

به نام خدا



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



## درس کنترل سیستم های خطی

تمرین کامپیوتر سری دوم

تاریخ تحویل: ۹۷/۳/۵

## سوال ۱

در این قسمت ابتدا به شناسایی یک سیستم با استفاده از ورودی و خروجی آن می پردازیم سپس با استفاده از مکان هندسی ریشه تاثیر جبران کننده های مختلف را روی سیستم مورد نظر بررسی میکنیم.

ابتدا برای بدست آوردن ورودی و خروجی از فایل FuncGen که در اختیارتان قرار گرفته است به صورت زیر استفاده کنید:

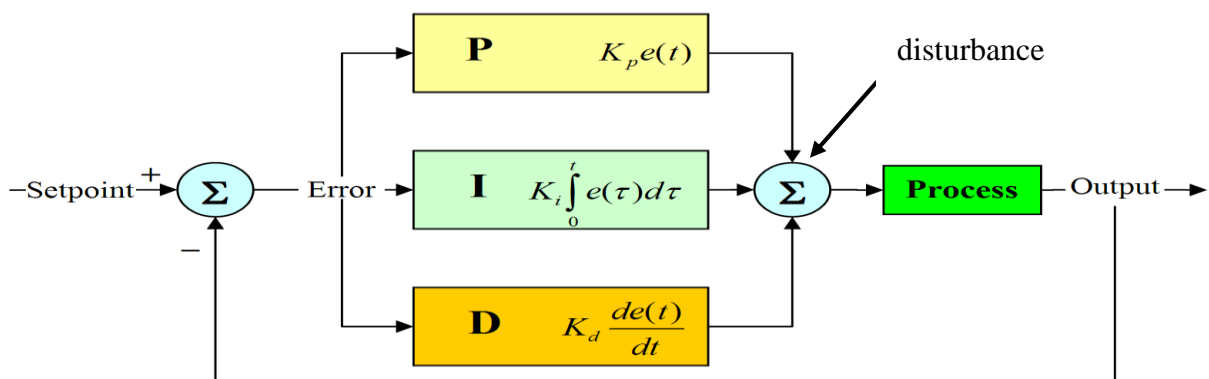
$$[y, t, x] = \text{FuncGen}(\text{---})$$

که باید در جای خالی داخل پرانتز سه رقمه آخر شماره دانشجوییتان را قرار دهید. و دستور بالا سه بردار  $x$  و  $t$  و  $y$  را در اختیارتان قرار می دهد که به ترتیب بردار زمان، بردار ورودی و خروجی متناظر برای یک سیستم مرتبه دو آن میباشد.

**الف)** ابتدا با استفاده از ورودی و خروجی تابع تبدیل سیستم  $(G(s))$  را حدس بزنید (به کمک ضریب میرایی و فرکانس طبیعی)

**ب)** مکان ریشه سیستم مقابل را برای  $K > 0$  و  $K > 0$  رسم کنید.  $G(s)$  سیستم به دست آمده در بند الف میباشد

**فرض: برای ادامه مسئله فرض کنید بلوک دیاگرام Controller به صورت زیر باشد:**



**هدف:** طراحی کنترلر برای اینکه پاسخ پله شرایط زیر را داشته باشد:

$$t_s = 0.5 \text{ و } \text{خطای حالت ماندگار صفر و دفع اغتشاش و } \text{ov} < 0.5 \text{ و } \text{GM} > 100 \text{db}$$

(بررسی اثر بهره): با فرض اینکه  $K_i = 0, K_s = 0$  و همچنان  $Feedback$  به صورت بهره با اندازه ۱ باشد

- I مکان هندسی ریشه ها را در متلب رسم کنید.
- II به صورت تحلیلی بررسی کنید آیا با کنترل کننده ی تناسبی امکان رسیدن به خواسته های بالا وجود دارد.
- III با زیاد کردن و کم کردن مقدار بهره بررسی کنید که به کدام یک از خواسته های بالا می توان دست یافت؟ توجیه کنید چرا؟
- IV دیاگرام بود سیستم را در متلب رسم کنید.
- V با توجه به دیاگرام بود حاشیه بهره و فاز را مشخص کنید.
- VI تاثیر زیاد کردن بهره را بر دیاگرام بود ببینید و با توجه به تغییرات آن و ماکن هندسی ریشه ها تاثیر افزایش بهره را بر پایداری نسبی، فراجش، زمان صعود و زمان نشست و توجیه کنید.

