



آزمایشگاه سیستم های کنترل خطی

آزمایش ششم:
طراحی جبران ساز پس فاز

نام و نام خانوادگی:
نازنین شرقی

شماره دانشجویی:
9725933

استاد محترم:
دکتر حسین قلی زاده نرم

تاریخ تحویل گزارش کار:
1400.9.16

- جبران ساز پس فاز

در این جبران ساز برای افزایش phase margin از خاصیت کاهش اندازه استفاده می کنیم که البته این کاهش اندازه، اثر نامطلوب کاهش فاز را نیز در پی دارد که برای حذف این اثر phase margin مطلوب را بین 5 تا 10 درجه بیشتر در نظر می گیریم.

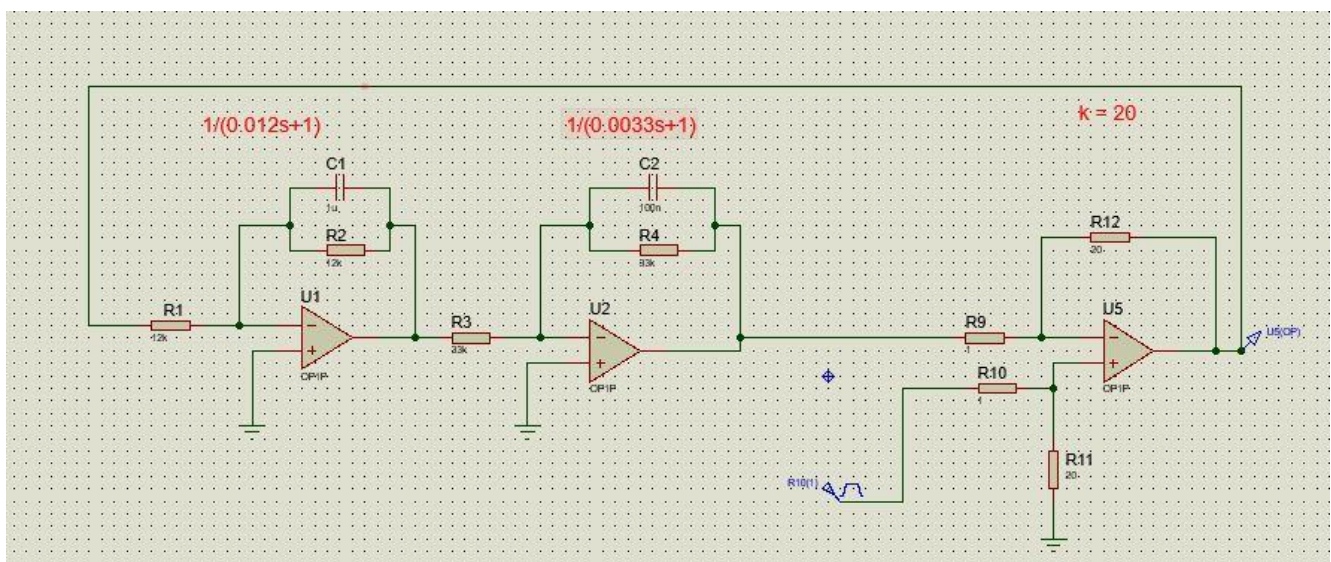
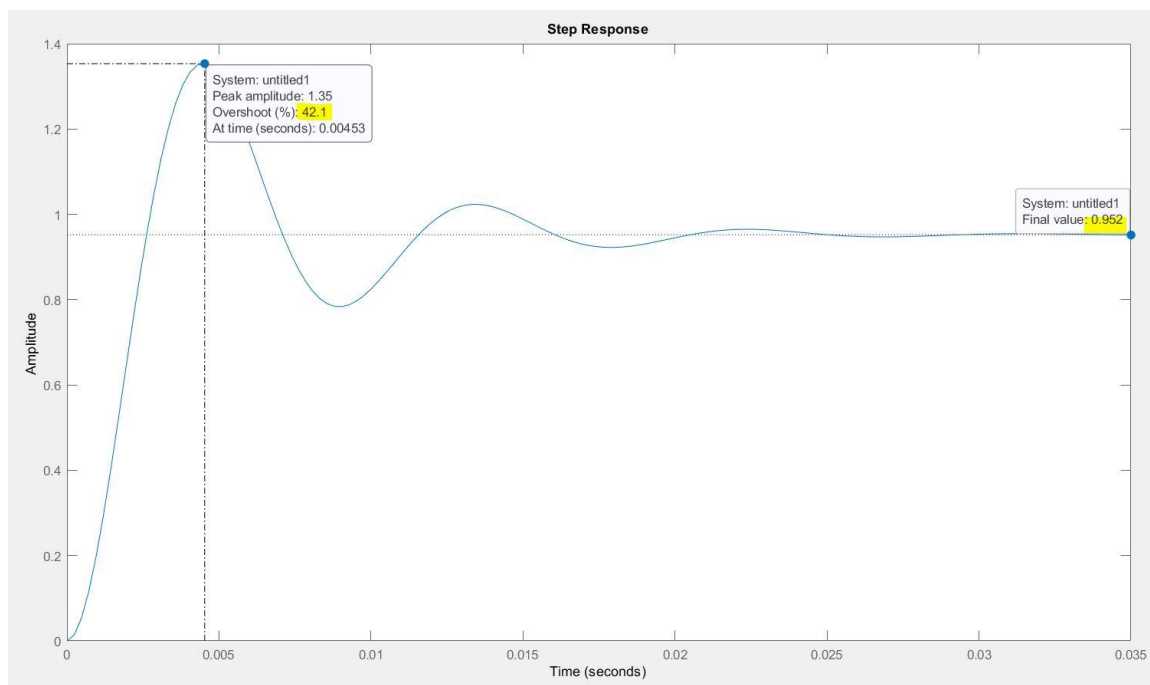
- طراحی جبران ساز پس فاز

