

Computer Applications in Control

Project 3

Fateme changizian

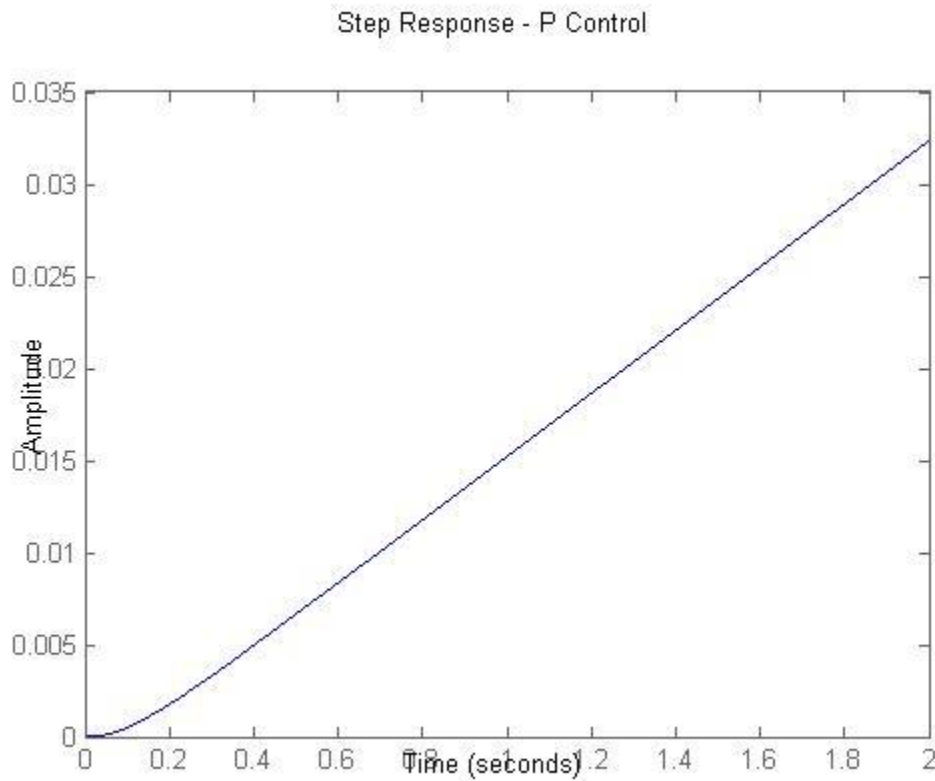
9332682

Spring,1397

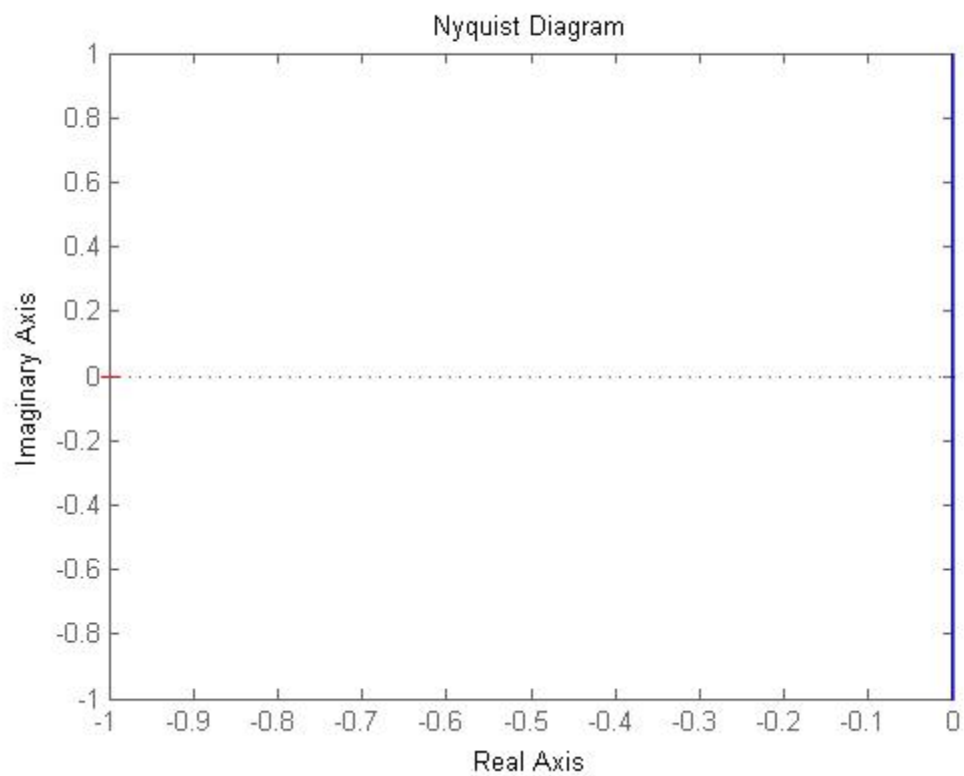
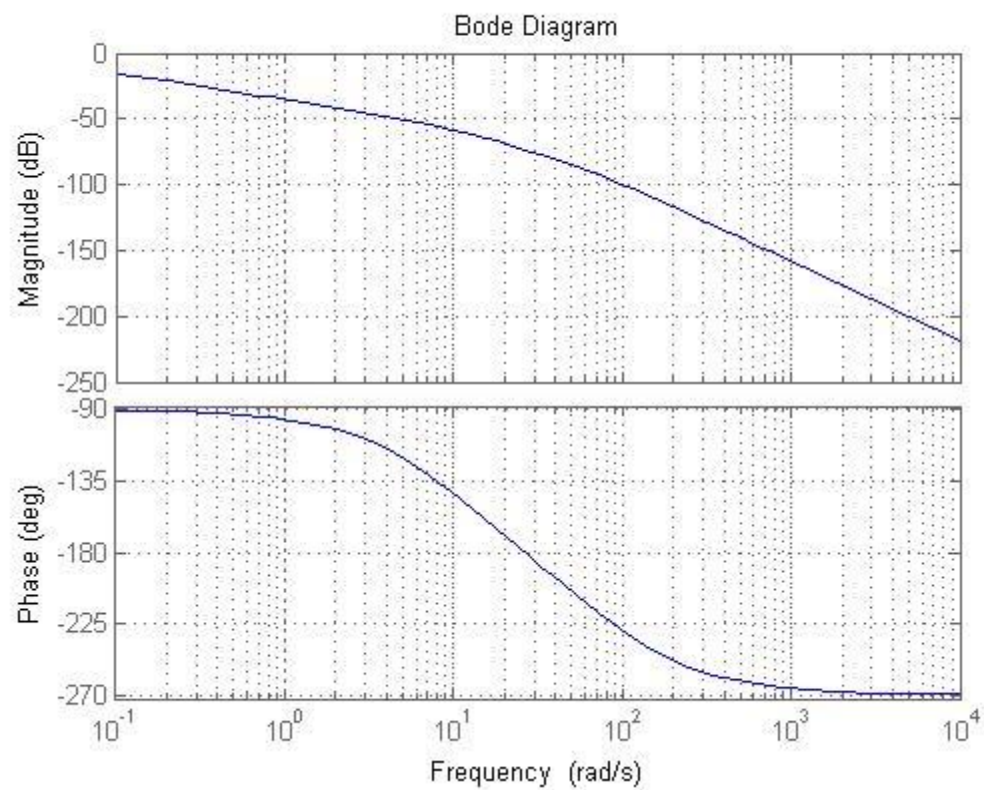
در تحلیل حلقه باز سیستم و پس اعمال ورودی پله مشاهده میشود که plant یک سیستم ناپایدار است حال مشخصات آن را بررسی میکنیم:

12

$$P = \frac{1}{s^3 + 80s^2 + 700s}$$



- در این سیستم چون پاسخ پله به صورت صعودی افزایش مییابد پس peak آن در بی نهایت اتفاق می