

به نام خدا

دانشگاه تهران  
دانشکده برق و کامپیوتر

کنترل مدرن  
دکتر کبریایی

منصور داودی  
۸۱۰۱۹۹۵۶۷

پروژه نهایی  
فاز ۲

## بخش ۱

دو دسته قطب در زیر برای سیستم در نظر گرفته شده است و بهره فیدبک هر دو دسته محاسبه شده است:

$$P_{\text{slow}} = [-1 \ -2 \ -3 \ -4]$$

$$K_{\text{slow}} = 1 \times 4$$

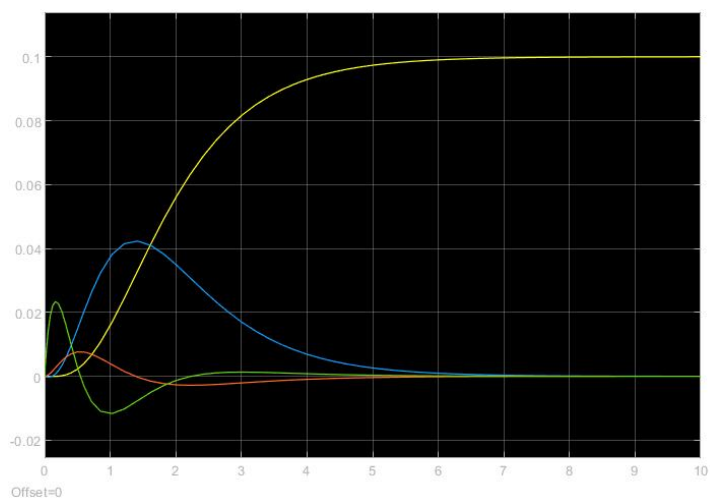
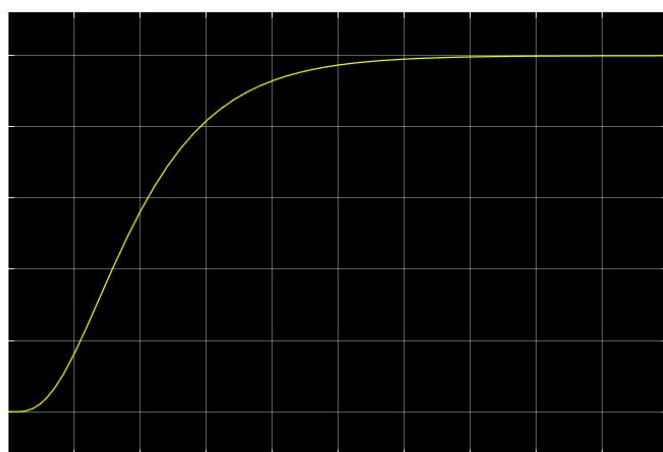
$$\begin{matrix} 6.3848 & 2.0407 & 9.9208 & 2.4108 \end{matrix}$$

$$P_{\text{fast}} = [-7 \ -8 \ -9 \ -10]$$

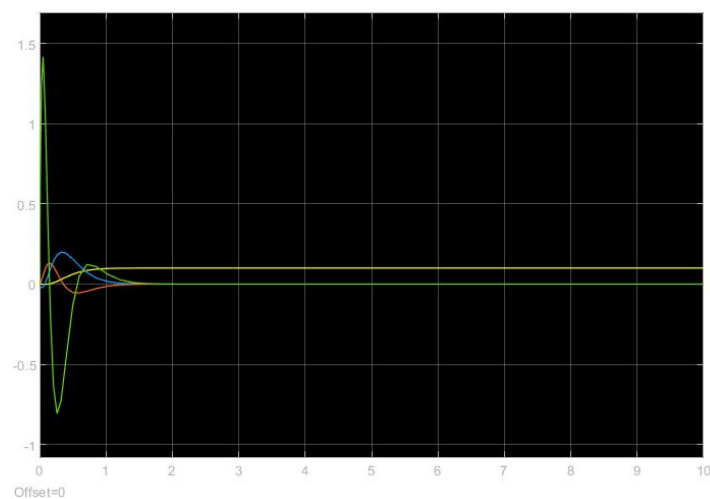
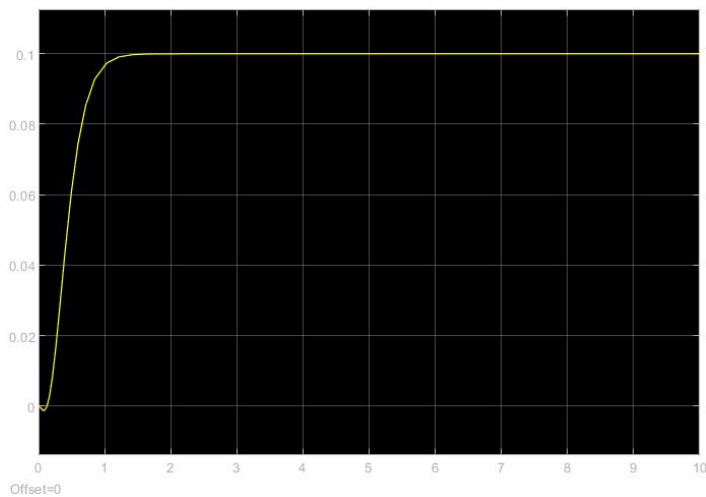
$$k_{\text{fast}} = 1 \times 4$$

$$\begin{matrix} 211.1138 & 98.5275 & 127.2651 & 11.2037 \end{matrix}$$

نمودار خروجی و حالت ها با دسته قطب کند:



نمودار خروجی و حالت ها با دسته قطب سریع:

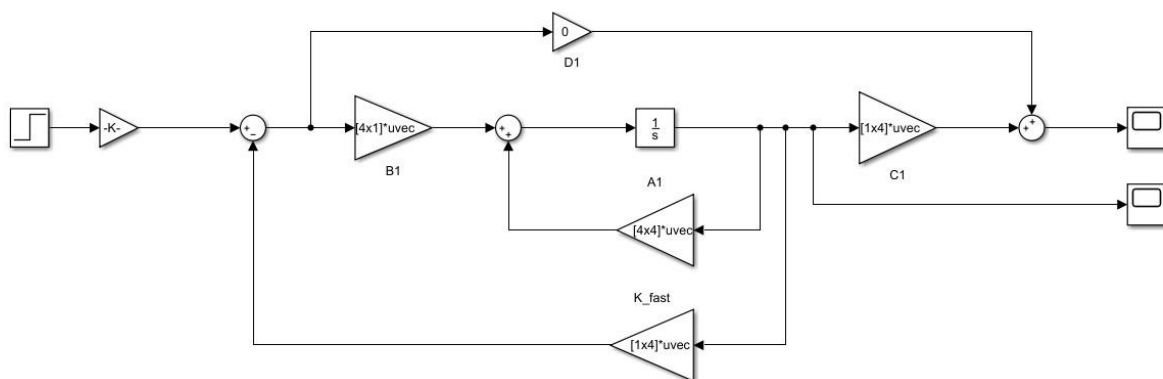
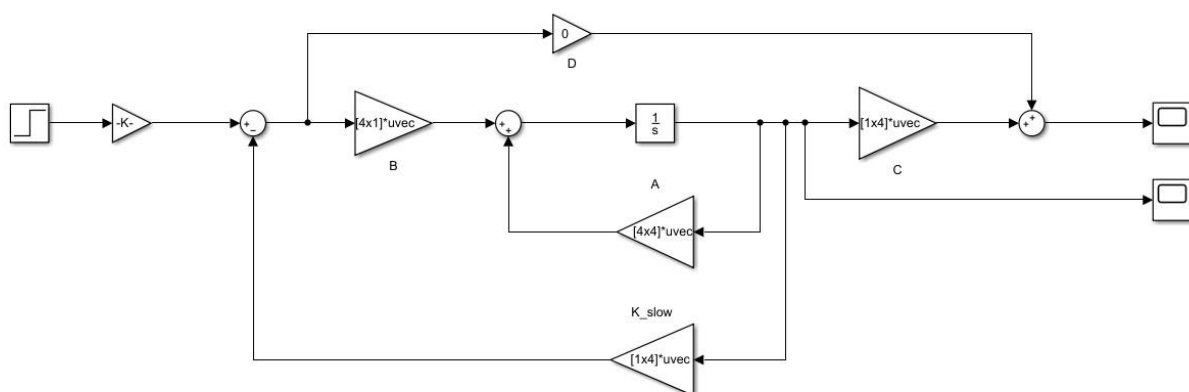


همانطور که از نمودار ها مشخص است با دورکردن قطب ها از محور عمودی، سرعت سیستم بیشتر شده است و در نتیجه آن ضریب بهره K بزرگتر شده است.

در این سیستم از یه ضریب P بعد از ورودی پله، جهت ردیابی ورودی استفاده شده است که از رابطه زیر بدست می آید:

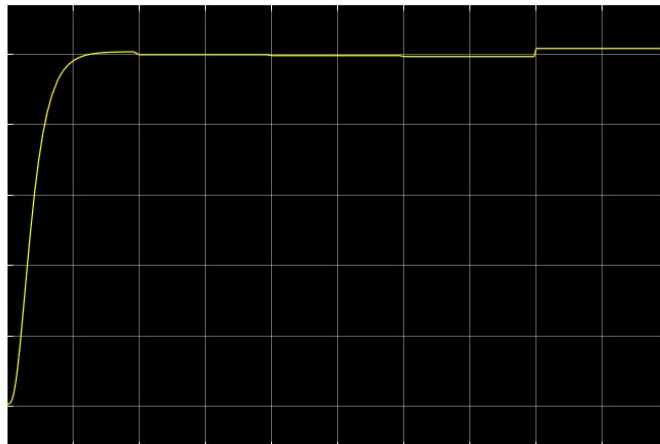
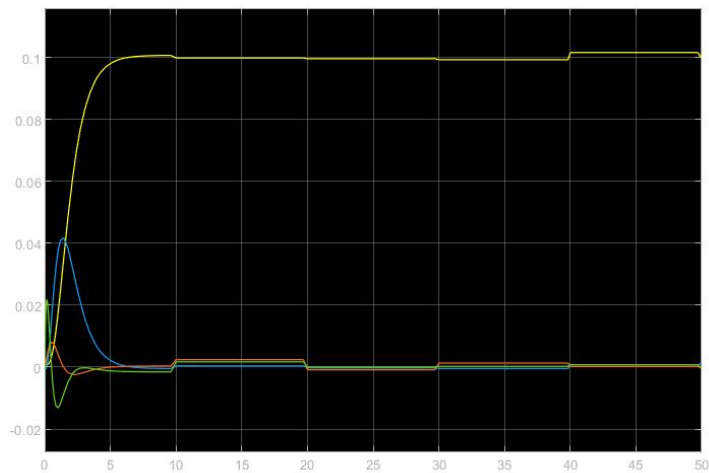
$$P = [-C(A-BK)^{-1}B]^{-1}$$

بلوک دیاگرام سیستم:

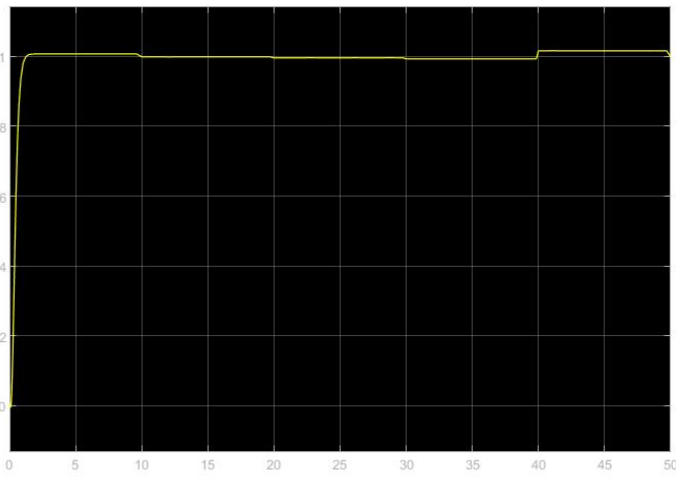
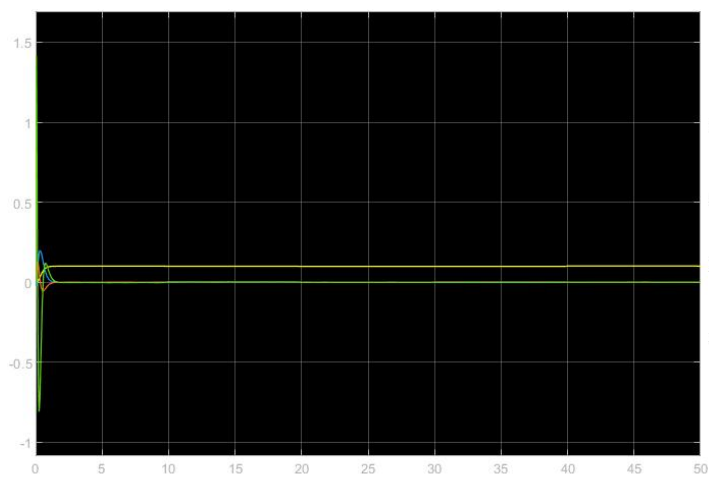


## بخش ۲

اغتشاش در سیستم کند:

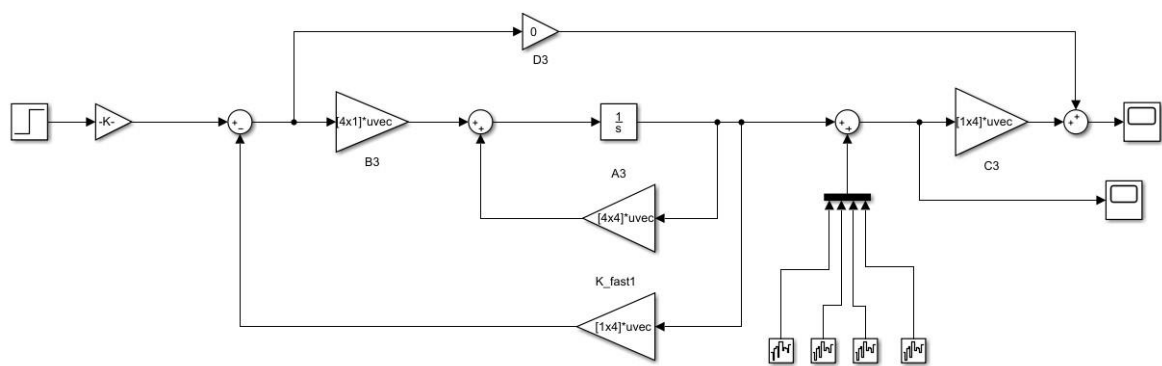
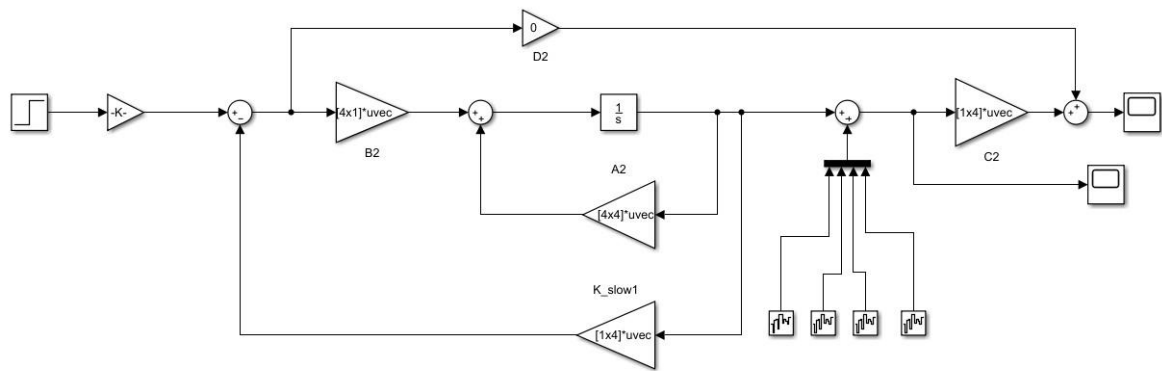


اغتشاش در سیستم سریع:



همانطور که از نتایج مشخص است، فیدبک حالت به تنهایی نمیتواند اثر اغتشاش را از بین ببرد.

بلوک دیاگرام سیستم با اعمال اغتشاش:



### بخش ۳

قطب های معادله مشخصه مطلوب به صورت رو به رو در نظر گرفته شده است:

$$p = [-1 \ -2 \ -3 \ -4 \ -5]$$

با تشکیل ماتریس های  $A_c$  و  $B_c$  میبایست که این دو ماتریس کنترل پذیر هستند و فیدبک حالت را طراحی میکنم.

$$B_c = 5 \times 1$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ -0.0699 \\ 0 \\ 3.4965 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$A_c = 5 \times 5$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1.0000 & 0 & 0 & 0 \\ -0.3780 & 0 & 7.0147 & 0.0343 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.0000 & 0 \\ 18.9001 & 0 & -0.3797 & -1.7133 & 0 \\ -1.0000 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_o = 5 \times 5$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -0.0699 & 0.1199 & 24.3478 & -41.8061 \\ -0.0699 & 0.1199 & 24.3478 & -41.8061 & 43.9209 \\ 0 & 3.4965 & -5.9906 & 7.6149 & -8.5053 \\ 3.4965 & -5.9906 & 7.6149 & -8.5053 & 471.8574 \\ 0 & 0 & 0.0699 & -0.1199 & -24.3478 \end{bmatrix}$$

