



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مدرس: علی حاکمی صدیق

بنام خدا

کنترل تطبیقی

پروژه‌ی دوم: رگولاتورهای خودتنظیم

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

گروه کنترل

مسلط تحویل: ۸۹/۱/۲۳

با توجه به سیستم دینامیکی ناپایدار خطی تعیین شده، با استفاده از روشهای گسسته سازی و زمان نمونه برداری مناسب، مدل زمان گسسته سیستم خود را بدست آورید و موارد زیر را بررسی و تحلیل کنید. توجه کنید که زمان نمونه برداری چه تاثیری بر محل صفر و قطبهای سیستم شما دارد. برای بررسی بهتر اثر نویز در این پروژه توصیه می شود نویز با واریانس مناسب را یک بار تولید کرده و در مراحل دیگر از آن استفاده کنید. پر واضح است که در صورت نیاز به تغییر واریانس می توانید نویزهای مختلف با واریانسهای متفاوت در ابتدا ایجاد کنید.

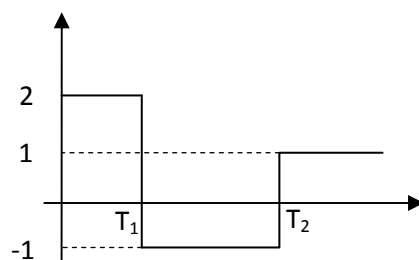
در مورد محل مطلوب قطبهای حلقه بسته دقت کنید که سیستم حلقه باز دارای هر دینامیکی که باشد (هر سرعت پاسخ دهی که داشته باشد)، طراحی حلقه بسته طوری انجام می پذیرد که سرعت سیستم در صورت امکان حداکثر ۴، ۵ برابر گردد. در عمل این امکان پذیر نیست که سرعت یک سیستم بسیار کند را در حالت حلقه بسته بسیار بالا برد. در تعیین قطبهای حلقه بسته به این نکته توجه کنید.

## ۱. جایابی قطب با فیدبک دینامیکی

۱.۱. برای سیستم انتخاب شده ناپایدار، بدون حذف صفر و قطب، جایابی قطب حلقه بسته را در مکانهای مطلوب انجام دهید.

۱.۲. بند ۱.۱ را با حذف صفر و قطب تکرار کنید.

۱.۳. پاسخها را از جهت ردیابی ورودی مرجع با معیار مناسب مقایسه و نتایج را در جدول تحلیل کنید. از پروفایل مرجع شکل ۱ استفاده نمایید. مقادیر  $T_1$  و  $T_2$  را بسته به سرعت سیستم (قطبهای حلقه بسته مطلوب) خود طوری تنظیم نمایید تا پاسخ ماندگار به خوبی دیده شود (بازهها را حدود ۳ برابر زمان نشست پاسخ پله‌ی سیستم حلقه بسته در نظر بگیرید).



شکل ۱: پروفایل ورودی مرجع ۱

## ۲. STR با جابایی قطب

### ۲.۱. STR غیرمستقیم بدون حذف صفر و قطب طراحی کنید و موارد زیر را بررسی کنید:

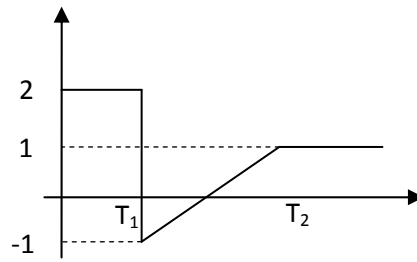
- ۲.۱.۱. ردیابی ورودی مرجع مطابق پروفایل ورودی مرجع شکل ۱.
- ۲.۱.۲. (تغییر مرتبه‌ی مدل). کنترل‌کننده‌ی خود را به سیستم با مرتبه ۱ و بار دیگر با مرتبه ۵ اعمال کنید و نتایج را با معیار مناسب در جدولی مقایسه کنید.
- ۲.۱.۳. عملکرد سیستم حلقه بسته را در حضور نویز سفید و رنگی بررسی کنید. برای مشکل بوجود آمده از راهکار مناسب شناسایی استفاده نمایید.
- ۲.۱.۴. عملکرد سیستم حلقه بسته را با وارد کردن اغتشاش پله بررسی کرده و با استفاده از کنترل انتگرال مشکل بوجود آمده را رفع نمایید. اثر integrator wind-up را به همراه اصلاح عملکرد بررسی نمایید.
- ۲.۱.۵. دوباره به سیستم اغتشاش پله وارد نمایید و این بار مرتبه مدل را ۴ در نظر بگیرید و روند طراحی STR غیر مستقیم را تکرار نمایید. آیا اثر اغتشاش برطرف شد؟ چرا؟ حال اغتشاش سینوسی با فرکانس  $\omega/2$  به سیستم وارد نمایید و این بار مرتبه سیستم را ۵ در نظر بگیرید. آیا در این حالت کنترل‌کننده‌ی طراحی شده توانایی حذف اثر اغتشاش را دارد؟ می‌توانید راه‌کاری برای حذف هر نوع اغتشاشی ارائه کنید؟
- ۲.۱.۶. یکی از صفرهای سیستم را به سمت راست انتقال داده و اثر صفر نامینیم فاز را بر رفتار سیستم بررسی نمایید (دقت کنید که در تابع تبدیل جدید حذف صفر و قطب رخ ندهد).