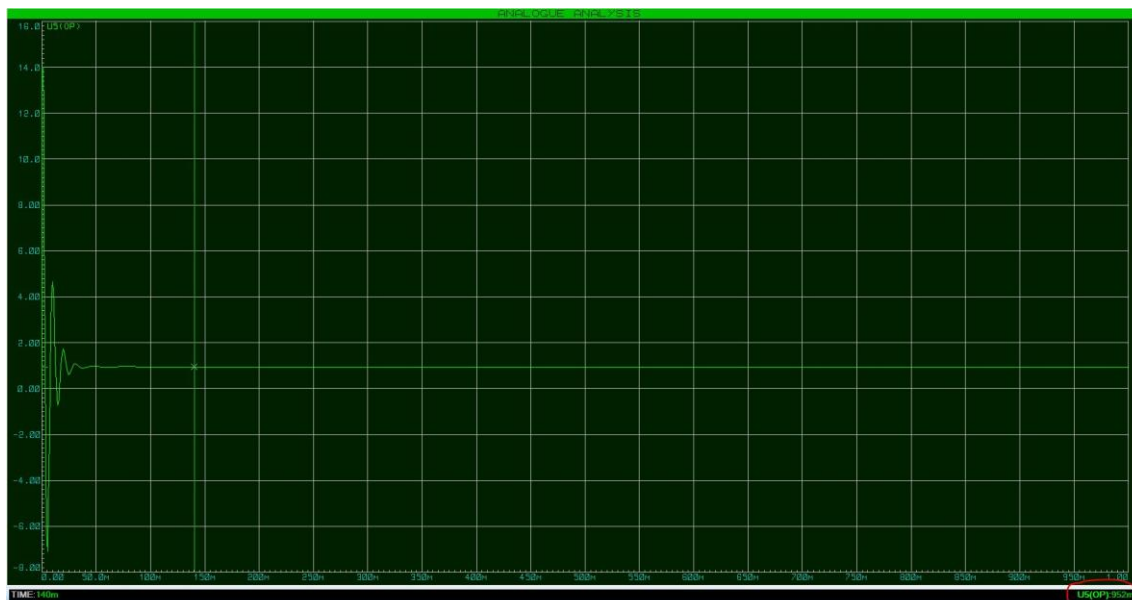
در این بخش برای سیستمی با تابع تبدیل زیر یک جبران ساز پس فاز طراحی می کنیم که دارای خطای حالت ماندگار کمتر از 10٪ و فراجهشی حدود 10٪ باشد.

$$G(s) = \frac{1}{(0.0033s + 1)(0.012s + 1)}$$

1) مقدار بهره k و مقدار زیتا را با توجه به روش گفته شده در آزمایش پنجم بدست می آوریم که به ترتیب برابر 20 و 0.6 است. و به

کمک دستور step خطای حالت ماندگار را بررسی می کنیم که مشاهده می کنیم کمتر از 10٪ شده است.

