



به نام خدا



دانشگاه تهران

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر

آزمایشگاه کنترل خطی

گزارش آزمایش DC Motor Speed Control

نام و نام خانوادگی	علیرضا	جابری راد
شماره‌ی دانشجویی	810196438	
تاریخ ارسال گزارش	31 مرداد 1399	

1-1 تاثیر گذاری پارامترهای کنترل کننده PID

پاسخ سیستم حلقه بسته	زمان خیز	فراجاهش	زمان نشست	خطای حالت دائم
K_p	کاهش	کاهش	تغییرات کوچک	کاهش
K_i	کاهش	تغییرات کوچک	افزایش	صفر میشود
K_d	تغییرات کوچک	تغییرات کوچک	افزایش	بدون تغییر

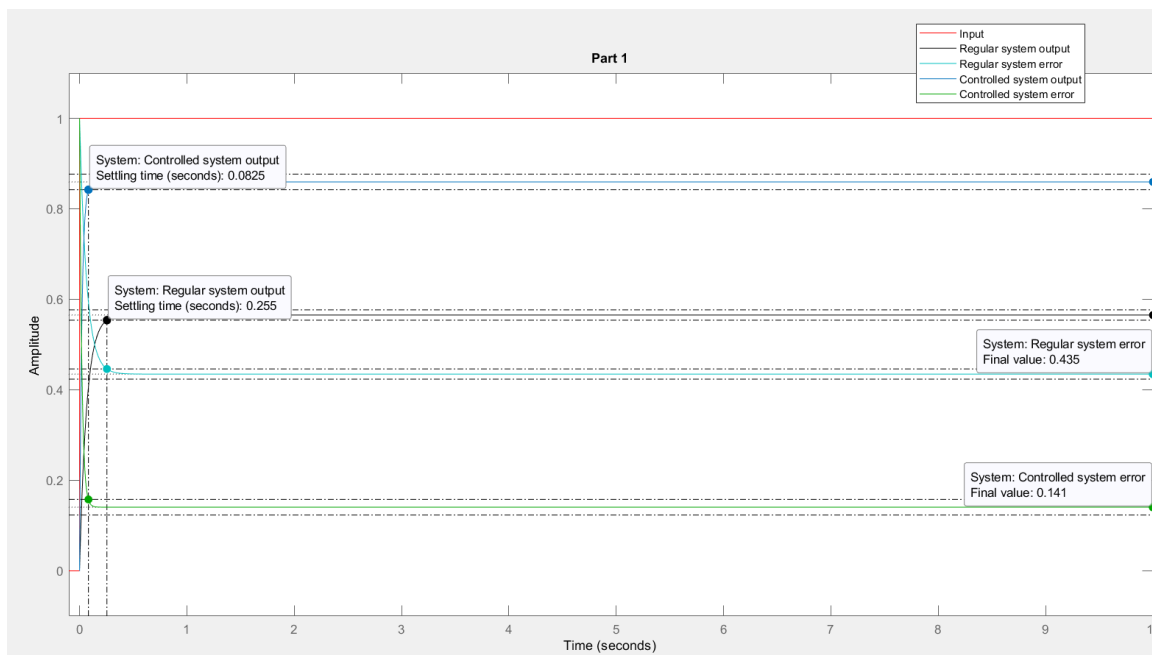
موارد بالا، غیر از مواردی که به صورت پیش فرض در دستور کار آزمایش پاسخ داده شده اند، با دید درصدی پاسخ داده شده اند. مثلاً تغییر زمان خیز از 0.14 به 0.9 به ازای افزایش یک واحدی K_p از دیدگاه من تغییر چشمگیری است. چون زمان خیز حدوداً 36 درصد کاهش داشته که درصدی نیست که بتوان از آن چشم پوشی کرد، همچنین برای زمان نشست که نظر شما این بوده که این تغییرات کوچک هستند.