### ۲.۲. STR مستقیم بدون حذف صفر و قطب طراحی کنید و موارد زیر را بررسی کنید:

- ۲.۲.۱. ردیابی ورودی مرجع مطابق پروفایل ورودی مرجع شکل ۱.
- ۲.۲.۲. (تغییر مرتبه‌ی مدل). کنترل‌کننده‌ی خود را به سیستم با مرتبه ۲ و بار دیگر با مرتبه ۴ اعمال کنید و نتایج را با معیار مناسب در جدولی مقایسه کنید.
- ۲.۲.۳. فرض کنید سیستم داده شده به اندازه  $t_s$  دارای تاخیر باشد که در طراحی کنترل‌کننده در نظر گرفته نشده است. حال کنترل‌کننده‌ی بدست آمده از ۲.۲.۱ را به این سیستم اعمال کنید و پاسخ سیستم را تحلیل کنید. در ابتدا  $t_s$  را برابر با ۲ زمان نمونه برداری در نظر بگیرید. در صورتی که کنترل‌کننده به این تاخیر مقاوم بود حداکثر مقدار تاخیر قابل تحمل برای کنترل‌کننده‌ی طراحی شده را بدست آورید.
- ۲.۲.۴. یکی از صفرهای سیستم را به سمت راست انتقال داده و اثر صفر نامینیم فاز را بر رفتار سیستم بررسی نمایید. (دقت کنید که در تابع تبدیل جدید حذف صفر و قطب رخ ندهد).

### ۲.۳. STR غیرمستقیم با حذف صفر و قطب طراحی کنید و موارد زیر را بررسی کنید:

- ۲.۳.۱. ردیابی ورودی مرجع مطابق پروفایل ورودی مرجع شکل ۲.
- ۲.۳.۲. بعد از گذشت کافی زمان از مقدار  $T_2$  که پاسخ سیستم به حالت ماندگار رسید، پارامتر مربوط به محل صفر خوش رفتار که قرار است حذف شود را به آرامی به میزان ۳۰٪ در مدت زمان  $\frac{T_1}{2}$  تغییر داده و با در نظر گرفتن فاکتور فراموشی مناسب پاسخ سیستم حلقه بسته را بررسی نمایید.



شکل ۲. پروفایل ورودی مرجع ۲

۲.۴. STR مستقیم با حذف صفر و قطب طراحی کنید و موارد زیر را بررسی کنید:

۲.۴.۱. ردیابی ورودی مرجع مطابق پروفایل ورودی مرجع شکل ۲.

لطفاً به موارد زیر توجه کنید:

- تمام نتایج را در جدول‌هایی منظم مقایسه کنید و ترجیحاً از رسم اشکال اضافی خودداری کنید.
- تمامی شکل‌ها با تحلیل کافی آورده شود. تحلیل شما از نتایجی که در سیستم خود مشاهده کرده‌اید مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
- با توجه به این که پروژه‌های این درس باید ارائه گردد، حتماً برنامه‌های مورد نیاز را خودتان بنویسید. استفاده از برنامه‌های موجود از سال‌های قبل امکان‌پذیر نمی‌باشد.
- هیچ یک از پروژه‌های این درس به صورت گروهی نبوده، لذا به هر برنامه و گزارش مشابهی نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- به علت حجم زیاد هر یک از پروژه‌ها، حتماً به موعد تحویل آن دقت نمایید، به پروژه‌هایی که بعد از موعد تحویل فرستاده شوند نمره‌ی بسیار پایینی تعلق خواهد گرفت.
- فایل **PDF و WORD** گزارش خود را به همراه **m-file** هایتان، در پوشه‌ای به نام خودتان قرار داده و فرم **Zip** شده‌ی آن را به هر دو آدرس الکترونیکی موجود در سایت درس ارسال نمایید.

با آرزوی موفقیت در سال جدید