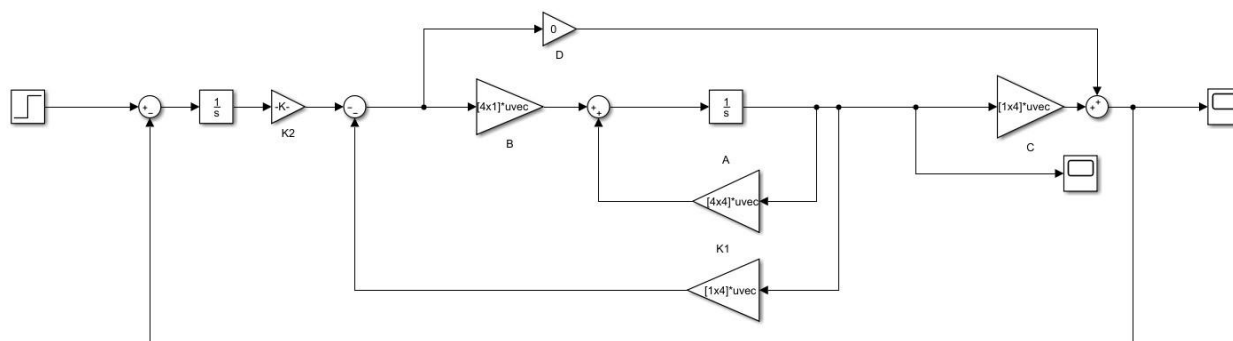
ماتریس کنترل پذیری رو به رو رنک کامل است.

$$K = 1 \times 5$$

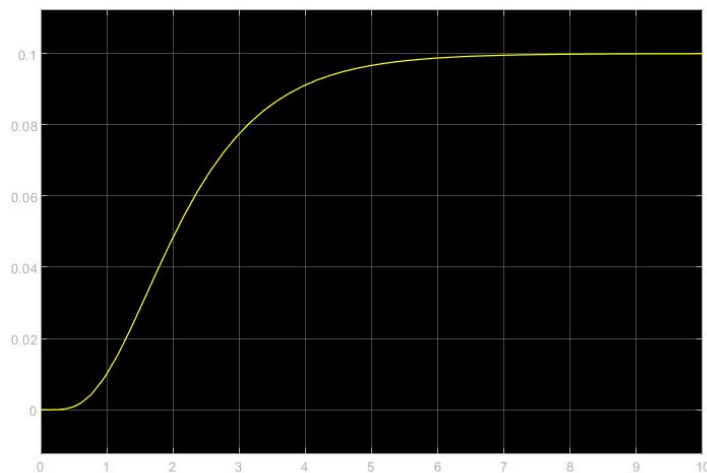
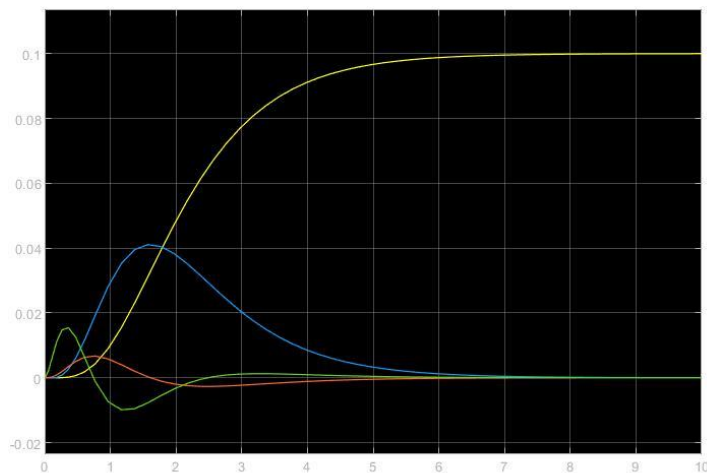
$$\begin{bmatrix} 16.5883 & 9.1973 & 24.4245 & 3.9839 & -4.8979 \end{bmatrix}$$

ضرایب  $K$  به صورت رو به رو بدست می آید:

سیستم را به صورت زیر طراحی میکنیم:

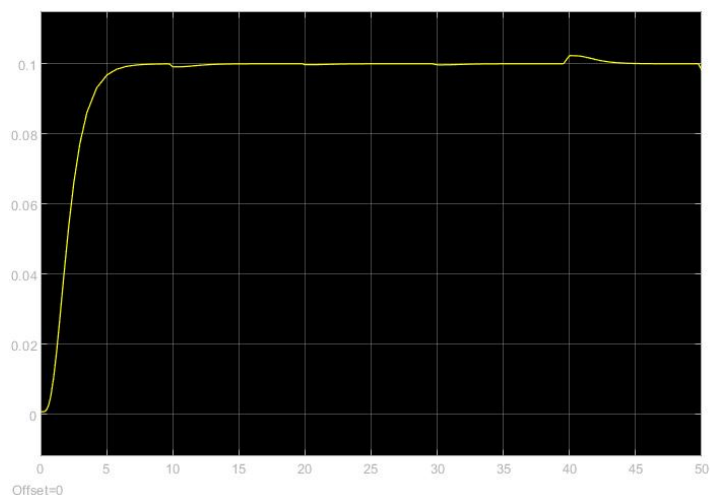
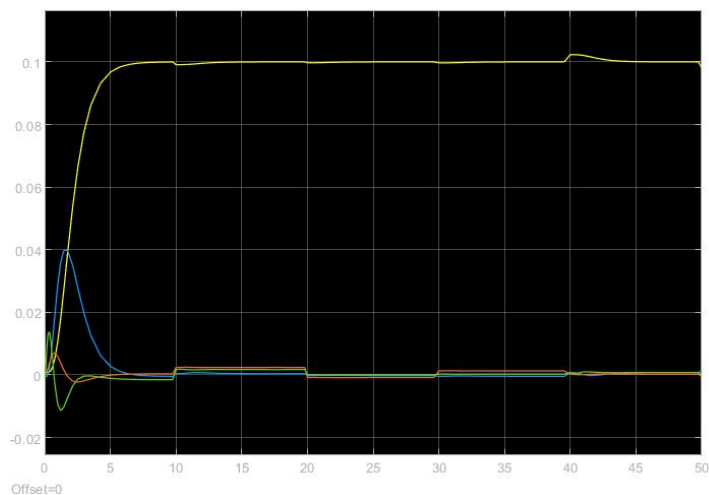


