دانشکده مهندسی برق

نام دانشجو: کسری خلفی

شماره ی دانشجویی : ۹۵۲۳۰۳۸

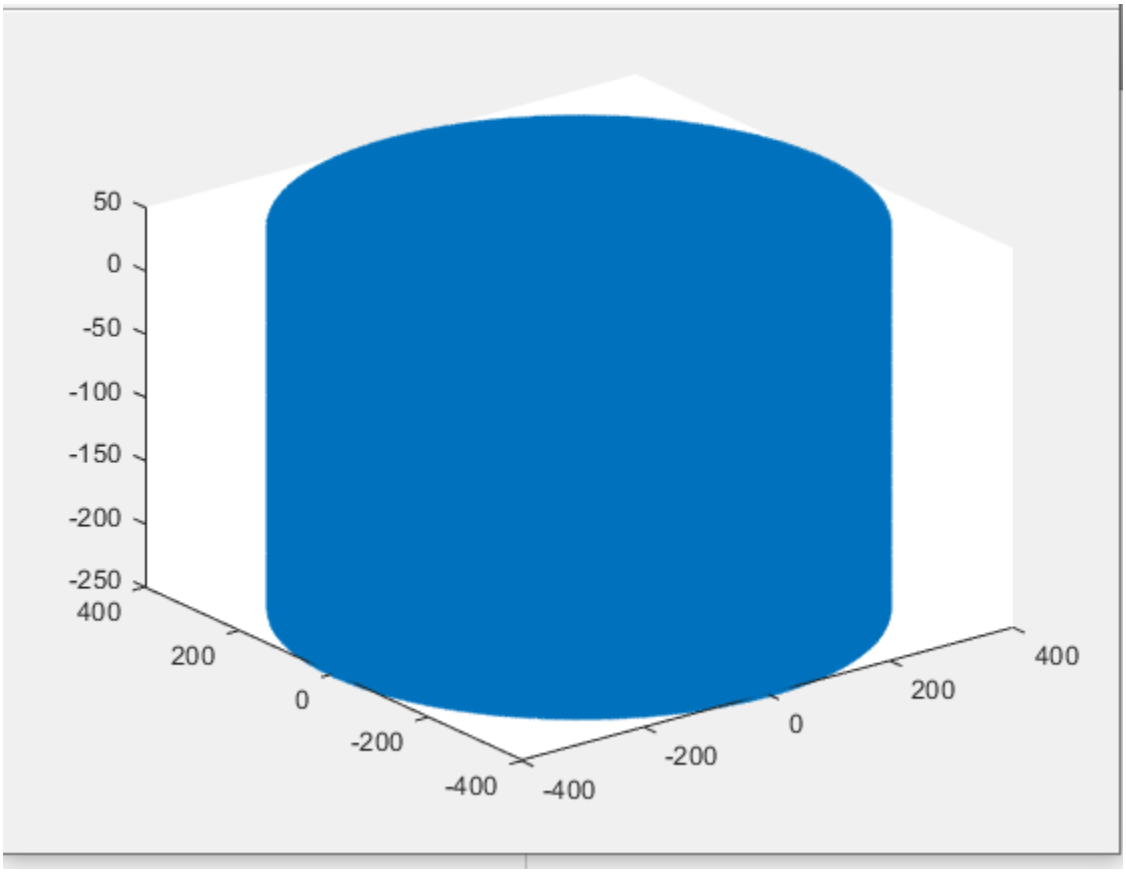
استاد درس : دکتر ایمان شریفی

تدریس یار : مهندس صادقی

گزارش کار تمرین سوم

سوال شماره یک:

هدف در این سوال طرح مسیر workspace می باشد که طبق کد ضمیمه شده، با مقدار دهی به رسم شکل workspace میپردازیم که شکل نهایی به صورت یک استوانه ای که دارای گوشته ی بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر میباشد بدست می اید. توجه شود که شکل استوانه ی گوشته ای است نه استوانه ی تو پر و اگر به شکل زیر از بالا نگاه کنیم به صورت یاد شده خواهیم دید و به خاطر اینکه از کنار در حال نگاه کردن به شکل هستیم به صورت توپر به نظر میرسد.