افتد و پارامترهایی مثل زمان نشست ، اورشوت و مقدار steady state در این حالت نمیتوان تعریف کرد
- دیاگرام بود و نایکویست:



- حد بهره و حد فاز آن به صورت زیر است:

GmdB =
73.3801

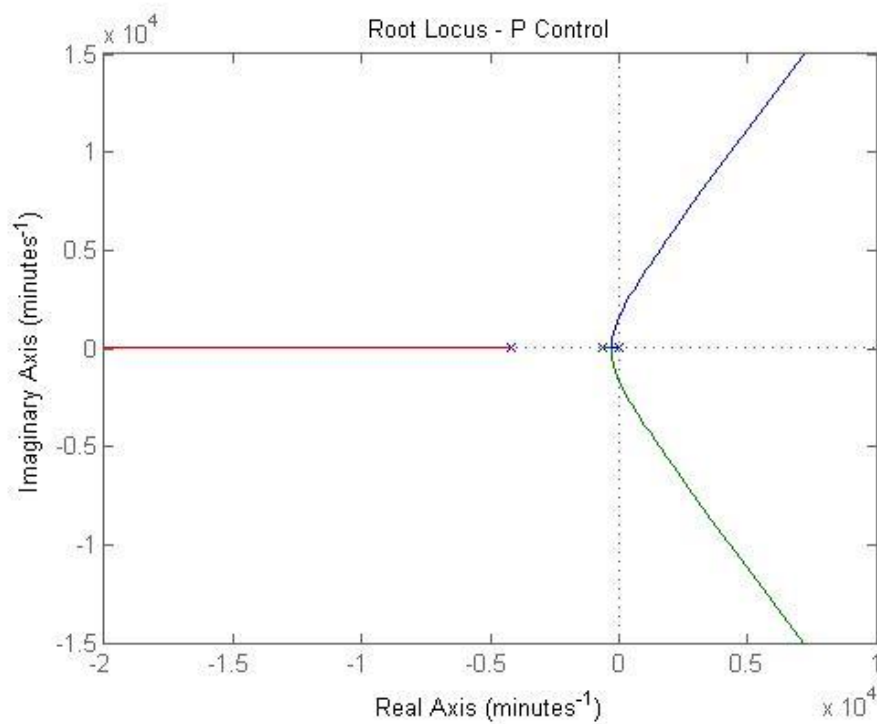
Wgm=
26.4575

Gm=
4.6667e+03

Wpm=
0.0171

Pm=89.8877

- دیاگرام مکان هندسی به صورت زیر است :



این سیستم سه قطب دارد:

POLES: 0 , -70 , -10

حال برای اینکه پارامترهای مطلوب ما برقرار شود لازم است در سیستم حلقه بسته کنترل کننده مناسبی قرار دهیم.

