

به نام یگانه لایق پرستش



دانشگاه صنعتی مازان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه کنترل

پروژه پایانی

موعد تحویل: ۸۹/۳/۳

مدرس: جواد رضوانی جلال

سال تحصیلی: ترم دوم ۸۹-۸۸

آزمایشگاه کنترل خطی

Linear Control Lab

همواره بیاد داشته باشید آخرین کلید باقیمانده، شاید بازگشاینده قفل در باشد...

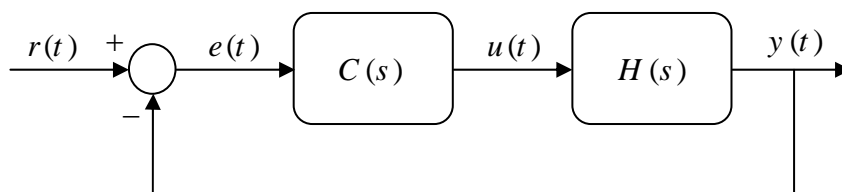
هدف:

- آشنایی با چگونگی بررسی رفتار یک سیستم در نرم افزارهای متلب^۱ و ارکد^۲.
- به دست آوردن مشخصات مطلوب و نامطلوب سیستم حلقه باز و حلقه بسته.
- تلاش برای بهبود رفتار سیستم با استفاده از کنترل حلقه بسته.
- در نهایت پیاده سازی عملی سیستم و کنترلر.

توضیحات:

مراحل زیر را برای سیستم خود انجام دهید (ابتدا کل پروژه را بخوانید و بعد شروع بکار کنید):

۱. بررسی رفتار حلقه باز سیستم:
 - a. پاسخ پله سیستم داده شده را با استفاده از نرم افزار متلب رسم کنید.
 - b. اگر سیستم داده شده پایدار می باشد خطای حالت ماندگار را با استفاده از محاسبات ریاضی به دست آورید و صحت آن را با شکل های متلب چک کنید.
 - c. در صورت پایدار بودن ویژگی های گذرانی همچون درصد فراجهش، زمان خیز، زمان نشست، دوره تناوب نوسانات و... را به دست آورید.
۲. بررسی رفتار حلقه بسته سیستم:
 - a. برای این کار از ساختار فیدبکی زیر استفاده می کنیم:



پاسخ سیستم حلقه بسته را به ازای $C(s) = 1$ به دست آورید. با افزایش بهره کنترلر $C(s)$ رفتار سیستم چگونه تغییر می کند؟ محدوده پایداری سیستم حلقه بسته به ازای $C(s) = k$ های مختلف چگونه است؟

b. محدوده پایداری این سیستم را با استفاده از روش های مکان ریشه و نایکوئیست به دست آورید.

¹ MATLAB

² ORCAD

۳. اگر در مرحله ۲ سیستم دارای خطای حالت ماندگار است، سعی کنید کنترلر حلقه بسته مناسبی طراحی کنید که خطای حالت ماندگار را کاهش دهد و در صورت امکان صفر کند (خواسته * و توجه ** لحاظ شود). در این مرحله می‌توانید از کنترلرهای پس‌فاز، پیش‌فاز، PID و... استفاده کنید.

خواسته *: پاسخ سیستم کنترل شده، سیگنال کنترلی و سیگنال خطا را رسم کنید. سعی کنید که اندازه هیچ کدام از این سیگنال‌ها در هیچ زمانی بیشتر از ۱۵ نشود.
توجه **: در طراحی کنترلر می‌توانید از دستورات `rltool`, `nyquist`, `bode` متلب استفاده نمایید.

۴. اگر سرعت سیستم در رسیدن به حالت ماندگار مناسب نیست کنترلی طراحی کنید که سرعت سیستم را بالاتر ببرد (خواسته * و توجه ** لحاظ شود).

۵. می‌خواهیم این سیستم و کنترلرهای طراحی شده را به صورت عملی تست کنیم، لذا مدارات الکترونیکی لازم را به دست آورید. به دقت تمامی اجزای فیدبک شامل سیستم، کنترلر و جمع‌کننده و ... را رسم کنید.

۶. (اختیاری مؤکدا!) قبل از پیاده‌سازی عملی توصیه می‌شود که مدارات الکتریکی طراحی شده در قسمت قبل را توسط نرم‌افزارهایی چون ارکد یا پروتئوس^۳ پیاده‌سازی نمائید تا از صحت طراحی‌های خود مطمئن شوید! سعی کنید پاسخ‌هایی که در متلب مشاهده کرده‌اید را در اینجا نیز به دست آورید.

