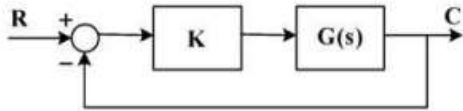




حل تشریحی کنکور کارشناسی ارشد ۱۴۰۵
رشته مهندسی مکانیک
سوالات درس کنترل

تنظیم: استاد خالصی

۱۰۱- در سیستم زیر، تابع تبدیل $G(s)$ یک صفر در LHP دارد. از قطب‌های $G(s)$ ، یک قطب در RHP و ۲ قطب در LHP قرار دارند. پارامتر کنترل کننده K در سیستم مدار بسته طوری انتخاب شده که سیستم مدار بسته، ۱ صفر و ۳ قطب دارد که همگی در LHP هستند. برای این سیستم، مقدار $N = P - Z$ در قضیه پایداري نایکوئیست چه عددی است؟



نیم صفحه سمت چپ محور موهومی: LHP
 نیم صفحه سمت راست محور موهومی: RHP

(۱) -۲

(۲) -۱

(۳) صفر

(۴) +۱ ✓

قضیه نایکوئیست: $N = P - Z$ $\Leftrightarrow N = 1 - 0 = 1$ ✓

$\Rightarrow 0$ قطب‌ها ناپایدار نیستند قطب بسته
 $\Leftrightarrow 1$ تعداد قطب‌های قطب باز در RHP $\Rightarrow 1$
 $\downarrow$ $\downarrow$
 KG $\frac{KG}{1+KG}$

۱۰۲- در سیستم خطی زیر، شامل دو منبع سیال با ارتفاع‌های به ترتیب x_1 و x_2 ، سطح مقطع‌های A_1 و A_2 و مقاومت شیرهای خروجی R_1 و R_2 و مقاومت بین دو منبع R به ازای ورودی پله‌ای $u = 10 \frac{m^3}{min}$ است. به ترتیب، حالت

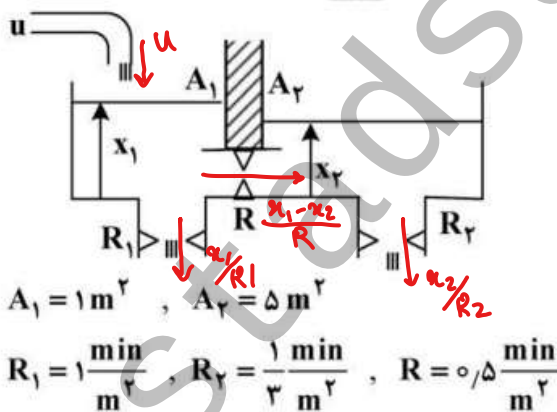
تعادل x_1 و x_2 چقدر است؟ (وقتی $t \rightarrow \infty$)

(۱) ✓ ۴/۵۴ و ۱/۸۱

(۲) ۲/۷۱ و ۲/۷۱

(۳) ۳/۶۳ و ۲/۲۲

(۴) ۳/۷۵ و ۱/۵۱



حالت تعادل برابر است که منبرهای سیستم به مقدار ثابت رسیده باشند. یعنی در این حالت ورودی و خروجی حوض برابر باشد و x_1 و x_2 صفر نباشند.

$$\begin{cases} 1: u = \frac{x_1}{R_1} + \frac{x_1 - x_2}{R} \\ 2: \frac{x_1 - x_2}{R} = \frac{x_2}{R_2} \end{cases}$$

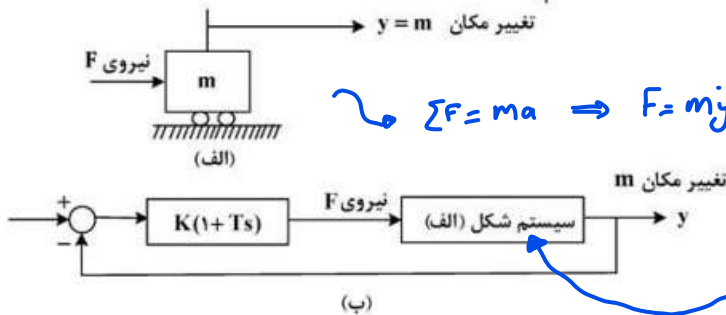
$$\Rightarrow \begin{cases} 10 = \frac{x_1}{1} + \frac{x_1 - x_2}{0.5} \\ \frac{x_1 - x_2}{0.5} = \frac{x_2}{1/3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3x_1 - 2x_2 = 10 \\ 2x_1 - 2x_2 = 3x_2 \Rightarrow x_1 = \frac{5}{2}x_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3 \times \frac{5}{2}x_2 - 2x_2 = 10 \Rightarrow x_2 = \frac{10}{7.5 - 2} = \frac{10}{5.5} \approx 1.8$$

$$\Rightarrow x_1 = 2.5 \times x_2 \approx 4.5$$

۱۰۳- جرم $m = 2 \text{ kg}$ روی سطح افقی بدون اصطکاک تحت تأثیر نیروی افقی F قرار دارد. این جرم به عنوان سیستم اصلی در مدار فیدبک شکل (ب) با کنترل کننده PD-action قرار گرفته است. به ترتیب، مقدار K و T در کنترل کننده چقدر باشد

