

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۱۳۰۷

به نام خدا

پروژه کنترل خطی

نام و نام خانوادگی :

حامد باغستانی (۴۰۱۱۶۱۴۳)

پاییز ۱۴۰۳



فهرست مطالب

❖ نمودار خروجی صورت سوال

❖ تخمین تابع تبدیل سیستم

❖ تخمین تابع تبدیل به کمک تابه Sysidentification

❖ تعیین محدوده پایداری به کمک معیار پایداری راث و مکان یابی هندسی

❖ بررسی محدوده پایداری با جبران ساز PD ($C(s) = K(s-z_0)$)

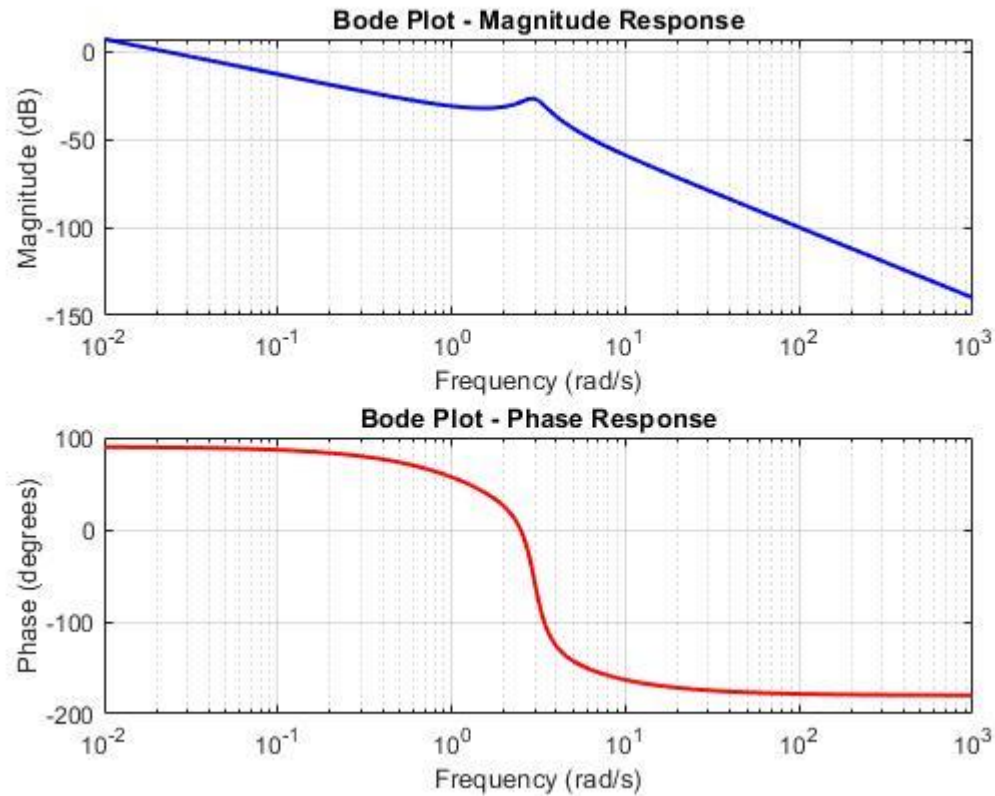
❖ بررسی محدوده پایداری با جبران ساز PI ($C(s) = K \frac{(s-z_0)}{s}$)

❖ طراحی جبران ساز برای سیستم $G(s) = \frac{0,1}{s^2+0,9s+9}$

❖ استفاده از ابزار sysotoool برای طراحی جبران ساز

❖ طراحی به کمک تابع تبدیل حساسیت

نمودار خروجی صورت سوال :



عدم وجود
شیب (TS)
در نمودار
فاز

سیستم تاخیر
ندارد

سیستم
دارای صفر
است اما فاز
کاهشیت

سیستم غیر
کمینه فاز

شروع نمودار
اندازه با شیب
۲۰ dB

وجود عامل
انتگرال گیر ($\frac{1}{s}$)

