

به نام نور



تمرین شماره 7 طراحی کنترلر

دانشجو: ریحانه نیکوبیان

شماره دانشجویی: 99106747

سال تحصیلی: 1402

$$G(s) = \frac{s+0.1}{(s+0.1)(s+1)} \quad \frac{\sigma(s)}{\text{گیر}} \quad N(s) = G(s) \quad M(s) = 1 \quad (1)$$

بازخورد منفی $X(s)$ $Y(s) = 1$

$$K = \frac{X + MQ}{Y - NQ} = \frac{Q(s)}{1 - GQ(s)} \quad \xrightarrow{\text{تغییر علامت}} \quad CLTF = \frac{K_G}{1 + K_G} = \frac{QG}{1 - GQ}$$

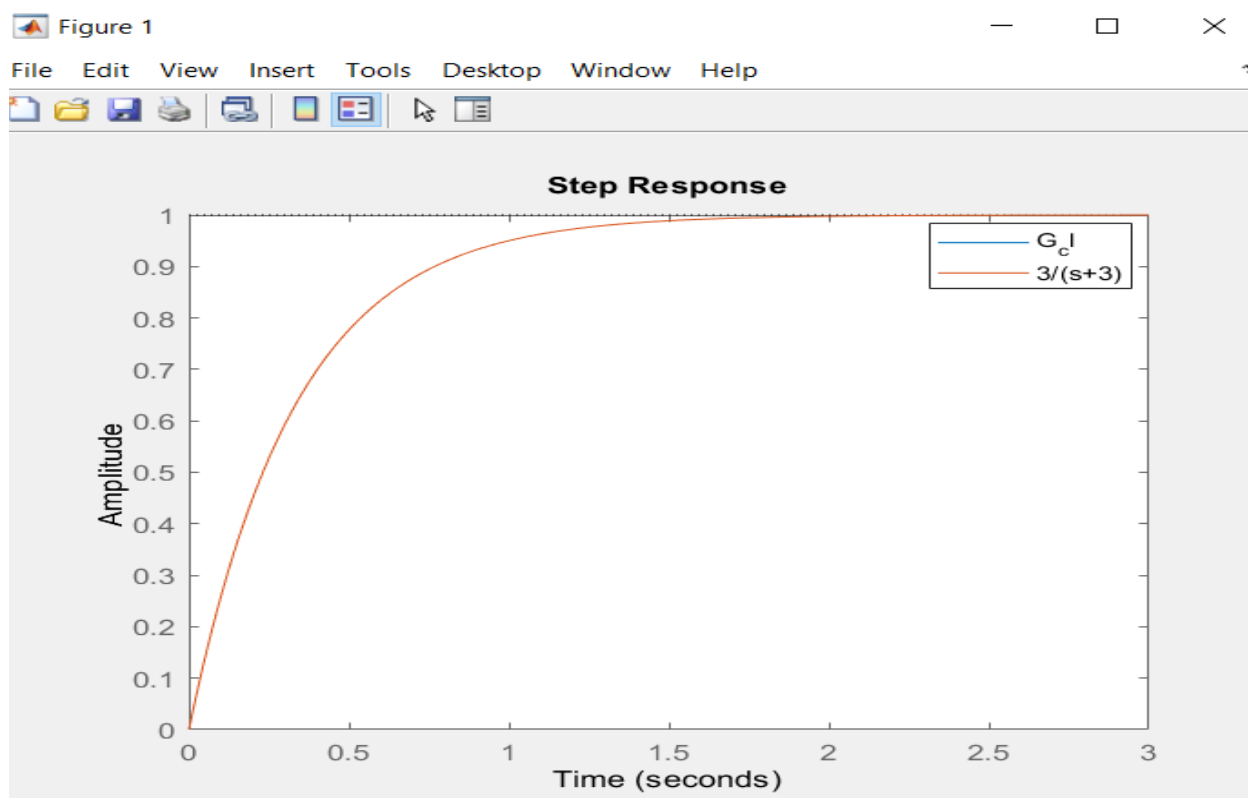
$$CLTF = \frac{QG}{1 - GQ} = \frac{r}{s+r} \quad \rightarrow \quad Q = \frac{r}{(s+r)G} = \frac{r(s+0.1)(s+1)}{(s+r)(s+0.1)}$$

$$K = \frac{r(s+0.1)(s+1)}{(s+r)(s+0.1)} \cdot \frac{1}{1 - \frac{r}{s+r}} = \frac{r(s+0.1)(s+1)}{(s+r)(s+0.1) - r(s+0.1)}$$