تا سیستم مدار بسته با فرکانس $\omega_d = 1 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ و نسبت استهلاک $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$ نوسان کند؟



- (۱) ۴ و ۱
(۲) ۱ و ۴ ✓
(۳) ۳ و ۲
(۴) ۲ و ۳

$$\sum F = ma \Rightarrow F = m\ddot{y} = m s^2 y$$

$$y = \frac{1}{m s^2} F$$

تابع تبدیل مدار باز

$$\Rightarrow G = K(1 + Ts) \frac{1}{m s^2}$$

تابع پاسخ مدار بسته

$$1 + G = 1 + \frac{K(1 + Ts)}{m s^2} = 0$$

ضرب و ساده

$$m s^2 + KTs + K = 0$$

$$m = 2$$

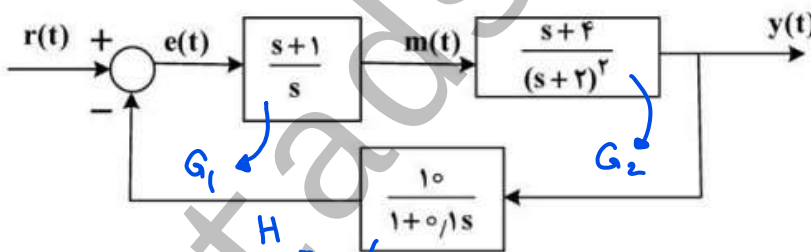
فرمت استاندارد : $s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2 = 0$
 راجب ω_n, ξ

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} \Rightarrow \omega_n = \frac{\omega_d}{\sqrt{1 - \xi^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{\sqrt{2}}{2})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1/2}} = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow 2\xi\omega_n = 2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \sqrt{2} = 1 \quad \omega_n^2 = 2$$

$$\begin{cases} \frac{KT}{m} = 1 & T = 1 \\ \frac{K}{m} = 2 \Rightarrow K = 4 \end{cases}$$

۱۰۴- در سیستم زیر، به ازای ورودی مبنا $r(t)$ پلهای واحد، به ترتیب، مقدار نهایی سیگنالهای $e(t)$ ، $m(t)$ و $y(t)$ وقتی $t \rightarrow \infty$ چقدر است؟



- (۱) ۰/۱ و ۰/۱ ، -۹
(۲) ۱ و ۱ ، -۹
(۳) ۰/۱ و ۰/۱ ، صفر ✓
(۴) ۱ و ۱ ، صفر

$$e(t) \Rightarrow E(s) = \frac{R}{1 + G_1 G_2 H}$$

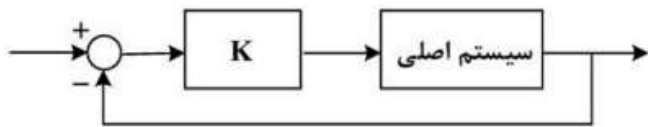
$$* e(t) = e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s \cdot \frac{1}{s}}{1 + \frac{s+1}{s} \cdot \frac{s+4}{(s+2)^2} \cdot \frac{10}{1+0.1s}} = \frac{1}{1 + \infty} = 0$$

$$* m(t) = m_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s G_1 E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{s+1}{s} E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} (s+1) \frac{1/s}{1 + \frac{1}{s} \cdot \frac{4}{2} \cdot \frac{10}{1}} = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{1}{1+0.1s} + \frac{1/s}{1+10/s} \right) = 0 + 0.1 = 0.1$$

$$* e = r - H y(t)$$

$$\Rightarrow 0 = 1 - 10 y_{ss} \Rightarrow y_{ss} = 0.1$$

۱۰۵- در سیستم زیر، با کنترل کننده تناسبی K به ازای $K = 31.62$ ، حد بهره مساوی 8 dB شده است. نصف مقدار بهره مربوط به مرز پایداری سیستم مدار بسته چقدر است؟



(۱) ۶۲/۲۴

(۲) ۳۹/۷۱ ✓

(۳) ۳۲/۱۲

(۴) ۲۹/۵۲

$$GM = 20 \log \left(\frac{K_{cr}}{K} \right) \text{ dB}$$

استاد بگوید dB:

$$\Rightarrow 8 = 20 \log \frac{K_{cr}}{31.62}$$

$$\frac{K_{cr}}{31.62} = 10^{\frac{8}{20}} = \underline{\underline{2.51}}$$

$$\Rightarrow K_{cr} = 2.51 \times 31.62 = 79.4$$

$$\Rightarrow \frac{K_{cr}}{2} = \frac{79.4}{2} \approx 39.7 \quad \checkmark$$

$$3 \text{ dB} \rightarrow \sqrt{2} \approx 1.41$$

$$6 \text{ dB} \rightarrow \approx 2$$

$$8 \text{ dB} \rightarrow \approx 2.5$$

$$10 \text{ dB} \rightarrow \approx 3.6$$

$$20 \text{ dB} \rightarrow 10$$