نوع سیستم :
تایپ ۱

مرتبه سیستم :
درجه چندجمله
ای مخرج

فرکانس تشدید
بیانگر دو قطب
مختلط می باشد

یک عامل
انتگرال گیر و
دو قطب مختلط

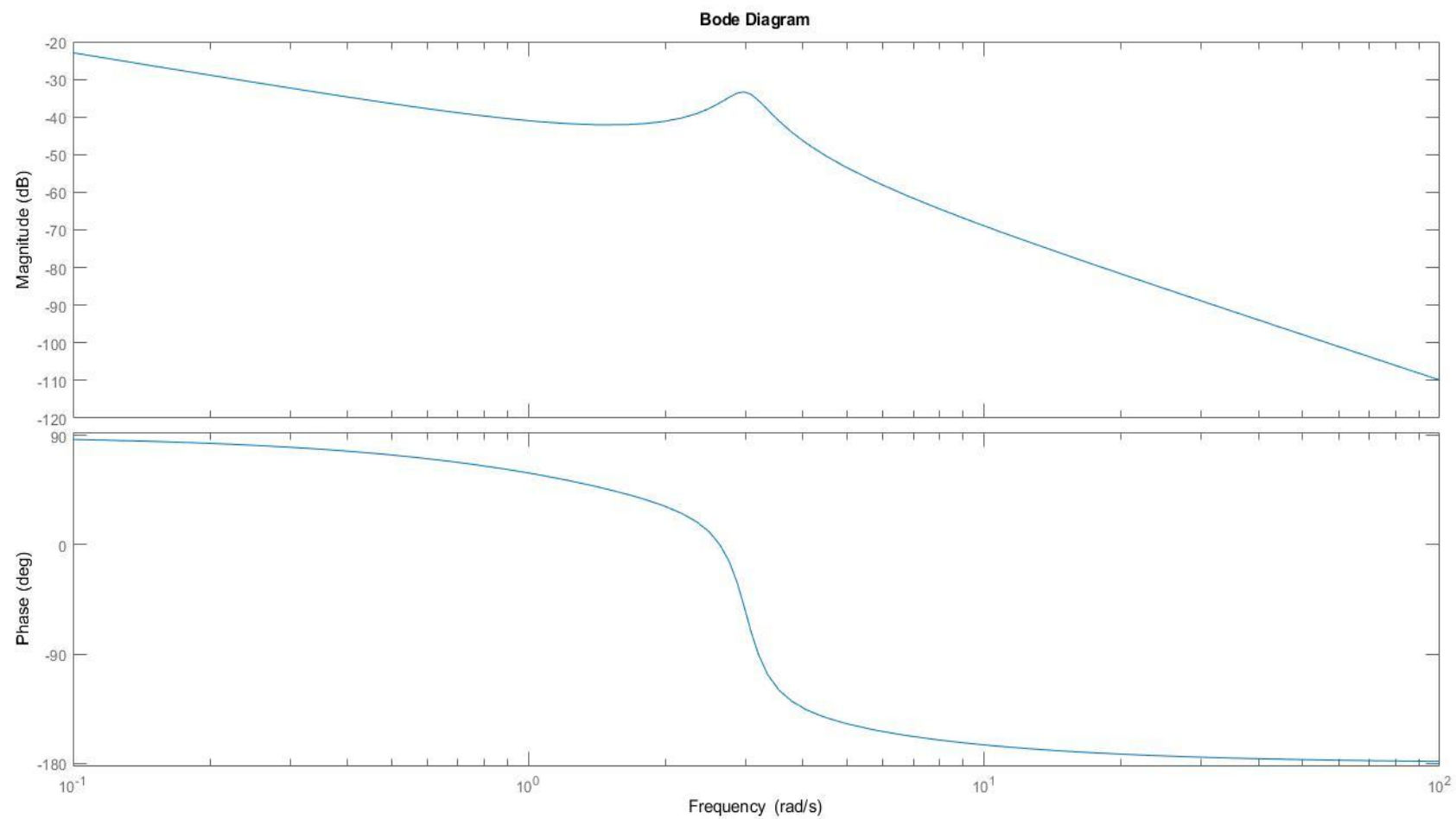
مرتبه سوم

تخمین تابع تبدیل سیستم

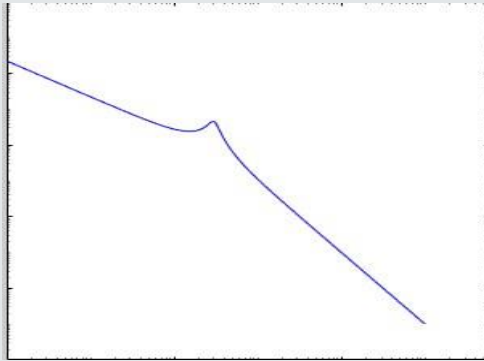
- نمودار بود در ابتدا باشیب ۲۰ دسیبل کاهشی است ($\frac{1}{s}$)
- باتوجه به وجود فراجهدش در مدار پس مقدار ضریب میرایی باید از ۰/۷ کمتر باشد. (فرض : $\zeta = 0/1$)
- نمودار اندازه بود در فرکانس ۲ دارای یک روند افزایشی است
- شیب نمودار در فرکانس ۳ دو برابر شده در حالی که ما فقط یک نقطه شکست داریم (وجود یک سیستم مرتبه ۲ پایدار)
- در فرکانس صفر، نمودار اندازه از صفر آغاز نشده است (وجود عامل K) $\Leftrightarrow 20 \log k = -30 \Rightarrow k \approx 0,032$
- جمع بندی تمام موارد بالا :

$$G(s) = 0.032 * \frac{(s-2)}{s(s^2+2\zeta\omega s+\omega^2)} = \frac{(0.032s-0.064)}{s(s^2+0.6s+9)} = \frac{(0.032s-0.064)}{s^3+0.6s^2+9s}$$