تویای که است، بنابراین این کنترل طراحی شده ~~ج~~ را بپذیرد (اصلی) که

$$K = \frac{r(s+0.1)(s+1)}{(s+r)(s+0.1) - r(s+0.1)} = \frac{rs^2 + r_1s + r_0}{s^2 + 0.1s}$$

پاسخ پله به تابع تبدیل مدار بسته و تابع تبدیل گفته شده



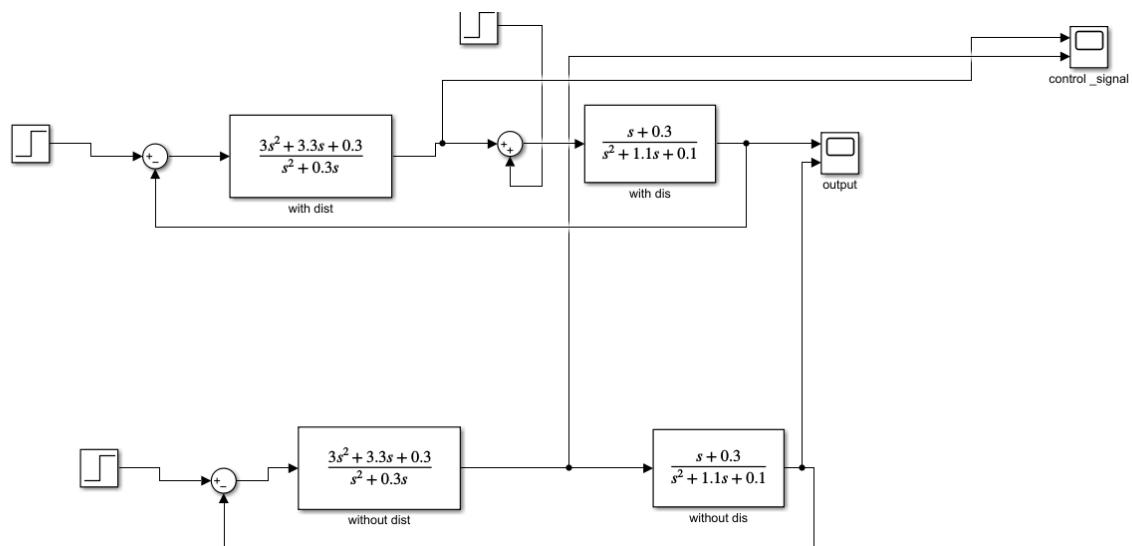
(4)

(4)

