



به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## مینی پروژه سوم مکاترونیک

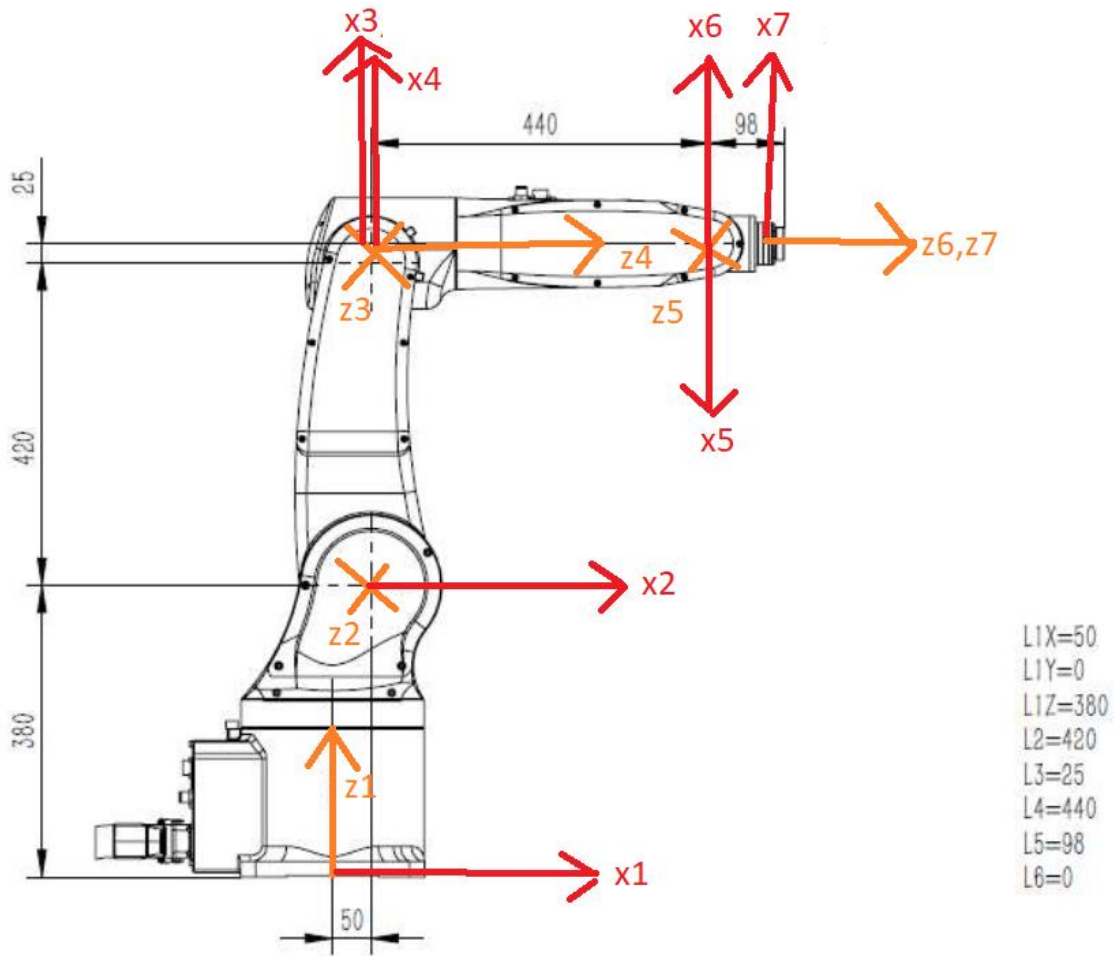
نام و نام خانوادگی

فاطمه نائینیان 810198479

خرداد ماه 1401

## فهرست

- 3..... کلیت پروژه
- 4..... تعریف ربات در محیط Simscape
- 5..... بررسی فضای کاری ربات:
- 6..... ژاکوبین ربات:
- 7..... چک کردن ماتریس ژاکوبین:



	$a_i$	$b_i$	$\alpha_i$	$\theta_i$
1	50	380	90	$\Theta_1$
2	420	0	0	$\Theta_2$
3	25	0	90	$\Theta_3$
4	0	440	90	$\Theta_4$
5	0	0	90	$\Theta_5$
6	0	98	0	$\Theta_6$

$$a_i = \begin{bmatrix} a_i \cos(\theta_i) \\ a_i \sin(\theta_i) \\ b_i \end{bmatrix} \quad Q_i = \begin{bmatrix} \cos(\theta_i) & -\cos(\alpha_i) \sin(\theta_i) & \sin(\alpha_i) \sin(\theta_i) \\ \sin(\theta_i) & \cos(\alpha_i) \cos(\theta_i) & -\sin(\alpha_i) \cos(\theta_i) \\ 0 & \sin(\alpha_i) & \cos(\alpha_i) \end{bmatrix}$$

$$a_1 = \begin{bmatrix} 50 \cos(\theta_1) \\ 50 \sin(\theta_1) \\ 380 \end{bmatrix} \quad a_2 = \begin{bmatrix} 420 \cos(\theta_2) \\ 420 \sin(\theta_2) \\ 0 \end{bmatrix} \quad a_3 = \begin{bmatrix} 25 \cos(\theta_3) \\ 25 \sin(\theta_3) \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$a_4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 440 \end{bmatrix} \quad a_5 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad a_6 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 98 \end{bmatrix}$$

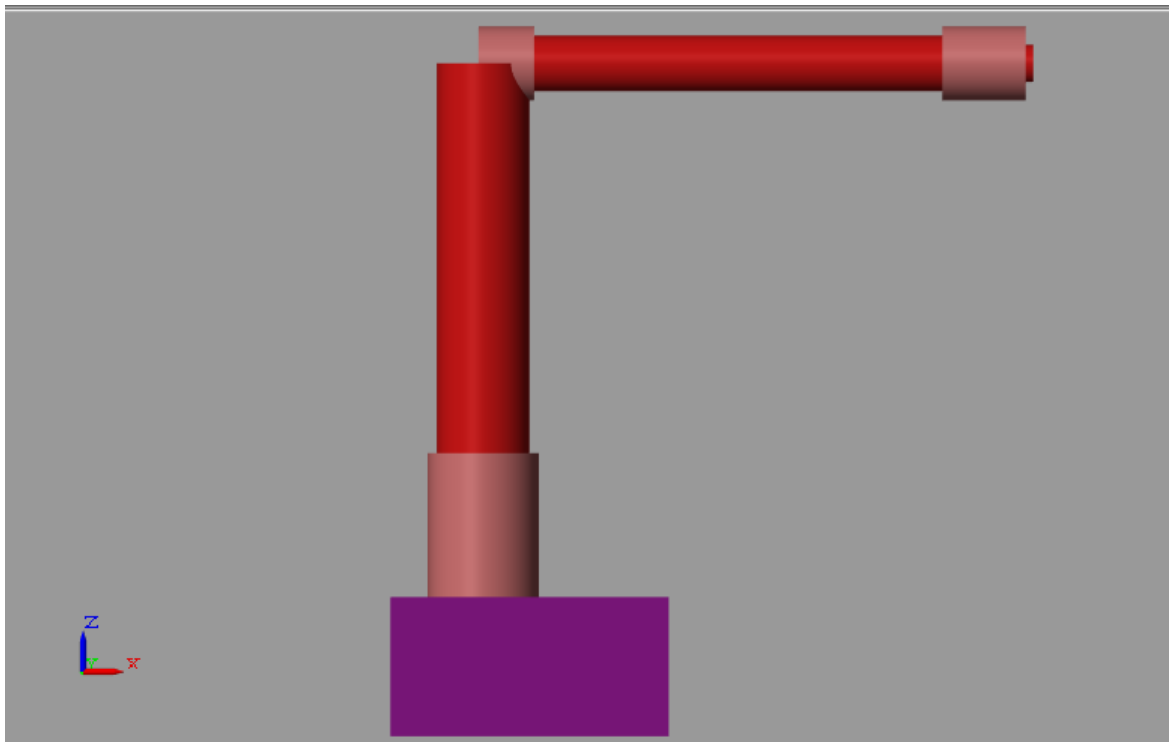
$$Q_1 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & 0 & \sin(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & 0 & -\cos(\theta_1) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad Q_2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Q_3 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_3) & 0 & \sin(\theta_3) \\ \sin(\theta_3) & 0 & -\cos(\theta_3) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad Q_4 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_4) & 0 & \sin(\theta_4) \\ \sin(\theta_4) & 0 & -\cos(\theta_4) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q_5 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_5) & 0 & \sin(\theta_5) \\ \sin(\theta_5) & 0 & -\cos(\theta_5) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad Q_6 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_6) & -\sin(\theta_6) & 0 \\ \sin(\theta_6) & \cos(\theta_6) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## تعریف ربات در محیط Simscape