همانگونه که میدانیم کنترل کننده پیش فاز جهت بهبود پایداری و پاسخ گذرا کاربرد دارد به همین دلیل در سطر سوم شاهد بهبود مشخصات حالت گذرای سیستم هستیم. اتفاق عجیبی که مشاهده شد این بود که فراجاهش با افزایش K_d ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت.

همچنین در کنترل کننده ی پس فاز انتظار داریم پاسخ حالت ماندگار بهبود یابد و چون قطب نزدیک به مبدا به سیستم اضافه میکند سیستم نوسانی تر باشد (اثر نوسانی سیستم دیرتر از بین میرود چون بخش حقیقی تابع نمایی میرای ما با افزایش ضریب مذکور افزایش میابد و دامنه نوسانات ما را بیشتر میکند) که در سطر دوم جدول این موضوع مشاهده میشود. موضوع غیر قابل پذیرشی که مشاهده میشود اینست که نوشتید زمان نشست افزایش میابد در حالی که اگر دو ضریب دیگر را 1 قرار دهیم و K_i را با شروع از عدد 1 افزایش دهیم در زمان نشست تغییر محسوسی مشاهده نمیشود، که برای زمان خیز هم به همین صورت است. با این اختلاف که به ازای افزایش آن از 1 به مقادیر بالاتر زمان خیز کاهش میابد. همچنین حضور K_i خطای سیستم را صفر میکند و تغییر دادن آن از 1 به مقادیر بالاتر منجر به اتفاق خاصی نمیشود. در سطر اول که بهره ی ساده است در تابع حلقه بسته با افزایش بهره منجر نزدیکتر شدن مقدار نهایی سیستم به یک میشود (به ازای ورودی پله).

بخش دوم:

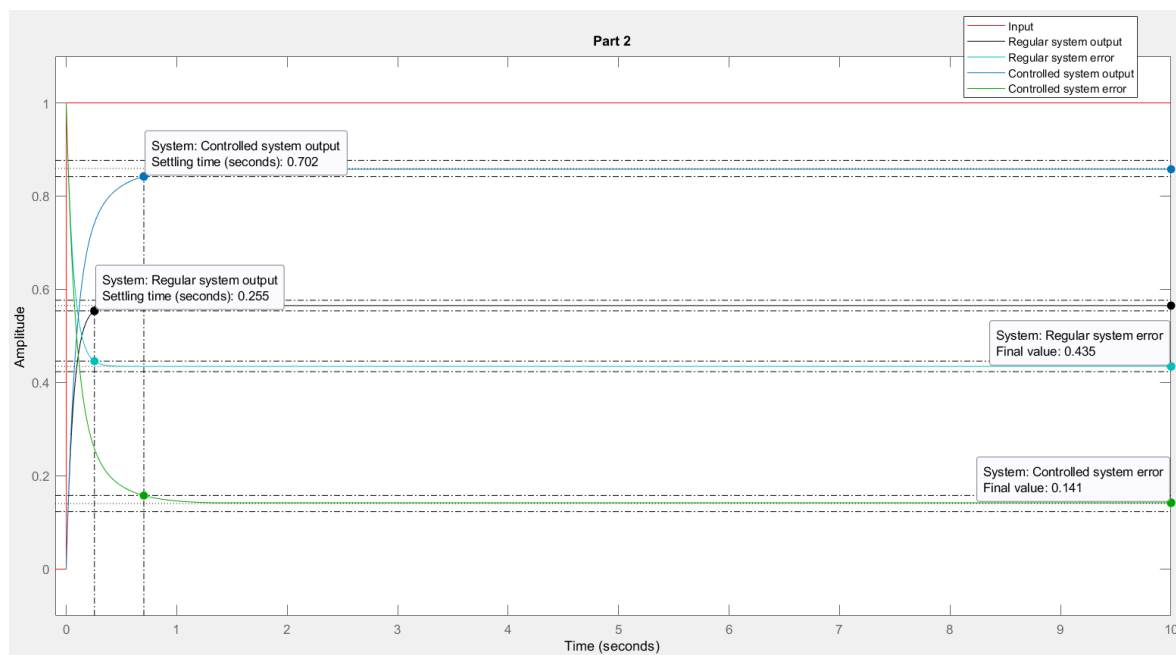
1.