سوال شماره دو:

حل این سوال برای قسمت اینورس کینماتیک میباشد. نقطه ی دلخواه در نظر گرفته شده به صورت xee=400 ، yee =0 و zee=-150 در نظر گرفته شد که البته میتوان هر نقطه ی دلخواه دیگری در ورک اسپیس انتخاب شود که به کمک اینورس کینماتیک زوایا و مقادیر مفاصل پریسماتیک را به دست بیاوریم.

از روش نیوتون رافسون برای حل عددی استفاده شد و برای مشتق گیری از تابع jacobian استفاده شد. نقطه های ابتدایی نیز برای حل عددی زوایای مفاصل اول و دوم و مقدار مفصل کشویی سوم به ترتیب برابر pi/5 ، pi/2 و 0 در نظر گرفته شدند که مقادیر دقیق مفاصل به ترتیب برابر 0 ، 0 و 100 به دست بیایند که پس از اجرا مقادیر به صورت زیر بدست امدند:

```
x =

[ -0.34442546309876848849792379002361, 0.91844333719632925629414416108253, 100.0]
```

لازم به ذکر است برای مقدار زاویه ی جهت گیری نیز لازم بود Nx و Ny که در ان ها ترم تتا ۴ معرفی شده مقدار تتا ۴ به راحتی به دست می آمد.

سوال شماره سه:

این سوال تامیم یافته ی سوال دو می باشد. برای حل یک دایره به شعاع ۴۰۰ میلی متر و در z ثابت در ارتفاع 50- در نظر گرفته شده که توضیحات کامل حل به صورت کامنت گذاری شده در کد توضیح داده شده:

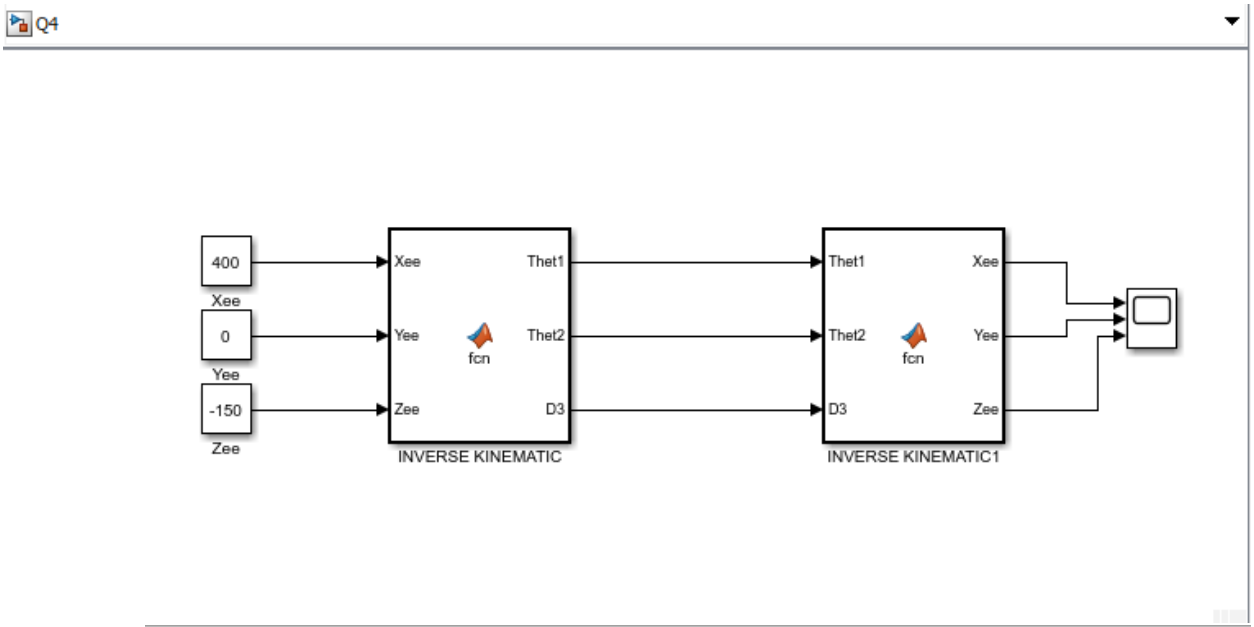
```
% WE CONSIDER A CIRCLE WITH R = 400 AND PZ = -50 AND WE WILL FIND OUT A WA
% TO CALCULATE THE INVERSE KINEMATIC OF THE ROBOT
%SO AS WE KNOW WE HAVE A CIRCLE WITH R = 400 SO WE HAVE THE EQUATION BELLO
%                  PX ^ 2 + PY ^ 2 = 400 ^ 2                    %
%FIRST WE HAVE TO CALCULATE THE THETA1 AS SHOWN BELLOW

% (1)   px = a1 * cos(Theta1) + a2 * cos(Theta1 + Theta2);
% (2)   py = a1 * sin(Theta1) + a2 * sin(Theta1 + Theta2)
% (3)   PX ^ 2 + PY ^ 2 = 400 ^ 2
%  ====> 400^2 = a1^2 + a2^2 + 2*a1*a2*[cos(Theta1) * cos(Theta1 + Theta2)
%  + sin(Theta1) * sin(Theta1 + Theta2)]
%  ====> 400^2 = a1^2 + a2^2 + 2*a1*a2*cos(Theta2)
%  ====> cos(Theta2) = (400^2 - a1^2 - a2^2) / (2 * a1 * a2)

a1 = 250;
a2 = 150;
d4 = 50;

syms Theta1 Theta2 d3
px = a1 * cos(Theta1) + a2 * cos(Theta1 + Theta2);
py = a1 * sin(Theta1) + a2 * sin(Theta1 + Theta2);
pz = -d3 - d4;
cTheta2 = acos((400^2 - a1^2 - a2^2) / (2 * a1 * a2));
sTheta2 = (1 - (cTheta2).^ 2).^(1/2);
Theta2 = atan2(sTheta2,cTheta2);

% (1) ==>  px = a1 * cos(Theta1) + a2 * cos(Theta1) * cos(Theta2) - a2 *
% sin(Theta1) * sin(Theta2) (4)
% (2) ==>  py = a1 * sin(Theta1) + a2 * sin(Theta1) * cos(Theta2) + a2 *
% cos(Theta1) * sin(Theta2) (5)
%
```