نمودار بود تابع تبدیل سیستم تخمین زده شده :



تخمین تابع تبدیل به کمک تابه Sysidentification

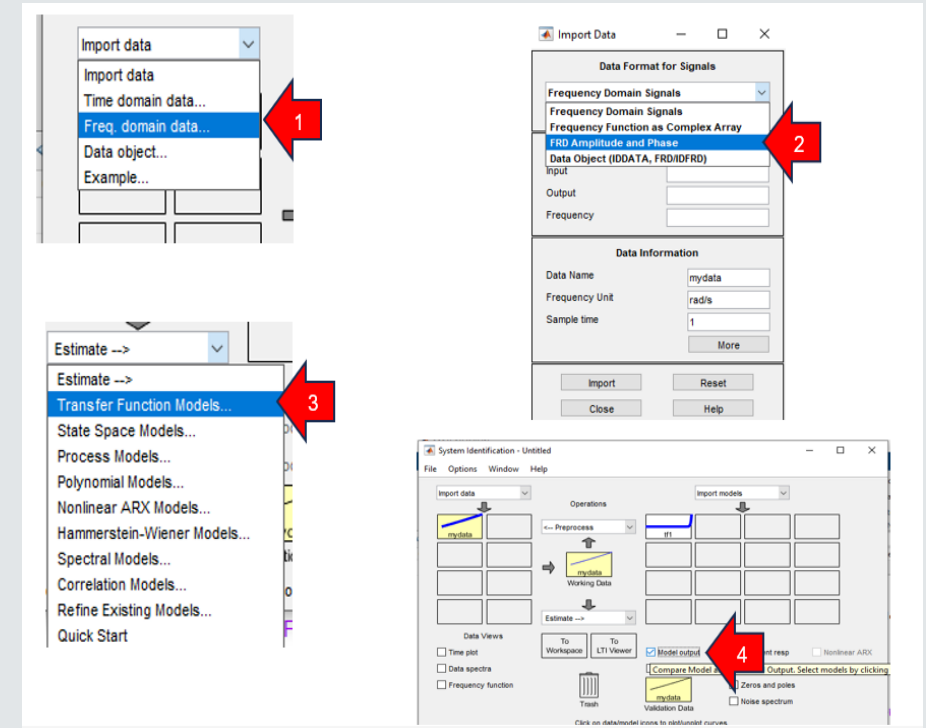


tf1=

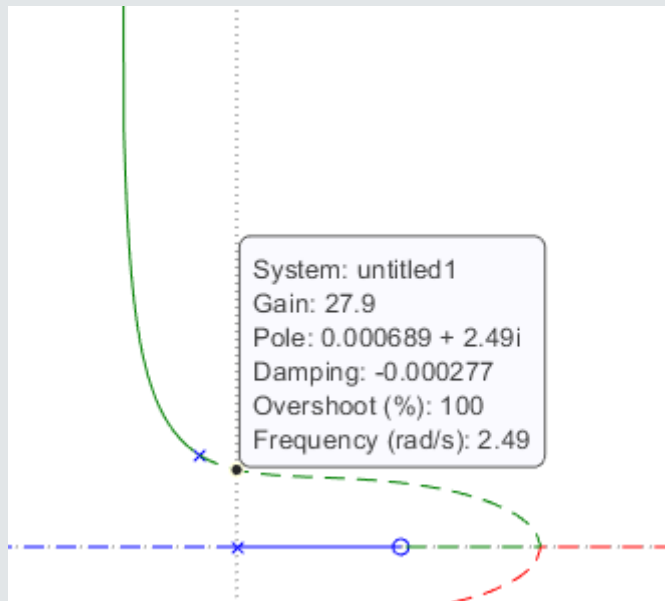
From input "u1" to output "y1:"

$$\frac{1}{s^3 + 0.9s^2 + 9s}$$

$$s^3 + 0.9s^2 + 9s$$



تعیین محدوده پایداری به کمک معیار پایداری راث و مکان یابی هندسی



سوال چهارم

$$G(s) = \frac{-0.1s - 0.12}{s^3 + 0.19s^2 + 9.5}$$

معینم حلقه باز

$$GH(s) = \frac{G(s)}{1 + KG(s)} \rightarrow \Delta = 1 + KG(s) = s^3 + 0.19s^2 + 9.5 + 0.1Ks - 0.12K \Rightarrow$$