فایل miniproject3.slx ربات شبیه سازی شده است.

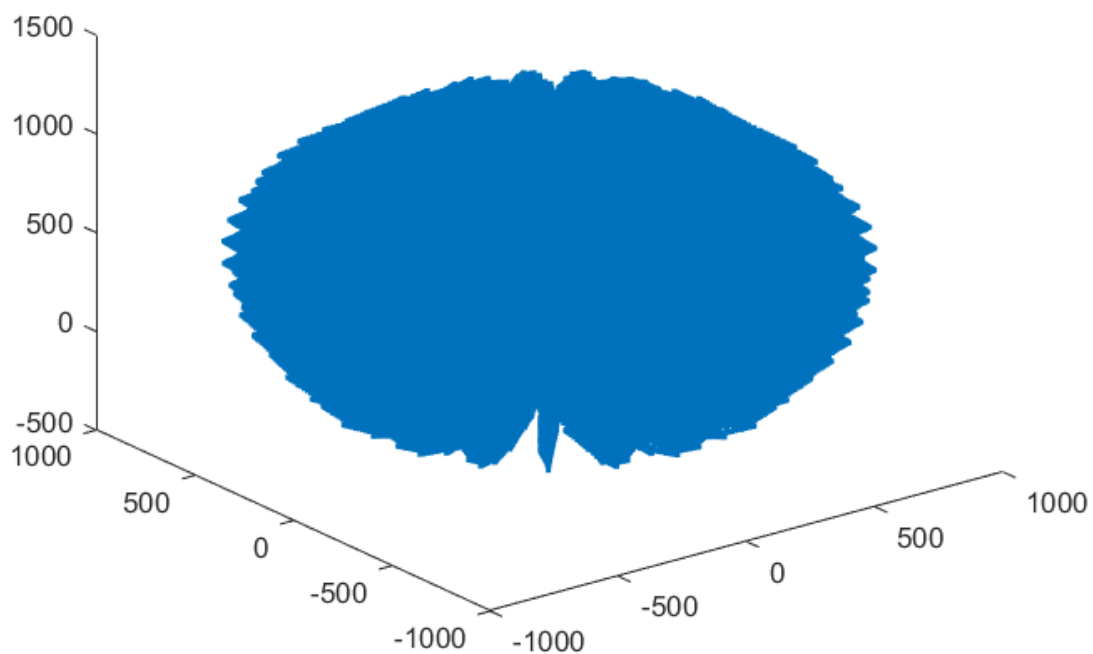


## بررسی فضای کاری ربات:

نتایج را در فایل workspace.m مشاهده می شود.

