بسمه تعالی

دستور کار آزمایشگاه

سیستمهای کنترل خطی

تهیه کننده: حسن‌وند

آزمایش۱

تعیین تابع انتقال

۱-تابع انتقال C(s)/D(s) را به‌صورت تحلیلی محاسبه نمایید.

۲- تابع انتقال را با روش SFG به‌صورت تحلیلی محاسبه نمایید.

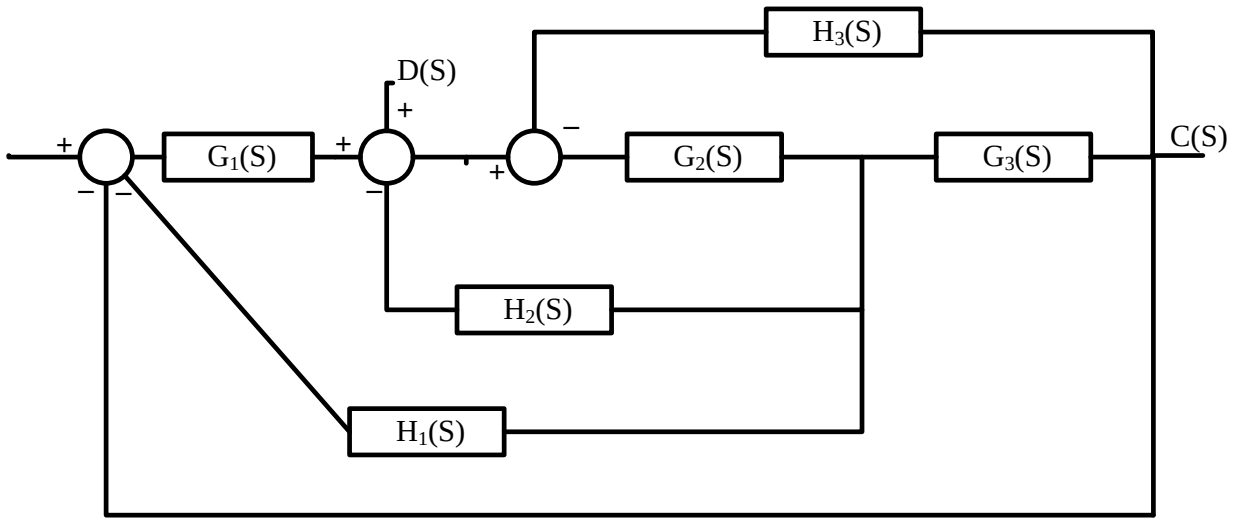
۳- تابع انتقال را با توابع series, parallel,feedback مشخص نمایید.

۴- تابع انتقال را با توابع sumblk, connect بدست آورید.

۵- نتایج قسمت‌های قبل را مقایسه کنید و درصورتی‌که اختلافی دارند علت اختلاف را توضیح دهید.

$G_1(s)=(StudentNumber)/(s+1)$ $G_2(s)=1/(s+2)$ $G_3(s)=1/(s+3)$

$H_1(s)= (StudentNumber)/(s+1)$ $H_2(s)=1/(s+2)$ $H3(s)=1/(s+3)$



آزمایش۲

محاسبه پاسخ پله و ضربه سیستم مرتبه اول

برای سیستم حلقه باز$G(s)$ و حلقه بسته با فیدبک واحد

$$G(s) = \frac{\text{StudentNumber}}{s+1}$$

۱-پاسخ پله و ضربه واحد برای سیستم حلقه باز و بسته را به‌صورت تحلیلی محاسبه نمایید.

۲- پاسخ پله و ضربه واحد را برای سیستم حلقه باز و بسته با نرم‌افزار تعیین کنید.

۳- خطای حالت ماندگار پله واحد را برای هر دو سیستم حلقه باز و حلقه بسته محاسبه نمایید.

آزمایش ۳

محاسبه پاسخ پله و ضربه سیستم مرتبه دوم

تابع G(s) به‌صورت زیر نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{\text{StudentNumber}}{(s^2 + s + 1) * (s + 10)}$$

۱- با حذف قطب غیر غالب سیستم موارد زیر را با استفاده نرم‌افزار بدست آورید.

