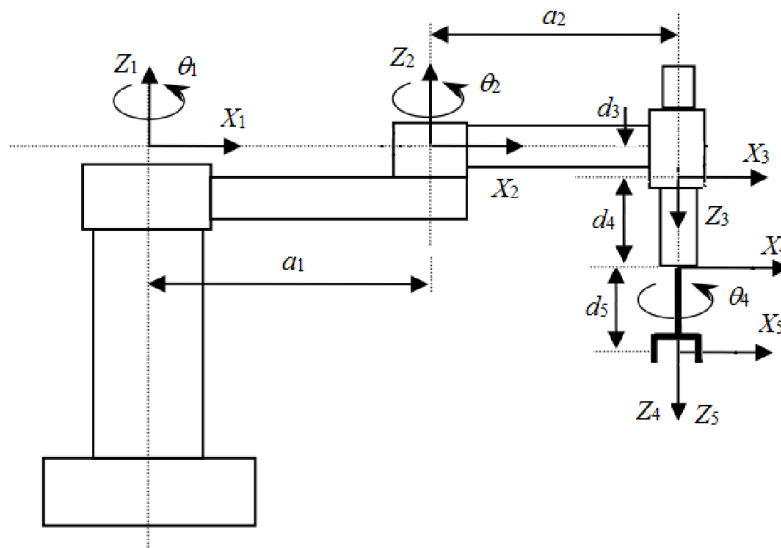
Hình 3.15. Robot cấu hình RRRRR

**Bài 3.8.** Giả sử đã biết vị trí và hướng của khâu chấp hành cuối của Robot cấu hình RRR như Hình 3.10. Giải bài toán ngược xác định thông số các biến khớp của Robot đó.

**Bài 3.9.** Giả sử đã biết vị trí và hướng của khâu chấp hành cuối của Robot cấu hình RT như Hình 3.12. Giải bài toán ngược xác định thông số các biến khớp của Robot đó.

**Bài 3.10.** Giả sử đã biết vị trí và hướng của khâu chấp hành cuối của Robot cấu hình RTR như Hình 3.13. Giải bài toán ngược xác định thông số các biến khớp của Robot đó.

**Bài 3.11.** Thiết lập phương trình động học của Robot 4 khâu Scara như Hình 3.16 Giả sử đã biết vị trí và hướng của khâu chấp hành cuối của Robot, giải bài toán ngược xác định thông số các biến khớp của Robot.

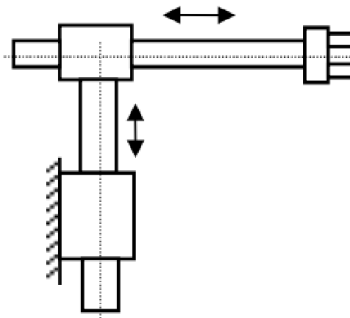


Hình 3.16. Robot 4 khâu Scara

#### CHƯƠNG 4:

**Bài 4.1.** Thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot 2 bậc tự do TT như Hình 4.5. Robot được đặt thẳng đứng chịu gia tốc trọng trường  $g$ . Các khâu có chiều dài, khối lượng tương ứng là  $l_i$ ,  $m_i$  và moment quán tính độc cực của các khâu

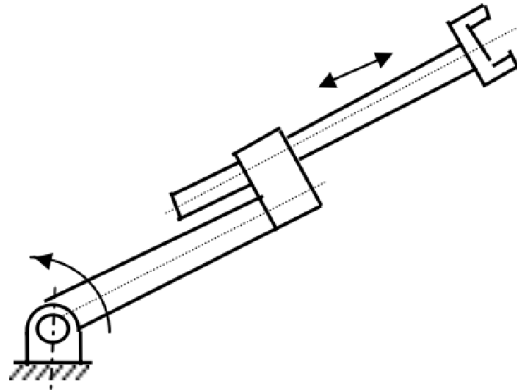
$$I_{xxi} = 0; I_{yyi} = I_{zzi} = m_i l_i^2 / 12.$$



Hình 4.5. Robot cấu hình TT

**Bài 4.2.** Thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot 2 bậc tự do RT như Hình 4.6. Robot được đặt thẳng đứng chịu gia tốc trọng trường  $g$ . Các khâu có chiều dài, khối lượng tương ứng là  $l_i$ ,  $m_i$  và moment quán tính độc cực của các khâu