$$T = GQ = \frac{r}{5 - r}$$

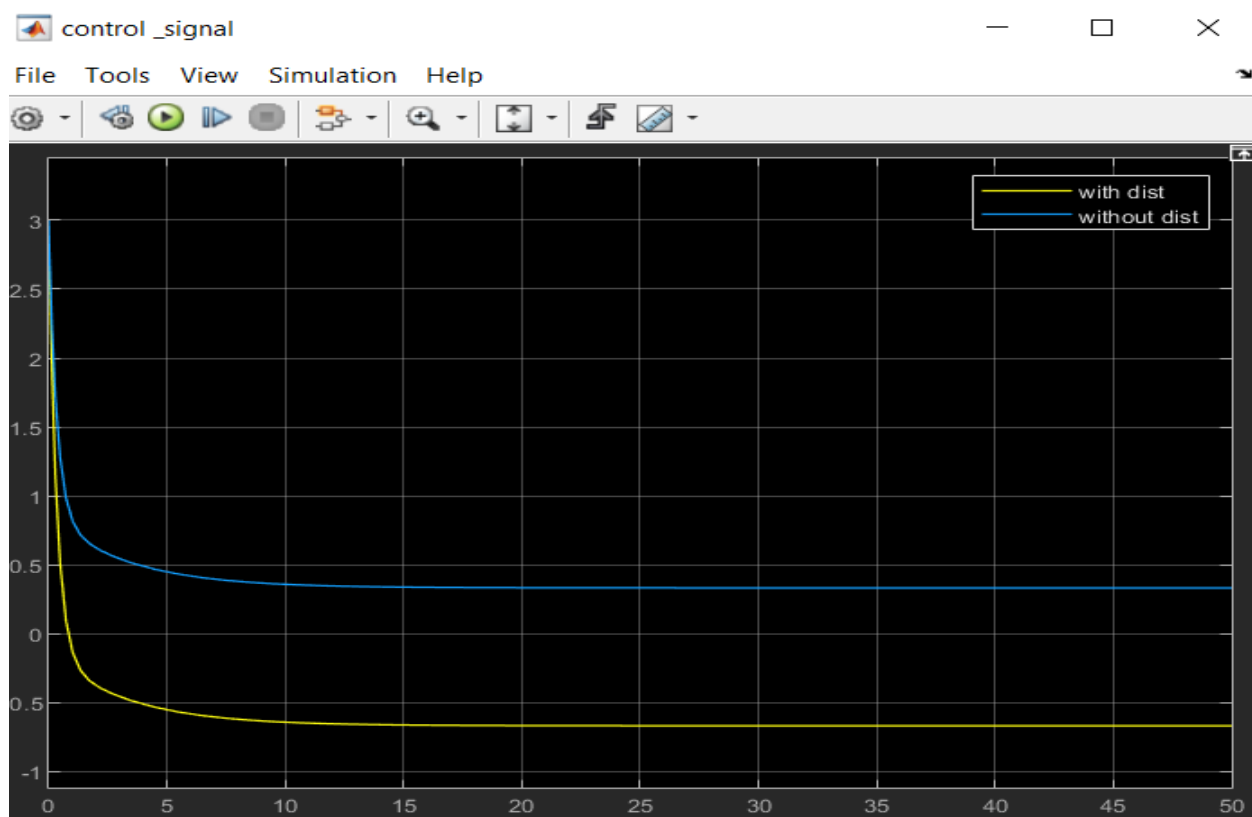
$$G_{yd} = \frac{S}{1+G} = G(1-GQ) = \frac{S(S+Qr)}{(S+1)(S+1)(S+1)}$$

$$\Theta_{ur} = \frac{k}{1+lc_6} = Q = \frac{r(s_{t+1,l})(s_{t+1,l})}{(s_{t+1,r})(s_{t+1,r})}$$