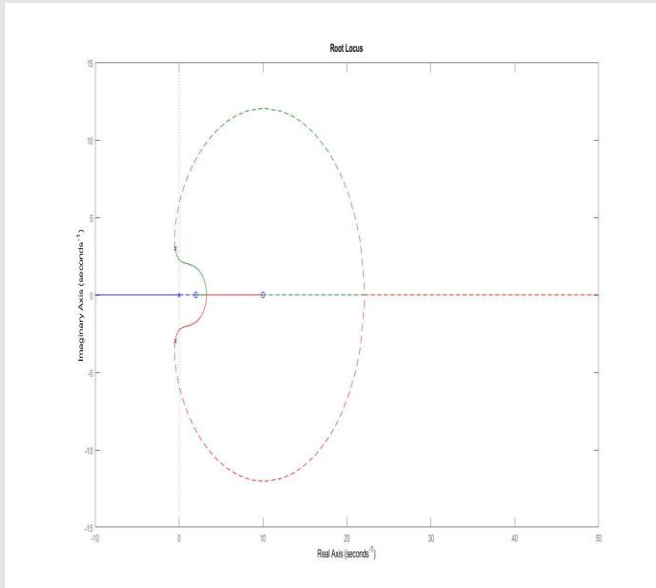
$$\Delta = s^3 + 0.19s^2 + (9 + 0.1K)s - 0.12K$$

s^3	1	$9 + 0.1K$	
s^2	0.19	$-0.12K$	
s^1	$\frac{0.19}{0.19}$	$\frac{-0.12K}{0.19}$	0
s^0	$\frac{9 + 0.124K}{0.19}$	$\frac{-0.12K}{9 + 0.124K}$	0

معیار راث: $\begin{cases} 9 + \frac{0.124}{0.19}K > 0 \Rightarrow \frac{0.124}{0.19}K > -9 \Rightarrow K > -21.125 \\ -0.12K > 0 \Rightarrow K < 0 \end{cases}$

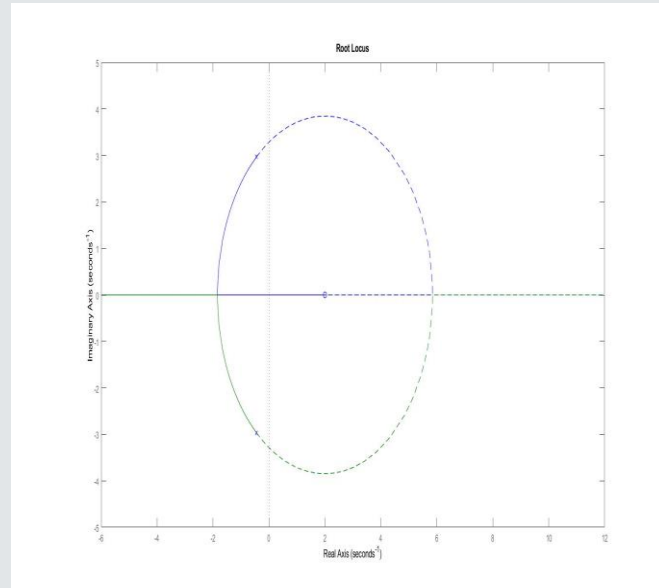
$\Rightarrow -21.125 < K < 0$

بررسی محدوده پایداری با جبرانساز PD ($C(s) = K(s-z_0)$)