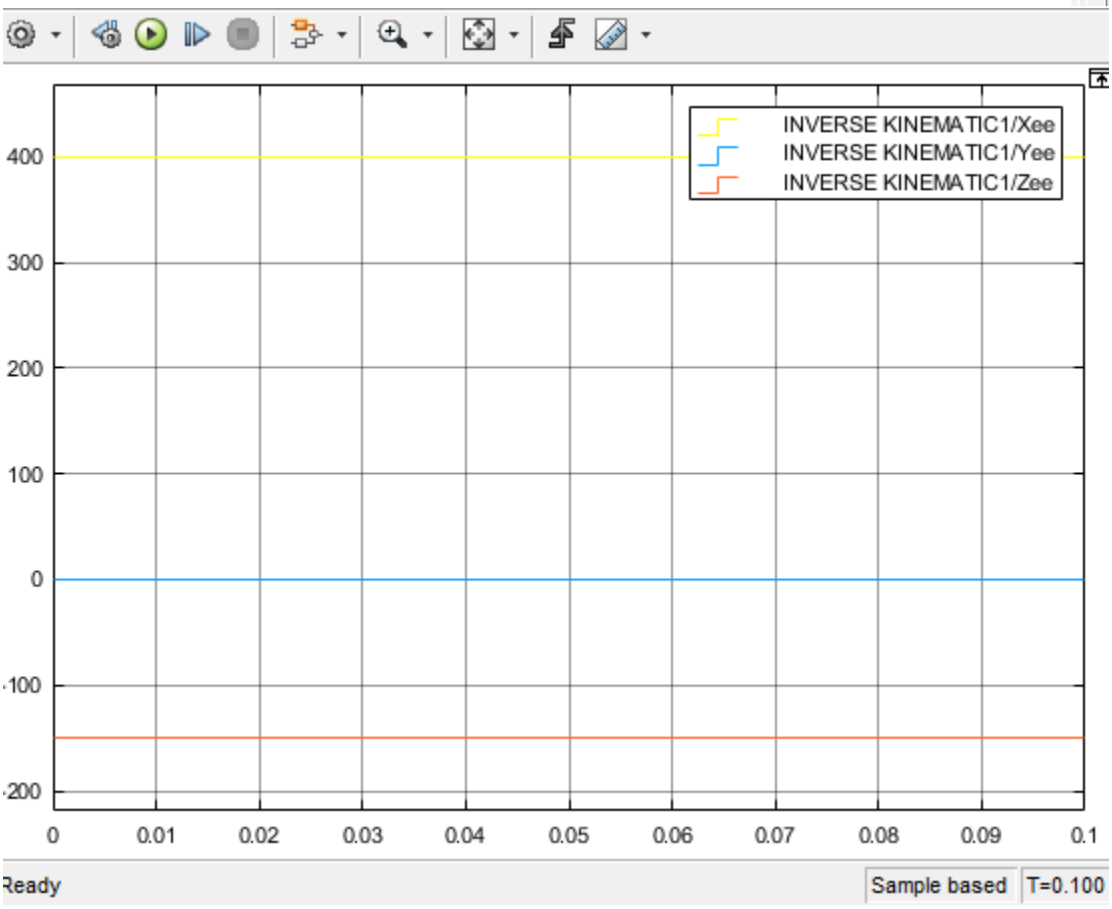
```
31      %
32      % (4) ===> sin(Theta1) = [a2*sin(Theta2)*px + (a1+a2*cos(Theta2))*py] /
33      % [(a2*sin(Theta2)^2 + (a1+a2*cos(Theta2))^2]
34      % (5) ===> cos(Theta1) = [(a1+a2*cos(Theta2))*px + a2*sin(Theta2)*py] /
35      % [(a2*sin(Theta2)^2 + (a1+a2*cos(Theta2))^2]
36      %
37      % FROM EQUATIONS ABOVE AND WITH RESPECT TO ATAN2 WE COULD CALCULATE THE
38      % THETA1 PARAMETER
39
40      %%%%%%%%%  NOTE : THETA1 AND THETA2 ARE TO RADIAN NOT DEGREE  %%%%%%%
41 -    Theta1 = atan2(a2*sin(Theta2)*px + (a1+a2*cos(Theta2))*py,(a1+a2*cos(Theta2))*px + a2*sin(Theta2)*py)
42
43
44      %SO TILL HERE WE HAVE CALCULATED THE 2 PARAMETERS AND NOW WE HAVE TO JUST
45      %CALCULATE THE THIRD PARAMETER (D3)
46
47 -    pz = -50;
48 -    d3 = -pz - d4
49
50
51
52
53      %SO WE CALCULATED ALL THE 3 PARAMETERS
54
```