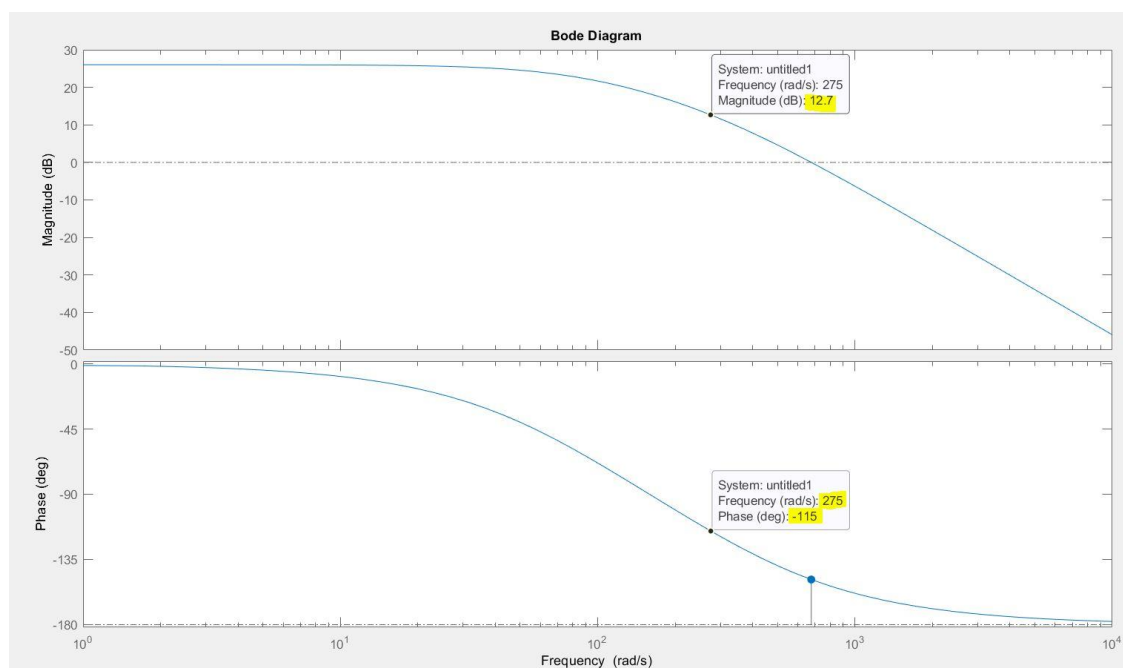


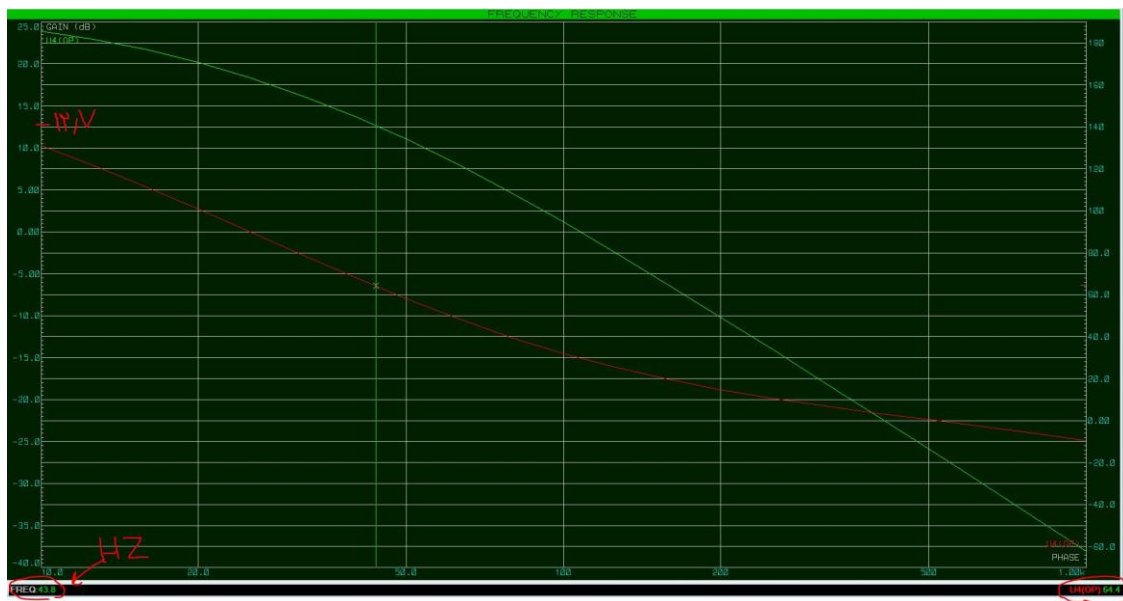
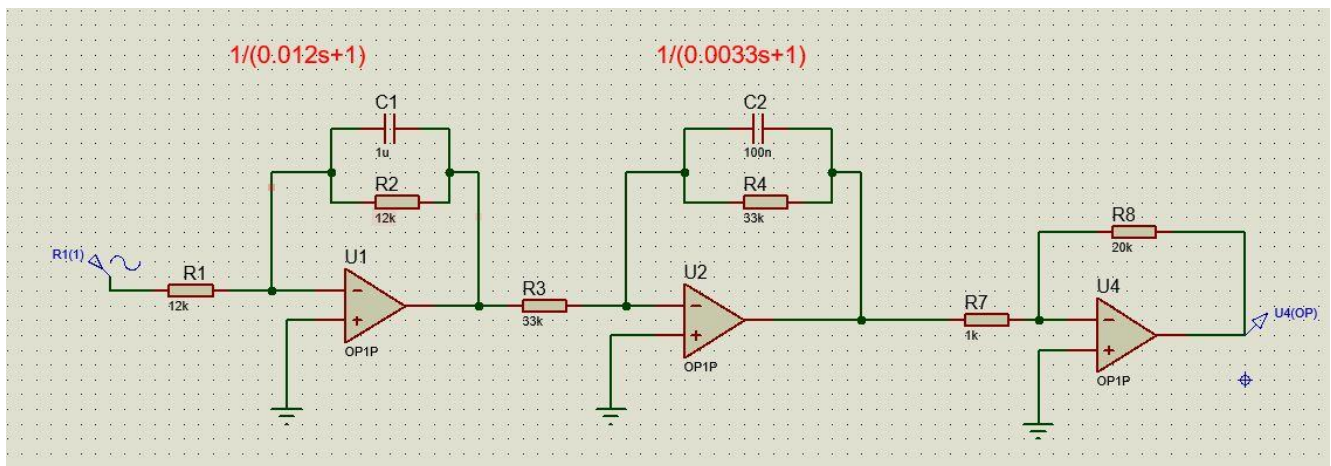


2) نمودار بود 20^*G را رسم کرده و به ازای حاشیه فاز 65 درجه، فرکانس را بدست می آوریم که برابر $275 \text{ rad/s} = 43.78 \text{ Hz}$ خواهد شد. (در این بخش حاشیه فاز مطلوب با توجه به زیتا 0.6 در واقع برابر 60 درجه می شود اما به علت حذف اثر کاهش فاز، آن را 65 درجه در نظر می گیریم).

$$\text{Phase margin} = 180 - 115 = 65$$

3) حال از روی منحنی اندازه نمودار بود، دامنه منحنی به ازای فرکانس 275 rad/s را بدست آورده و آن را D می نامیم.
(حاشیه فاز اولیه در یک فرکانس قطع بهره رخ می دهد اما حاشیه فاز مطلوب ما در یک فرکانس قطع بهره جدید رخ می دهد و می دانیم فرکانس قطع بهره جایی است که خط 0dB منحنی اندازه را قطع می کند پس برای اینکه خط 0dB در فرکانس قطع جدید منحنی را قطع کند، اندازه باید $D = 12.7 \text{ dB}$ کاهش یابد)





