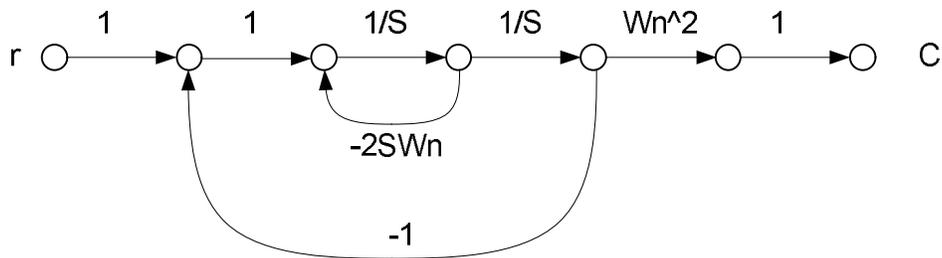


به نام خدا

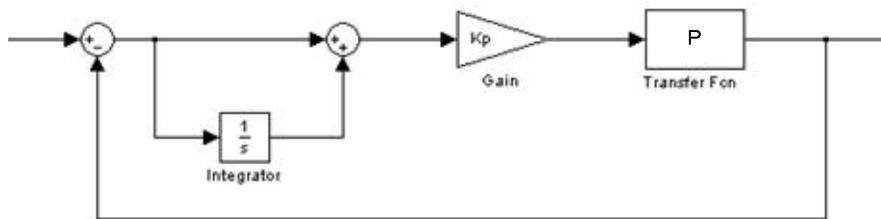
تمرینات کنترل خطی خطای حالت ماندگار، پایداری و رسم مکان مدرس : دکتر محمدرضا رضائی
هندسی ریشه‌ها

مرجع : شش تمرین اول برگزیده تمرینات درس کنترل خطی آقای دکتر خالوزاده (استاد محترم گروه کنترل دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی) است.

1- در SFG زیر مقدار خطای حالت ماندگار را به ورودی شیب واحد تعیین نمایید.



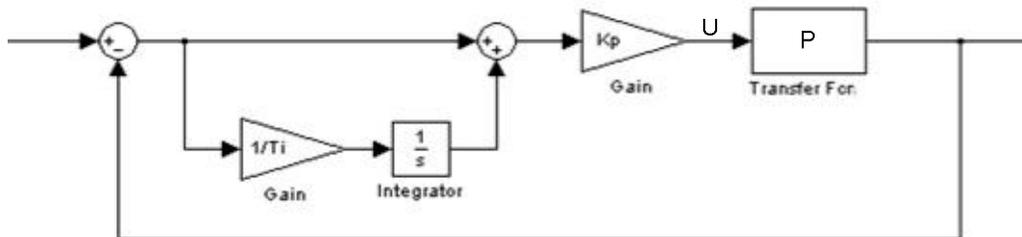
2- روش کلی برای حذف خطای حالت ماندگار سیستم اضافه کردن تعدادی انتگرال گیر خالص به آن سیستم است (با Configuration زیر):



الف) رابطه بین نوع ورودی و تعداد انتگرال گیرهای خالص را برای صفر شدن خطای ماندگار سیستم به دست آورید.

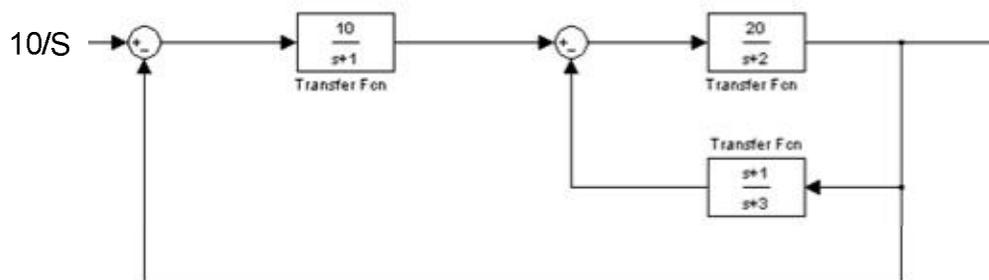
ب) (تمرین MATLAB) در شناسایی سیستم کنترل فشار RT532 با اعمال سیگنال پله واحد، تابع تبدیل خطی شده در حول نقطه کار معینی به دست آمده است. برای کنترل این سیستم از کنترلر PI استفاده کرده‌ایم. پاسخ خروجی پلانت را به ورودی پله واحد با وجود کنترلر و بدون حضور آن در یک نمودار ترسیم نموده و رفتار سیستم در مقابل کنترلر را تحلیل نمایید. (ضرایب K_p و T_i را در حالت اولیه 3,65 و 11,7 در نظر بگیرید). سپس با ثابت نگه داشتن K_p و

