



آزمایشگاه سیستم های کنترل خطی

آزمایش هفتم:

طراحی کنترل کننده های PI و PID

نام و نام خانوادگی:

نازنین شرقی

شماره دانشجویی:

9725933

استاد محترم:

دکتر حسین قلی زاده نرم

تاریخ تحویل گزارشکار:

1400.9.20

تابع تبدیل زیر را در نظر گرفته و کنترل کننده های PI و PID برای این سیستم طراحی می‌کنیم.

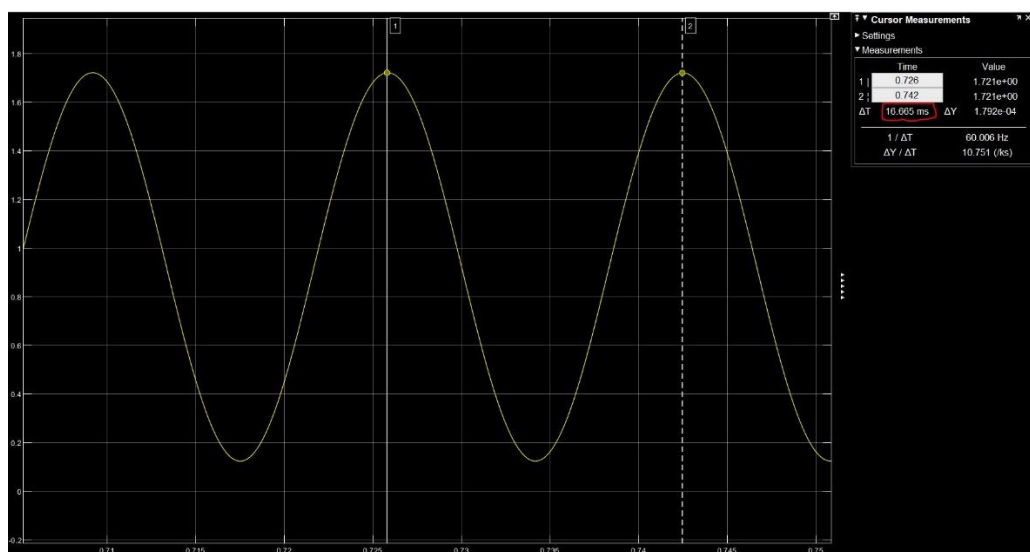
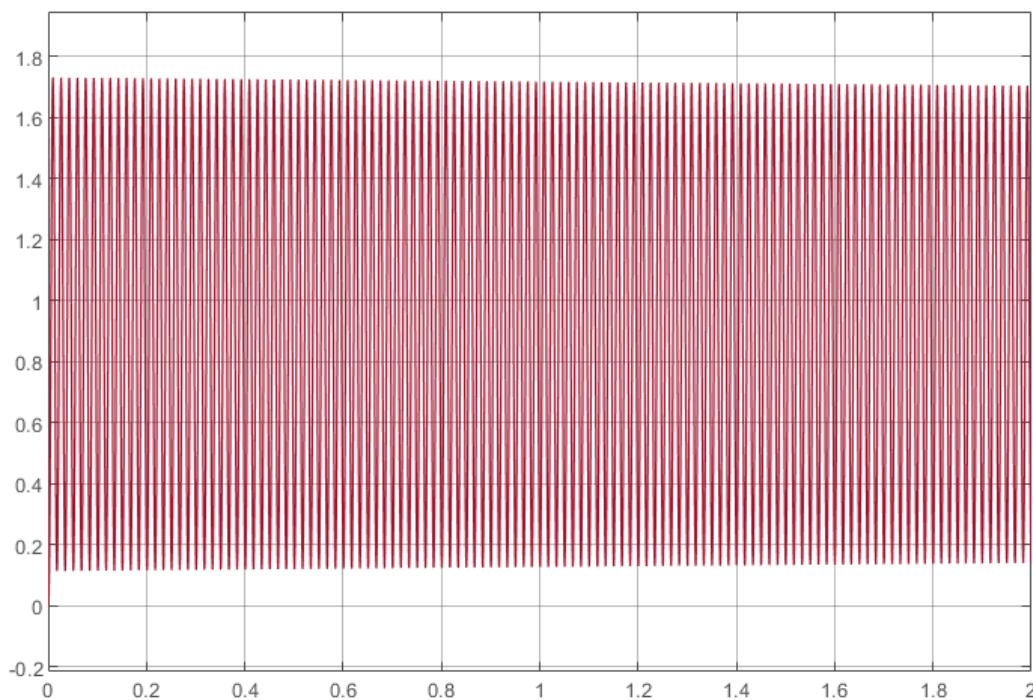
$$G(s) = \frac{1}{(0.0033s + 1)^2(0.012s + 1)}$$