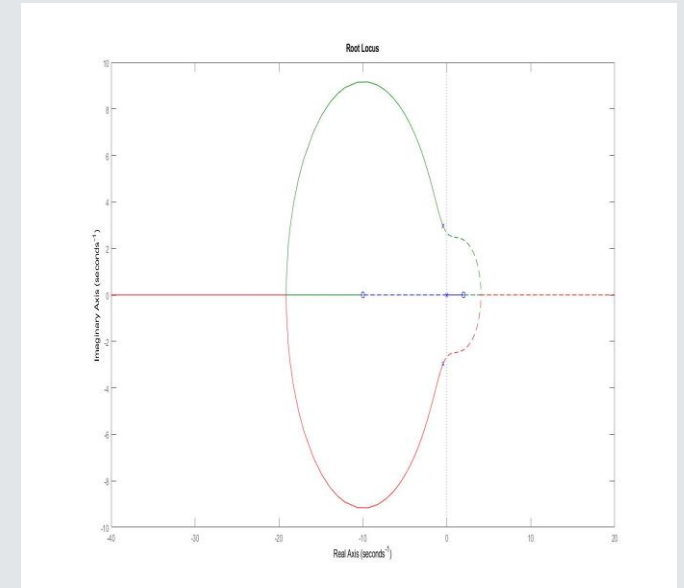
If $z_0 > 0$

پایداری به ازای K مثبت



If $z_0 = 0$

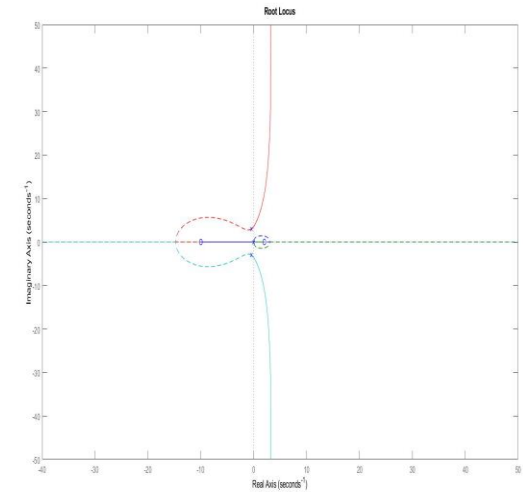
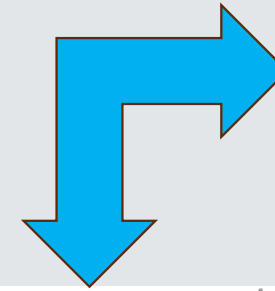
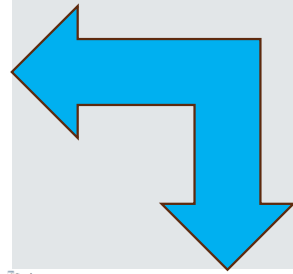
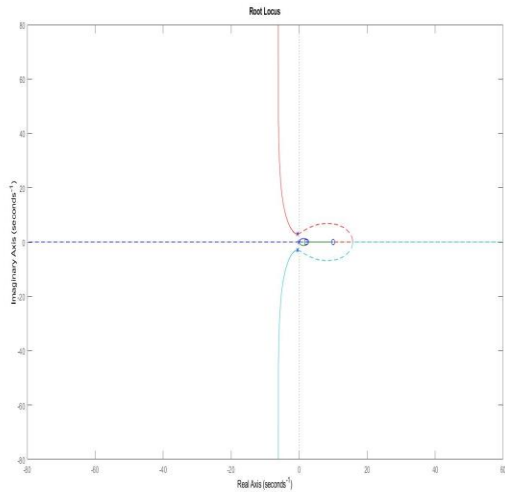
پایداری به ازای K مثبت



If $z_0 < 0$

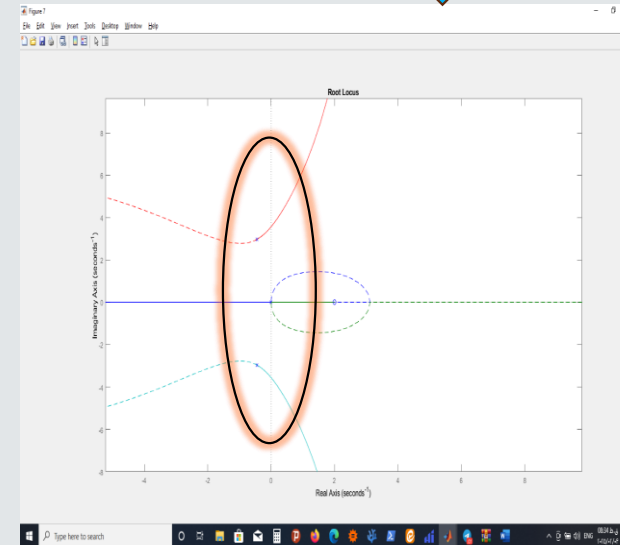
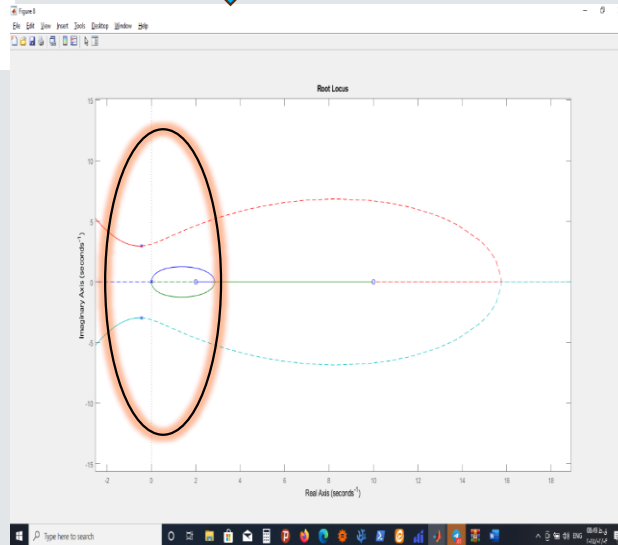
پایداری به ازای K منفی