تغییر T_i ، چگونگی تأثیر ضریب انتگرال گیر را در پاسخ خروجی به همراه رسم اشکال تحلیل کنید. حال T_i را ثابت گرفته و مراحل فوق را در مورد تغییرات K_p تکرار نمایید.
 (PI = Proportional Integrator) و با ضرایب K_p و $1/T_i$ در شکل زیر)



(تمرین MATLAB) سیگنال U مشخص شده در شکل فوق به سیگنال کنترلی موسوم است که نقش مهمی را در طراحی کنترلرها به عهده دارد. در قسمت ب، سیگنالهای کنترلی را ترسیم نموده و تأثیرات آنها را بر روی پلانیت تحلیل نمایید. (منظور محدودیت‌های سیگنال کنترلی و اثرات overshoot های آن بر روی پلانیت است.)

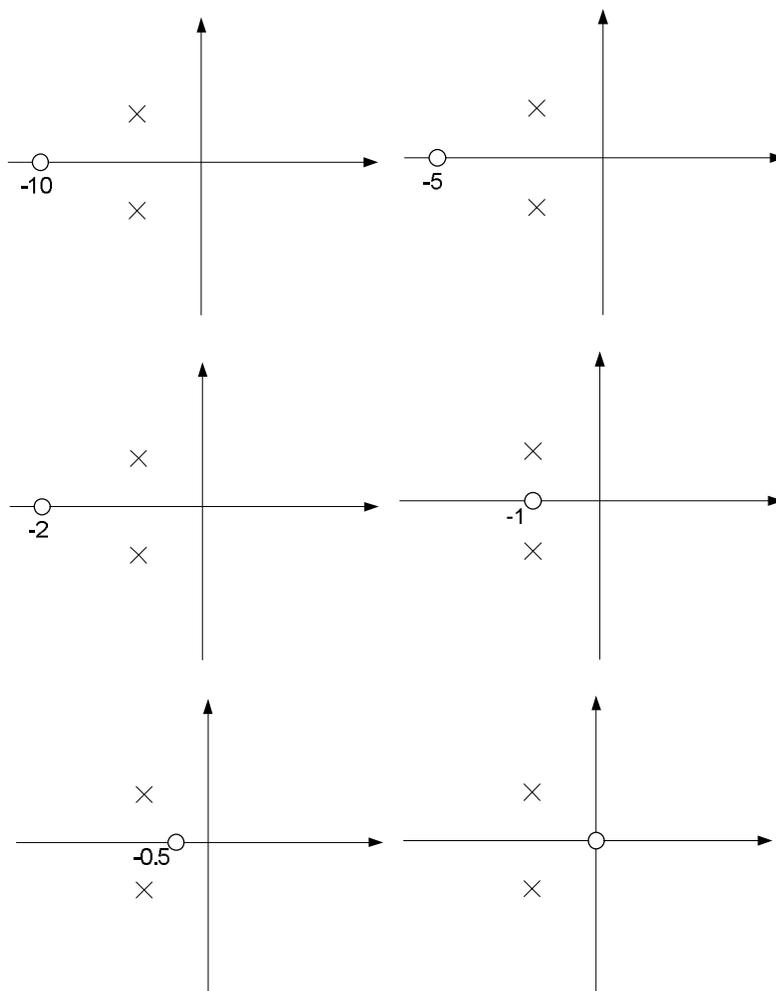
3- در شکل مقابل مقدار خطای حالت دائمی را محاسبه نمایید.



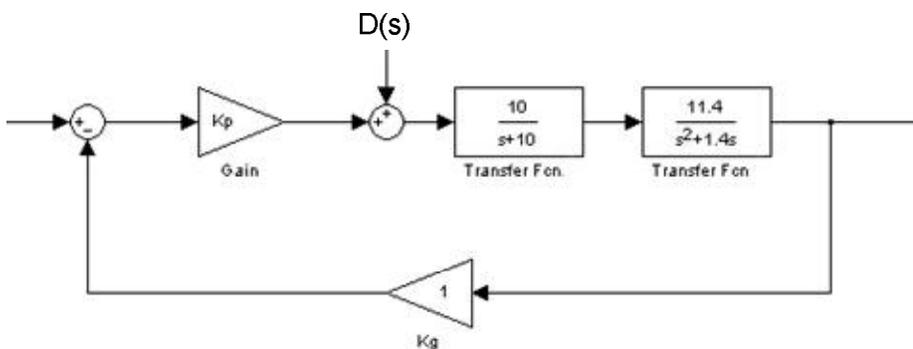
4- (تمرین MATLAB) برای بررسی اثرات اضافه شدن قطب و صفر به پاسخ سیستم حلقه بسته، ابتدا تابع تبدیل حلقه باز