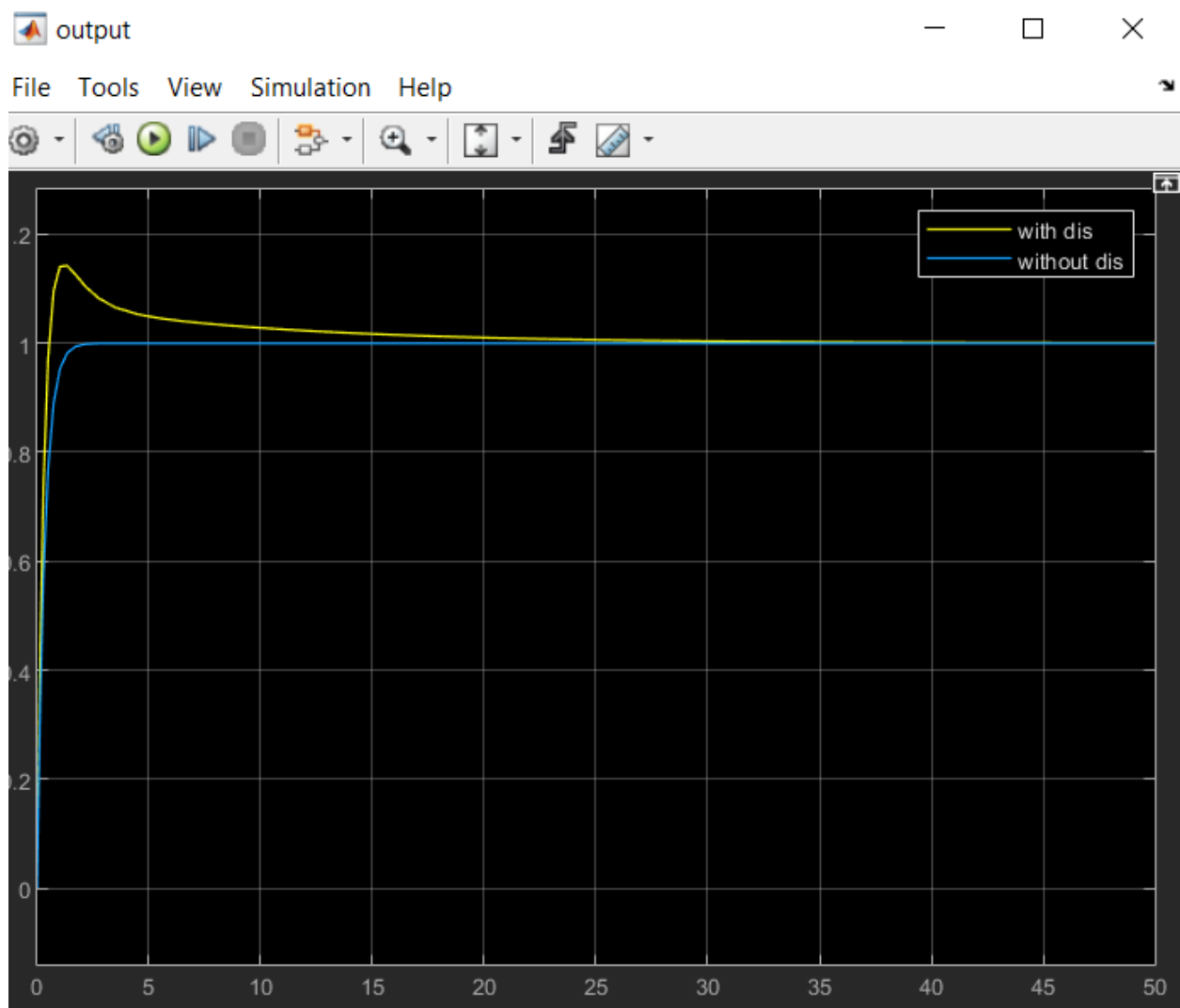


(ج)

سیگنال کنترلی در حضور و عدم اغتشاش



خروجی در حضور و عدم اغتشاش



در حضور اغتشاش پاسخ پله کمی اورشوت می زند و کمی کندتر می شود اما نهایتاً پایدار است و به یک می رسد. سیگنال کنترلی نیز در حضور اغتشاش نسبت به بدون اغتشاش مقدار نهایی یک واحد کمتر است اما هر دو ابتدا اورشوت یکسان 3 دارند

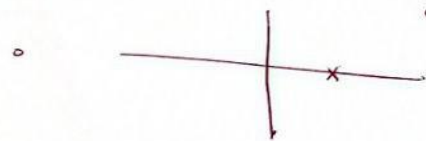
تایع G_1 پایداری است. می‌خواهم به هم زمان پایداری کنم، در واقع باید کنترل را به پایداری تبدیل دهم. باید از پایداری به پایداری تبدیل کنم. $G_2 - G_1$ را به صورت باید کنترل را پایداری به پایداری تبدیل کنم.