پارامترهای مطلوب:

Overshoot: less than 5%

Settling time: less than 0.6s

Steady-state error: less than 1.5%

■ کنترلر LEAD در حوزه زمان

از آنجایی که سیستم حلقه باز ناپایدار بود پس پارامترهای مطلوب ما را در حالت گذرا برآورده نمیکند پس در ابتدا به سراغ کنترلر LEAD رفته و پس از آن اگر پاسخ حالت دایم نیز برآورده نشد باید به سراغ طراحی کنترلر LAG نیز برویم.

در ابتدا کنترلر LEAD را به صورت زیر طراحی میکنیم:

ابتدا با توجه به پارامترهای مطلوب حالت گذرا زتا و امگا ω_n را می یابیم سپس از روی این مقادیر مکان قطب های مطلوب را به دست می آوریم

پس از آن به کمک شرط فاز و شرط اندازه مکان صفر و قطب های کنترل کننده و گین آن را می یابیم:

$$C1 = (385 * (s+10)) / (s+15)$$

با قرار دادن این کنترلر به صورت زیر پارامترهای ما بدین صورت تغییر می یابند:

Overshoot: 0.5096%

SettlingTime: 0.5458 sec

$$0.5 = 5\%$$

$$t_s = 0.6s$$

$$c_{ss} = 1.57$$

$$\rightarrow t_s = \frac{4}{\xi \omega_n} = 0.6 \rightarrow \xi \omega_n = \frac{20}{3} = 6.6$$

$$\rightarrow MP = e^{\frac{-\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \pi}$$

$$\rightarrow \frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \pi = \frac{\ln 0.05}{+2.9957}$$