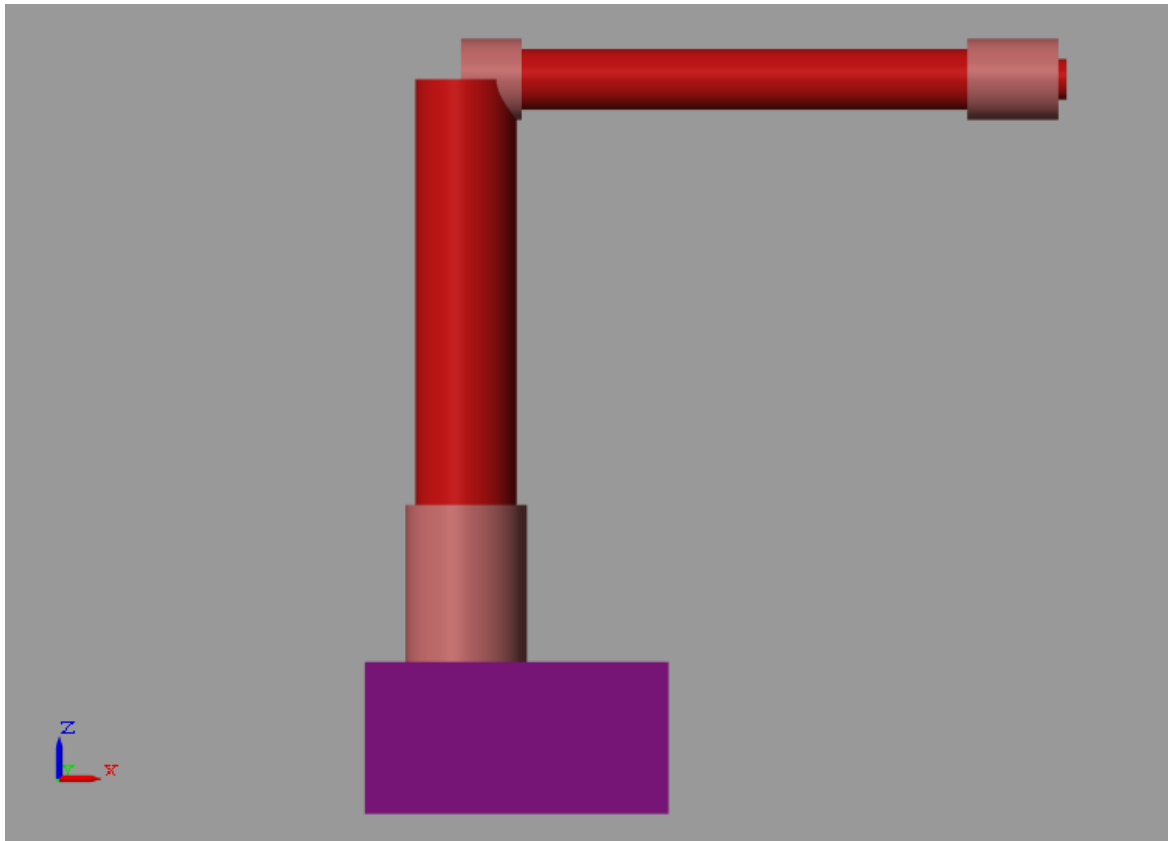
$p$

$$= \begin{bmatrix} 50c(\theta_1) + 420c(\theta_1)c(\theta_2) + 25c(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3) + 440c(\theta_1)s(\theta_2 + \theta_3) + 98c(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_4)s(\theta_5) + 98s(\theta_1)s(\theta_4)c(\theta_5) - 98c(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_5) \\ 50s(\theta_1) + 420s(\theta_1)c(\theta_2) + 25s(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3) + 440s(\theta_1)s(\theta_2 + \theta_3) + 98s(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_4)s(\theta_5) - 98c(\theta_1)s(\theta_4)c(\theta_5) - 98s(\theta_1)c(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_5) \\ 380 + 420s(\theta_2) + 25s(\theta_2 + \theta_3) - 440c(\theta_2 + \theta_3) + 98s(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_4)s(\theta_5) + 98c(\theta_2 + \theta_3)c(\theta_5) \end{bmatrix}$$