حقه، برای اینکه یک هم را به پایداری تبدیل کنم، باید از پایداری به پایداری تبدیل کنم. در واقع می‌خواهم پایداری به پایداری تبدیل کنم. می‌خواهم پایداری به پایداری تبدیل کنم.

$$G_2 = \frac{1}{(s+0.5)(s-1)}$$

$$\rightarrow G_2 - G_1 = \frac{(s+1) - (s-1)}{(s+0.5)(s-1)(s+1)} = \frac{2}{(s+0.5)(s-1)(s+1)}$$

$$G_1 = \frac{1}{(s+0.5)(s+1)}$$



برای این اطلاعات راکت می‌خواهم، داکتان باید از پایداری به پایداری تبدیل کنم. می‌خواهم پایداری به پایداری تبدیل کنم. می‌خواهم پایداری به پایداری تبدیل کنم.

$$G_1 = \frac{1}{(s+0.5)(s+1)} \quad \frac{G_1}{IMC}$$

$$N_p(s) = G \quad M_p(s) = 1$$

$$X_p(s) = 0 \quad Y_p(s) = 1$$

$$K = \frac{Q_1}{1 - G Q_1}$$

$$G_2 = \frac{1}{(s+0.5)(s-1)} \quad \text{با استفاده از کنترل کننده}$$

$$N_p(s) = \frac{2}{s^2 + 2s + 1} \quad M_p(s) = \frac{2s^2 - s - 1}{s^2 + 2s + 1}$$

$$X_p(s) = \frac{2(s+1)}{s^2 + 2s + 1} \quad Y_p(s) = \frac{2s^2 - s - 1}{s^2 + 2s + 1}$$

$$K = \frac{X_p + M_p Q_1}{Y_p - N_p Q_1} \quad \text{با استفاده از کنترل کننده}$$