$$\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} = 0.453571199$$

$$\frac{\xi^2}{1-\xi^2} = 0.9092980316$$

$$1.9092980316 \xi^2 = 0.9092$$

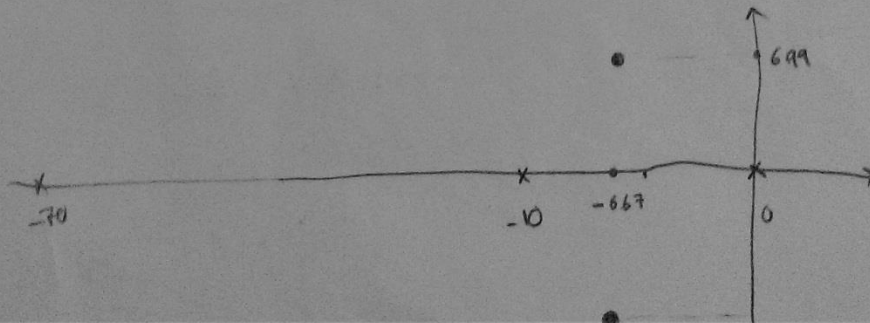
$$\xi^2 = 0.4$$

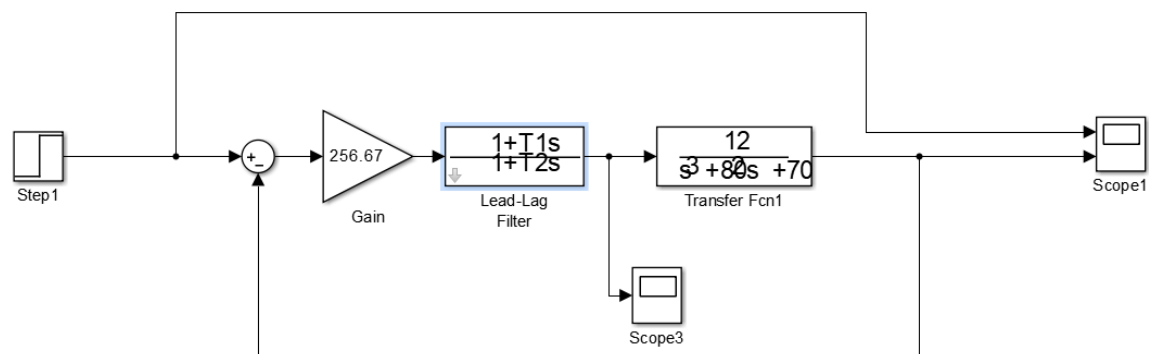
$$\xi = 0.69$$

$$\rightarrow \omega_n = 9.66$$

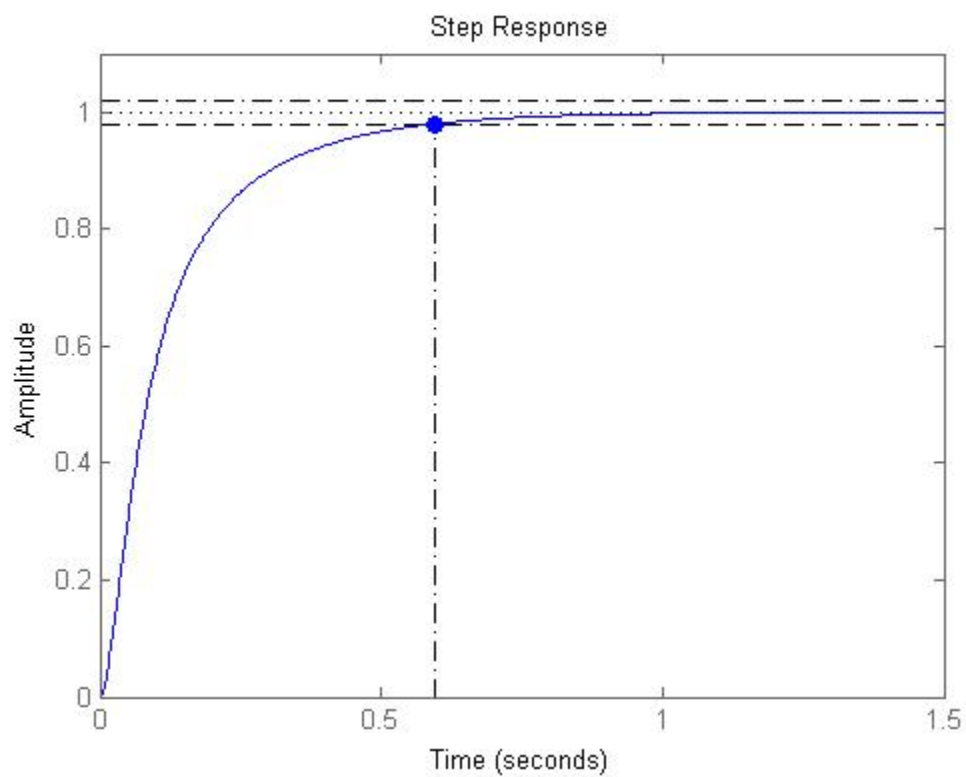
$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\xi^2} = 6.99$$

$$s_{1,2} = -\xi \omega_n \pm j \omega_d = -6.67 \pm j 6.99$$





پاسخ پله سیستم به صورت زیر است:



کنترلر LEAD در حوزه فرکانس

در حوزه فرکانسی کنترلر را به گونه ای طراحی میکنیم که حد بهره و حد فاز را تا جای ممکن بهبود بخشد در این قسمت با استفاده از آزمون خطا توانستیم به کنترلر زیر دست بیابیم:

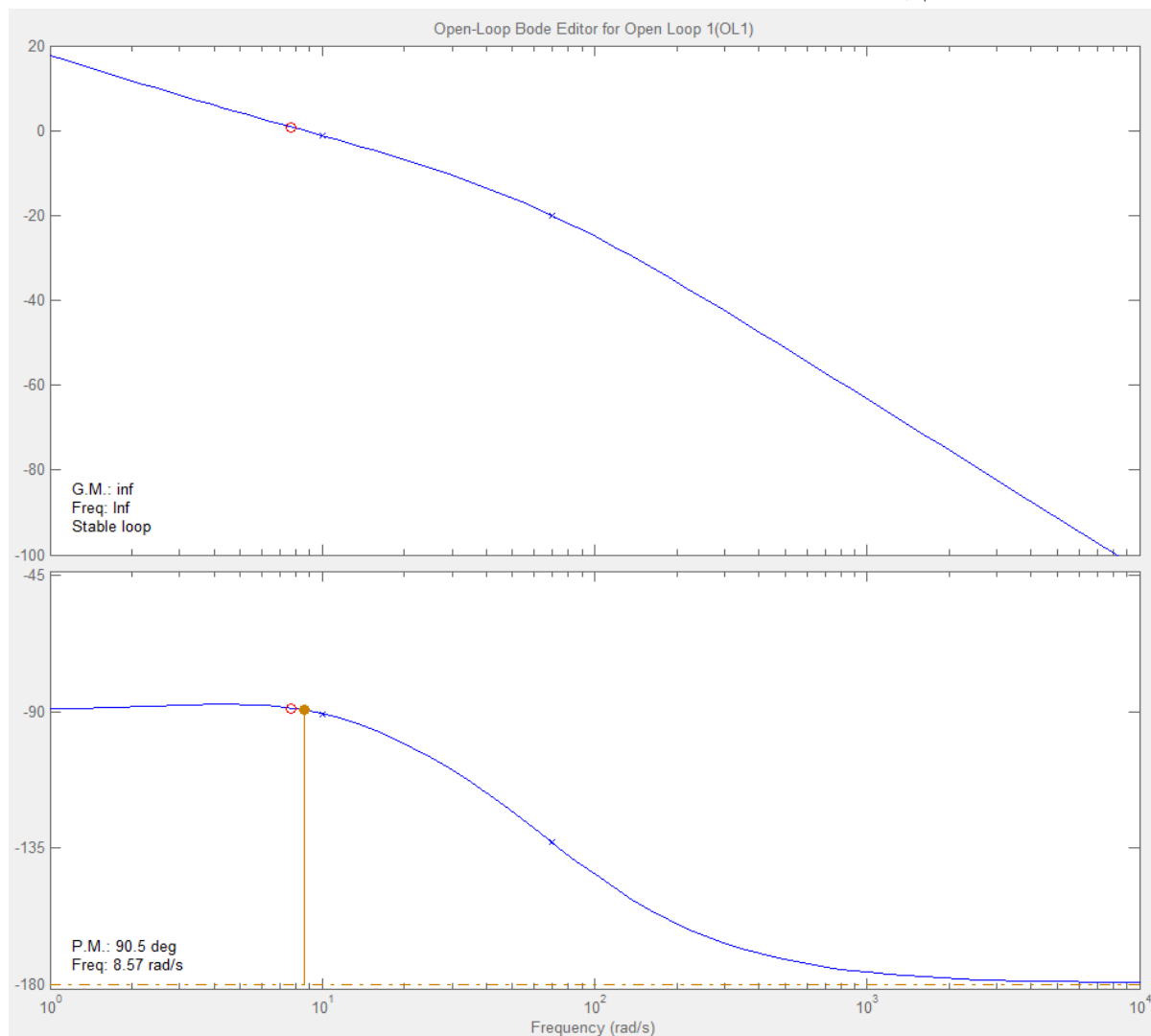
$$C3=443*(1+0.13*s)$$

که پارامترهای سیستم را به صورت زیر بهبود بخشیده:

SettlingTime: 0.5940sec

Overshoot: 0%

نمودار بود سیستم پس از قرار دادن کنترلر :



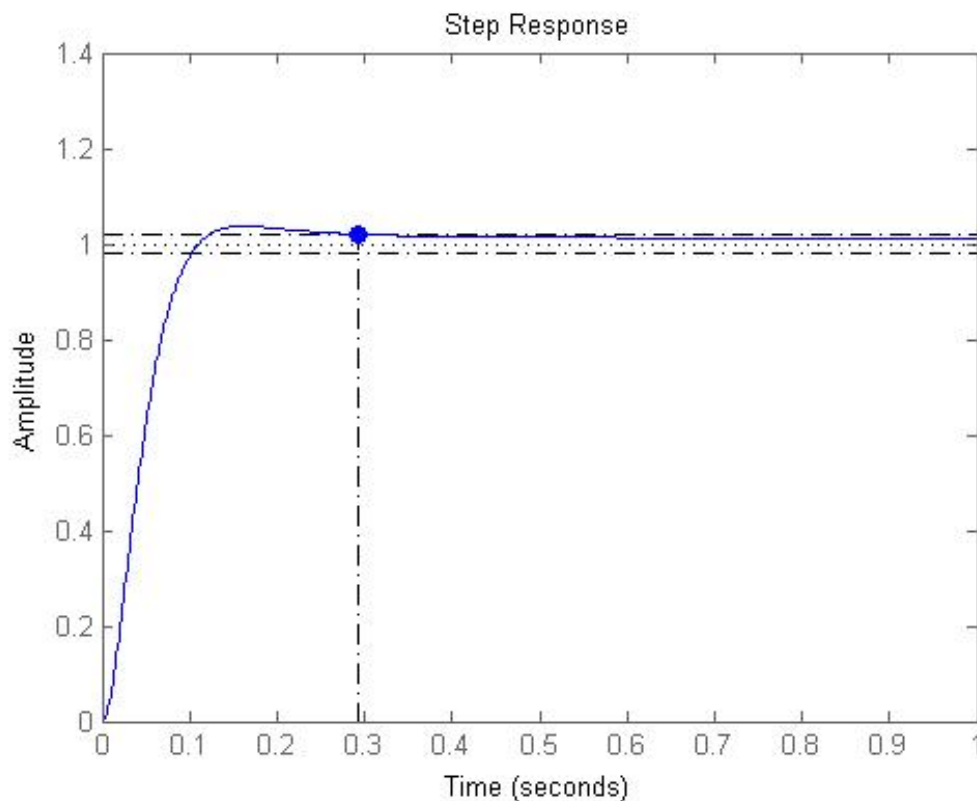
■ کنترلر PID

در این قسمت از APPS، PID TUNER را انتخاب میکنیم و به کمک آن پارامترهای کنترلر را به گونه ای تغییر می دهیم که پارامترهای مطلوب ما محقق شود. با این روند کنترلر زیر را به دست آوردیم:

```
Kp=1424.1955;  
Ki=503.0944;  
Kd=124.1902;  
C2= pid(Kp,Ki,Kd)
```