هدف از انجام این آزمایش، ایجاد ناپایداری به ازای یک بهره خاص (k_{cr}) است که در نهایت با طراحی کنترل کننده سیستم را پایدار می‌کنیم. برای بدست آوردن k_{cr} می‌توان از سه روش زیگلر-نیکولز، rlocus و راث هرویتز استفاده کرد که در ادامه به بررسی این سه روش می‌پردازیم.

1) روش زیگلر-نیکولز

برای این روش، بلوک دیاگرام حلقه بسته سیستم با فیدبک منفی را می‌بندیم و سپس آنقدر بهره را افزایش می‌دهیم تا خروجی نوسان پیدا کرده و به مرز ناپایداری برسد، این بهره همان k_{cr} خواهد شد. سپس دوره تناوب سیستم (T_{cr}) را بدست می‌آوریم.

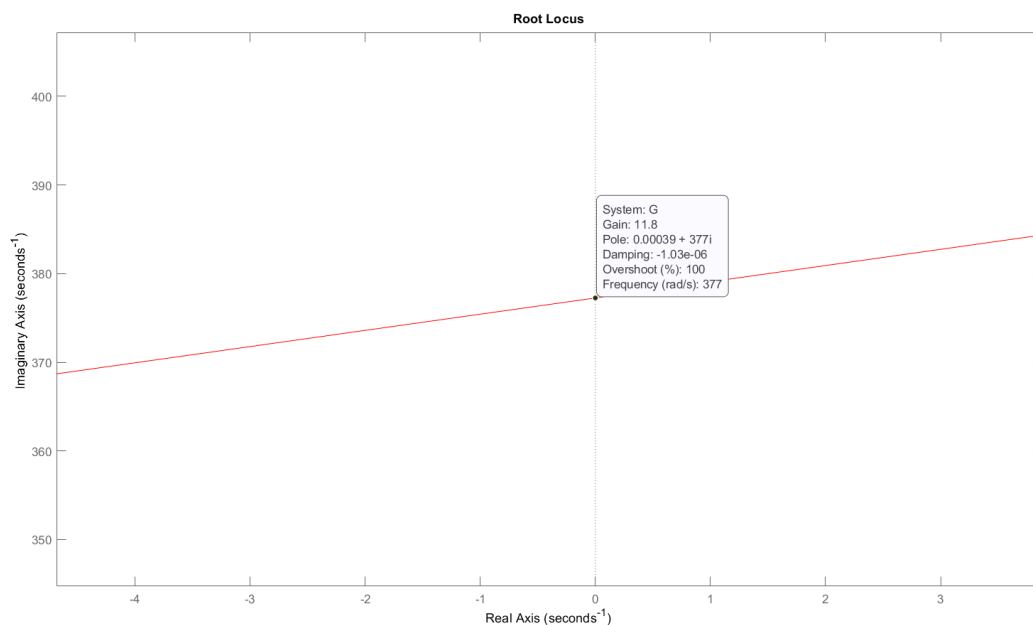
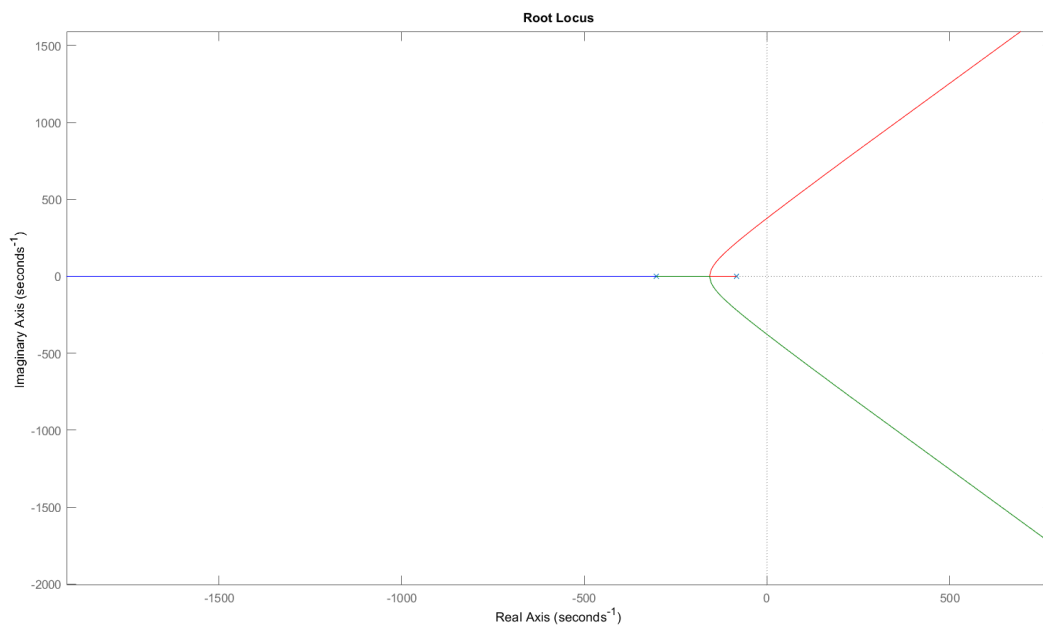
$$K_{cr} = 11.82 ; T_{cr} = 0.0166 \text{ s}$$