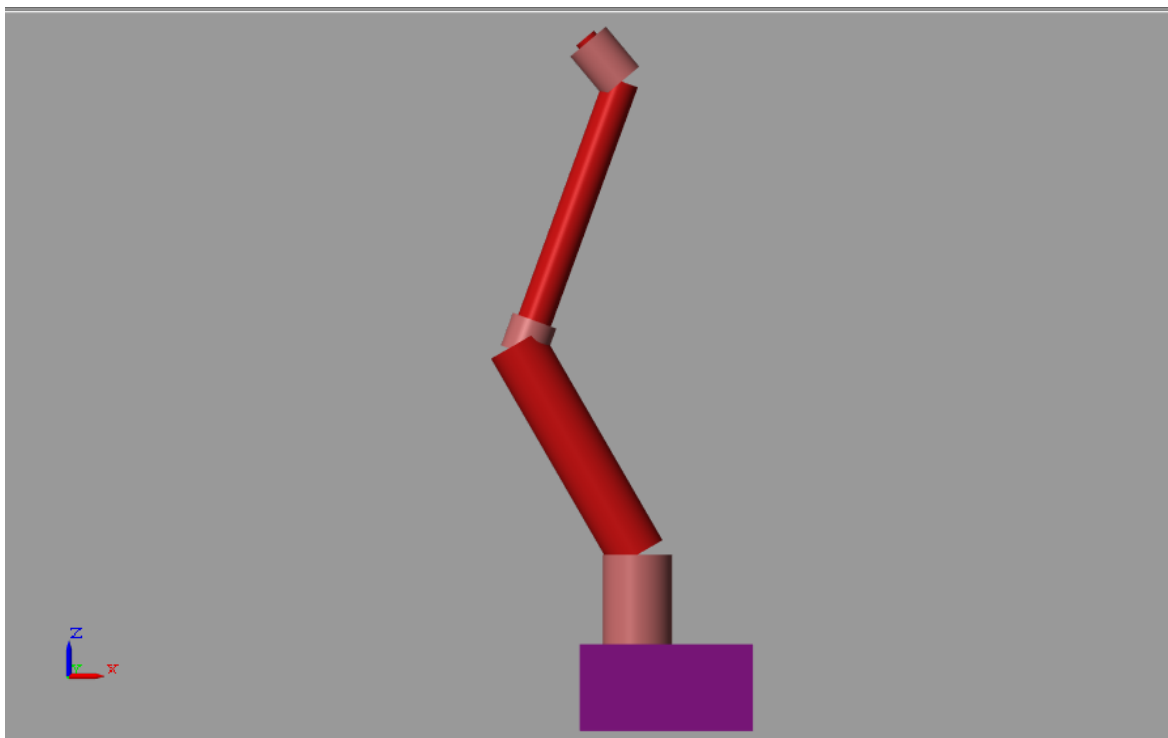
## ژاکوبین ربات:

ربات ها در فایل fixedpointrobot.slx برای زوایای ثابت ایجاد شده است.



به ازای همه ی زوایای صفر روبات در حالت تکین قرار دارد و دترمینان صفر می شود. ماتریس معکوس پذیر نیست.

روابط در فایل jacobian\_point1.m دیده می شود.



برای زوایا 0 و 30 و 40 و 0 و 60 و 0 در حالت تکین نمی باشد و دترمینان صفر نمی شود پس ژاکوبین معکوس پذیر است.

روابط در فایل jacobian\_point2.m دیده می شود.

معکوس پذیری نشان میدهد که روبات در حالت تکین قرار ندارد و اگر در حالت تکین باشد ماتریس ژاکوبین معکوس پذیر نخواهد بود.

### چک کردن ماتریس ژاکوبین:

در فایل lastpart.m با داشتن سرعت و twist بررسی میکنیم که آیا ژاکوبین در مقادیر صدق میکند یا نه که میبینیم در 94.8 درصد اوقات صدق می کند.