الف) پاسخ پله ب) زمان تأخیرDelay time ج) زمان صعود Rise time

د) زمان اوج Peak Time ه) ماکزیمم فراجهش و) زمان نشست Settling Time

ز) پاسخ ضربه ح) زمان ماکزیمم پاسخ ضربه ط) ماکزیمم فراجهش پاسخ ضربه

ی) زمان استقرار پاسخ ضربه

۳- موارد خواسته شده در سوال ۱ را در صورتی که از قطب غیر غالب صرف نظر نکنیم بدست آورید.

۴- هر دو پاسخ را بر روی یک شکل رسم کنید.

آزمایش۴

پاسخ به تمام ورودیها

تابع تبدیل حلقه باز سیستم با فیدبک واحد به صورت زیر در نظر بگیرید

$$G(s) = \frac{4}{s(s + \text{StudentNumber})}$$

۱- برای سیستم حلقه بسته پاسخ شیب واحد را به صورت تحلیلی محاسبه نمایید.

۲-خطای حالت ماندگار سیستم حلقه بسته را محاسبه کنید.

۳- با استفاده از نرم افزار موارد بالا را نشان دهید.

۴-برای این سیستم حلقه بسته پاسخ ورودی سینوسی زیر را محاسبه نمایید. همچنین اختلاف زاویه ورودی و خروجی به همراه نسبت دامنه ورودی و خروجی را تعیین کنید.

$$v_i = 2 * \sin(100t + \frac{\pi}{6})$$

۵-برای سیستم معرفی شده پاسخ ورودی سینوسی با نرم افزار تعیین کنید همچنین اختلاف زاویه ورودی و خروجی به همراه نسبت دامنه ورودی و خروجی را بدست آورید.

راهنمایی:

- **فرمول پاسخ شیب سیستم مرتبه دوم در حوزه لاپلاس و حوزه زمان**

$$C(s)=\frac{\omega_n^2}{(s^2)(s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2)}$$

$$C(t) = t - \frac{2\xi}{\omega_n} + \frac{e^{-\xi\omega_n t}}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}\sin(\omega_d t + \cos^{-1}\xi)$$

- **برای بدست آوردن اختلاف زاویه ورودی و خروجی باید زاویه تابع تبدیل <G(jω) را به ازای ω داده شده در ورودی (۱۰۰) بدست آورید. چون:**

$$Y(s) = G(s)R(s)$$

بنابراین.

$$< Y(j\omega) =< G(j\omega) + < R(j\omega)$$

- **برای بدست آوردن نسبت دامنه ورودی و خروجی باید دامنه تابع تبدیل |G(jω)| را به ازای ω داده شده در ورودی (۱۰۰) بدست آورید. چون:**

$$Y(s) = G(s)R(s)$$

بنابراین.

$$|Y(j\omega)| = |G(j\omega)| * |R(j\omega)|$$

آزمایش۵

معادلات حالت و پاسخ کامل

تابع تبدیل حلقه باز سیستم با فیدبک واحد به صورت زیر در نظر بگیرید

$$G(s) = \frac{StudentNumber}{2s^2 + 6s + 5}$$

۱-برای سیستم حلقه بسته معادلات حالت را به صورت تحلیلی بدست آورید.

۲-برای سیستم حلقه بسته معادلات حالت را با استفاده از نرم افزار بدست آورید.

۳-به ازای شرایط اولیه داده شده و ورودی صفر پاسخ سیستم حلقه بسته را با نرم افزاری محاسبه نمایید.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

۴-با شرایط اولیه مذکور و ورودی پله پاسخ سیستم را به نرم افزاری محاسبه نمایید. چه تفاوتی با پاسخ سوال ۳ دارد؟

۵-با چهار شرط اولیه زیر و ورودی پله واحد پاسخهای سیستم را رسم نموده و تعیین کنید هر کدام به چه نقطه ای همگرا هستند.

$$\begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{12} \\ x_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{13} \\ x_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{14} \\ x_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \end{bmatrix}$$

آزمایش ۶

مکان هندسی

اگر تابع تبدیل حلقه باز سیستمی به صورت

$$G(s)H(s) = \frac{StudentNumber * (s^2 + 2s + 4)}{s(s+4)(s+6)(s^2 + 1.4s + 1)}$$

باشد مطلوبست تعیین

۱-محدوده تغییراتی از k که به ازای آنها سیستم پایدار می ماند(با استفاده از روش راث-هورویتز)

۲- نقاط تلاقی با محور موهومی را تعیین کرده و مقدار بهره را در نقاط مذکور بدست آورید.