حال با توجه به مقدار D بدست آمده، مقدار a را بدست می‌آوریم.

$$a = 10^{-D/20} = 0.232$$

4) اگر بخواهیم کاهش فاز خیلی عقب تر از فرکانس قطع بهره اتفاق بیفتد، 0.1 آن را در نظر می‌گیریم. و چون در $1/aT$ اثر کاهش فاز

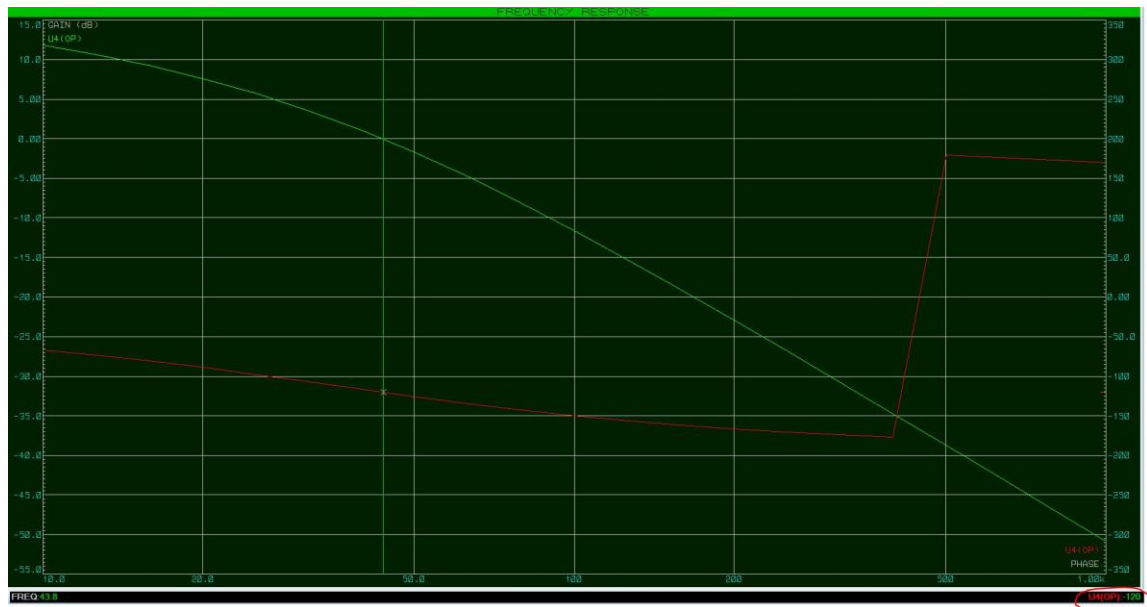
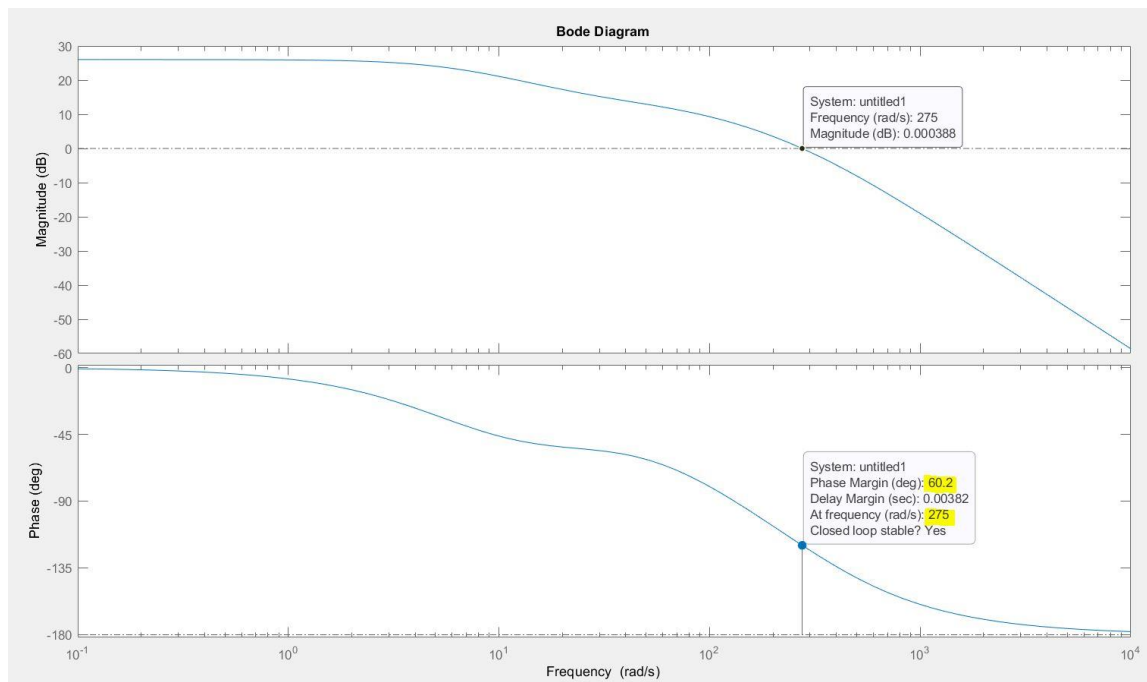
کاملاً از بین رفته است بنابراین این مقدار را برابر 0.1 فرکانس قطع بهره قرار می‌دهیم. باید به این نکته توجه داشته باشیم که مقدار

