



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مدرس: علی حاکمی صدیق

بسم خدا

کنترل تطبیقی

پروژه‌ی پنجم: کنترل کننده‌های مدل-مرجح تطبیقی

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

گروه کنترل

مهمت تحویل: تا امتحان درس کنترل تطبیقی

- هدف از این پروژه بررسی روشهای گرادیان (Gradient) و تئوری لیاپانوف (Lyapunov) در تطبیق بهره می‌باشد. سیستم مورد نظر برای کنترل می‌تواند سیستم تنظیم سطح مایع درون تانک و یا هر سیستم کنترلی دیگری باشد. سیستم کنترل سطح مایع تانک از مقاله زیر انتخاب شده است:

Tamra Nestorovic, **Digital Adaptive Control System Design for a particular Class of Hydraulic Systems**, *Mechanics, Automatic Control and Robotics* Vol.2, No 10, 2000 pp.1423 – 1432

که می‌توانید آن را از Homework درس بردارید. در غیر اینصورت، سیستم انتخابی دیگری را از مقالات انتخاب کنید (با ذکر مرجع).

## ۱. مساله

### 1. An integrator

$$G_p(s) = \frac{b}{s}$$

is to be controlled by a zero-order continuous-time controller

$$u(t) = -s_0 y(t) + t_0 u(t)$$

The desired response model is given by

$$G_m(s) = \frac{b_m}{s + a_m}$$

Derive, using the Lyapunov theory, a parameter update law of an MRAS guaranteeing that the error  $e = y - y_m$ , goes to zero.

## ۲. شبیه‌سازی

۱. روش گرادیان را بر روی سیستم پیاده سازی کنید.
۲. بند قبل را با استفاده از روش نرمالیزه کردن انجام دهید.
۳. یک MRAS پایدار بر اساس پایداری لیاپانوف طراحی کنید.

- تاثیر  $\gamma$  و دامنه  $u_c$  را بر پایداری در بندهای ۱-۳ بررسی کنید (نوع  $u_c$  را مربعی و سینوسی انتخاب کنید).

- سیگنال کنترلی، سرعت همگرایی و سیگنال خروجی را در بندهای ۱-۳ بررسی کنید.
- موارد زیر را بررسی کنید.

✓ تغییر پارامترهای سیستم در حین کار

✓ عملکرد سیستم حلقه بسته با وارد کردن اغتشاش ثابت

۴. یک تحقق فضای حالت برای سیستم بنویسید و طراحی کنترل کننده‌ی تطبیقی پایدار بر اساس نظریه لیاپانوف انجام دهید. (مساله تطابق بهره پیشرو در نظر گرفته شود)

- آیا می‌توانید سیستم تطبیقی فیدبک حالت را به صورت فیدبک خروجی تبدیل کنید؟

۵. یک MRAS پایدار بر اساس تئوری Passivity طراحی کنید. (مساله تطابق بهره پیشرو در نظر گرفته شود)

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 این‌که 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 موعدهای 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