



به نام خدا
سیستم‌های کنترل پیشرفته
تمرین سری پنجم
۱۴۰۳-۱۴۰۲



تاریخ بارگذاری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۱

تاریخ تحویل: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

دستیار آموزشی مسئول: شهریار محمدی (shahriyar2580@gmail.com)

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

برای سیستم زیر، فیدبک حالتی طراحی کنید که در ابتدا مقادیر ویژه سیستم حلقه بسته در -2 ، -5 جایابی شوند و سپس ساختارهای ویژه را طوری تغییر دهد که در پاسخ زمانی، اثر مد -2 در پاسخ ظاهر نشود.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -2 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}, x_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

سیستم زیر را در نظر بگیرید.

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 4 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 0 & -10 \end{bmatrix}$$

الف) تابع تبدیل سیستم را بیابید و رویت پذیری و کنترل پذیری سیستم را بررسی کنید آیا سیستم مینیمال است؟ (حل دستی)

ب) به روش دلخواه فیدبک حالتی طراحی کنید که قطبهای حلقه بسته را در دو دسته مقادیر زیر جایابی کند. (حل دستی)

دسته قطب اول: $[-3 \ -4]$

دسته قطب دوم: $[-15 \ -10]$

ج) پاسخ پله و پاسخ حالت سیستم حلقه باز و سیستم حلقه بسته را به کمک فیدبک حالت برای هر دو دسته قطب ترسیم و نتایج را تحلیل کنید. (متلب سیمولینک)

د) یک رویتگر مرتبه کامل طراحی کنید که خطای رویتگر به صفر میل کند. (حل دستی و شبیه سازی در سیمولینک)

ه) یک رویتگر مرتبه کاهش یافته طراحی کنید که خطای رویتگر به صفر میل کند. (حل دستی و شبیه سازی در سیمولینک)

و) بلوک دیاگرام سیستم حلقه بسته با دسته قطب اول و رویتگر مرتبه کاهش یافته را ترسیم کرده و پاسخ پله و پاسخ حالت سیستم را ترسیم کنید (متلب سیمولینک)

یک هلیکوپتر در حال توقف در آسمان را میتوان توسط معادلات زیر توصیف کرد:

$$A = \begin{bmatrix} -0.2 & -1.4 & 9.8 \\ -0.1 & -0.4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 9.8 \\ 6.3 \\ 0 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 1.5 \end{bmatrix}$$

در این سیستم، x_1 سرعت افقی، x_2 نرخ فراز، x_3 زاویه فراز و u زاویه انحراف است.

الف) آیا سیستم کنترل پذیر است؟ پاسخ حالت و خروجی سیستم حلقه باز به ورودی پله و شرایط اولیه صفر را به کمک متلب رسم کنید. (متلب سیمولینک)

ب) به سه روش آکرمین، بس و گیورا و کانونیکال کنترل کننده، فیدبک حالتی طراحی کنید که قطبهای سیستم حلقه بسته را در دسته مقادیر $[-4.5, -1 - 0.7j, -1 + 0.7j]$ جایابی کند. (حل دستی)

ج) پاسخ حالت و خروجی سیستم حلقه بسته به ورودی پله و شرایط اولیه صفر رسم کنید. آیا سیستم ورودی را ردیابی می کند؟ (متلب سیمولینک)

د) یک جبران ساز استاتیکی برای بر طرف کردن مشکل ردیابی طراحی کنید و قسمت ج را دوباره انجام دهید. (متلب سیمولینک و حل دستی)

ه) فرض کنید به هلیکوپتر یک باد مخالف ثابت ولی ناشناخته $d = [-2, -1, 0]^T$ در ثانیه ۲ وارد می گردد. با نظر گرفتن قطب ها مطلوب قسمت ب و قطب $s = 1$ به عنوان قطبهای مطلوب، به وسیله کنترل انتگرال این اغتشاش را کنترل کنید و قسمت ج را دوباره انجام دهید. (متلب سیمولینک و حل دستی)