0.1 یک مقدار ثابت است و برای حذف اثر کاهش فاز نباید این مقدار را بیشتر کنیم زیرا اثرات نامطلوبی در پی دارد.

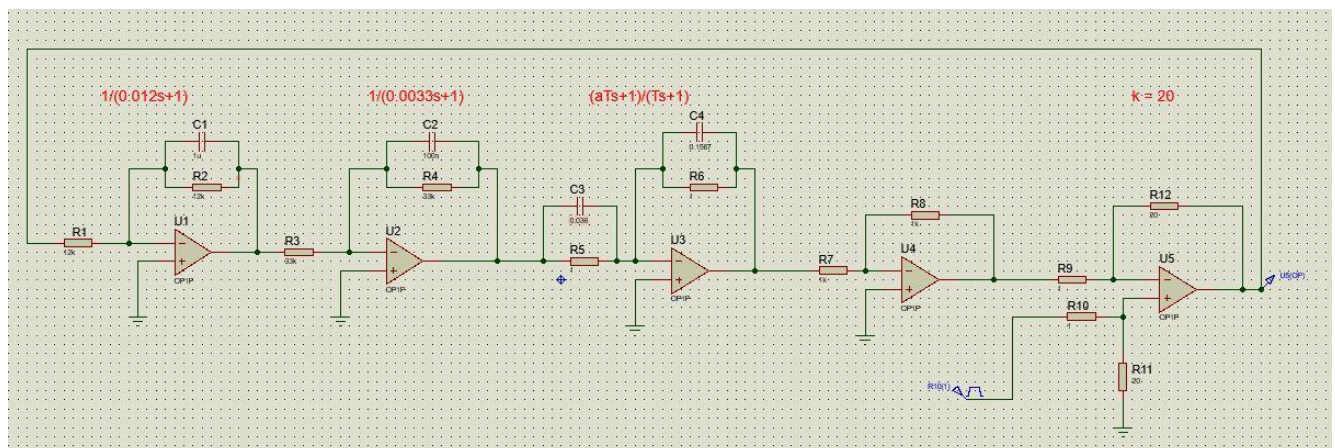
حال با توجه به نکات گفته شده مقدار T را بدست می‌آوریم.

