

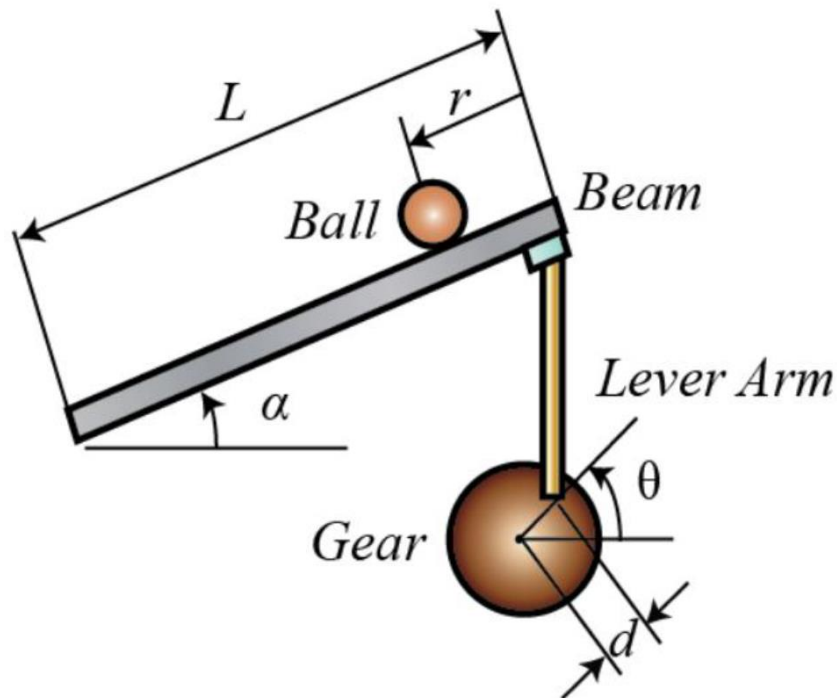
بسمه تعالی

پروژه درس مبانی طراحی کنترل اتوماتیک

موعد تحویل: **جمعه 1401/11/14** از طریق سامانه درس افزار شریف

تعریف مسئله

سیستم Ball and Beam، از معروف ترین و ساده ترین سیستم های کنترل است. این سیستم شامل یک تیر بلند است که قابلیت حرکت توپ داخل آن را دارد. هدف کنترلی در این سیستم، کنترل مکان توپ دقیقاً در وسط تیر است. به این منظور یک سنسور التراسونیک برای تشخیص مکان و سرعت توپ در هر لحظه و یک سروو موتور در وسط یا اطراف تیر برای تولید حرکت دورانی در تیر و کنترل مکان توپ تعبیه شده است.



تابع تبدیل مکان توپ نسبت به زاویه را بصورت زیر می توان بیان کرد.

$$\frac{R}{\theta} = \frac{mg \sin \alpha}{\left(\frac{J}{a^2} + m\right) s^2}, \quad \sin \alpha = \frac{d}{l} \sin \theta$$

نام پارامتر	نماد	مقدار عددی
جرم توپ	m	1.5 kg
شعاع چرخ‌دنده	d	0.05 m
شعاع توپ	a	3 cm
طول تیر	L	1 m
مکان توپ	r	
زاویه تیر	α	
زاویه چرخ‌دنده	θ	

تابع تبدیل فوق با تقریب مرتبه اول و با توجه به کره بودن توپ، بصورت زیر بدست می‌آید.

$$\frac{R}{\theta} = \frac{mgd}{\frac{7}{5} L s^2}$$

می‌خواهیم زاویه‌ی θ را با یک موتور و گیربکس کاهنده با ضریب 5 کنترل کنیم. تابع تبدیل موتور بصورت زیر می‌باشد.

$$\frac{\theta}{V} = \frac{0.0274}{0.003228 s^2 + 0.003508 s}$$

رابطه‌ی ولتاژ با مکان مطلوب بصورت زیر است.

$$R = 2 V$$

خواسته‌ها

- فراجش کمتر از 20 درصد
- زمان نشست کمتر از 8 ثانیه

1. با استفاده از جعبه ابزار *SISO* کنترلی از خانواده‌ی PID طراحی کنید بگونه‌ای که شرایط فوق حاصل گردد. (ممکن است صرفاً با یک کنترلر PID نتوان به خواسته‌های مسئله رسید. در اینصورت می‌توانید یک کنترلر کمکی در مدار قرار دهید (به هر روش دلخواه مانند lead ، IMC و ...) که پایداری سیستم افزایش یابد و سپس کنترلر PID را طراحی کنید. از این کنترلر کمکی برای افزایش پایداری می‌توانید در قسمت‌های بعد نیز در صورت لزوم استفاده کنید.)

2. به کمک ابزار PID-Tuner، متلب، کنترلی از خانواده‌ی PID طراحی کنید بگونه‌ای که شرایط فوق حاصل گردد.

3. با بکارگیری روش‌های تدریس شده (زیگلر نیکولز، آستروم هاگلند و ...) کنترلر PID مناسب را طراحی کنید.
4. با استفاده از ابزار optim pid کنترلی از خانواده‌ی PID طراحی کنید بگونه‌ای که شرایط فوق حاصل گردد.
5. یک کنترلر PID دو درجه آزادی برای رسیدن به خواسته‌های مسئله طراحی کنید و این کنترلر را با کنترلرهای طراحی شده در قسمت‌های قبلی مقایسه نمایید.
6. کدامیک از کنترلرهای طراحی شده در قسمت‌های قبل، نسبت به اغتشاشی با فرکانس 40 هرتز مقاوم است؟ اگر هیچکدام از کنترلرهای قبلی این شرایط را ندارند، کنترلی طراحی کنید که علاوه بر خواسته‌های گفته شده، دامنه‌ی نوسانات نهایی را به کمتر از 3 درصد دامنه‌ی اغتشاش برساند.

توضیحات

1. در هر بخش با استفاده از مدل خطی شده کنترلر را طراحی کنید و آنرا با مدل شبیه‌سازی شده ارزیابی نمایید.
2. در قسمت‌های 3 و 4 اگر خواسته‌های مسئله با سیستم خطی سازی شده برآورده شده باشند، کافی است.
3. همه‌ی کنترلرهای طراحی شده باید علی باشند. (رسته‌ی صورت کمتر از رسته‌ی مخرج باشد).
4. بعد از کنترلر یک حد اشباع با حد 15 قرار دهید.
5. فایل‌های متلب را با ورژن کمتر از 2018 و با فرمت slx ذخیره کنید. (نام فایل مربوط به هر قسمت در گزارش ذکر شود).
6. Max step حلگر مدل را کمتر از 0.1 قرار دهید.
7. گزارش پروژه باید در قالب یک فایل پی دی اف و بصورت تایپ شده باشد. گزارش باید کامل، گویا و شامل توضیحات، نتایج، نمودارها و تحلیل‌های انجام شده باشد.
8. تمامی تصاویر و نمودارهای استفاده شده در گزارش و تمامی فایل‌های متلب استفاده شده باید به فایل پی دی اف ضمیمه شوند.
9. فایل فشرده‌ی پروژه را در زمان مقرر در سامانه درس‌افزار شریف بارگذاری نمایید. (تحويل با تاخیر پذیرفته نیست).
10. برای ارائه‌ی پروژه، هر دو نفر باید حاضر باشند.
11. علاوه بر فایل پی دی اف پروژه، یک فایل پاورپوینت برای ارائه نیز آماده گردد.

موفق و پیروز باشید.