(بررسی اثر انتگرال گیر): با فرض اینکه همچنان  $Feedback$  به صورت بهره با اندازه ۱ باشد و داشته باشیم:

$$K_d = 0, K_p = 0, K_i \neq 0$$

در این قسمت قصد داریم که ببینیم کنترل کننده انتگرال گیر چه خاصیت های دارد و رفتار آن را توجه به تاثیری که روی مکان هندسی ریشه ها و دیاگرام بود میگذارد مورد بررسی قرار دهیم.

- I مکان هندسی ریشه ها را بعد از اضافه کردن انتگرال گیر در متلب رسم کنید.
- II با زیاد کردن و کم کردن مقدار بهره بررسی کنید که به کدام یک از خواسته های بالا می توان دست یافت؟ با حالت قبل مقایسه کنید شرح دهید چه چیزی نسبت به حالت قبل بهبود یافته است و چه چیزی بد تر شده است و دلیل آن را نیز شرح دهید.
- III دیاگرام بود سیستم را بعد از اضافه کردن انتگرال گیر در متلب رسم کنید.
- IV با توجه به دیاگرام بود حاشیه بهره و فاز را مشخص کنید. پایداری نسبی نسبت به حالت قبل چه تغییری کرده است؟ دلیل این تغییر چیست؟
- VII با توجه به مکان تغییرات مکان هندسی ریشه ها و دیاگرام بود تاثیر اضافه کردن انتگرال گیر بر پایداری نسبی، فراجش، زمان صعود و زمان نشست را توجیه کنید.

## بررسی اثر PI با فرض اینکه همچنان Feedback به صورت بهره با اندازه ۱ باشد و داشته باشیم:

$$C = K(1 + \frac{1}{s}) \quad \text{کنترل کننده را مطابق روبرو در نظر بگیرید:}$$

- I مکان هندسی ریشه ها را به ازای مقادیر مختلف K رسم کنید.
- II با زیاد کردن و کم کردن مقدار بهره بررسی کنید که به کدام یک از خواسته های بالا می توان دست یافت؟ با حالت قبل مقایسه کنید شرح دهید چه چیزی نسبت به حالت قبل بهبود یافته است و چه چیزی بدتر شده است و دلیل آن را نیز شرح دهید.
- III دیاگرام بود سیستم را در متلب رسم کنید.
- V با توجه به دیاگرام بود حاشیه بهره و فاز را مشخص کنید. پایداری نسبی نسبت به حالت قبل چه تغییری کرده است؟ دلیل این تغییر چیست؟
- IV تاثیر کنترل کننده PI بر پایداری نسبی، فراجهدش، زمان صعود و زمان نشست را نسبت به حالت انتگرال گیر مقایسه کنید. دلیل تغییرات را با توجه به تغییرات نمودار بود و مکان هندسی شرح دهید.

## بررسی اثر PID با فرض اینکه همچنان Feedback به صورت بهره با اندازه ۱ باشد و داشته باشیم:

در این قسمت نشان می دهیم کنترل کننده ی PID تمام خواسته های ذکر شده را برآورده سازد.

$$C = K \frac{(1+0.15s)(1+0.31s)}{s(1+0.0063s)} \quad \text{کنترل کننده را مطابق روبرو در نظر بگیرید:}$$

- I مکان هندسی ریشه ها را به ازای مقادیر مختلف K رسم کنید.
- II مقدار K را زیاد کرده تا پاسخ پله سیستم شرایط گفته شده را ارضا کند.
- III دیاگرام بود سیستم را در متلب رسم کنید.
- IV با توجه به دیاگرام بود حاشیه بهره و فاز را مشخص کنید. پایداری نسبی نسبت به حالات قبل چه تغییری کرده است؟ دلیل این تغییر چیست؟
- V با توجه به موارد بالا علت اینکه این کنترل کننده توانسته است همه ی شرایط مد نظر را برآورده سازد را توضیح دهید.