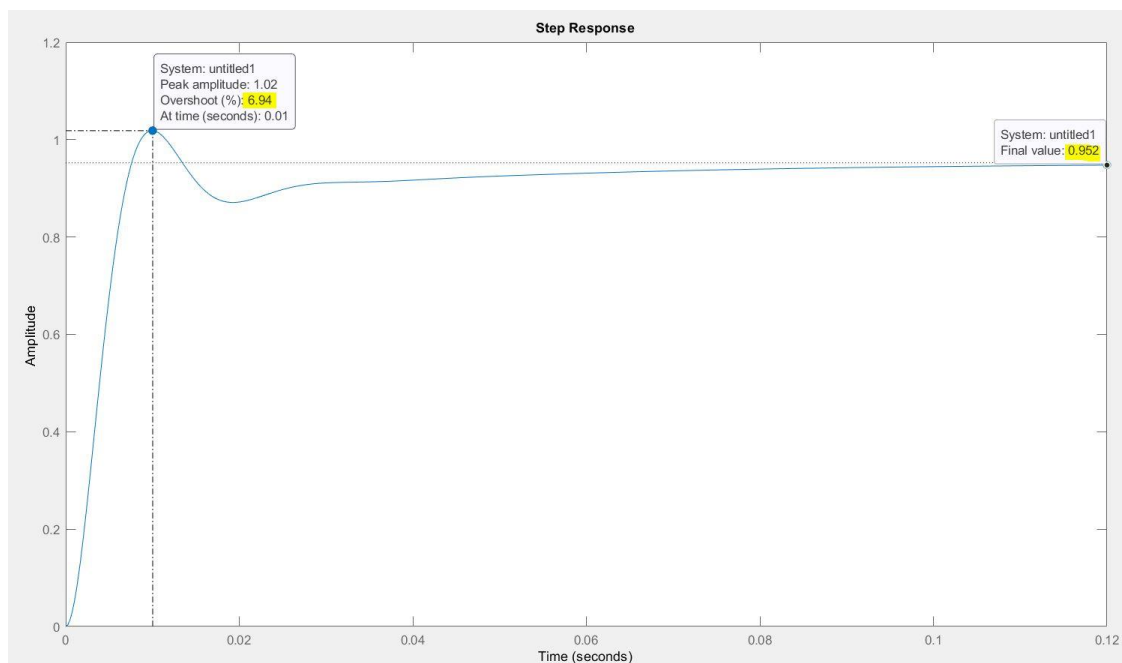
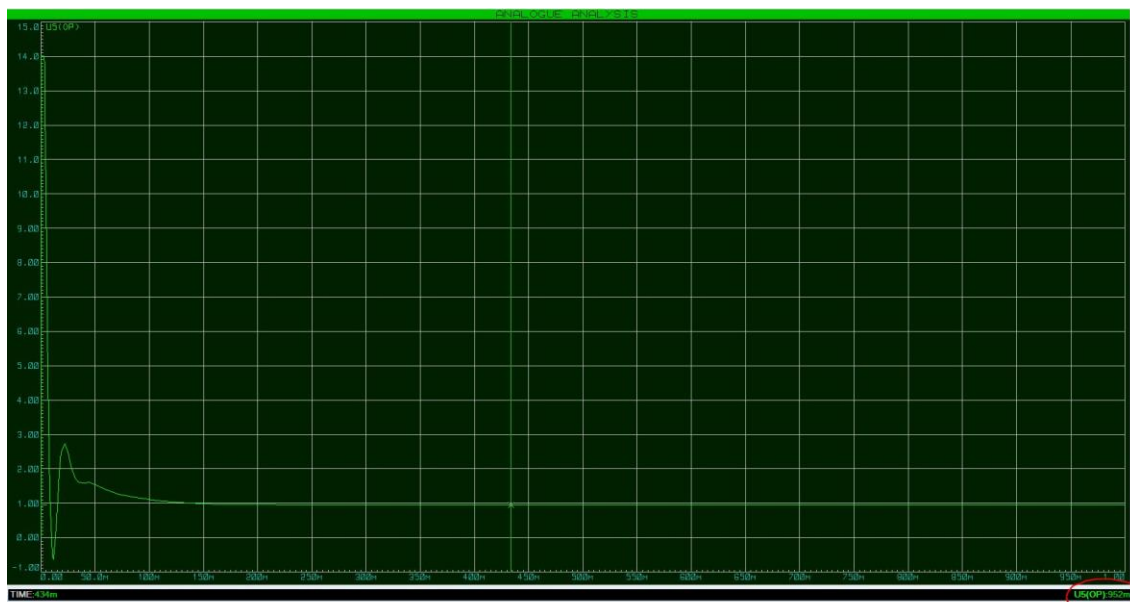
$$T = 10 / (0.232 * 275) = 0.1567$$

5) نمودار بود و پاسخ زمانی سیستم جبران شده را رسم کرده و درستی طراحی را بررسی می‌کنیم.