$$C2 = K_p + K_i * \frac{1}{s} + K_d * s$$

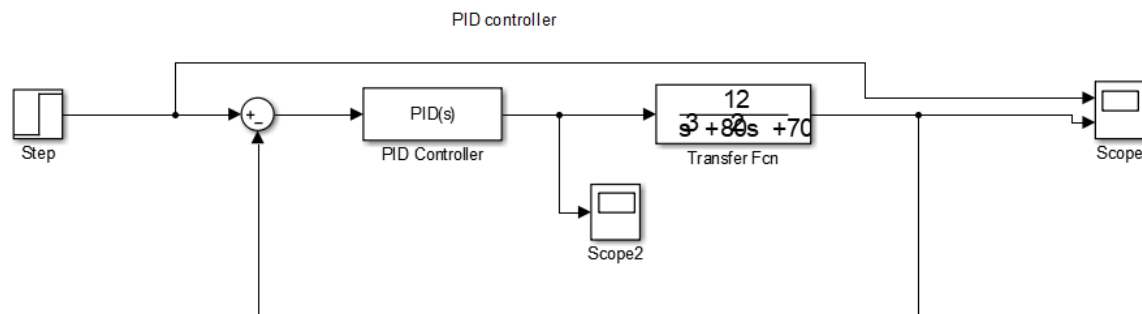
پاسخ پله پس از افزودن کنترلر:



کنترلر پارامترهای سیستم را به صورت زیر بهبود بخشیده :

SettlingTime: 0.2928 sec

Overshoot: 3.6823 %



State feedback controller ■

در این قسمت ابتدا به کمک تابع تبدیل معادله حالت را می یابیم

$$A = \begin{bmatrix} -80 & -700 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

$$D = 0$$

$$D = 0$$

Poleplacement:

$$p1 = -10 + 10i;$$

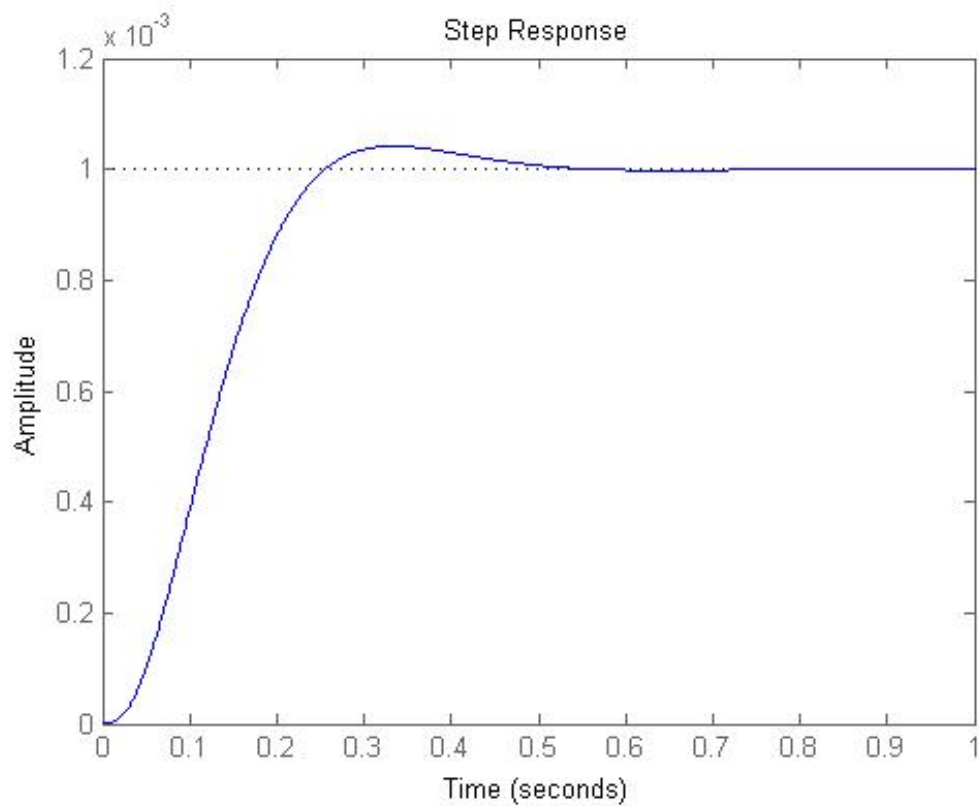
$$p2 = -10 - 10i;$$

$$p3 = -60;$$

Continuous-time closed loop transfer function:

$$\frac{12}{s^3 + 80 s^2 + 1400 s + 1.2e04}$$

پاسخ پله پس از افزودن کنترلر:



کنترلر پارامترهای سیستم را به صورت زیر بهبود بخشیده :

SettlingTime: 0.4387sec

Overshoot: 4.1719%

بخش چهارم:

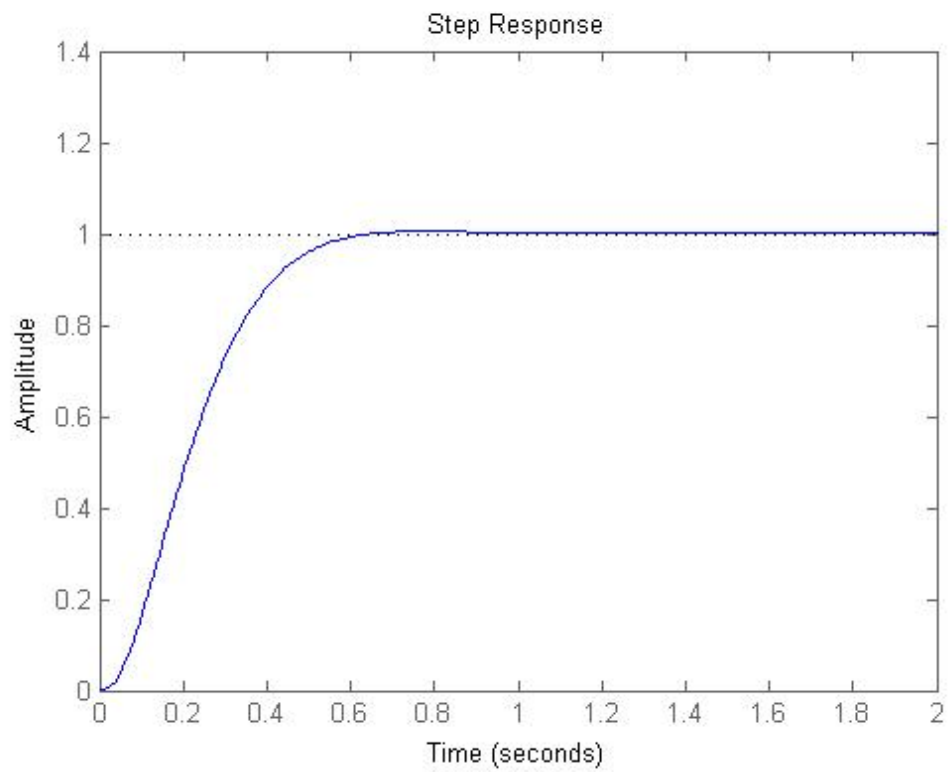
■ اگر پارامترهای سیستم را ده درصد افزایش دهیم به طوری که تابع تبدیل به فرم زیر تبدیل شود:

$$\text{PP} = \frac{13.2}{s^3 + 88 s^2 + 770 s}$$

قطب های آن به صورت زیر جا به جا میشود:

$$\begin{aligned} \text{poles} = & \quad 0 \\ & -78.1467 \\ & -9.8533 \end{aligned}$$