(2) روش rlocus

به کمک این دستور، مکان هندسی ریشه های سیستم را رسم کرده و نقطه ای که منحنی با محور موهومی برخورد می کند K_{cr} خواهد شد و فرکانس در آن نقطه بر حسب rad/s بدست می آید که با تبدیل $2\pi/\omega$ می توان دوره تناوب را بدست آورد.

$$K_{cr} = 11.8 ; T_{cr} = \frac{2\pi}{377} = 0.0166 \text{ s}$$



(3) روش راث هرویتز

برای این روش ابتدا تابع حلقه بسته سیستم را نوشته و سپس مخرج تابع را باز کرده و ضرایب را یادداشت می‌کنیم. بهره ای که به ازای آن یک سطر صفر شود همان k_{cr} خواهد شد و برای بدست آوردن دوره تناوب، به کمک معادله کمکی که با سطر بالای سطر صفر نوشته می‌شود مقدار s یا فرکانس برحسب rad/s بدست می‌آید که مجدداً با تبدیل، T_{cr} را بدست می‌آوریم.

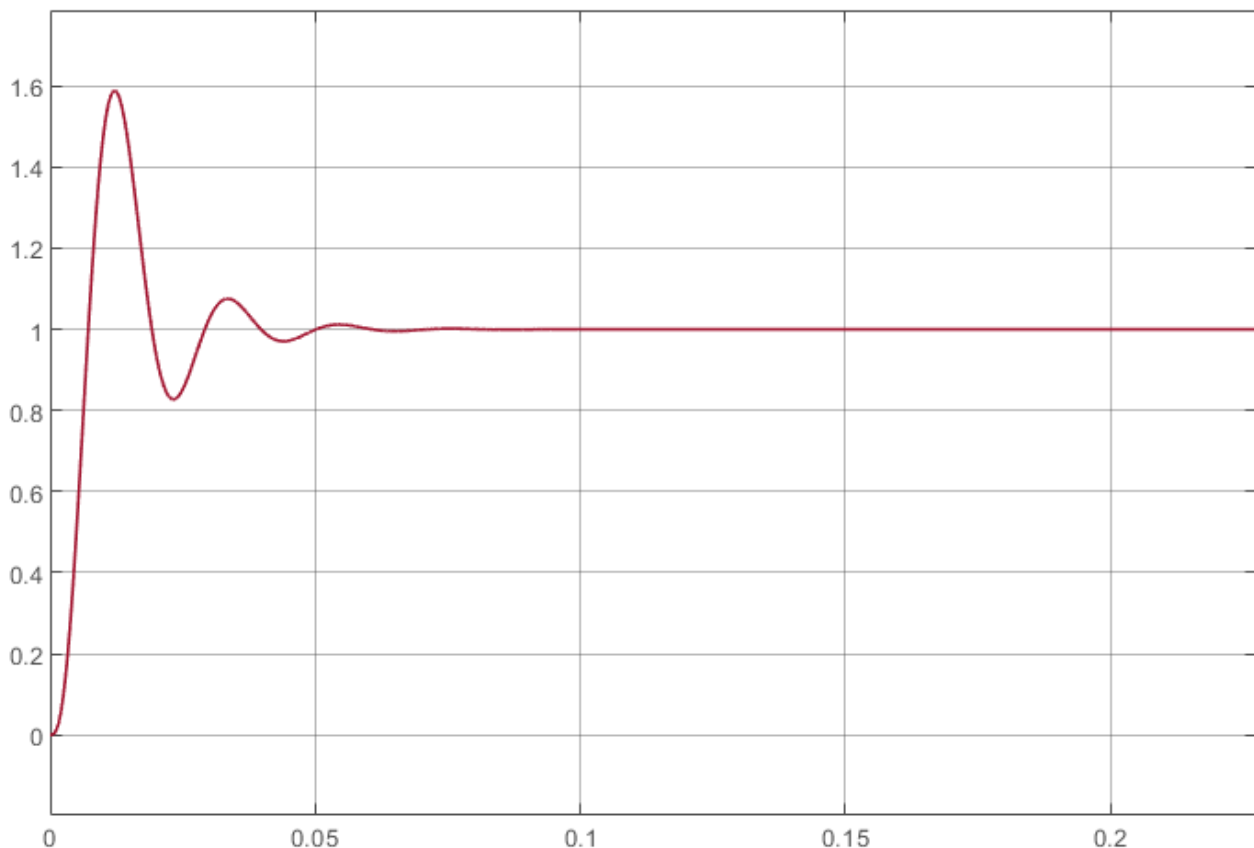
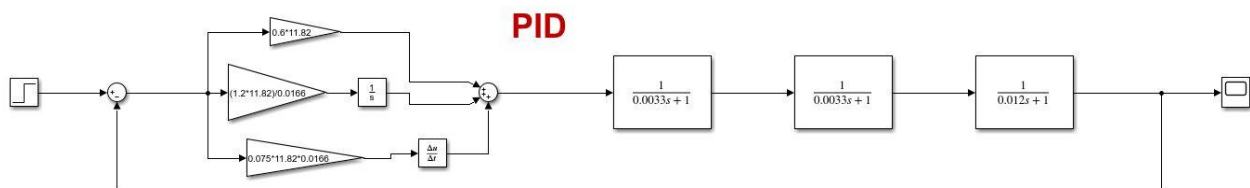
$$K_{cr} = 11.87 ; T_{cr} = \frac{2\pi}{378} = 0.0166 \text{ s}$$

همانطور که انتظار داشتیم، مقدار بهره و دوره تناوب یکسانی در هر سه روش بدست آمد.

حال کنترل کننده ها را طراحی کرده و نتایج را مقایسه می‌کنیم.