همانطور که در شکل قابل مشاهده است، خطای حالت دائم سیستم جبران نشده برابر 0.435 و خطای حالت دائم سیستم جبران شده برابر 0.141 میباشد. همچنین زمان نشست سیستم جبران نشده برابر 0.255 ثانیه و زمان نشست سیستم جبران شده برابر 0.0825 ثانیه است.

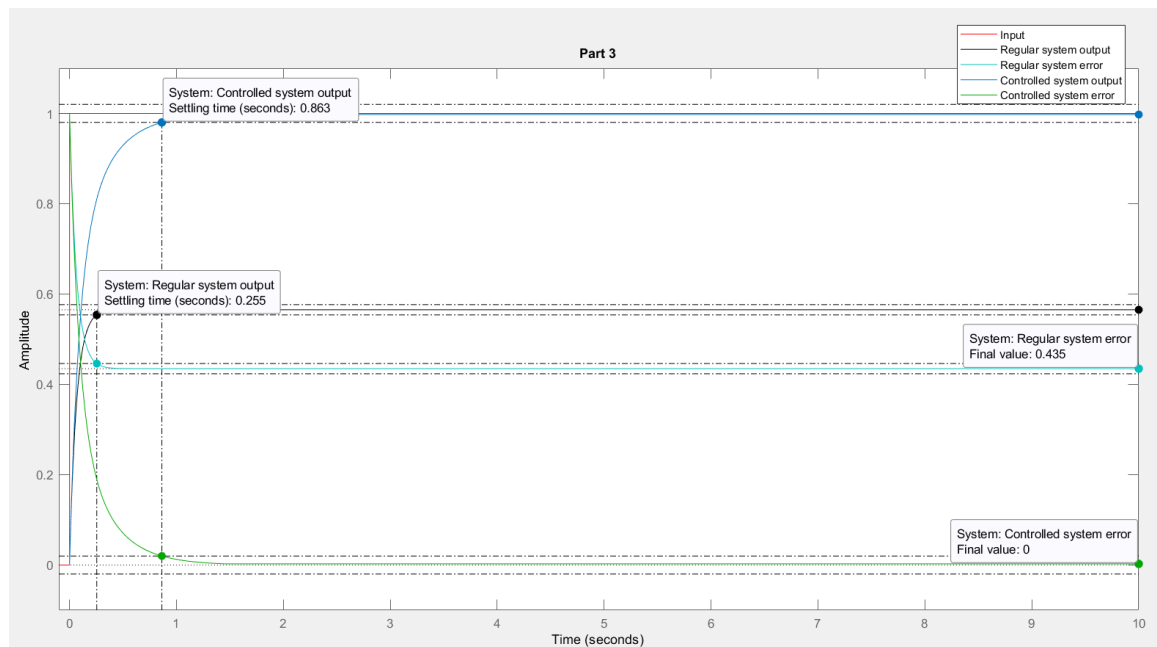
2. چون صفر سیستم جبران ساز نسبت به قطب آن از مبداء دورتر است پس مقدار حالت ماندگار سیستم G_c عددی بزرگتر از 1 و برابر با 4.7 است پس مقدار صورت و مخرج تابع تبدیل سیستم حلقه بسته که به صورت $G/(G+1)$ است در حالت ماندگار به هم نزدیکتر میشود و انتظار داریم خطای حالت ماندگار کاهش بیابد و مقدار نهایی آن با سیستم قبل یکسان باشد که نتیجه به دست آمده تایید کننده است.

¹ تابع تبدیل G همان تابع تبدیل سیستم حلقه باز است



همانطور که در شکل قابل مشاهده است، خطای حالت دائم سیستم جبران نشده برابر 0.435 و خطای حالت دائم سیستم جبران شده برابر 0.141 می باشد. همچنین زمان نشست سیستم جبران نشده برابر 0.255 ثانیه و زمان نشست سیستم جبران شده برابر 0.702 ثانیه است. و به وضوح درصد بالازدگی در هر دو مورد برابر صفر است.

