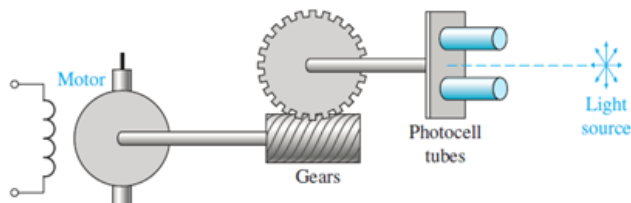




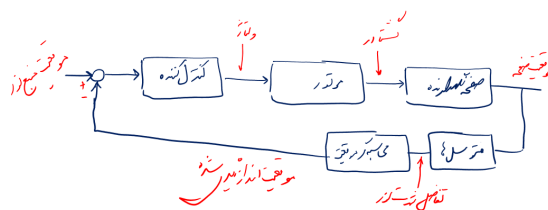
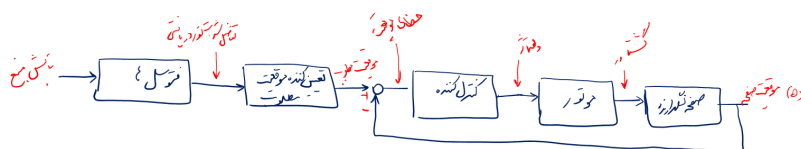
باسمه تعالی
سیستم‌های کنترل خطی
امتحان میان‌ترم
پاسخ خلاصه



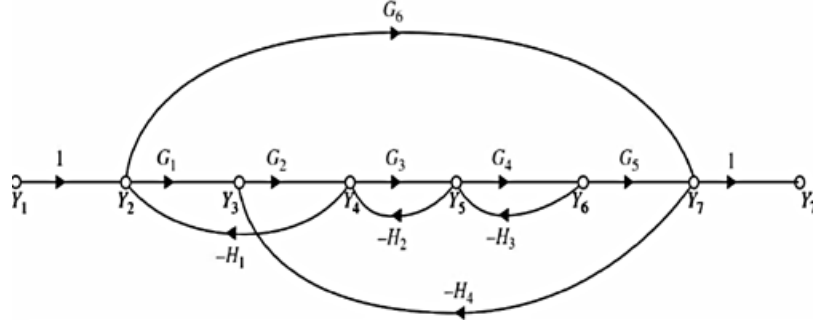
۱. سیستم کنترلی نشان داده شده در شکل زیر برای دنبال کردن خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک موتور الکتریکی یک محور را می‌چرخاند. این محور از طریق چرخ دنده یک صفحه را می‌چرخاند. روی این صفحه دو فتوسل قرار دارد. مقدار نوری که هر کدام دریافت می‌کند زمانی مساوی خواهد بود که منبع در وسط این دو قرار بگیرد. با رسم بلوک دیاگرام، سیستم حلقه بسته را برای رسیدن به هدف ردیابی منبع نور تکمیل کنید. به هر



رسم بلوک دیاگرامی که سیستم را توصیف کند کامل و صحیح باشد نمره کامل تعلق خواهد گرفت. دو نمونه:

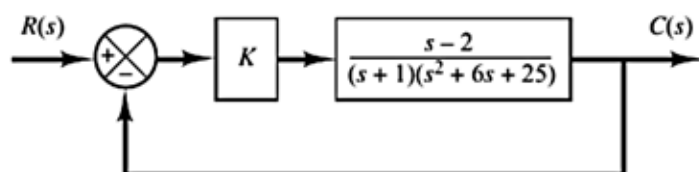


۲. برای گراف گذر سیگنال (SFG) زیر با استفاده از رابطه میسون Y_7 به Y_2 را به دست آورید.



- $\frac{Y_7}{Y_2} = \frac{Y_7/Y_1}{Y_2/Y_1}$
- $\frac{Y_7}{Y_1} = \frac{\sum M_i \Delta_i}{\Delta}$, $\frac{Y_7}{Y_1} = \frac{\sum \tilde{M}_i \tilde{\Delta}_i}{\tilde{\Delta}}$, $\frac{Y_7}{Y_2} = \frac{\sum M_i \Delta_i}{\sum \tilde{M}_i \tilde{\Delta}_i}$
- $M_1 = G_1 G_2 G_3 G_4 G_5$, $M_2 = G_6$
- $\tilde{M}_1 = 1$
- $L_{11} = -G_1 G_2 H_1$, $L_{21} = -G_3 H_2$, $L_{31} = -G_4 H_3$,
- $L_{41} = -G_2 G_3 G_4 G_5 H_4$, $L_{51} = G_6 H_4 G_2 H_1$
- $L_{12} = G_1 G_2 H_1 G_4 H_3$, $L_{22} = -G_6 H_4 G_2 H_1 G_4 H_3$
- $\Delta = 1 - L_{11} - L_{21} - L_{31} - L_{41} - L_{51} + L_{12} + L_{22}$
- $\Delta_1 = 1$, $\Delta_2 = 1 - L_{21} - L_{31}$
- $\tilde{\Delta}_1 = 1 - L_{21} - L_{31} - L_{41}$
- $\frac{Y_7}{Y_2} = \frac{G_1 G_2 G_3 G_4 G_5 + G_6(1 + G_3 H_2 + G_4 H_3)}{1 + G_3 H_2 + G_4 H_3 + G_2 G_3 G_4 G_5 H_4}$

۳. محدوده K را برای پایداری تعیین کنید.



$$\begin{array}{l|ll} s^3 & 1 & K+31 \\ s^2 & 7 & 25-2K \\ s^1 & \frac{9K+192}{7} & 0 \\ s^0 & 25-2K & 0 \end{array}$$