نمودار خروجی و حالت های سیستم:



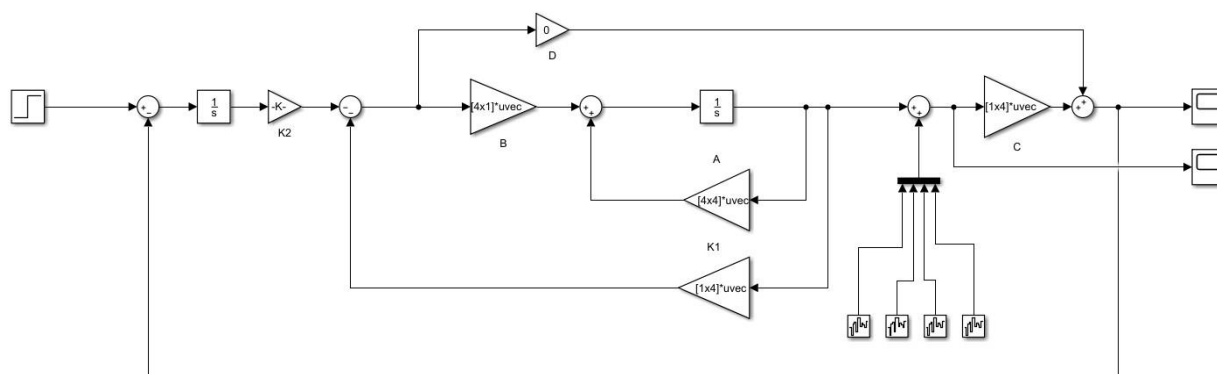
## بخش ۴

نمودار خروجی و حالت ها:



همانطور که مشخص است کنترل انتگرال اثر اغتشاش را حذف می کند.

بلوک دیگرام سیستم:



## بخش ۵

$p_{slow} = 1 \times 4$

-1   -2   -3   -4

قطب های تخمینگر مرتبه کامل به صورت رو به رو در نظر گرفته شده است:

$L = 4 \times 1$

8.2867

20.0447

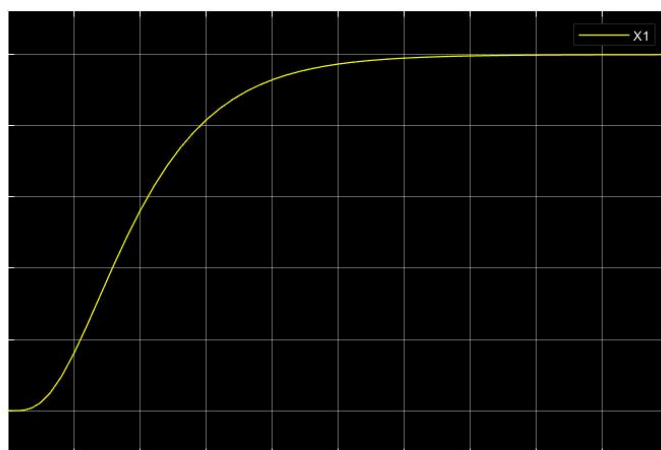
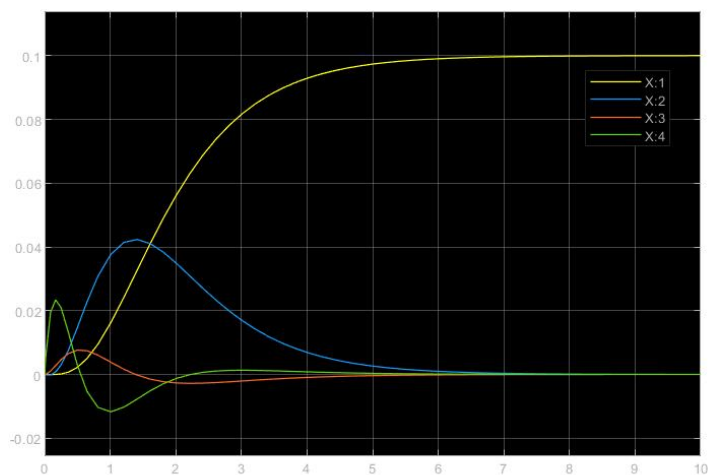
1.6941

18.3167

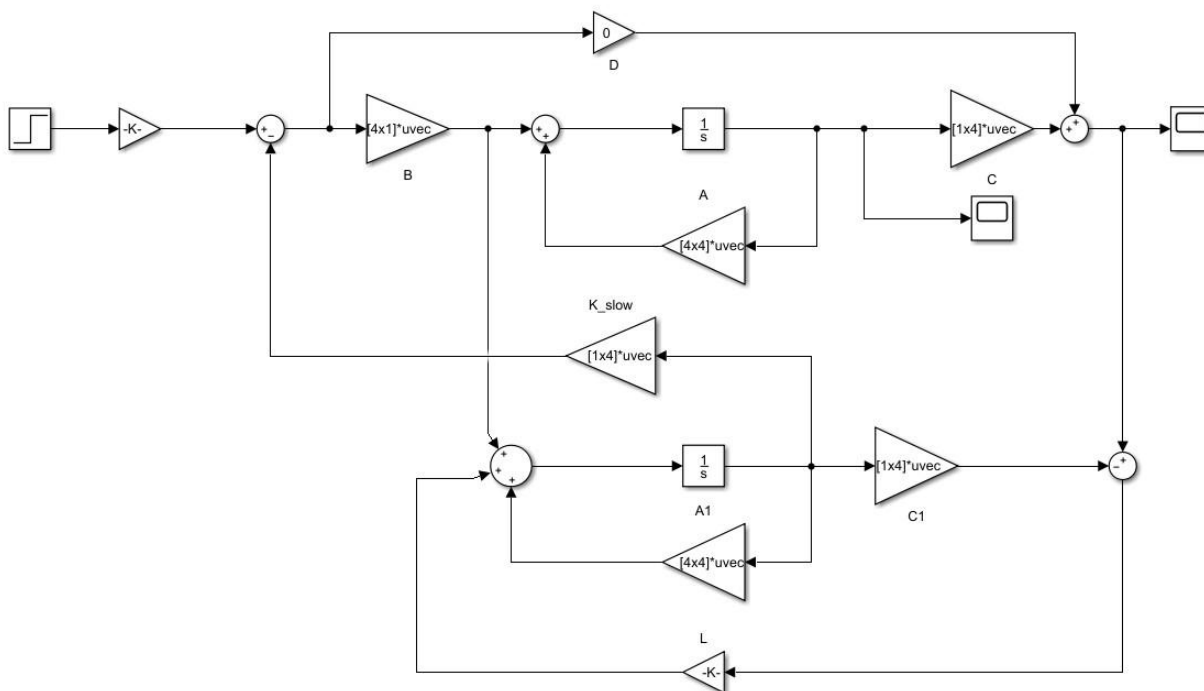
$L = place(A', C', p_{slow}) . '$

L را از رابطه رو به رو بدست می آید:

نمودار خروجی و حالت ها:



بلوک دیاگرام سیستم:





## بخش ۶

با در نظر گرفتن  $F$  و  $L$  مناسب و جایگذاری در معادله لیاپانوف و حل آن،  $T$  (شرط معکوس پذیری  $T$  چک می شود) و معکوس ماتریس  $P$  را به دست آورده و سیستم را طراحی میکنیم:

$T = 3 \times 4$

0.0126	-0.0126	0.1885	0.2636
-0.0750	0.0375	-0.0796	0.2732
-0.6998	0.2333	-0.4973	0.3803

$L\_reduced = 3 \times 1$

5
5
5

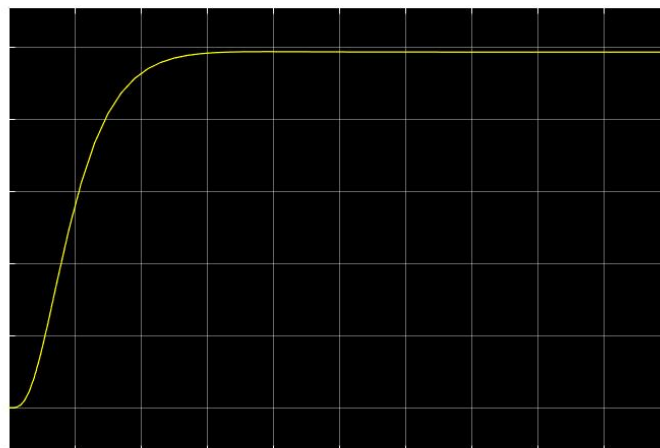
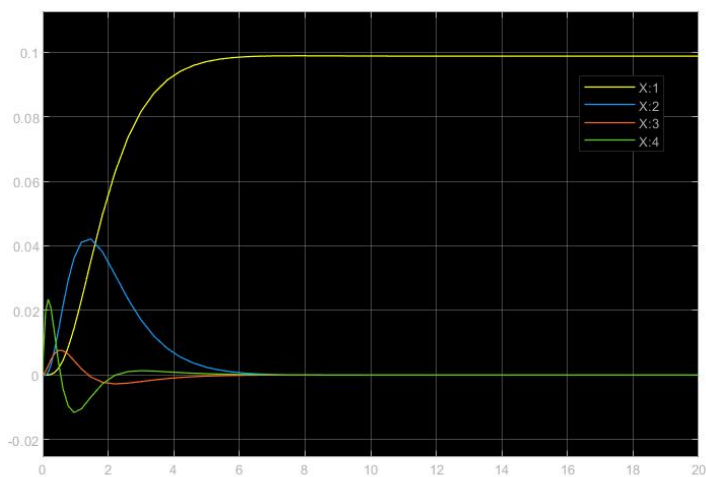
$F = 3 \times 3$

-1	0	0
0	-2	0
0	0	-3

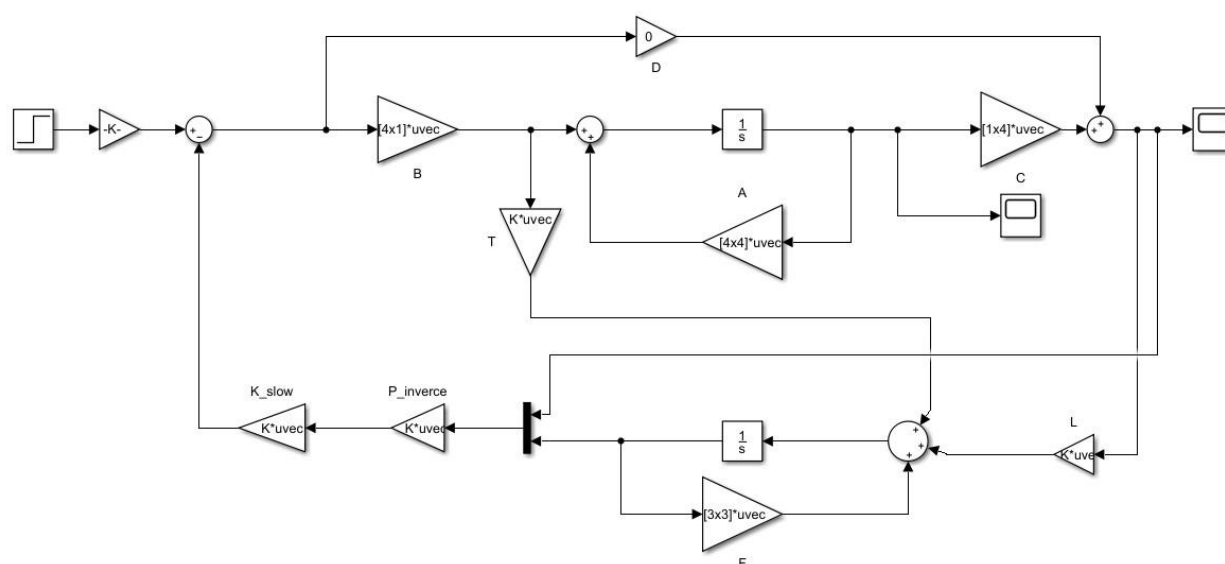
$inv\_P\_reduced = 4 \times 4$

1.0000	0	0	0
4.2867	13.2390	-25.4219	9.0873
0.4679	6.2031	-8.3103	1.6706
-0.1774	-0.0089	4.7264	-0.7601

نمودار خروجی و حالت سیستم:

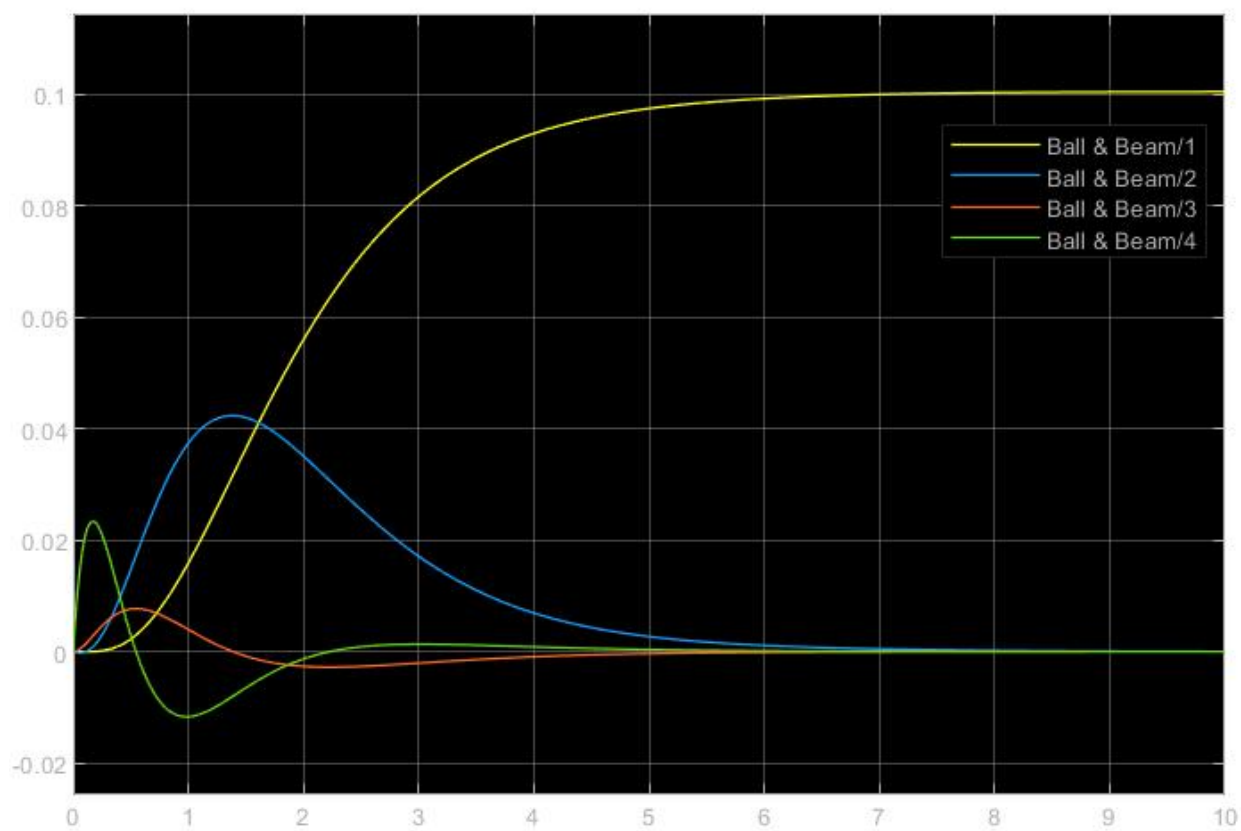
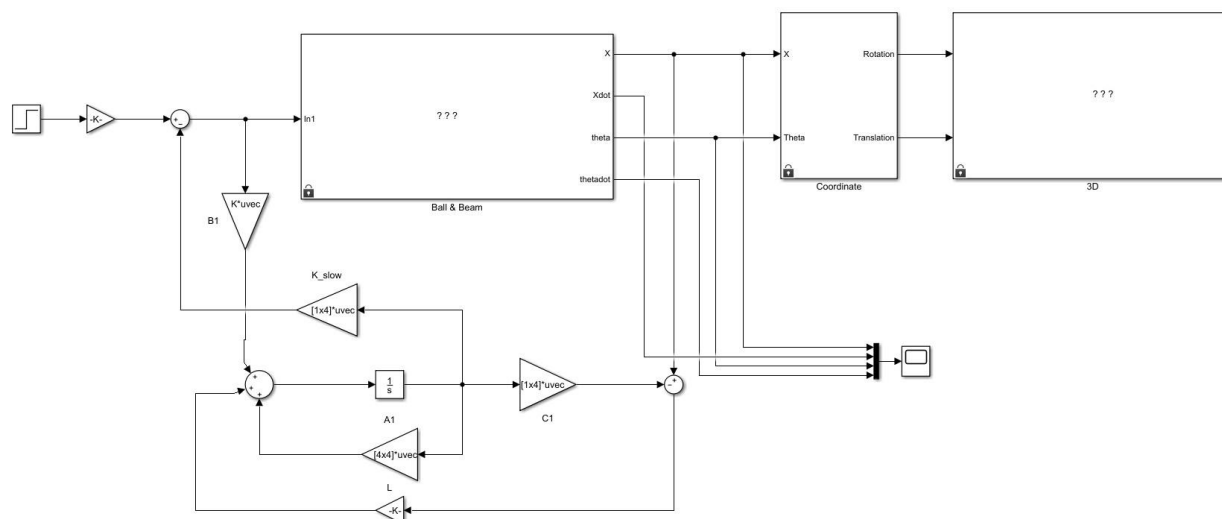


بلوک دیاگرام سیستم:



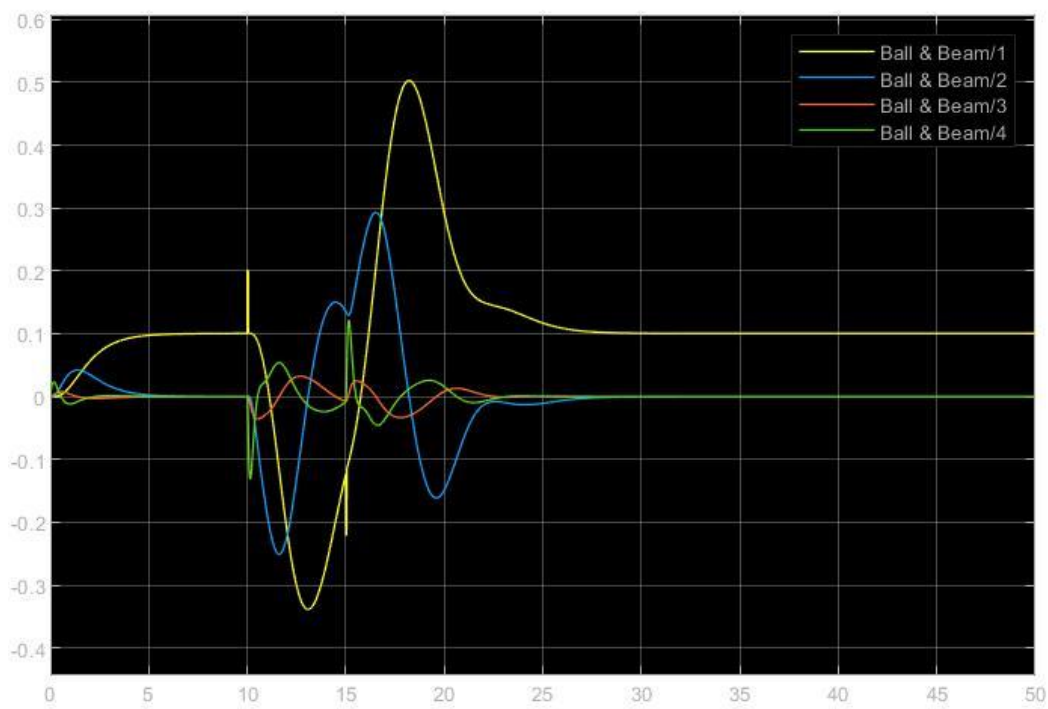
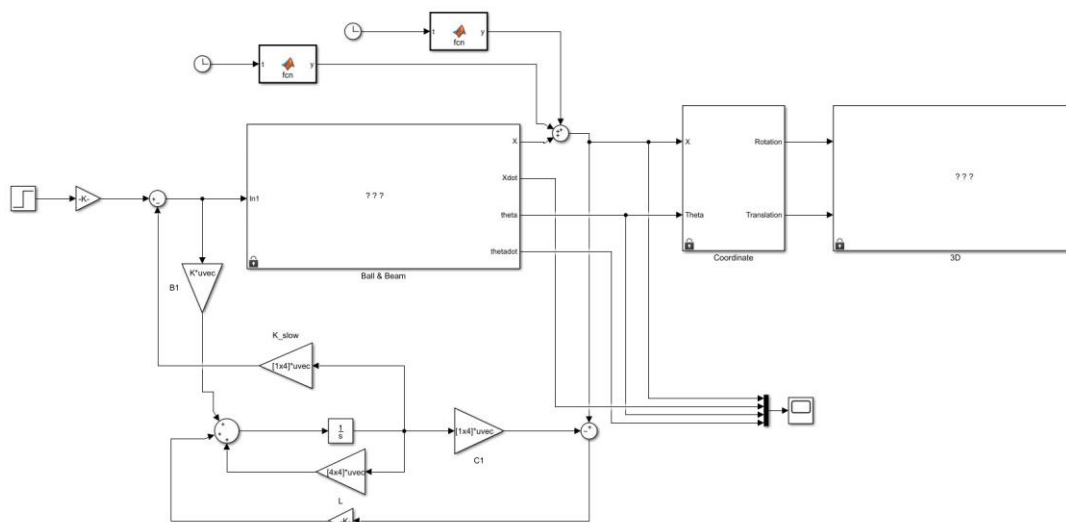
## بخش ۷

از رویتگر مرتبه کامل استفاده شده است:



## بخش ۸

با دو تابع دو پالس را در زمان های ۱۰ و ۱۵ به خروجی سیستم اعمال شده است



میبینیم با اعمال پالس ها سیستم دچار اغتشاش شده اما فیدبک حالت بعد از مدتی سیستم را به حالت مطلوب درمی آورد.