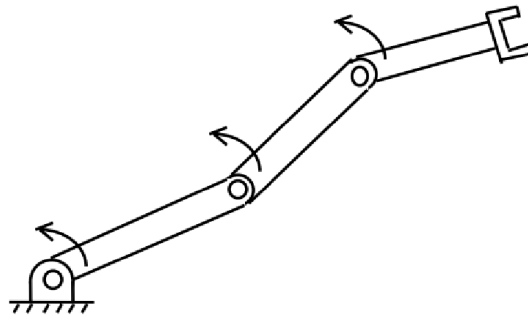
$$I_{xxi} = 0; I_{yyi} = I_{zzi} = m_i l_i^2 / 12.$$



Hình 4.6. Robot cấu hình RT

**Bài 4.3.** Thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot 3 bậc tự do RRR như Hình 4.7. Robot được đặt thẳng đứng chịu gia tốc trọng trường  $g$ . Các khâu có chiều dài, khối lượng tương ứng là  $l_i$ ,  $m_i$  và moment quán tính độc cực của các khâu

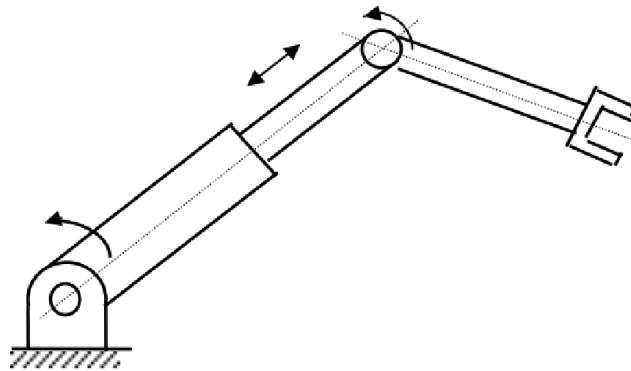
$$I_{xxi} = 0; I_{yyi} = I_{zzi} = m_i l_i^2 / 12.$$



Hình 4.7. Robot cấu hình RRR

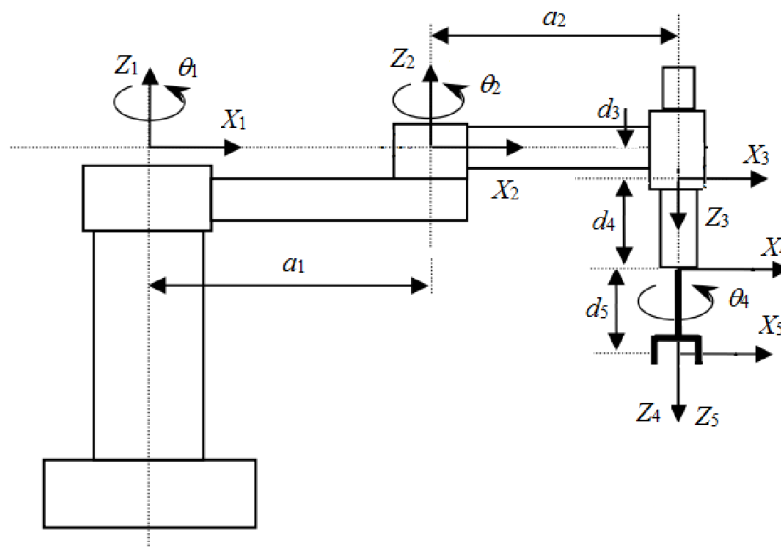
**Bài 4.4.** Thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot 3 bậc tự do RTR như Hình 4.8. Robot được đặt thẳng đứng chịu gia tốc trọng trường  $g$ . Các khâu có chiều dài, khối lượng tương ứng là  $l_i$ ,  $m_i$  và moment quán tính độc cực của các khâu

$$I_{xxi} = 0; I_{yyi} = I_{zzi} = m_i l_i^2 / 12.$$



Hình 4.8. Robot cấu hình RTR

**Bài 4.5.** Ứng dụng phần mềm Matlab viết chương trình tự động thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot khi biết trước bảng thông số động học DH. Sử dụng chương trình này để kiểm tra lại kết quả các bài tập từ 4.1 đến 4.4 và thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của Robot 4 khâu Scara như trên Hình 4.9. Giả thiết đã biết các thông số các khâu: chiều dài, khối lượng tương ứng là  $l_i$ ,  $m_i$  và moment quán tính độc cực của các khâu  $I_{xxi} = 0; I_{yyi} = I_{zzi} = m_i l_i^2 / 12$ .



Hình 4.9. Robot 4 khâu Scara