بررسی محدوده پایداری با جبران ساز PI $(C(s) = K \frac{(s-z_0)}{s})$



If $z_0 > 0$

پایداری به ازای هیچ مقدار K



If $z_0 < 0$

پایداری به ازای K منفی

Wanted :

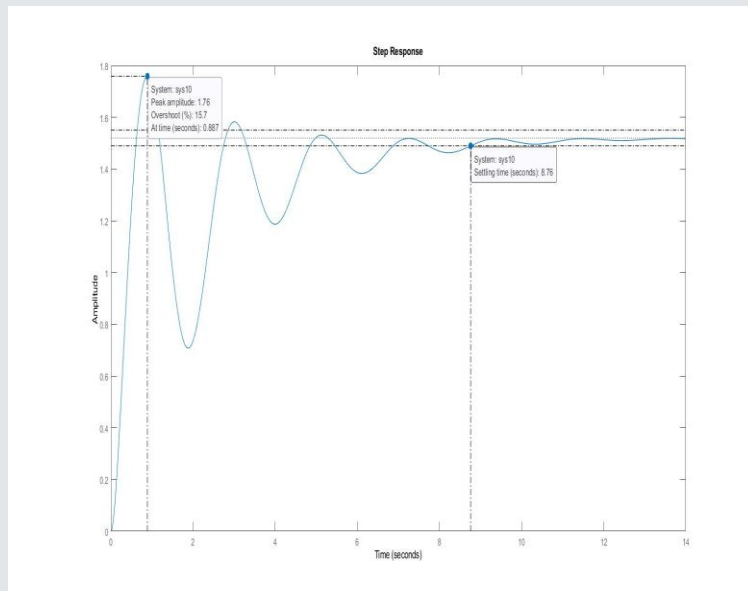
$$ts < 10s$$

$$10 < \%MP < 15 \Rightarrow PM = 56$$

طراحی جبران ساز برای سیستم

$$G(s) = \frac{0,1}{s^2 + 0,9s + 9}$$

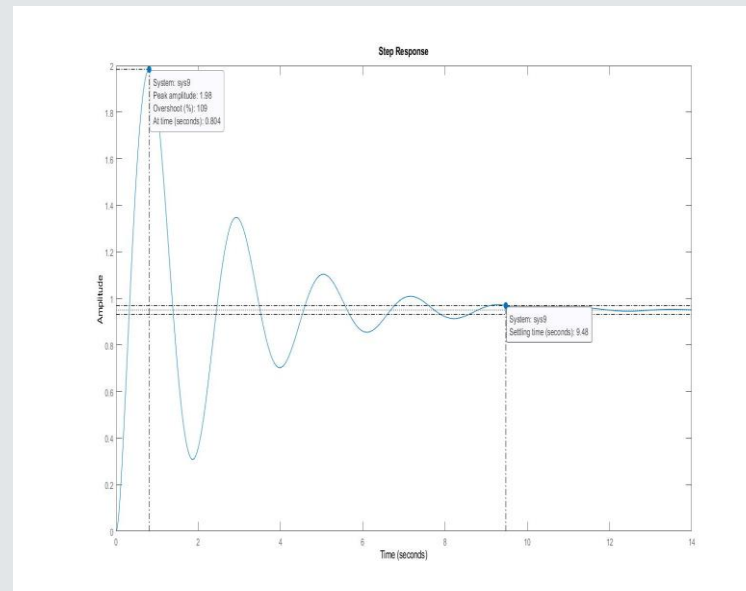
پاسخ پله سیستم $G_3(s)$:



$\%MP = 15 \%$
 $ts = 8.76$

Lead_lag

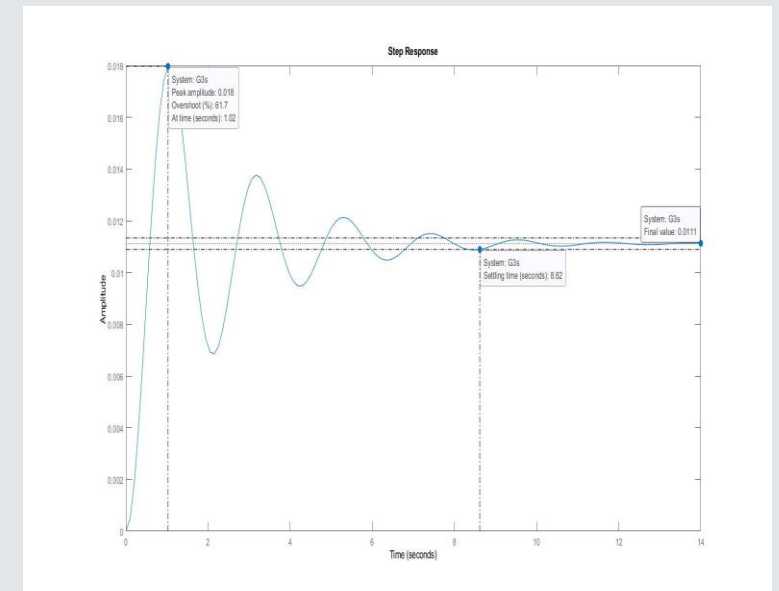
پاسخ پله سیستم $G_2(s)$:



مقدار فراجهش مطلوب نیست
 $\%MP = 109 \%$
 اما مقدار حاشیه فاز بهبود می یابد

lead

پاسخ پله سیستم جبران نشده :



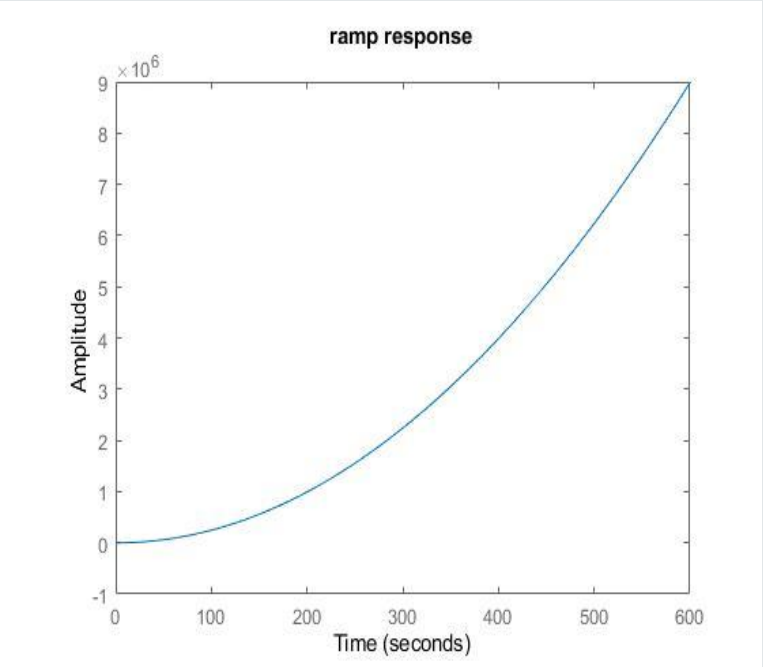
مقدار فراجهش مطلوب نیست
 $\%MP = 61.7 \%$

Wanted :