با توجه به نمودار بود سیستم جبران شده، مشاهده می‌کنیم که طراحی به خوبی انجام شده است و حاشیه فاز برابر 60.2 درجه بدست آمده که مقدار مطلوبی است. حال پاسخ زمانی سیستم را بررسی می‌کنیم.

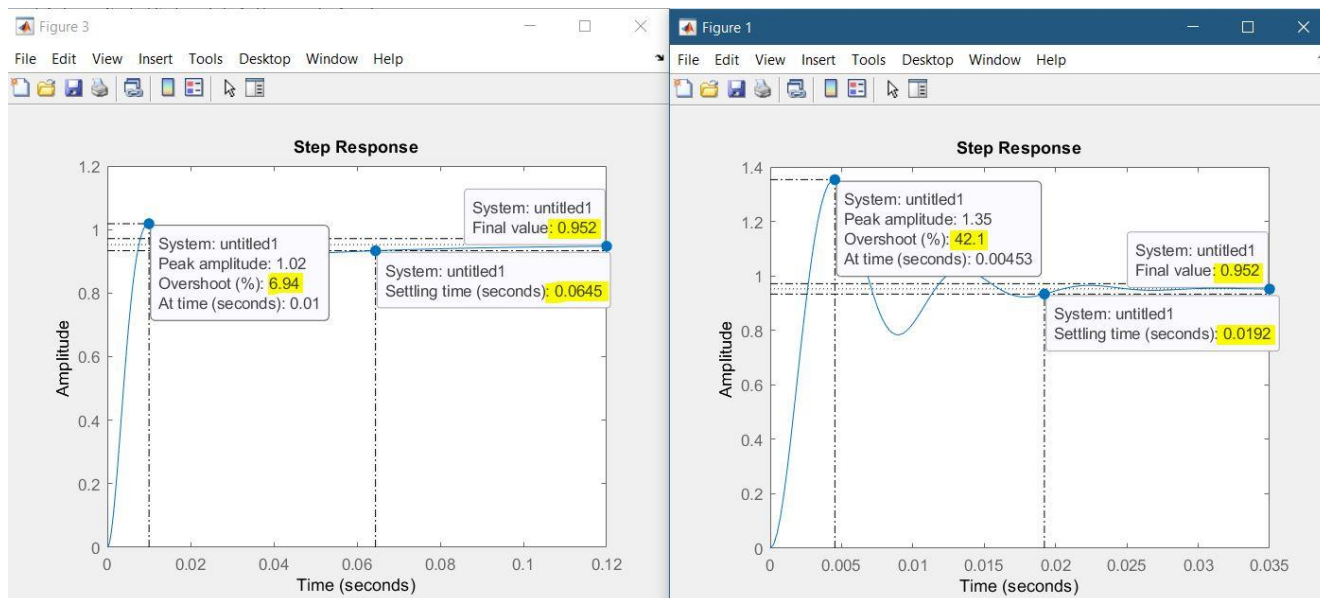




با توجه به پاسخ زمانی نیز مشاهده می‌کنیم جبران‌ساز به درستی طراحی شده است و خطای حالت دائم کمتر از 10٪ و فرایهشی حدود 7٪ داریم.

• بررسی خواص جبران‌ساز پس‌فاز

1. ثابت ماندن خطای حالت ماندگار
2. کاهش سرعت سیستم یا افزایش زمان نشست
3. کاهش فرایهشی
4. کاهش پهنای باند
5. مقاومت در برابر نویز



همانطور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، خواص جبران‌ساز پس‌فاز در جبران‌ساز طراحی شده کاملاً مشخص است.