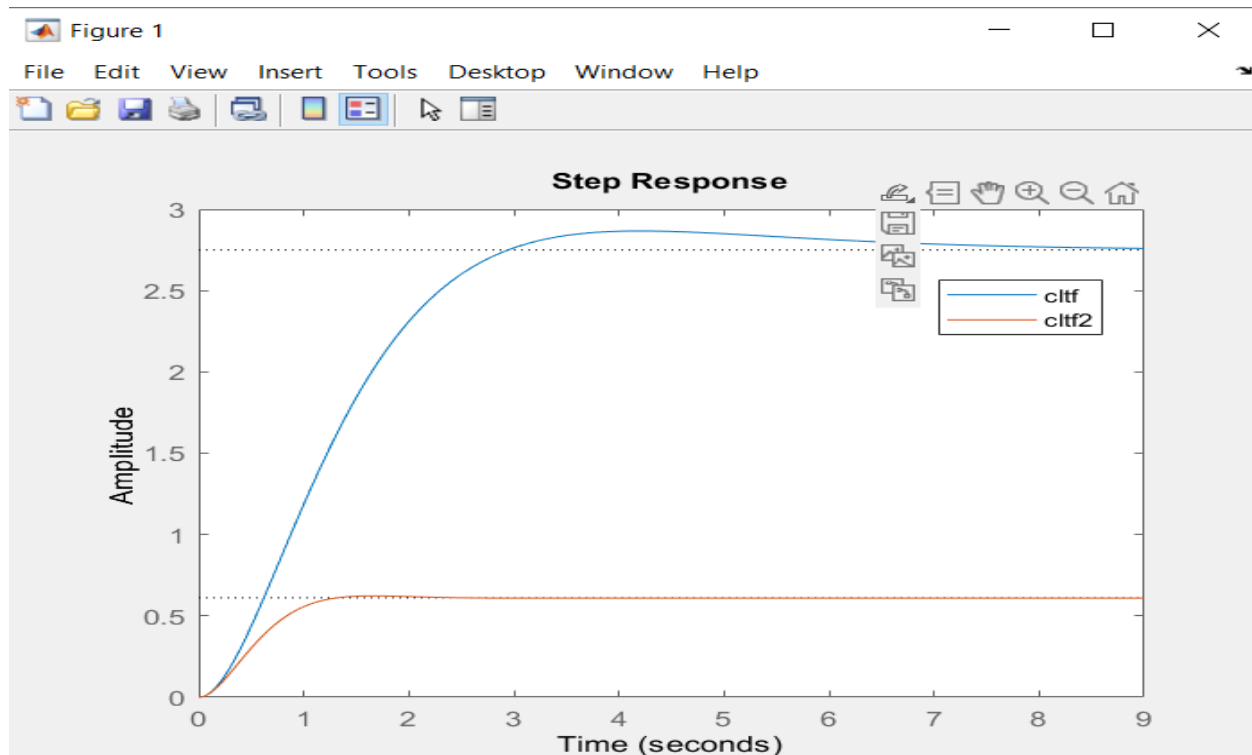
$$K = \frac{2(s+1)}{(s^2 + 2s + 1)}$$

$$Q_1 = \frac{K}{1 + K G_1} = \frac{2(s+1)}{1 + \frac{2(s+1)}{(s+0.5)(s-1)(s+1)}} = \frac{(2s+1)(s+0.5)(s+1)}{(s+0.5)(s-1)(s+1) + 2(s+1)}$$

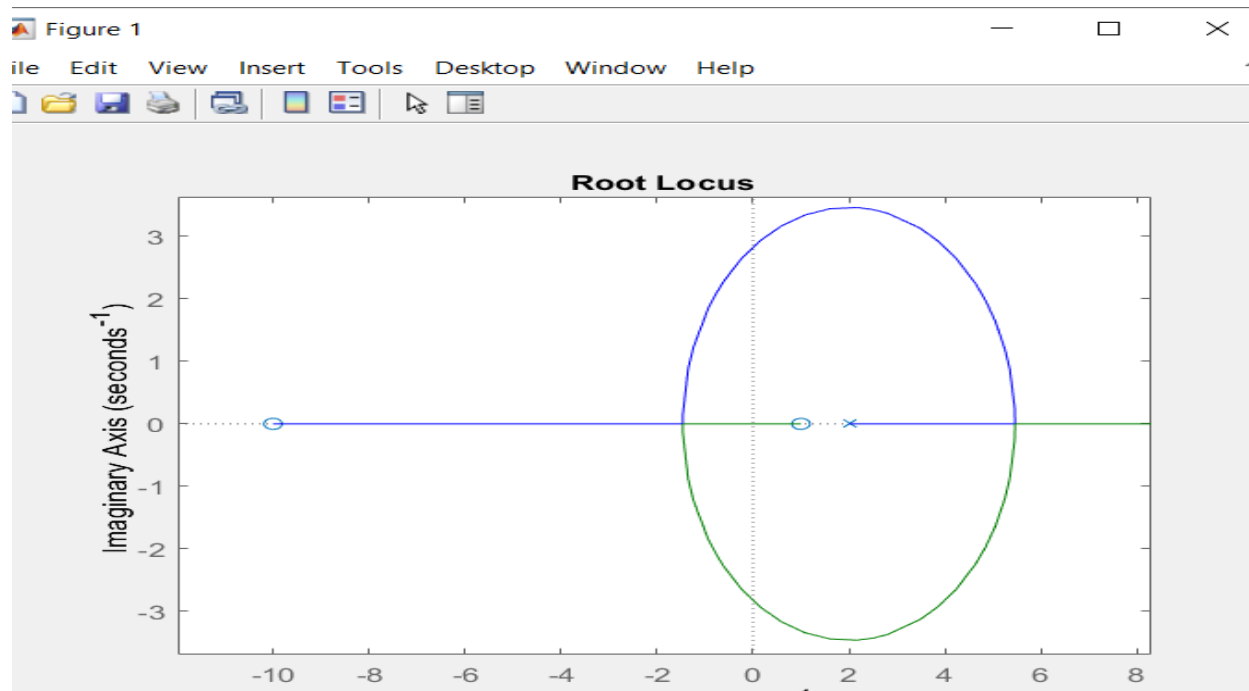
$$Q_1 = \frac{0.25 (s+1)(s+0.143)(s+0.1)}{(s+0.187)(s^2 + 4.15s + 1.66)}$$

گرم/هات و ممبری چون طلب ناپایدار.

پاسخ پله واحد مدار بسته دو سیستم با حضور این کنترلر



خطای ماندگار دارد اما پایدار است.