سوال شماره چهار:

برای حل از سیمولینک کمک گرفته شد. بدین ترتیب که مقادیری از فضا که میخواهیم جا یابی شود داده میشود و ابتدا کینماتیک معکوس و سپس کینماتیک مستقیم اجرا میشود که خروجی ی کینماتیک مستقیم برابر مقادیر ورودی میباشند که نشان از درستی پیاده سازی میباشد.

نکته ی قابل توجه در این سوال این است که سیمولینک توانایی syms ندارد در نتیجه تابع را به صورت extrinsic در یک تابع جدا تعریف میکنیم با نام solverInverse.m و این مقدار حساب شده و تابع صدا زده شده را با توجه به مقادیر ورودی سیمولینک پر کرده و در خروجی سیمولینک پر میکنیم.


Q4
400
Xee
0
Yee
-150
Zee
Xee
Yee
Zee
Thet1
Thet2
D3
fcn
INVERSE KINEMATIC
Thet1
Thet2
D3
Xee
Yee
Zee
fcn
INVERSE KINEMATIC1


INVERSE KINEMATIC1/Xee
INVERSE KINEMATIC1/Yee
INVERSE KINEMATIC1/Zee
400
300
200
100
0
-100
-200
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
0.07
0.08
0.09
0.1
Ready
Sample based
T=0.100