۷. در روز امتحان قرار است که سیستم و کنترلرهای طراحی شده را به صورت عملی تست کنید و صحت تحلیل‌های تئوری را در عمل بررسی کنید بنابراین مرحله ۴ را به دقت انجام دهید تا در روز امتحان سردرگم نشوید! تمامی مقاومت‌ها و خازن‌های لازم را از قبل محاسبه کنید، دقت کنید که عناصر موجود در آزمایشگاه به شرح زیر می‌باشد و لذا در پیاده‌سازی سیستم، کنترلر و... تنها از عناصر زیر می‌توانید استفاده نمائید:

10 MΩ	مقاومت
1 MΩ	
100 KΩ	
0.1 μF	خازن
1 μF	
به تعداد کافی	آپ‌امپ (TL074)
دو عدد ۱۵ ولتی	منبع تغذیه DC
از فرکانس ۰.۱ هرتز به بالا	منبع تغذیه AC
یک عدد دو کاناله	اسیلوسکوپ
یک عدد	مولتی‌متر

³ Proteus

چند نکته:

- در همه مراحل بالا تحلیل رفتار سیستم و کنترلر از اهمیت بالایی برخوردار است لذا صرفاً ترسیم شکل کافی نخواهد بود و بایستی آن چه مشاهده می کنید را تحلیل کنید. گزارش هایی که تنها شامل یک سری شکل بوده و خالی از تحلیل باشد ارزش چندانی نخواهد داشت.
- از فعالیت های خود یک گزارش کار جامع تهیه کنید و در روز امتحان همراه خود داشته باشید، سعی کنید این گزارش تایپ شده باشد!
- شکل صحیح بستن مدار بر روی برد⁴ را از لینک زیر حتماً نگاه کنید. بستن درست مدار تا حدود بسیار زیادی مشکلات را کم می کند و بسیار توصیه می شود.

<http://saba.kntu.ac.ir/eecd/lcsl/bread board config.mht>

- از Help متلب می توانید دستورات جالبی پیدا کنید، دستورات نمونه زیر در نرم افزار متلب می تواند کمکتان کند:

Rltool: دستوری برای تحلیل حلقه بسته و تحلیل مکان ریشه.

Rlocus: دستوری برای رسم مکان ریشه.

Nyquist: دستوری برای رسم منحنی نایکوئیست.

Tf,zpk,ss: تعریف یک سیستم به صورت فضای حالت، صفر و قطب و تابع تبدیل.

Step: به دست آوردن پاسخ پله سیستم.

Feedback: محاسبه سیستم نهایی حاصل از فیدبک.

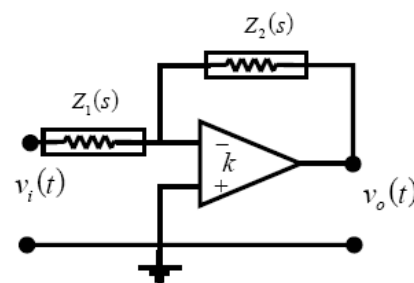
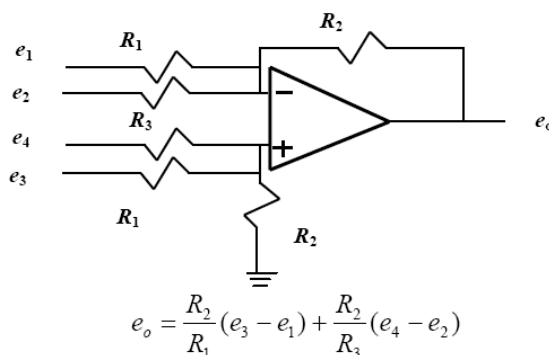
Stepinfo: مشخصات پاسخ پله از قبیل: زمان نشست، فراجهدش و....

- در صورت بروز هرگونه سؤال و مشکل، می توانید با ایمیل در میان بگذارید، در پرسیدن سؤال هایتان شک نکنید!

ایمیل: javad_rj@yahoo.com

- در صورتی که مشاهده کردید با توجه به مقادیر عناصر موجود نمی توانید مدارات خود را پیاده سازی نمائید می توانید با هماهنگی سیستم خود را اندکی تغییر دهید.

- مدارات خود را تنها با این دو ساختار پیاده سازی نمائید:



$$\rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -\frac{Z_2(s)}{Z_1(s)}$$

⁴ BreadBoard

لیست سیستمها به صورت زیر می باشد:

$H_1(s) = \frac{10(1 - 0.5s)}{(1 + s)(1 + 0.5s)}$	$H_2(s) = \frac{100(s + 2)}{(s^2 + 6s + 25)}$
$H_3(s) = \frac{1}{s^2(1 - 0.5s)}$	$H_4(s) = \frac{1}{s^2(s + 9)}$
$H_5(s) = \frac{s + 2}{s(1 - s)}$	$H_6(s) = \frac{1}{s^2}$
$H_7(s) = \frac{1}{(1 + s)(1 - 0.5s)}$	$H_8(s) = \frac{s - 1}{(s^2 + 2s + 2)}$
$H_9(s) = \frac{s - 1}{s^2}$	$H_{10}(s) = \frac{s - 0.1}{(s - 1)^2}$