بنابراین

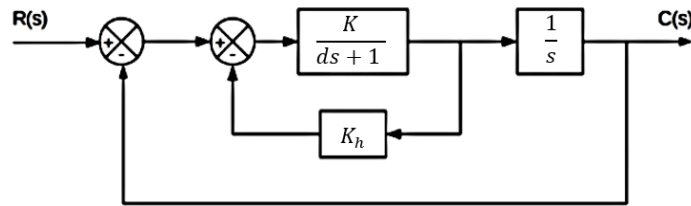
$$-\frac{64}{3} < K < \frac{25}{2}$$

۴. در شکل زیر d رقم یکان شماره دانشجویی شماست. در صورتی که رقم یکان شماره دانشجویی شما صفر است d را برابر ۱ در نظر بگیرید. در هر کدام از دو حالت (آ) و (ب) برای سیستم زیر مقدار پارامترها (K_h, K) را به گونه‌ای بیابید که

(آ) سریع‌ترین پاسخ بدون نوسان را داشته باشد.

(ب) فراجهی کمتر از ۵ درصد و زمان نشست کمتر از ۲ ثانیه باشد. در این حالت زمان فراجهش و زمان صعود را حساب کنید.

(ج) محدود بودن یا نامحدود بودن خطا را برای ورودی‌های پله واحد، شیب واحد و شتاب واحد بیان کنید.



تابع تبدیل ورودی-خروجی

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K/d}{s^2 + \left(\frac{1+KK_h}{d}\right)s + K/d}$$

در مقایسه با تابع تبدیل استاندارد مرتبه ۲

$$\omega_n^2 = K/d, \quad \zeta = \frac{1 + KK_h}{2\sqrt{Kd}}$$

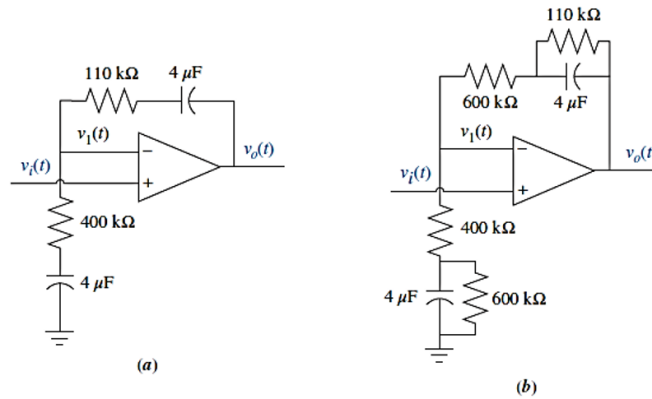
(آ) $\zeta = 1$ بنابراین $K_h = \frac{2\sqrt{Kd}-1}{K}$ مثلاً $K_h = d, K = 1/d$

(ب) $O.S. \leq 0.05$ بنابراین $\zeta \geq 0.6901$ و $t_s \leq 2$ در نتیجه $\zeta \omega_n > 2$ پس انتخاب ζ و ω_n ای که در این دو شرط صدق کنند، مثلاً ζ^* و ω_n^* . بنابراین $K = d\omega_n^{*2}$ و

$$K_h = \frac{2\zeta^*\omega_n^*d-1}{d\omega_n^{*2}} \text{ در ادامه } t_p = \frac{\pi}{\omega_n^*\sqrt{1-\zeta^{*2}}} \text{ و } t_r = \frac{\pi - \cos^{-1}(\zeta^*)}{\omega_n^*\sqrt{1-\zeta^{*2}}}$$

(ج) خطا برای ورودی پله، شیب و شتاب واحد به ترتیب ۰، $\frac{1+KK_h}{K}$ و نامحدود است.

۵. اگر شماره دانشجویی شما زوج است شکل a و اگر فرد است شکل b را در نظر بگیرید و برای آن تابع تبدیل $\frac{V_o}{V_i}$ را محاسبه کنید. (برای سهولت، خازن‌ها و مقاومت‌ها را نام‌گذاری نمایید و پاسخ را به صورت پارامتری به دست آورید و در آخر اعداد را جایگزین کنید.)



(a) شاخه پایین R_1 و C_1 و شاخه بالا R_2 و C_2 نام‌گذاری می‌کنیم:

$$\frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2 C_1 C_2 s + C_1}{R_1 C_1 C_2 s + C_2} = \frac{2s + 2}{1.6s + 1}$$

(b) شاخه موازی پایین R_1 و C_1 مقاومت سری پایین R_3 ، شاخه موازی بالا R_2 و C_2 و مقاومت سری بالا R_4 نام‌گذاری می‌کنیم:

$$\frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_2 C_2 s + 1} \frac{R_2 R_4 C_2 s + R_2 + R_4}{R_1 R_3 C_1 s + R_1 + R_3} = \frac{1.056s^2 + 3.368s + 1.71}{0.4224s^2 + 1.4s + 1}$$

۶. محدوده صفحه s را به گونه‌ای تعیین کنید تا مشخصات زیر در هر مورد به صورت جداگانه برای جفت قطب غالب برقرار باشد. (اگر باقی مانده تقسیم رقم دهگان شماره دانشجویی شما بر ۳ برابر با صفر است موارد آ و ب اگر ۱ است موارد آ و ج و اگر ۲ است موارد ب و ج را انجام دهید.)

(آ) $\omega_n \geq 2$ و $\zeta \geq 0.7$

(ب) زمان نشست کمتر از ۲ ثانیه و حداکثر فراجهش کمتر از ۲۰ درصد
(ج) زمان نشست کمتر از ۲ ثانیه و فرکانس میرا شده ω_d کمتر از ۲ رادیان بر ثانیه