۳-مکان هندسی سیستم مذکور را با نرم افزار ترسیم نموده و نتایج قسمتهای۱و۲ را بررسی نمایید.

۴- خطوط راهنما را روی منحنی رسم کنید و با استفاده از نرم افزار تعیین کنید به ازای چه مقدار k ضریب میرایی ζ برای کل سیستم بزرگتر از ۰.۲ است.

آزمایش۷

دیاگرام بد- نایکویست

سیستم حلقه باز زیر را در نظر بگیرید

$$G_2(s) = \frac{k(StudentNumber * s + 20)}{(s^2 + 5s)(s^2 + 2s + 1)}$$

۱- با استفاده روش تحلیلی مقادیری از k که به ازای آنها سیستم حلقه بسته پایدار می ماند را تعیین نمایید.

۲- با استفاده از نرم افزار نمودار نایکوئیست را رسم نموده، حاشیه بهره و حاشیه فاز را بدست آورده و روی شکل نشان دهید و صحت محاسبات قسمت ۱ را بررسی نمایید.

۳- با استفاده از نرم افزار دیاگرام بد را رسم نموده، حاشیه بهره و حاشیه فاز را بدست آورده و روی شکل نشان دهید و صحت محاسبات قسمت ۱ را تایید نمایید.

۴-در حالتهای زیر حاشیه بهره و حاشیه فاز را بدست آورده و با حالت قبل مقایسه کنید. و بگویید چه تغییر کرده است.

A. یک بهره ۵ در تابع تبدیل حلقه باز ضرب کنید. یعنی: $\frac{\mathbf{5}(StudentNumber*s+20)}{(s^2+5s)(s^2+2s+1)}$

B. یک قطب در منفی ۱ در تابع تبدیل حلقه باز ضرب کنید. یعنی: $\frac{(StudentNumber*s+20)}{(s^2+5s)(s^2+2s+1)(\boldsymbol{s+1})}$

C. یک صفر در منفی ۱ در تابع تبدیل حلقه باز ضرب کنید. یعنی: $\frac{(\boldsymbol{s+1})(StudentNumber*s+20)}{(s^2+5s)(s^2+2s+1)}$

آزمایش۸

کنترل کننده ها

تابع تبدیل حلقه باز سیستم با فیدبک واحد به صورت زیر در نظر بگیرید

$$G(s) = \frac{1}{s(s + StudentNumber)}$$

۱- پاسخ پله، خطا، زمان نشست و فراجهش سیستم فوق را بر با نرم افزار بدست آورید.

۲- با استفاده از روش زیگلر نیکولز کنترل کننده های زیر را در G ضرب کنید سپس حلقه بسته کنید:

A. کنترل کننده P به سیستم اضافه کنید، پاسخ پله را مجددا با حالت بدون کنترل کننده بر روی یک شکل با رنگ های مختلف رسم کنید و با حالت قبل مقایسه کنید.

B. کنترل کننده PI به سیستم اضافه کنید، پاسخ پله را مجددا با حالت بدون کنترل کننده بر روی یک شکل با رنگ های مختلف رسم کنید و با حالت قبل مقایسه کنید.

C. کنترل کننده PID به سیستم اضافه کنید، پاسخ پله را مجددا با حالت بدون کنترل کننده بر روی یک شکل با رنگ های مختلف رسم کنید و با حالت قبل مقایسه کنید.

۳- ضرایب **بهتری** نسبت به روش زیگلر نیکولز برای داشتن اورشوت و زمان نشست پیشنهاد دهید و پاسخ را رسم کنید.

روش **زیگلر نیکولز** برای محاسبه ضرایب کنترل کننده PID به صورت زیر

$$C(s) = K_p + \frac{K_p}{T_i s} + K_p T_d s$$

Td	Ti	Kp	Controller Type
		0.5 Ku	**P**
	Tu / 1.2	0.45 Ku	**PI**
0.125 Tu	0.5 Tu	0.8 Ku	**PID**

K_u بهره بحرانی سیستم با محک راث هرویتز

$T_u = 2\pi/\omega_u$

که ω_u فرکانس بحرانی است و با جای گذاری بهره بحرانی و $j\omega$ به‌جای s و حل کردن معادله مشخصه بدست می‌آید)