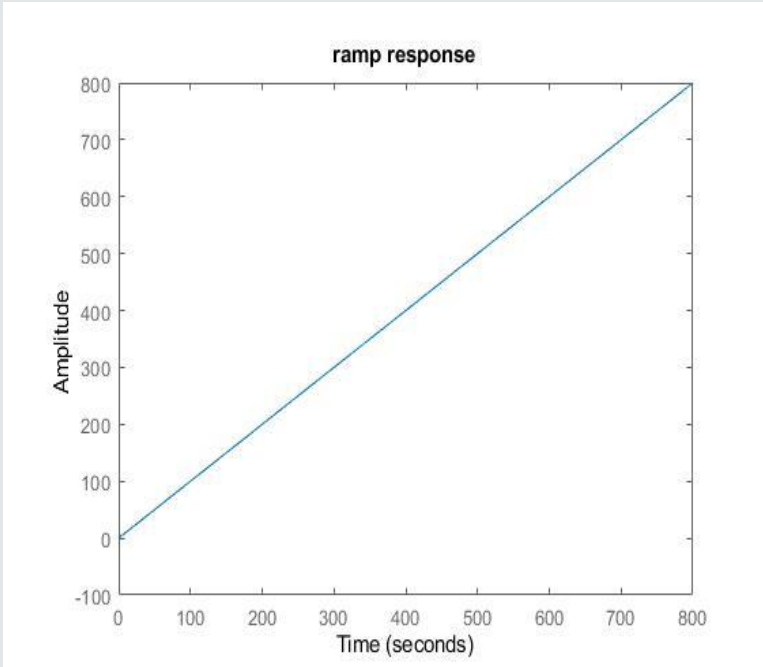
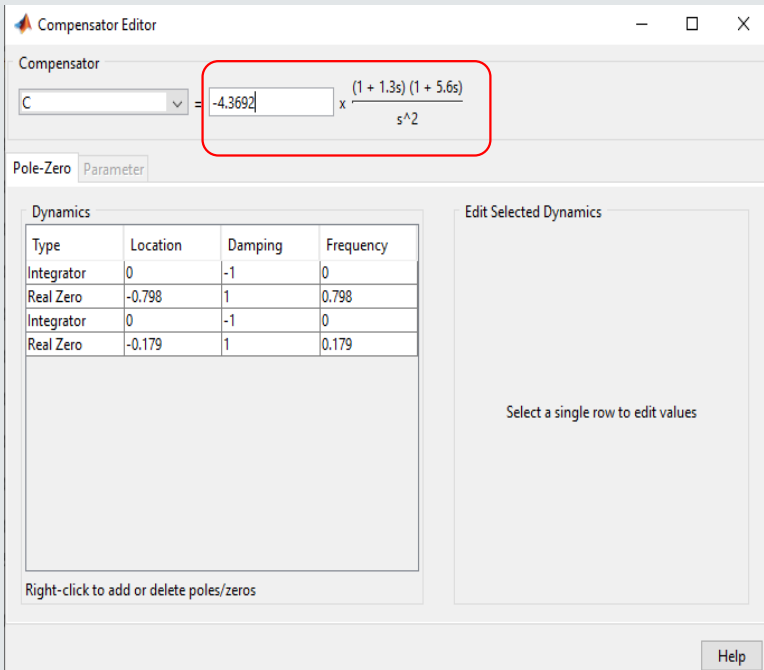
خطای ماندگار به ورودی شیب برابر صفر

استفاده از ابزار sysotool برای طراحی جبران ساز

- If $k = -2250 \Rightarrow$



بهره بزرگ هم سیستم را
ناپایدار می کند و هم صرفه
اقتصادی ندارد



Wanted :

$$t_s < 6s$$
$$\%U_d < 6$$

طراحی به کمک تابع تبدیل حساسیت

$$T_d = \frac{\frac{s}{\tau} + 1}{(s+1)^3} \Rightarrow T_d(2) = 0 \Rightarrow \tau = -2$$

$$S_d = 1 - T_d = \frac{s^3 + 3s^2 + 3.5s}{(s+1)^3}$$

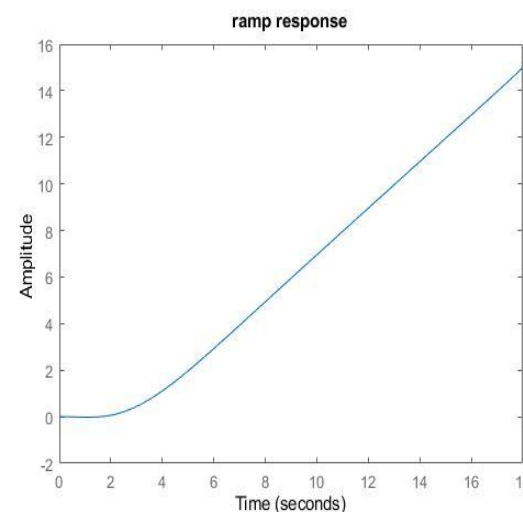
$$C(s) = \frac{T_d}{S_d * P} = \frac{-5s(s^2 + 0.9s + 9)}{s^3 + 3s^2 + 3.5s}$$

- $L = C * G = \frac{-0.5(s-2)}{s(s^2 + 3s + 3.5)}$

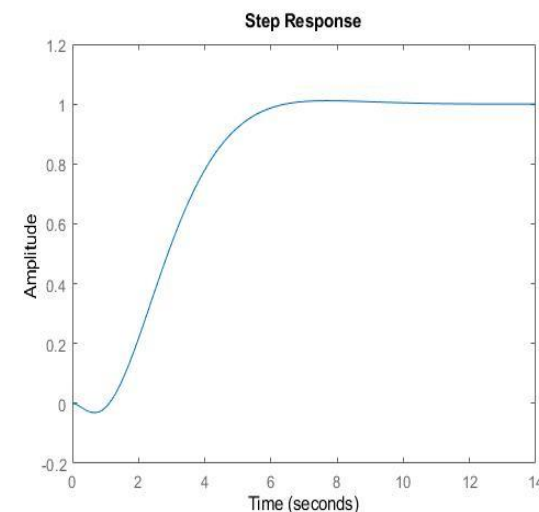
My_gain = 1/15

undershoot is :
3.0931

Settling Time is :
5.8331



ramp response



Step response

THE END