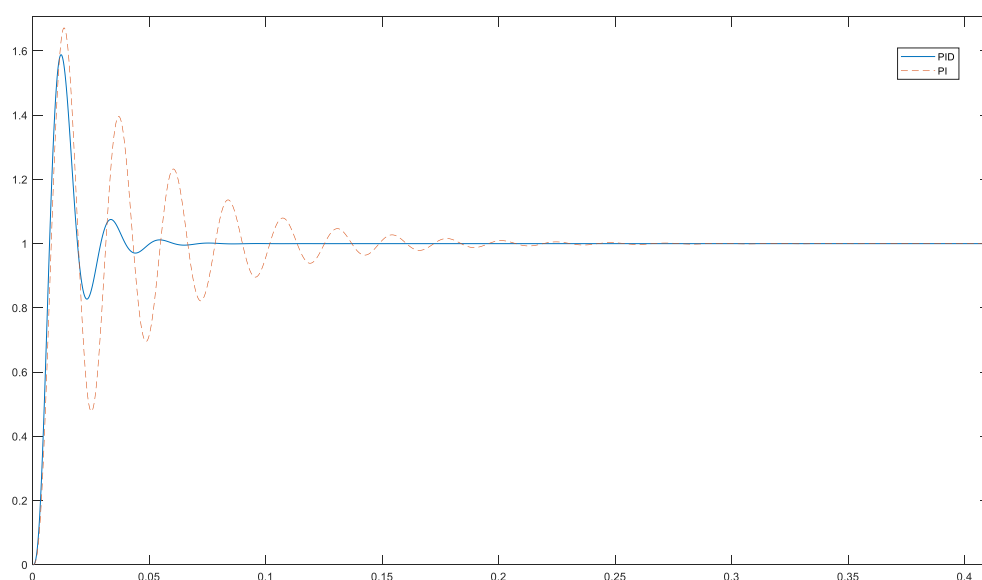
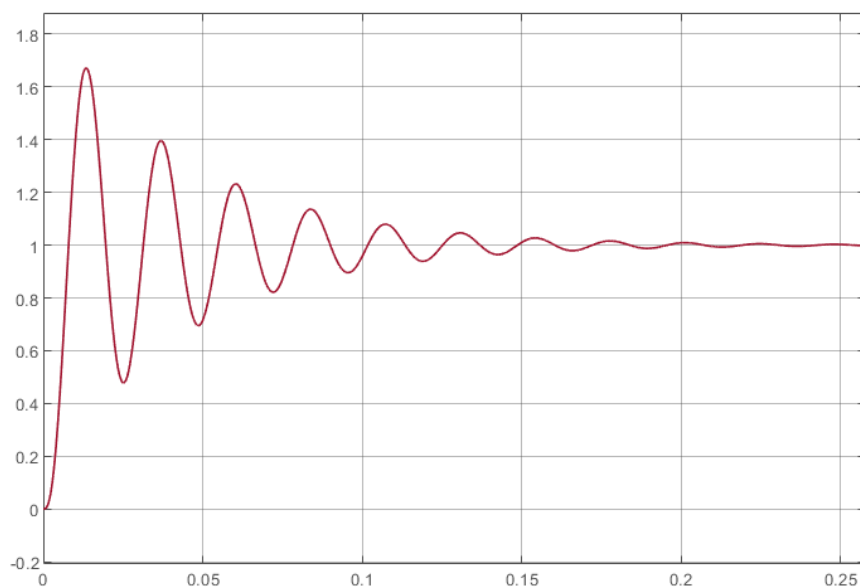
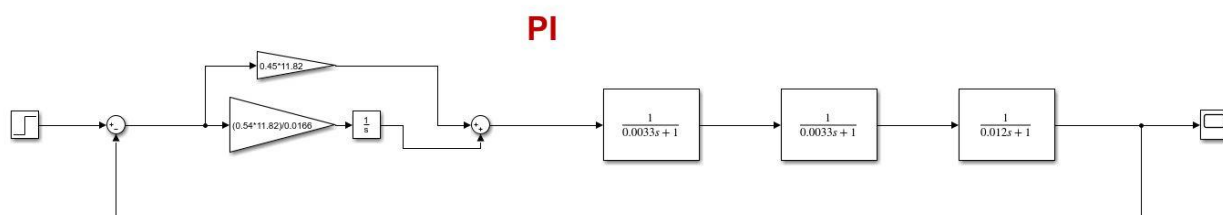
• کنترل کننده PID

$$PID = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$



• کنترل کننده PI

$$PI = K_p + \frac{K_i}{s}$$



با توجه به پاسخ زمانی کنترل کننده ها، کنترل کننده PID فراموش کمتری دارد و سریع تر است اما به علت وجود بلوک مشتق گیر در این کنترل کننده، نویز پذیری سیستم زیاد است. به همین علت کنترل کننده PI پرکاربرد تر است زیرا نویز پذیر نمی باشد.

- ایجاد موج مربعی با کنترل کننده