$$\text{در سیستم فیدبک منفی واحد را در نظر می‌گیریم.} \quad \frac{5}{s(s+2)}$$

5- الف) با ترسیم پاسخهای 6 مورد ذیل، اثر اضافه شدن صفر را در نواحی مختلف صفحه بررسی و تحلیل نمایید.
 ب) مورد الف را برای اضافه شده قطب نیز انجام دهید.



6- در شکل زیر استفاده از یک کنترلر تناسبی (P – Proportional) برای کنترل زاویه دوران هواپیما نمایش داده شده است. وسیله اندازه‌گیری مقدار این زاویه ژيروسکوپ می‌باشد که فوق‌العاده سریع است، لذا از در نظر گرفتن دینامیک‌های آن صرف‌نظر می‌کنیم. قسمت محرک بال هواپیما دارای دینامیک $\frac{10}{s+10}$ و دینامیک خود هواپیما $\frac{11.4}{s(s+1.4)}$ است.



مقدار K_p برای این منظور برابر 0,1 انتخاب شده است. می‌خواهیم اثر اغتشاش‌ها را بر روی این سیستم کنترل بررسی نماییم.

الف) اغتشاش $D(s)$ را از نوع پله و با دامنه 0,1 برابر ورودی اصلی سیستم در نظر گرفته و پاسخ خروجی را رسم و تحلیل نمایید.

ب) اغتشاش را از نوع ramp در نظر گرفته و مراحل قسمت ب را تکرار نمایید.

7- سیستمی با معادله مشخصه زیر را در نظر بگیرید

$$\Delta(s) = s^2 + (\alpha + \beta)s + \alpha\beta + k = 0$$

پارامترهای k, β, α را طوری تعیین نمایید که :

الف : سیستم پایدار باشد.

ب : نسبت میرایی سیستم بزرگتر از 0/707 باشد ($\eta > 0.707$).

8- در صورتی که تابع انتقال حلقه بسته سیستمی به صورت زیر باشد با استفاده از معیار راث بر روی پایداری آن بحث کنید

$$G(s) = \frac{ks(3s+1)}{s^3+2s+4+ks(3s+1)} \quad (2/25 \text{ نمره})$$

9- مکان هندسی ریشه‌های سیستم فیدبک واحد با تابع انتقال‌های حلقه باز زیر را به دست آورید. ($0 < k < \infty$)

$$G_p(s) = \frac{k}{s^4} \quad \text{ب)} \quad G_p(s) = \frac{k(s+4)(s+8)}{s^3(s+12)(s+20)} \quad \text{الف)}$$

10- مکان هندسی سیستمی با تابع انتقال حلقه باز $G(s) = \frac{K}{(s+5)^n}$ و فیدبک واحد را به ازای مقادیر زیر رسم نمایید.

الف) $n=2$ ب) $n=3$ ج) $n=4$ د) $n=5$

11- معادله مشخصه سیستم کنترلی به صورت زیر است.

$$0.06s(s+12.5)(As+K_a) + 250N = 0$$

الف) در صورتی که $A = K_a = 50$ باشد مکان هندسی ریشه‌ها را هنگامی که N از صفر تا بینهایت تغییر می‌کند رسم نمایید.

ب) در صورتی که $N = 10$ و $K_a = 50$ باشد مکان هندسی ریشه‌ها را هنگامی که A از صفر تا بینهایت تغییر می‌کند رسم نمایید.

12- مکان هندسی سیستمی با تابع انتقال حلقه باز $G(s) = \frac{K(s+\alpha)(s+3)}{s(s^2-1)}$ و فیدبک واحد را به ازای مقادیر زیر

رسم نمایید.

الف) $\alpha = 5$ است و $-\infty < K < \infty$ تغییر می‌کند.

ب) $K = 5$ است و $-\infty < \alpha < \infty$ تغییر می‌کند.

13- مکان هندسی سیستمی با تابع انتقال حلقه باز $G(s) = K \frac{(s+2)(s+3)}{s(s+1)(s+2)(s+24)(s+30)}$ را رسم نمایید و به

کمک مکان هندسی ریشه‌ها و معیار راث هورویتز محدوده‌ای از k را که به ازای آن سیستم پایدار است تعیین نمایید.