



به نام خدا
سیستم‌های کنترل دیجیتال
تمرین سری سوم
۱۴۰۲-۱۴۰۳-۲



تاریخ بارگذاری: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹

تاریخ تحویل: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳

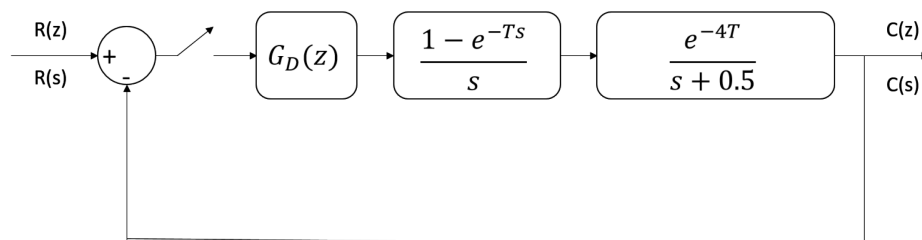
دستیار آموزشی مسئول: سید فرید موسوی (farbodmoosavi@ut.ac.ir)

خواهشمند است جهت تحویل تمرین به نکات زیر توجه داشته باشید:

۱. دانشجویان می‌توانند سوالات خود را پیرامون تمرین، با دستیار آموزشی مسئول از طریق راه‌های ارتباطی در نظر گرفته شده، مطرح کنند.
۲. پاسخ‌های خود را، تا موعد ذکر شده به صورت یک فایل PDF یکپارچه، در سامانه ایلرن بارگذاری نمایید. توجه داشته باشید که فایل ارسالی نیاز به چرخش یا تغییر وضوح نداشته باشد.
۳. در صورتی که در سوالات، شبیه‌سازی از شما خواسته شده بود، صرفاً نتایج را در فایل PDF بیاورید. کد و فایل‌های شبیه‌سازی را به صورت یک فایل zip همراه تمرین ارسال نمایید.

سوال ۱

سیستم کنترلی زیر را در نظر بگیرید که در آن یک تاخیر ۴ ثانیه‌ای وجود دارد. کنترلر دیجیتال تناسبی-انتگرال‌گیر (PI) را به نحوی برای این سیستم طراحی کنید که قطب‌های غالب سیستم حلقه‌بسته بالازدگی 16.3% را داشته و در هر دوره نوسانات سینوسی میراشونده، حداقل ۱۰ نمونه وجود داشته باشد. با توجه به سیستم، مقدار مناسبی را نیز برای دوره نمونه‌برداری T تعیین کنید.



سوال ۲

دو سیستم زیر را در نظر بگیرید و برای هر کدام به موارد زیر پاسخ دهید:

$$G_1(z) = \frac{k}{(z + 0.9)(z - 0.9)}$$

$$G_2(z) = \frac{k(z + 0.9)}{(z - 0.2)(z - 0.8)}$$

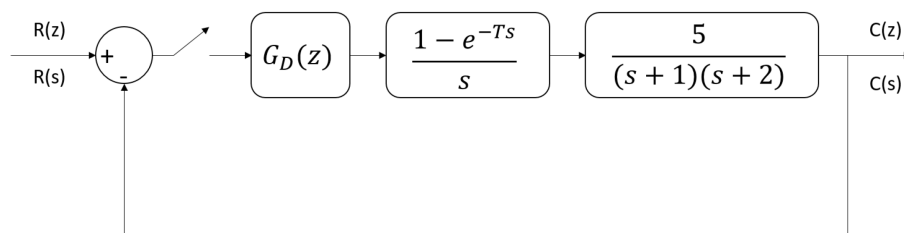
(الف) با رسم مکان هندسی ریشه‌ها در صفحه z ، بهره بحرانی هر یک از سیستم‌ها را بدست آورید.

(ب) با در نظر گرفتن بالازدگی 4.6% برای هر سیستم یک کنترلر تناسبی طراحی کنید و در صورتی که امکان طراحی چنین کنترلی برای هر یک از سیستم‌ها وجود ندارد، علت این اتفاق را بیان کنید و با ذکر دلیل کنترلر مناسبی را پیشنهاد دهید.

(ج) برای ایجاد خطای ده درصدی در حالت ماندگار و با در نظر گرفتن ورودی پله‌ی واحد، برای هر سیستم یک کنترلر تناسبی طراحی کنید. در صورتی که امکان طراحی چنین کنترلی با چنین خصوصیاتی برای هر یک از سیستم‌ها وجود ندارد، علت این اتفاق را توضیح دهید و با ذکر دلیل کنترلر مناسبی را پیشنهاد دهید.

سوال ۳

سیستم کنترلی زیر را در نظر بگیرید. با استفاده از روش طراحی در حوزه فرکانس و با در نظر گرفتن $T = 0.1 \text{ sec}$ ، کنترل کننده دیجیتالی برای سیستم طراحی کنید به نحوی که حاشیه فاز سیستم برابر با 60 deg ، حاشیه بهره حداقل برابر با 12 dB و ثابت خطای سرعت برابر با $5 \frac{1}{\text{sec}}$ گردد.



سوال ۴

سیستم زیر را که شامل نگه دار مرتبه صفر است در نظر بگیرید:



اگر تابع تبدیل فرآیند حلقه باز به صورت زیر باشد، کنترلر مده نوش را برای سیستم بالا به ازای ورودی پله، با در نظر گرفتن $T = 1 \text{ s}$ طراحی نمایید.

$$G(s) = \frac{e^{-2s}}{1 + 10s}$$

سوال ۵

سیستم پیوسته زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{2}{s(s + 0.5)(s + 2)}$$

الف) نمودار بد سیستم پیوسته و همچنین نمودار بد سیستم گسسته شده آن که یک نگه دار مرتبه صفر دارد را به ازای زمان های نمونه برداری $T = 0.1, 1, 4s$ رسم کنید و مقایسه کنید.
ب) نمودار نایکویست سیستم های گسسته مورد الف را رسم کنید و پایداری آن ها را بررسی کنید. نتایج بدست آمده را با روش جوری برای تحلیل پایداری این سیستم ها مقایسه کنید.

سوال ۶

سیستم زیر را با فرض $G(z) = \frac{z+1}{(z-1)^2}$ در نظر بگیرید. با استفاده از روش نایکویست و انتخاب مسیر نایکویست مناسب، پایداری سیستم حلقه بسته را برای تمام مقادیر بهره مورد بررسی قرار دهید. سپس با استفاده از نرم افزار MATLAB و رسم مکان ریشه های سیستم حلقه بسته، نتایج قبلی خود را مورد بررسی قرار دهید.