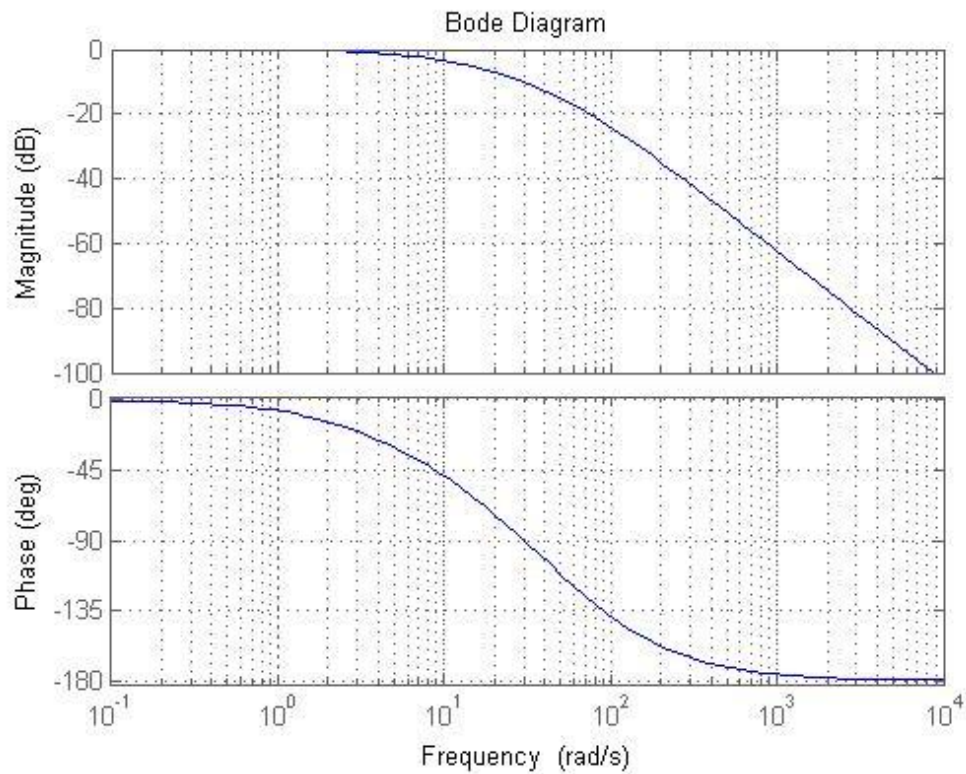
■ کنترلر LEAD در حوزه زمان



SettlingTime: 0.5474sec

Overshoot: 0.5455%

■ کنترلر LEAD در حوزه فرکانس



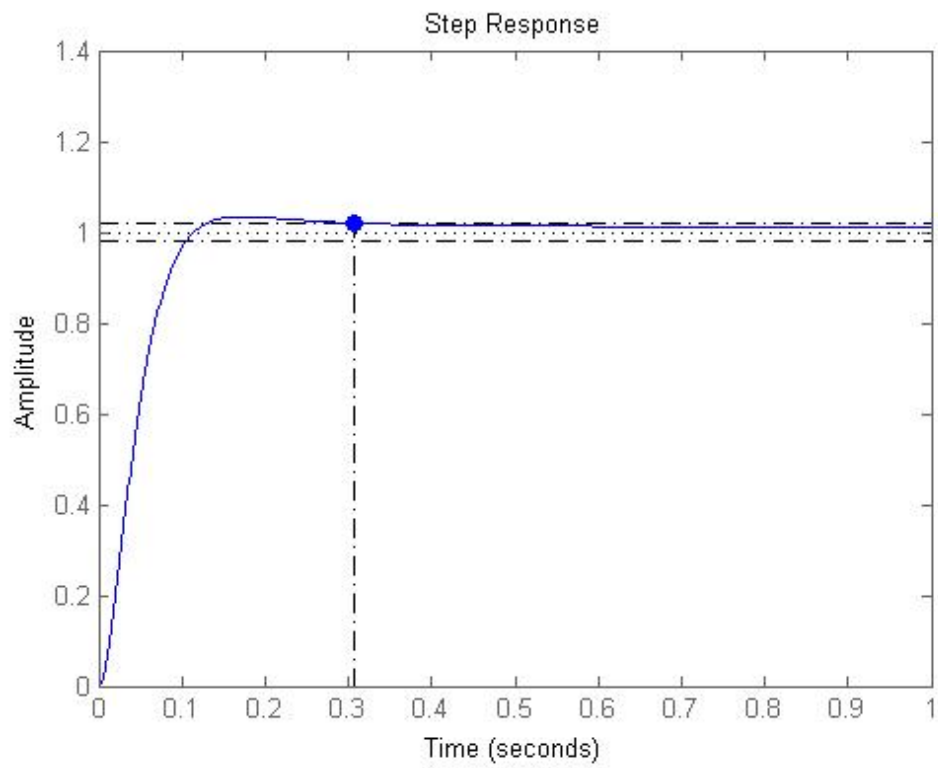
SettlingTime: 0.5922sec

Overshoot: 0%

Gm33 = Inf

Pm33 = -180

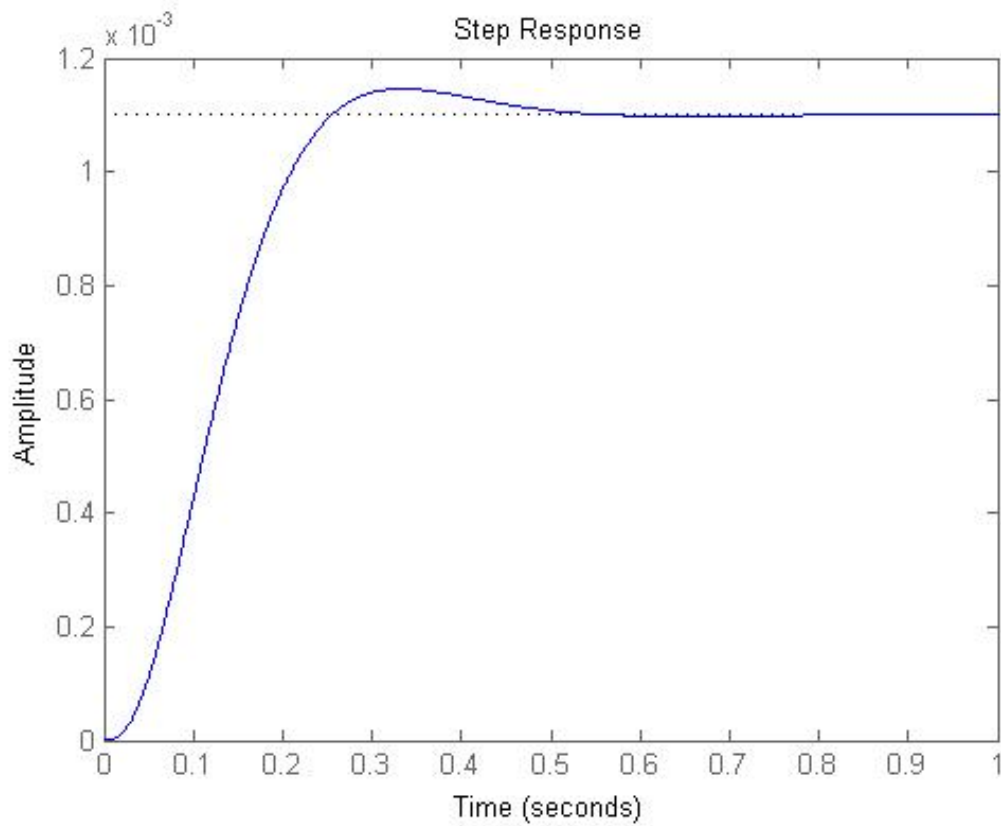
Gm33dB = Inf



SettlingTime: 0.3073sec

Overshoot: 3.4477%

State feedback controller ■



SettlingTime: 0.4387sec

Overshoot: 4.1719%