همانطور که مشخص است سیستم در 1، صفر و در 2 قطب دارد. می دانیم که صفر سمت راست حداکثر پهنای باند مجاز سیستم و قطب سمت راست حداقل پهنای باند مجاز سیستم را تعیین می کند. بنابراین فرکانس قطع نمی تواند 5 رادیان بر ثانیه باشد و طبق این قضیه، صفر سمت راست حداکثر مقدار فرکانس قطع و قطب سمت راست حداکثر مقدار فرکانس قطع را مشخص می کند.

(4)

برای اینکه سیستم به پایداری داخلی برسد، از قضیه یولا کوچرا استفاده می کنیم:

قضیه یولا-کوچرا : Youla-Kucera Parameterization

تمامی کنترلرهای گویای $K(s)$ که سیستم گویای $G(s)$ را تحت پسخوراند، پایدار داخلی میکند از رابطه زیر به دست می آیند:

$$K(s) = \frac{X(s) + M(s)Q(s)}{Y(s) - N(s)Q(s)}, \quad Q(s) \in S$$

چون تابع تبدیل ناپایدار است از الگوریتم یوکلید برای محاسبه Ys, Ms, Xs, Ns استفاده می کنیم:

```

Ns =

      -s
      -----
    s^2 + 2 s + 1

Continuous-time transfer function.

>> Ms

Ms =

    -10 s^2 + 9 s + 1
    -----
      s^2 + 2 s + 1

Continuous-time transfer function.

>> Xs

Xs =

    -139 s + 59
    -----
      10 s + 10

Continuous-time transfer function.

>> Ys

Ys =

      -s + 10
      -----
      10 s + 10

```

می دانیم به ازای هر Q سره، K میتواند سیستم را پایدار داخلی کند. $Q=0$ میگیریم، برای K داریم:

$$K =$$

$$\frac{1390 s^2 + 800 s - 590}{10 s^2 - 90 s - 100}$$

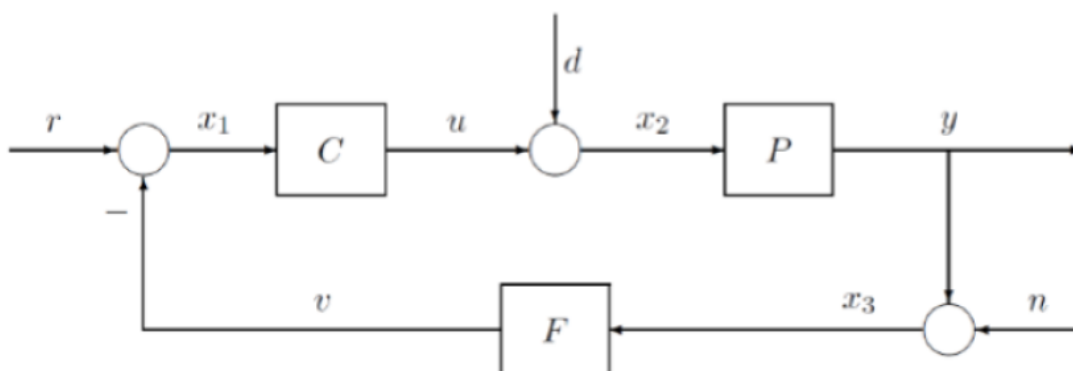
تابع تبدیل مدار بسته سیستم ما میشود:

$$\frac{13.9 s (s+1) (s-0.4245)}{(s+1)^4}$$

(5)

۵- برای سیستم زیر یک کنترلر پایدارساز داخلی طراحی کنید بگونه‌ای که در حضور اغتشاش سینوسی با فرکانس ۲ رادیان بر ثانیه، خطای ماندگار خروجی نسبت به ورودی شیب واحد صفر باشد.

$$P(s) = \frac{1}{s(s^2 + 0.2s + 1)}$$



می دانیم برای اینکه خطای ماندگار نسبت به خروجی شیب واحد صفر شود، باید در حاصل ضرب $K*G$ ، $1/s^2$ قرار گیرد. بنابراین در K ، باید $1/s$ قرار گیرد. به علاوه برای حذف اغتشاش سینوسی با این فرکانس باید (s^2+4) در مخرج تابع تبدیل K قرار گیرد.

