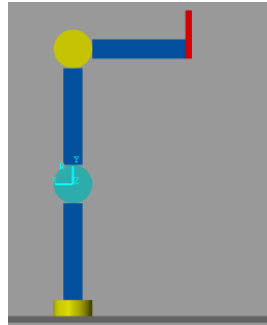


سوال (1)



l	a _i	b _i	α _i	θ _i	Θ _i initial
1	0	0.195	90	Θ ₁	180
2	0.21	0	0	Θ ₂	90
3	0.18	0	0	Θ ₃	90

سوال (2)

$$a_i = \begin{bmatrix} a_i \cos \theta_i \\ a_i \sin \theta_i \\ b_i \end{bmatrix}$$

$$Q_i = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\cos a_i \sin \theta_i & \sin a_i \sin \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos a_i \cos \theta_i & -\sin a_i \cos \theta_i \\ 0 & \sin a_i & \cos a_i \end{bmatrix}$$

$$a_3 = \begin{pmatrix} \frac{9 \cos(\theta_3)}{50} \\ \frac{9 \sin(\theta_3)}{50} \\ 0 \end{pmatrix} \quad a_2 = \begin{pmatrix} \frac{21 \cos(\theta_2)}{100} \\ \frac{21 \sin(\theta_2)}{100} \\ 0 \end{pmatrix} \quad a_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.1950 \end{pmatrix}$$

$$Q_3 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_3) & -\sin(\theta_3) & 0 \\ \sin(\theta_3) & \cos(\theta_3) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad Q_2 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad Q_1 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_1) & 0 & \sin(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & 0 & -\cos(\theta_1) \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

دوران کل برای مجری نهایی به صورت زیر می شود:

$$Q_t = \begin{pmatrix} \cos(\theta_2 + \theta_3) \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3) \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) \\ \cos(\theta_2 + \theta_3) \sin(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3) \sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_2 + \theta_3) & 0 \end{pmatrix}$$

در نهایت FKP یعنی موقعیت مجری نهایی نیز به این صورت می شود

$$p = \begin{pmatrix} \frac{3 \cos(\theta_1) (6 \cos(\theta_2 + \theta_3) + 7 \cos(\theta_2))}{100} \\ \frac{3 \sin(\theta_1) (6 \cos(\theta_2 + \theta_3) + 7 \cos(\theta_2))}{100} \\ \frac{9 \sin(\theta_2 + \theta_3)}{50} + \frac{21 \sin(\theta_2)}{100} + \frac{39}{200} \end{pmatrix}$$

سوال 3)

می خواهیم سینماتیک معکوس ربات را با نتایجی که در بخش دوم به دست آوردیم ، انجام دهیم.

$$Q_t = \begin{pmatrix} \cos(\theta_2 + \theta_3) \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3) \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) \\ \cos(\theta_2 + \theta_3) \sin(\theta_1) & -\sin(\theta_2 + \theta_3) \sin(\theta_1) & -\cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_2 + \theta_3) & 0 \end{pmatrix}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(-\frac{Qt(1,3)}{Qt(2,3)} \right) = \tan^{-1}(\sin(\theta_1) / \cos(\theta_1))$$

$$\theta_2 + \theta_3 = \tan^{-1} \left(\frac{Qt(3,1)}{Qt(3,2)} \right) = \tan^{-1}(\sin(\theta_2 + \theta_3) / \cos(\theta_2 + \theta_3))$$

$$p = \begin{pmatrix} \frac{3 \cos(\theta_1) (6 \cos(\theta_2 + \theta_3) + 7 \cos(\theta_2))}{100} \\ \frac{3 \sin(\theta_1) (6 \cos(\theta_2 + \theta_3) + 7 \cos(\theta_2))}{100} \\ \frac{9 \sin(\theta_2 + \theta_3)}{50} + \frac{21 \sin(\theta_2)}{100} + \frac{39}{200} \end{pmatrix}$$

حال با کمک موقعیت مجری نهایی سعی میکنیم تا Θ_2 را به دست آوریم

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{p(3,1) - 0.18 * Qt(3,1) - 0.195}{\frac{p(2,1)}{Qt(1,3)} - Qt(3,2)} \right) = \tan^{-1}(\sin(\theta_2) / \cos(\theta_2))$$

$$\theta_3 = (\theta_2 + \theta_3) - \theta_2$$

سوال 4)

$$I_1 = \begin{bmatrix} 20 & 1 & 1 \\ 1 & 25 & 1 \\ 1 & 1 & 50 \end{bmatrix} * 10^{-6}$$

$$I_2 = \begin{bmatrix} 50 & 1 & 1 \\ 1 & 300 & 1 \\ 1 & 1 & 10 \end{bmatrix} * 10^{-6}$$

$$I_1 = \begin{bmatrix} 30 & 1 & 1 \\ 1 & 40 & 1 \\ 1 & 1 & 50 \end{bmatrix} * 10^{-6}$$

$$COM_1 = [-0.01 \quad 0.01 \quad 0.2]^T$$

$$COM_2 = [0.01 \quad 0.04 \quad -0.01]^T$$

$$COM_1 = [0.02 \quad 0.06 \quad -0.02]^T$$

$$T_i = \frac{1}{2} m_i \dot{c}_i^2 + \frac{1}{2} w_i^2 I_i w_i \quad \dot{c}_i = N_i \dot{\theta}$$

$$[N_i]_1 = [e_1 \times r_{1i} \quad \dots \quad e_i \times r_{ii} \quad 0_{3 \times 1} \quad \dots \quad 0_{3 \times 1}]_{3 \times n}$$

ادامه حل در فایل متلب موجود است.

سوال 5)

در فایل متلب و سیمولینک حل شده است.