3.



همانطور که مشاهده میکنید، زمان نشست سیستم جبران نشده برابر 0.255 و زمان نشست پاسخ پله سیستم جبران شده برابر 0.863 ثانیه است. همچنین خطای حالت ماندگار سیستم جبران نشده برابر 0.435 و سیستم جبران شده برابر صفر است. به وضوح در هر دو حالت فرابرجش نداریم.

4. طبق محاسبه انجام شده در نرم افزار متلب (قطب سیستم جبران نشده: -15.3333):

- قطب های سیستم اول (جبران ساز تناسبی):

-47.4

- قطب های سیستم دوم (جبران ساز پس فاز):

-12.5592

-3.7741

- قطب های سیستم سوم (جبران ساز تناسبی-انتگرال گیر):

-11.9145

-3.4188

نتیجه: جبران ساز تناسبی در تابع تبدیل حلقه بسته ما قطبی دورتر از حالت جبران نشده به مبداء

ایجاد میکند که در نتیجه ی آن سیستم ما سریع تر خواهد شد، زیرا عبارت $\exp(-47.4 \cdot t)$ به در زمان کوتاه تری بر سیستم اثر گذار است و به همین دلیل است که زمان نشست سیستم اول کمتر از حالت بدون جبران ساز است.

همچنین قطب های سیستم دوم و سوم تقریباً با هم برابر شدند، زیرا جبران ساز تناسبی-انتگرال گیر نوع خاصی از جبران ساز پس فاز است که قطب آن روی مبداء است. تنها اختلاف دو جبران ساز مورد دوم و سوم اینست که قطب جبران ساز سیستم دوم 1- و قطب جبران ساز سیستم سوم 0 است. از آنجا که صفر این سیستم در جبران ساز پس فاز 4.7 برابر قطب آن است پس تغییر قطب از 1- به 0 اثر کمی روی جایگاه قطب های سیستم حلقه بسته جبران سازی شده داشته باشد. حال چون قطب غالب سیستم سوم به مبداء نزدیک تر است پس دیرتر به حالت ماندگار میرسد اما نکته ی مهم آنست که به علت آنکه جایگاه قطب ها تغییر کمی کرده زمان نشست هم تغییر کمی خواهد کرد که نتایج بدست آمده موید موضوع گفته شده است.

5.

- اگر از کنترل کننده ی تناسبی استفاده شود، چون قطب از مبدا دورتر میشود، پس سیستم ما سریعتر خواهد بود و در زمان کمتری به حالت ماندگار میرسد.
 - اگر از کنترل کننده پس فاز استفاده شود سیستم کندتر میشود اما اگر نسبت مقدار صفر به قطب سیستم جبران ساز عددی بزرگتر از 4.7 بود این سیستم دارای خطای کمتری نسبت به حالت اول میشد. لازم به ذکر است هرچه این نسبت عدد بزرگتری باشد خطای سیستم کمتر خواهد بود.
 - حال اگر از کنترل کننده تناسبی-انتگرال گیر استفاده شود با وجود افزایش مختصر زمان نشست (به علت جابجایی کم قطب غالب به طرف مبدا نسبت به حالت قبل) خطای حالت ماندگار صفر و خروجی حالت ماندگار بدون خطا و مطلوب خواهد بود. دلیل آن هم همانطور که در مورد قبل اشاره شد، اینست که نسبت صفر به قطب سیستم برابر $4.7/0$ یعنی برابر بی نهایت خواهد بود که در عبارت $G/(1+G)$ وقتی مقدار G به بی نهایت میرود، مقدار تابع تبدیل به سمت 1 میرود و در نتیجه خطای ماندگار ما صفر خواهد بود.
- نتیجه:** با توجه به توضیحات ارائه شده بهتر است برای جبران سازی سیستم موتور DC مذکور، از کنترل کننده ی تناسبی-انتگرال گیر استفاده کنیم.