برای ساده تر حل کردن ، فرض می کنیم (s^2+4) در s در مخرج تابع تبدیل G قرار دارد. بعد با الگوریتم یوکلید برای G جدید کنترلی که پایدار داخلی کند طراحی می کنیم. سپس K به دست آمده را بر $s*(s^2+4)$ تقسیم می کنیم.

```

Ns =

      5
-----
s^6 + 6 s^5 + 15 s^4 + 20 s^3 + 15 s^2 + 6 s + 1

Continuous-time transfer function.

>> Xs

Xs =

-2.054e65 s^5 + 1.55e66 s^4 + 1.13e65 s^3 + 1.661e66 s^2 + 3.087e64 s + 2.807e63
-----
1.403e64 s^5 + 7.016e64 s^4 + 1.403e65 s^3 + 1.403e65 s^2 + 7.016e64 s + 1.403e64

```

```

Ms =

      5 s^6 + s^5 + 25 s^4 + 4 s^3 + 20 s^2
-----
s^6 + 6 s^5 + 15 s^4 + 20 s^3 + 15 s^2 + 6 s + 1

Continuous-time transfer function.

>> Ys

Ys =

2.526e64 s^5 + 2.728e65 s^4 + 1.208e66 s^3 + 2.542e66 s^2 + 1.466e66 s - 3.391e66
-----
1.263e65 s^5 + 6.315e65 s^4 + 1.263e66 s^3 + 1.263e66 s^2 + 6.315e65 s + 1.263e65

```

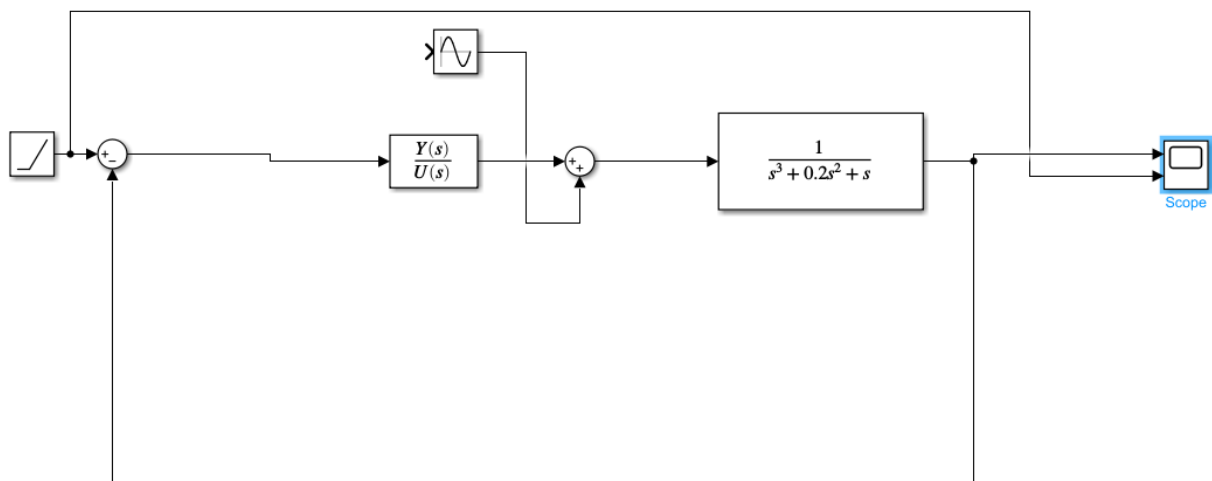
اگر Q مساوی صفر بگیریم، برای K داریم:

```

-73.186 (s-7.752) (s+1)^5 (s^2 + 0.01854s + 0.001694) (s^2 + 0.1874s + 1.041)
-----
s (s+1)^5 (s-0.7823) (s^2 + 7.621s + 15.97) (s^2 + 4) (s^2 + 3.961s + 10.75)

```

مدل شبیه سازی شده در سیمولینک



پاسخ سیستم به شیب واحد در حضور اغتشاش سینوسی:

