گزارش پروژه کنترلی جبرخطی

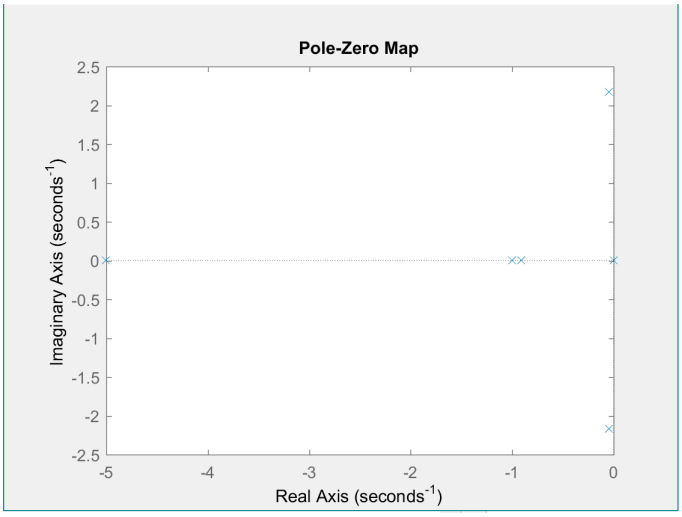
نریمان آریان

تیر 1397

1.ابتدا با دستور $sys = ss(A, B, C, D)$ ماتریس های داده شده را تبدیل به تابع تبدیلی ماتریسی دو در دو میکنیم.

```
From input 1 to output...
                  1.359
 1:  ----------------------------------
     s^3 + 0.9973 s^2 + 4.786 s + 4.278

                1.617
 2:  -------------------------
     s^3 + 5.909 s^2 + 4.546 s

From input 2 to output...
 1:  0

              3.6
 2:  -----------------
     s^3 + 6 s^2 + 5 s

Continuous-time transfer function.
```

2.با استفاده از دستور $pzmap(sys)$محل قطب ها و صفرهای سیستم را می یابیم.



3.با استفاده از دستور $jordan(A)$ ماتریس A را به فرم جردن در می آوریم.

```
J =

   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i
   0.0000 + 0.0000i  -0.9091 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i
   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i  -5.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i
   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i  -1.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i
   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i  -0.0441 - 2.1689i   0.0000 + 0.0000i
   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i  -0.0441 + 2.1689i
```

4.با استفاده از دستور $expm(At)$ ماتریس انتقال حالت را به دست می آوریم.
نکته: دقت شود که حتما باید از دستور $expm(At)$ استفاده شود نه از دستور $exp(At)$.

این ماتریس به دلیل بزرگ بودن نشد که در گزارش اضافه شود لطفا از کد ببینید.

5. در سیمولینک اقدام به طراحی سیستم میکنیم. ایده جالب استفاده شده در این طراحی این است که از آنجایی که میخواستیم برای پایدار کردن سیستم از sate-feedback استفاده کنیم (که در قسمت آخر از آن استفاده شده) مجبور بودیم طوری طراحی کنیم که در خروجی بلاک state تمامی state ها حاضر شوند پس ماتریس C را ماتریس همانی انتخاب کردیم تا بتوانیم با گین آن را به ورودی فیدبک کنیم. و از آنجایی که فقط دو تا از state ها را برای خروجی میخواهیم بقیه را terminate کردیم.
لازم به ذکر است که ورودی های پله(سبز) توسط کلید از ورودی ضربه (بنفش) جدا شده اند.

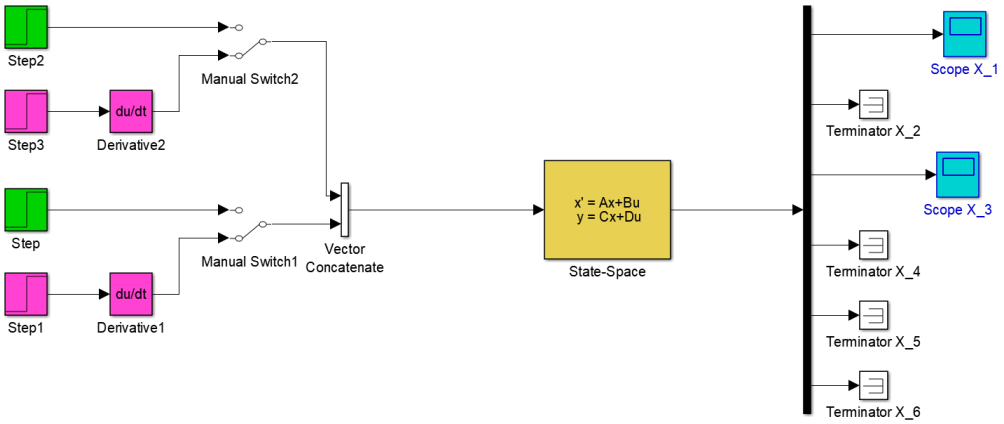


Figure 1: سیستم بدون فیدبک و سوییچ روی ورودی ضربه

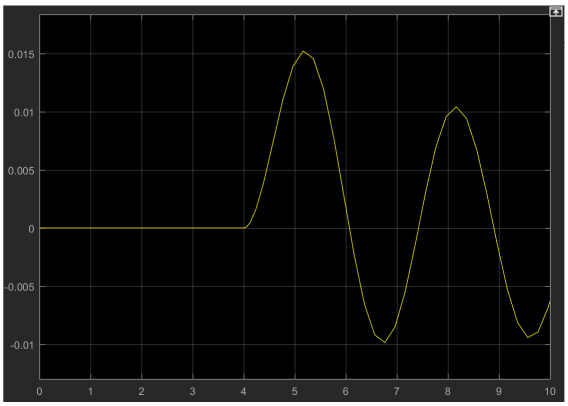


Figure 2: خروجی X1

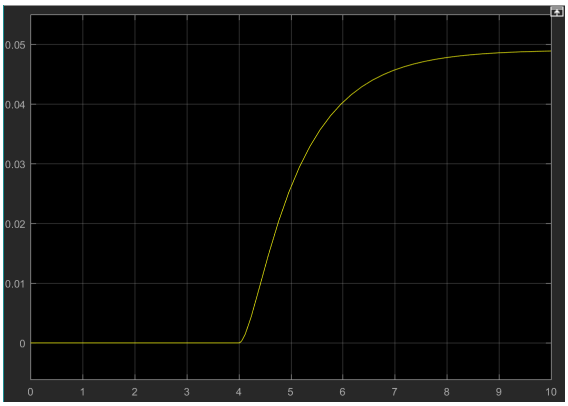


Figure 3: خروجی X3

6. با استفاده از دستورات $ctrb(A,B)$ و $obsv(A,C)$ به ترتیب ماتریس های کنترل پذیری و رویت پذیری را به دست می آوریم و در انتها با دستور $rank$ رنک آن ها را به دست می آوریم تا به ببینیم آیا رنک کامل هستند یا خیر.

همانطور که دیده میشود رنک هردوی این ماتریس ها برابر شش و رنک کامل هستند.

```
1.0e+03 *

         0         0         0         0    0.0014         0   -0.0014         0   -0.0052         0    0.0058         0
         0         0    0.0014         0   -0.0014         0   -0.0052         0    0.0058         0    0.0247         0
         0         0         0         0    0.0016    0.0036   -0.0096   -0.0216    0.0491    0.1116   -0.2468   -0.5616
         0         0    0.0016    0.0036   -0.0096   -0.0216    0.0491    0.1116   -0.2468   -0.5616    1.2350    2.8116
    0.0010         0   -0.0009         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0007         0   -0.0006         0
         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0008         0   -0.0008
```

Figure 4: ماتریس کنترل پذیری

```
1.0e+03 *

         0         0         0         0    0.0014         0   -0.0014         0   -0.0052         0    0.0058         0
         0         0    0.0014         0   -0.0014         0   -0.0052         0    0.0058         0    0.0247         0
         0         0         0         0    0.0016    0.0036   -0.0096   -0.0216    0.0491    0.1116   -0.2468   -0.5616
         0         0    0.0016    0.0036   -0.0096   -0.0216    0.0491    0.1116   -0.2468   -0.5616    1.2350    2.8116
    0.0010         0   -0.0009         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0007         0   -0.0006         0
         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0008         0   -0.0008         0    0.0008         0   -0.0008
```

Figure 5: ماتریس رویت پذیری

7.دستور $isstable()$ این امکان را در اختیار ما قرار میدهد تا پایداری تابع انتقال را چک کنیم.
از آنجایی که این سیستم یک سیستم $MIMO$ است, تابع تبدیل آن یک ماتریس دو در دو با چهار تابع تبدیل متفاوت است.
مسئله جالب در اینجا این است که هرکدام از این توابع تبدیل به تنهایی پایدار هستند اما در حالت کلی این سیستم پایدار نیست.

```
G(1,1) is Stable
G(1,2) is Stable
G(2,1) is Stable
G(2,2) is Stable
```

8. دستور $eig(A)$ مقادیر ویژه A را به میدهد و همان طور که انتظار میرفت مقادیر ویژه همان قطب های تابع تبدیل هستند.

```
-0.0441 + 2.1689i
-0.0441 - 2.1689i
 0.0000 + 0.0000i
-5.0000 + 0.0000i
-0.9091 + 0.0000i
-1.0000 + 0.0000i
```

10. با عوض کردن کلید آن را روی حالت ورودی پله قرار میدهیم.

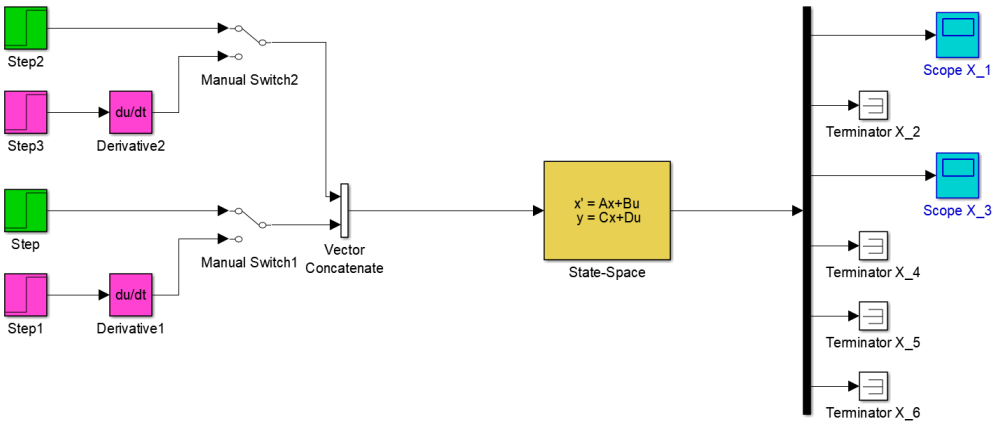


Figure 6: سیستم بدون فیدبک و سوییچ روی ورودی پله

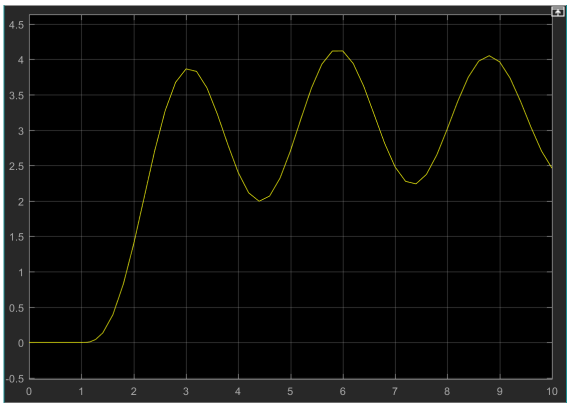


Figure 7: خروجی X1

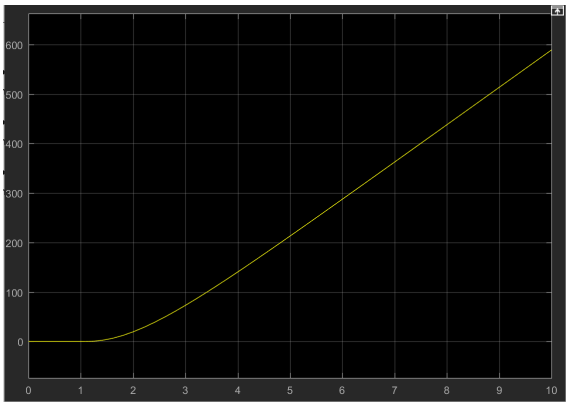


Figure 8: خروجی X3

11.پاسخ پله کامل با شرایط اولیه مساوی یک

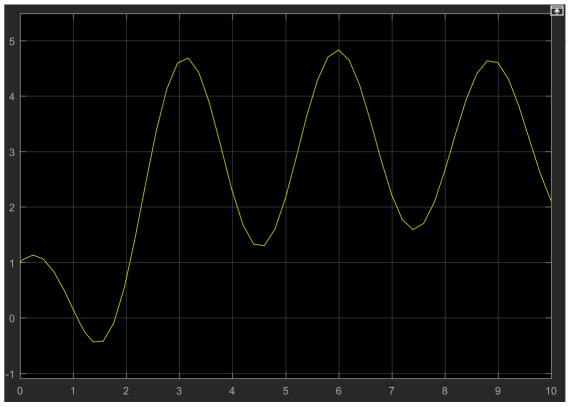


Figure 9: خروجی X1

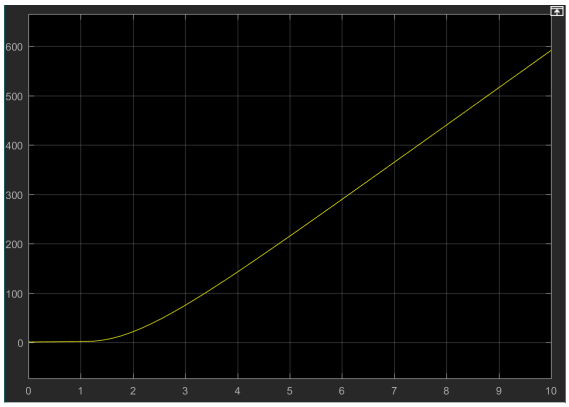


Figure 10: خروجی X3

امتیازی. با استفاده از دستور $place$ گین لازمه برای ساخت state-feedback را بدست می آوریم و از آن به شکل زیر استفاده میکنیم.

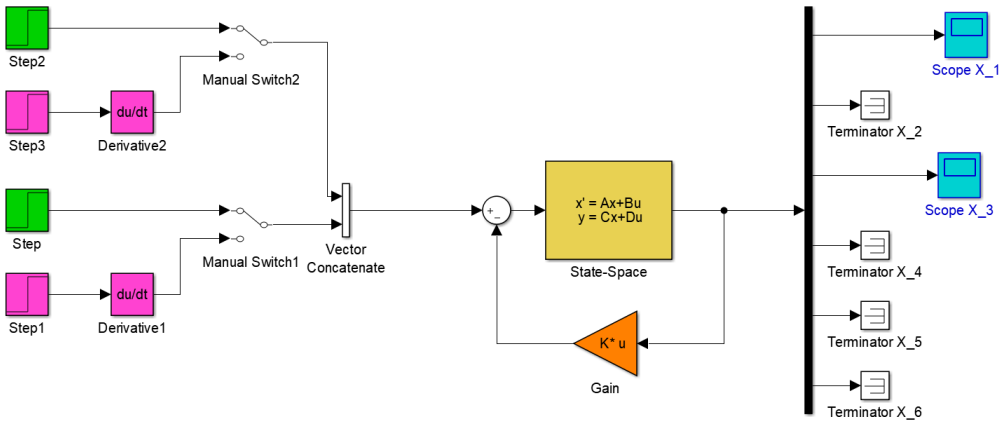


Figure 11: سیستم با فیدبک و سوییچ روی ورودی پله

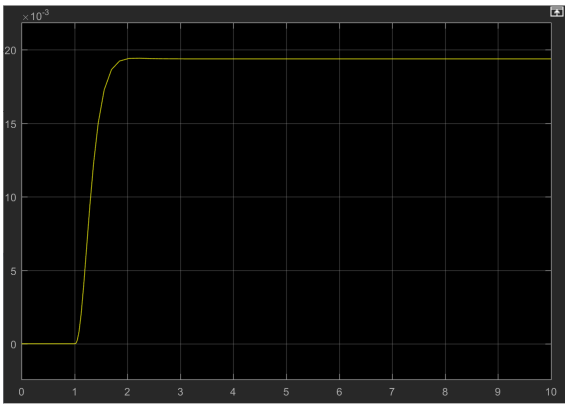


Figure 12: خروجی X1

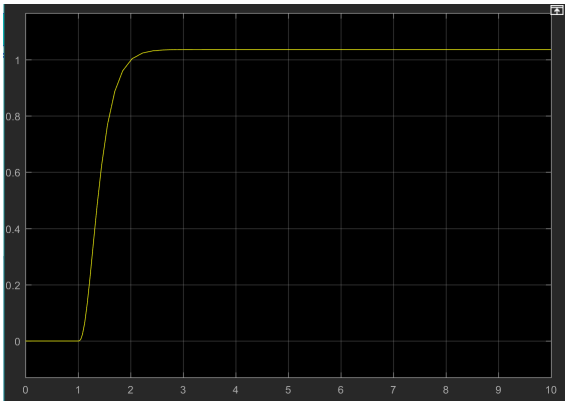


Figure 13: خروجی X3