



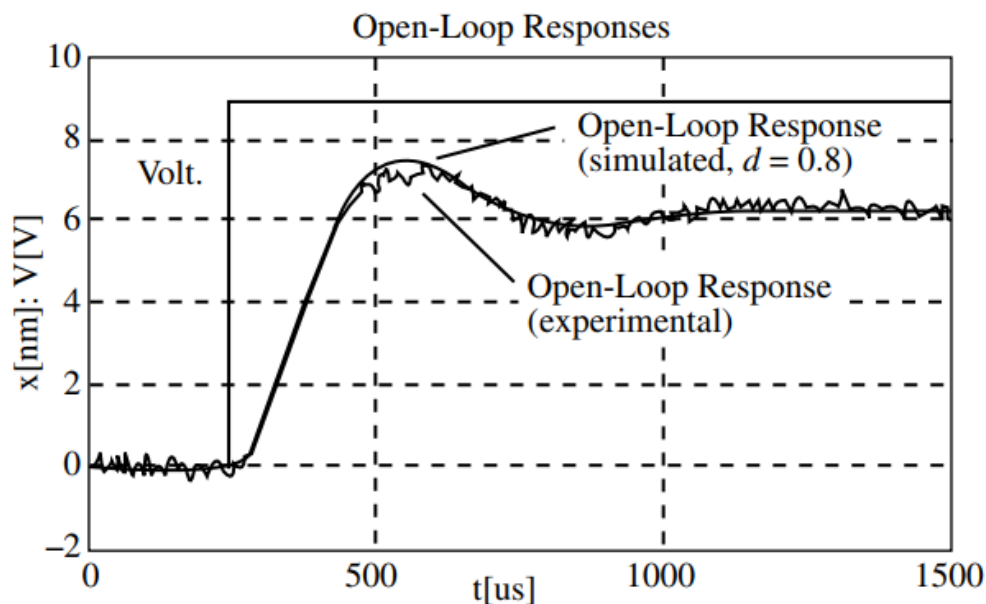
(۱) ثابت کنید در سیستم مرتبه دوم $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ وقتی میرایی سیستم از نوع بحرانی باشد، حساسیت نرمالیزه شده پاسخ ضربه واحد سیستم نسبت به ω_n که با $S_{\omega_n}^C$ نمایش داده می شود پس از گذشت یک ثانیه از اعمال ضربه برابر $2 - \omega_n$ است.

(۲) در یک سیستم با پس خور منفی واحد با تابع تبدیل حلقه باز به صورت زیر،

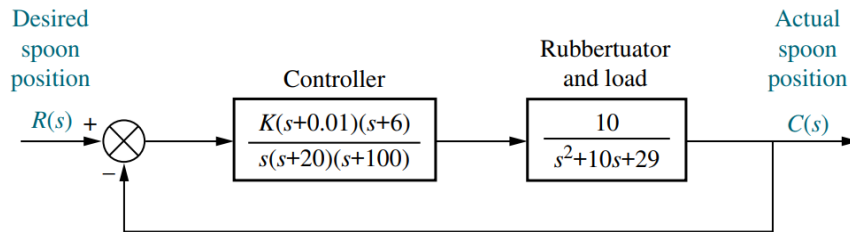
$$G(s) = \frac{k_1}{s^3 + 2s^2 + 2s + k_2}$$

ناحیه ای از صفحه k_2 بر حسب k_1 که هم سیستم حلقه باز و هم سیستم حلقه بسته پایدار هستند را تعیین کنید.

(۳) به منظور شناسایی رفتار یک سیستم، ولتاژ مشخصی به سیستم داده می شود و کمیتی فیزیکی توسط مدلی شبیه سازی می شود. با توجه به نتایج، فرض کنید که مدل شبیه سازی، یک مدل مرتبه ۲ بوده است. تابع تبدیل این مدل را به صورت تخمینی، به دست آورید.



(۴) مدل دیاگرام بلوکی ساده سازی شده از یک ربات را در نظر بگیرید.



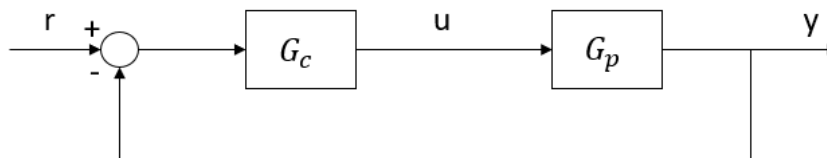
بازه مورد نیاز K برای پایداری سیستم را محاسبه کنید. توجه داشته باشید که در مدل سیستم‌های پیچیده، همواره محاسبه بازه K ، به سادگی قابل انجام نیست. پس مجاز به استفاده از نرم افزارهای پردازش نمادین نظیر متلب برای محاسبات هستید.

بخش امتیازی) می‌توانید برنامه‌ای کلی بنویسید که تابع تبدیل را در آن مشخص کرده و نرم‌افزار بازه K را برای پایداری سیستم به شما خروجی دهد تا دیگر نیاز به انجام محاسبات دستی برای حل سوالات معیار راث-هرویتز نداشته باشید. نرم‌افزار خود را به ازای این سوال راستی آزمایی کنید.

۵) پروژه‌ای به یک دانشجوی کنترل محول شده است. به دلیل پیچیدگی سیستم، معادلات دقیق قابل استخراج نبوده و با استفاده از روش‌های شناسایی سیستم، یک تابع تبدیل تقریبی به صورت زیر بدست آمده است:

$$G_p = \frac{s + 3.2}{(s - 2.2)(s + 5.1)}$$

این دانشجو یک کنترلر به صورت $G_c = \frac{s-2.2}{s+2}$ برای این سیستم طراحی می‌کند. بلوک دیاگرام سیستم حلقه بسته در شکل زیر نمایش داده شده است.



الف) بدون ساده‌سازی صفر و قطب، پایداری سیستم حلقه بسته را بررسی کنید.

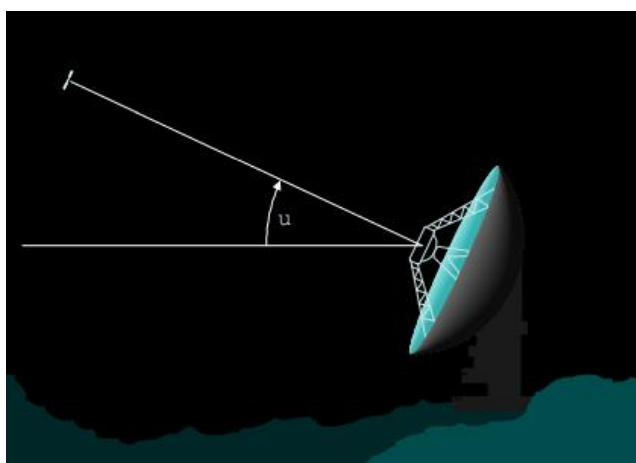
ب) آیا می‌توانیم در مرحله محاسبه معادله مشخصه، صفر کنترلر را با قطب ناپایدار سیستم ساده کنیم؟ با ذکر دلیل توضیح دهید.

۶) فرض کنید می‌خواهید ارتفاع آنتن ردیابی ماهواره ای را که در شکل نشان داده شده است، کنترل کنید. قطعات آنتن دارای یک ممان اینرسی J و یک میرایی B هستند که تا حدودی از یاتاقان و اصطکاک آیرودینامیکی ناشی می‌شود، اما بیشتر از emf عقب موتور محرک DC است. معادلات حرکت عبارتند از:

$$J\ddot{\theta} + B\dot{\theta} = T_c$$

که T_c گشتاور موتور است. فرض کنید:

$$J = 600000 \text{ kg.m}^2, \quad B = 20000 \text{ N.m.sec}$$



الف) فرض کنید که گشتاور به صورت زیر تعریف شده است که ورودی مرجع θ_r را دنبال کند (K ضریب کنترلگر است). تابع تبدیل سیستم را به دست آورید.

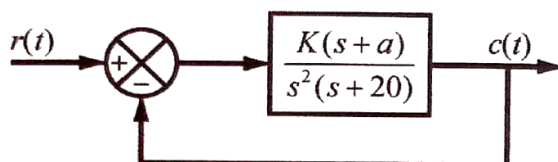
$$T_c = K(\theta_r - \theta)$$

ب) بیشترین مقدار K را محاسبه کنید با شرط اینکه میزان فراجهش (M_p) از ۱۰٪ بیشتر نشود.

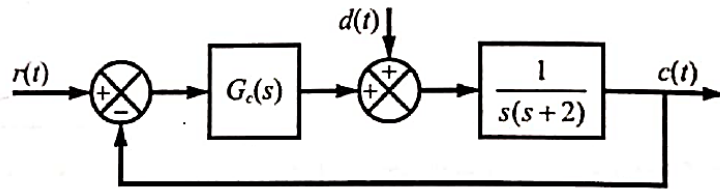
ج) بهره کنترلی K را طوری محاسبه کنید که زمان خیز ($rise\ time$) کمتر از ۸۰ ثانیه شود. (شرط قسمت ب را در نظر بگیرید)

د) (تمرین متلب) به ازای $K = 200, 400, 1000, 2000$ پاسخ پله سیستم را رسم کنید. برای هر کدام از نمودارها میزان فراجهش و زمان خیز را بیابید. آیا نتایجی که در این بخش به دست آوردید، پاسخ قسمت ب و ج را تایید می کنند؟

۷) در سیستم کنترل شکل زیر k و a را چنان انتخاب کنید که درصد فراجهش ۵٪ و زمان استقرار ۰.۴ ثانیه باشد.



سوال امتیازی) در سیستم زیر، تابع تبدیل کنترل کننده $G_c(s)$ را طوری بیابید که خطای ماندگار به اغتشاش $d(t) = \sin(t)$ صفر گردد. به ازای چه نوع ورودی مرجع، خطای ماندگار در این حالت صفر خواهد بود؟



نکات مهم:

- لطفاً در ارسال تکالیف به نکات ذیل توجه فرمائید:
- همه فایل‌های خود اعم از کدهای متلب و حل سوالات را در یک پوشه گردآوری نموده و پس از فشرده‌سازی در سایت بارگزاری فرمائید. نام پوشه باید مطابق با فرمت زیر باشد:

HW#_FirstName_LastName_StudentNumber

- به افرادی که تکالیف خود را بصورت تایپ شده (توسط نرم‌افزار MS Word یا Latex) تحویل دهند ده نمره تشویقی تعلق می‌گیرد. سایر افراد نیز باید از نظم در نگارش و خوانا بودن متن خود اطمینان حاصل فرمایند چراکه ممکن است ما نتوانیم دست‌خط شما را بخوانیم و نمره‌ای به اشتباه از شما کسر گردد.
- همفکری و مشارکت گروهی در حل سوالات بسیار پسندیده است ولی کپی کردن از تکالیف دیگران شایسته شخصیت علمی شما نیست و با آن مسامحه نخواهد شد.
- تاخیر در ارسال تکالیف موجب کسر ۱۰ نمره از شما خواهد شد. هم‌چنین پس از گذشت ۲۴ ساعت از موعد تحویل تکالیف، سامانه بطور خودکار قفل شده و دیگر قادر به بارگزاری نخواهید بود لذا زمان خود را مدیریت فرمایید.

موفق باشید.