



به نام خدا  
سیستم‌های کنترل خطی  
تمرین سری اول  
۱۴۰۲-۱۴۰۱



تاریخ بارگذاری: ۱۴۰۰/۰۷/۰۶

تاریخ تحویل: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸

دستیار آموزشی مسئول: شروین محمودی (shervinmahmoudi2005@gmail.com)

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

۱. دانشجویان می‌توانند سوالات خود را پیرامون تمرین از طریق راه‌های ارتباطی در نظر گرفته‌شده، با دستیار آموزشی مسئول تمرین 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 خواسته‌شده را در فایل PDF بیاورید. کد و فایل‌های شبیه‌سازی را به صورت یک فایل zip همراه تمرین ارسال نمایید.

#### سوال ۱ (تحویلی)

متخصص بیهوشی در طول عمل جراحی، عمق بیهوشی بیمار را با تنظیم نرخ تزریق ماده‌ی بیهوشی که بوسیله پمپ تزریق به صورت ورودی به بیمار تزریق می‌شود تعیین می‌کند. در طی عمل، عمق بیهوشی بیمار باید در حد خاصی ثابت بماند. میزان عمق بیهوشی بیمار با اندازه‌گیری فشار خون، ضربان قلب و دمای بدن بیمار تخمین زده می‌شود. می‌خواهیم با طراحی سیستمی اتوماتیک برای کنترل دقیق‌تر عمق بیهوشی به وسیله‌ی کنترل نرخ تزریق ماده‌ی بیهوشی، امکان خطاهای انسانی در تصمیم‌گیری را کاهش دهیم. برای کنترل نرخ تزریق، سرعت چرخش موتور پمپ تزریق کنترل می‌شود. نمودار بلوکی سیستم کنترل عمق بیهوشی را رسم کنید و سیگنال‌ها و متغیرهای مربوطه را روی بلوک دیاگرام نشان دهید.

## سوال ۲ (تحویلی)

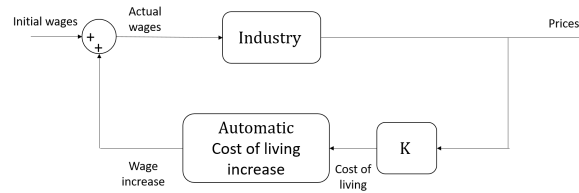
کنترل دور آرام موتور اتومبیل را در نظر بگیرید. هدف چنین سیستم کنترلی این است که دور آرام موتور (به خاطر صرفه‌جویی در سوخت) علی‌رغم بارهای اعمالی به آن (نظیر چرخ دنده، فرمان هیدرولیک، تهویه مطبوع) مقدار نسبتاً کمی باشد. بدون کنترل دور آرام هر گونه اعمال ناگهانی بار به موتور افتی در سرعت آن ایجاد میکند، که ممکن است به ایست موتور بیانجامد. بنابراین، اهداف اصلی سیستم کنترل دور آرام عبارت است از: (۱) از بین بردن یا به حداقل رساندن افت سرعت وقتی به موتور بار اعمال میشود و (۲) حفظ دور آرام موتور در مقدار مطلوب. شکل ۱ نمودار بلوکی سیستم کنترل دور آرام را نمایش می‌دهد. در این مورد زاویه‌ی دریچه‌ی تنظیم سوخت  $\alpha$  و گشتاور بار  $T_L$  (ناشی از اعمال تهویه‌ی مطبوع، فرمان هیدرولیکی، چرخ دنده، ترمزهای هیدرولیکی و ...) ورودی‌های سیستم و سرعت موتور  $\omega$  خروجی سیستم است. اگر بخواهیم این سیستم حلقه‌باز را به صورت حلقه‌بسته کنترل نماییم، کدام ورودی را ورودی کنترلی و کدام ورودی را اغتشاشی در نظر می‌گیرید؟ (با ذکر دلیل) نمودار بلوکی سیستم حلقه‌بسته را رسم نمایید.



شکل ۱: سیستم سوال ۲

### سوال ۳

Feedback systems do not always involve negative feedback. Economic inflation, which is evidenced by continually rising prices, is a positive feedback system. A positive feedback control system, as shown in Fig.2 adds the feedback signal to input signal, and the resulting signal is used as the input to the process. A simple model of the price-wage inflationary spiral is shown in Fig.2. Add additional feedback loops, such as legislative control or control of the tax rate, to stabilize the system. It is assumed that increase in workers' salaries, after some time delay, result in an increase in prices. Under what conditions could prices be stabilized by falsifying or delaying the availability of cost-of-living data? How would a national wage and price economic guideline program affect the feed-back system?



شکل ۲: سیستم سوال ۳

### سوال ۴

تبدیل لاپلاس توابع زیر را بدست آورید.

الف)  $g_1(t) = 5te^{-5t}$

ب)  $g_2(t) = t\sin(2t) + e^{-2t}$

پ)  $g_3(t) = -e^{2t}\sin(2t)\cos(2t)$

### سوال ۵ (مورد پ) تحویلی است)

تبدیل لاپلاس معکوس توابع زیر را بدست آورید.

$$G_1(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)^3(s+3)} \quad \text{الف)}$$

$$G_2(s) = \frac{1}{s^2+2s+2} \quad \text{ب)}$$

$$G_3(s) = \frac{s}{s^2+3s+3} \quad \text{پ)}$$

$$G_4(s) = \frac{s^2+7s+8}{(s+1)(s+2)^2(s+3)} \quad \text{ت)}$$

### سوال ۶ (تحویلی)

سیستمی با معادله دیفرانسیل زیر توصیف می گردد. در صورتی که شرایط زیر برقرار باشد با استفاده از تبدیل لاپلاس پاسخ این سیستم به ورودی پله واحد را بدست آورده و رسم نمائید. شرایط اولیه سیستم در کدام قسمت از پاسخ پله سیستم اثر می گذارد؟ لطفا توضیح دهید.

$$\ddot{y}(t) + 4\dot{y}(t) + 3y(t) = 2c(t) + \dot{c}(t)$$

$$y(0) = 1, \dot{y}(0) = 2$$