

بسم رب العلمین



پروژه درس کنترل خطی و آزمایشگاه

نیمسال دوم ۹۵-۱۳۹۴

شناسایی، تحلیل و کنترل سیستم سرومکانیزم

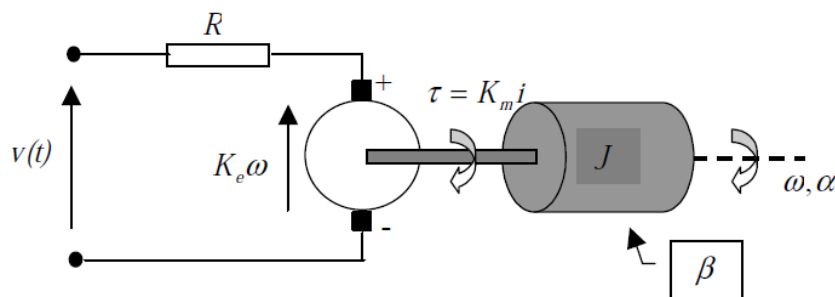
موعد تحویل: ۱۰ خرداد

هدف:

در این پروژه بناست، که در نهایت کنترلی برای سیستم سروو مکانیزم طراحی کنیم. سوالاتی که به صورت متوالی مطرح می-شوند، مراحل هستند که شناخت شما نسبت به سیستم را افزایش داده و منجر به طی کردن مسیری استاندارد برای رسیدن به پاسخ نهایی مطلوب می گردد. از این رو جهت دریافت تمام نمره ی پروژه لازم است (۱) به تمامی خواسته های پروژه به دقت پاسخ داده، (۲) کنترلر مطلوب را طراحی نموده و (۳) به صورت عملی و در آزمایشگاه نشان دهید که کنترلر شما خواسته های مطلوب را ارضا می کند. (۴) توجه کنید که گزارشی که تحویل می دهید از اهمیت به سزایی برخوردار است و باید به گونه ای باشد که روند انجام پروژه، نتایج و تحلیل ها به خوبی و با نمودارها و جداول مناسب ارائه گردد.

شرح پروژه:

سیستم مورد بررسی، شامل یک موتور DC یک بار و تعدادی سنسور بوده و با استفاده از معادله ی الکتریکی حاکم بر موتور و معادله ی مکانیکی حاکم بر بار توصیف می شود.

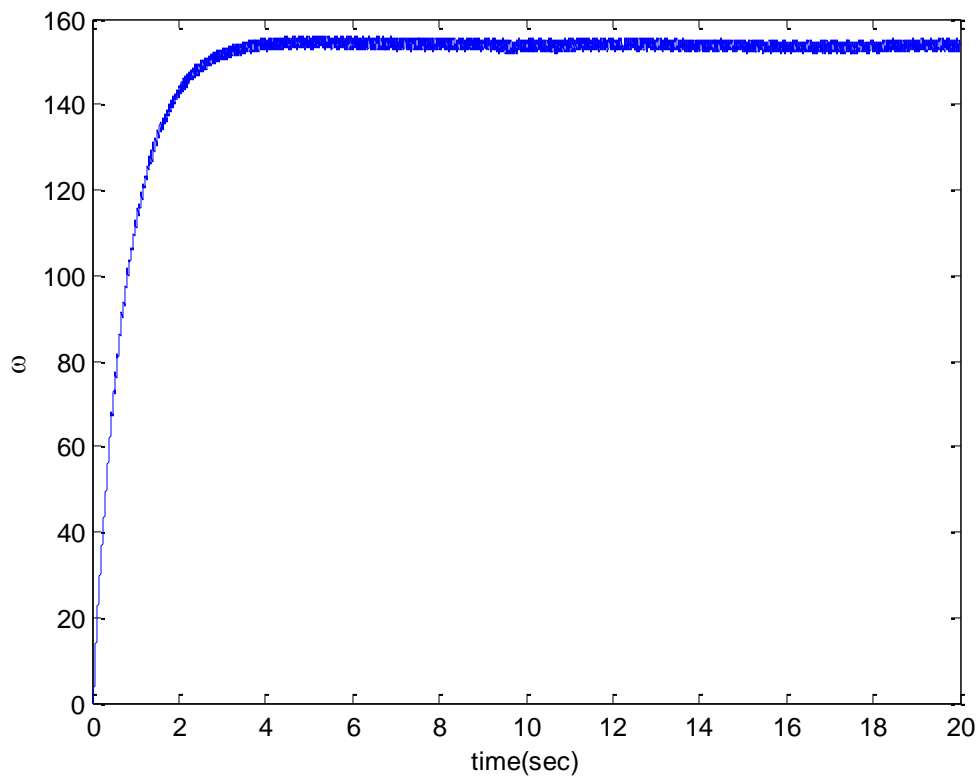
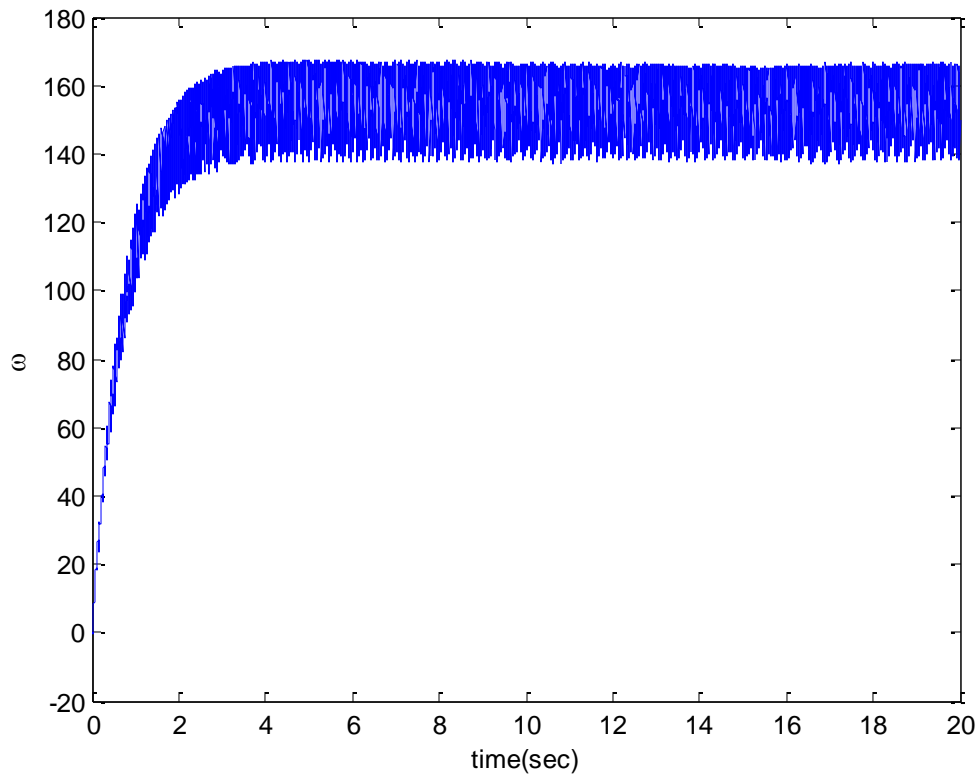


به دلیل وجود المان های غیر خطی مدل دقیق سیستم یک مدل غیر خطی بوده که توسط معادلات فضای حالت و یا تابع تبدیل معمولی قابل توصیف نیست. از این رو جهت استفاده از ابزارهای کنترل خطی برای طراحی کنترلر، لازم است فرض هایی جهت ساده سازی سیستم در نظر بگیریم. که هر یک از این فرض ها موجب اختلاف پاسخ پیشبینی شده نسبت به واقعیت می باشند. این در حالی است که از یک مهندس انتظار می رود مقبولات کنترل را برای سیستم واقعی ارضا کند. در همین راستا لازم است پس از طراحی کنترلر خود و رسیدن به پاسخ مطلوب برای مدل خطی، آن را بر مدل غیر خطی و نیز سیستم واقعی پیاده سازی کرده و صحت کنترلر خود را بررسی نمایید.

مطلوبات پروژه:

(برای قسمت های ۱ الی ۱۳ خروجی را یکبار زاویه شفت موتور و بار دیگر سرعت زاویه ای موتور در نظر بگیرید. برای قسمت های ۱۴ الی ۲۰ خروجی را زاویه شفت موتور در نظر بگیرید).

۱. بلوک دیاگرام حلقه بسته این سیستم را رسم کرده (خروجی را یک بار زاویه شفت موتور و بار دیگر سرعت زاویه ای موتور بگیرید) و جنس (واحد فیزیکی) کمیت ورودی و خروجی هر بلوک را روی خطوط اتصال آن ها به یکدیگر، تعیین کنید.
۲. کمیت های : $control\ variable$ ، $manipulated\ variable$ ، $error$ ، $set\ point$ را روی بلوک دیاگرام مشخص کنید.
۳. نویزها و اغتشاشات ورودی به این سیستم را تعیین کرده و مشخص کنید از کدام قسمت بلوک دیاگرام وارد می شوند.
۴. عواملی را که موجب اختلاف سیستم واقعی از سیستم نظری خطی می شود مشخص کنید.
۵. با مراجعه به $User's\ Manual$ معادلات حاکم بر سیستم را و با توجه به مرتبه ی معادلات دیفرانسیل تعیین کنید مرتبه ی ماتریس A در نمایش فضای حالت حداقل چند است.
۶. آیا این سیستم متغیر با زمان است یا نامتغیر با زمان؟ توضیح دهید.
۷. در دو حالت مختلف (یک بار خروجی زاویه موتور و بار دیگر سرعت زاویه ای است)، متغیرهای حالت را به گونه ای تعریف کنید که دو دسته معادلات فضای حالت به دست آید. توضیح دهید، تفاوت این دو دسته از معادلات، چه تاثیری بر نتیجه ی تحلیل پایداری سیستم دارد؟
۸. تابع تبدیل سیستم حلقه باز از ورودی (ولتاژ نرمالایز شده ورودی به موتور) به سرعت زاویه ای موتور را به صورت پارامتری بنویسید.
۹. با استفاده از داده های پاسخ پله ی سیستم واقعی (فایل $X=6,11, project1993fmizX.mat$ را با دستور $load\ project1993fmizX$ وارد $workspace$ متلب کنید)، پارامترهای تابع تبدیل را محاسبه کنید.



۱۰. تعیین کنید اگر در فرآیند شناسایی در قسمت قبل در محاسبه‌ی بزرگترین ثابت زمانی سیستم دچار ده درصد خطا شده باشیم، در محاسبه‌ی خروجی سیستم با استفاده از مدل، نسبت به واقعیت چند درصد خطا خواهیم داشت.
۱۱. معادله‌ی مشخصه‌ی این سیستم را محاسبه کرده و با استفاده از جدول روث وضعیت ریشه‌های آن را بررسی کنید و تعیین کنید که سیستم پایدار مجانبی است یا خیر.
۱۲. با استفاده از معادله مشخصه، نوع سیستم را تعیین کرده و بگویید پاسخ حلقه بسته در هر شرایطی، به کدامیک از ورودی‌های، پله، شیب و سهمی صفر خواهد بود.
۱۳. با استفاده از Matlab، نمودار bode تابع تبدیل حلقه باز را رسم نموده و پایداری آن را بار دیگر با استفاده از نمودار bode بررسی کنید. در صورت پایداری سیستم، Phase Margin و Gain Margin را تعیین کنید.

طراحی کنترلر:

۱۴. با استفاده از متلب، مکان ریشه‌های سیستم را رسم کنید.
۱۵. کمترین زمان نشست ممکن را برای سیستم حلقه بسته با کنترلر تناسبی محاسبه نمایید.
۱۶. نشان دهید برای کنترل از نوع tracking در حالی که مرجع یک ramp باشد، و آفست خروجی نسبت به مرجع لازم است صفر شود، نیاز به یک انتگرال گیر در مسیر فرورواردها خواهیم داشت.

کنترل مطلوب:

حال با توجه به تمرین ۱۶ و با عنایت به این نکته که خطای مانا به ورودی شیب واحد لازم است صفر باشد جبران ساز PID به گونه‌ای طراحی نمایید که سیستم حلقه بسته با فیدبک منفی دارای مشخصات مطلوب زیر برای هر گروه باشد (در اینجا ورودی پله واحد دارای دامنه $\frac{25 \times \pi}{2}$ می باشد).

Group	O.S.	Rise time (sec.)	Acceptable Tolerance
1	%1.3	2	%10
2	%1.3	1.4	%10
3	%2.3	0.95	%10
4	%1.9	0.7	%10
5	%3.1	0.86	%10
6	%2.5	0.65	%10
7	%2.3	0.6	%10
8	%3.1	0.85	%10

پس از طراحی کنترلر:

۱۷. به صورت تئوری و با استفاده از مدل خطی نشان دهید سیستم حلقه بسته (به همراه کنترلر PID و فیدبک منفی واحد) شرایط مسئله را ارضا می کند.

۱۸. سیگنال کنترل (manipulated variable) را تحلیل کرده و معایب و مزایای آن را بررسی کنید.

۱۹. نمودار بود برای حلقه بسته را رسم نموده، Phase margin و Gain margin را محاسبه کرده و تحلیل کنید.

۲۰. با تعیین ضرایب $K(1)$ به عنوان ضریب جمله ی تناسبی، $K(2)$ به عنوان ضریب جمله ی انتگرالی و $K(3)$ به عنوان ضریب جمله ی مشتقگیر کنترلر خود را بر روی سیستم واقعی پیاده سازی کنید.

*توصیه می شود پیش از ارائه ی اصلی، کنترلر خود را بر روی سیستم واقعی امتحان نموده و در صورت لزوم مشخصات آن را تغییر دهید. اما توجه کنید که تحلیل های تئوری خود را باید به دقت گزارش کرده و تغییرات نهایی را نیز تفسیر نمایید.