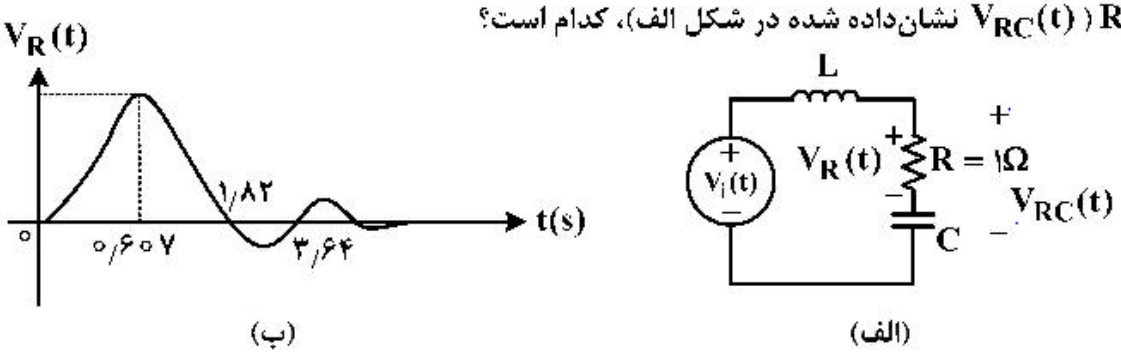
حل سوالات کنترل خطی ارشد

۱۴۰۰

www.Liveamooz.com

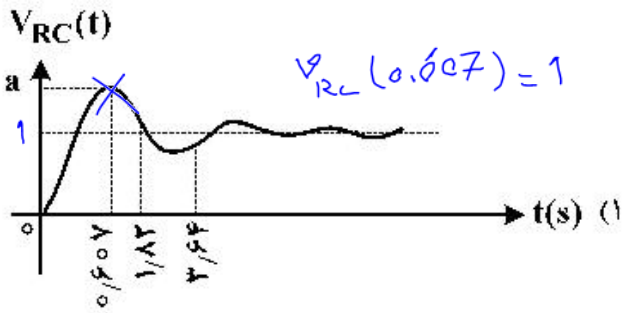
۱

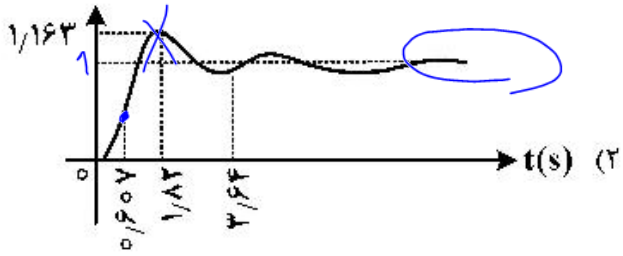
در مدار شکل الف، پاسخ ولتاژ دو سر مقاومت $R = 1\Omega$ به ورودی پله واحد در شکل ب داده شده است. نمودار ولتاژ دوسر RC ($V_{RC}(t)$) نشان‌داده شده در شکل الف)، کدام است؟

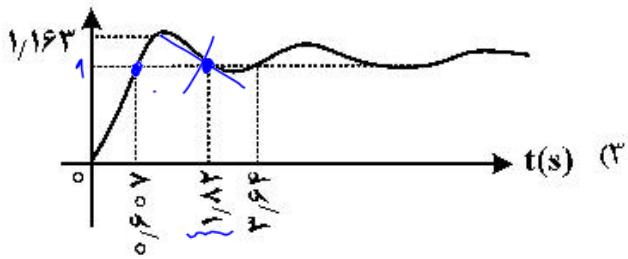


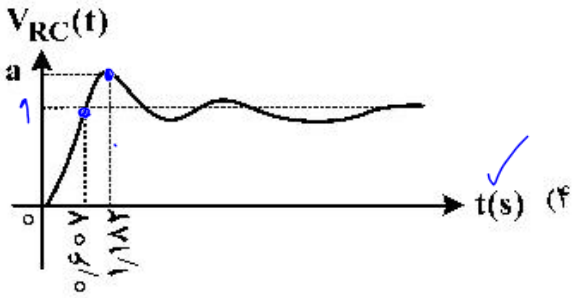
(الف)

(ب)

۱) 

۲) 

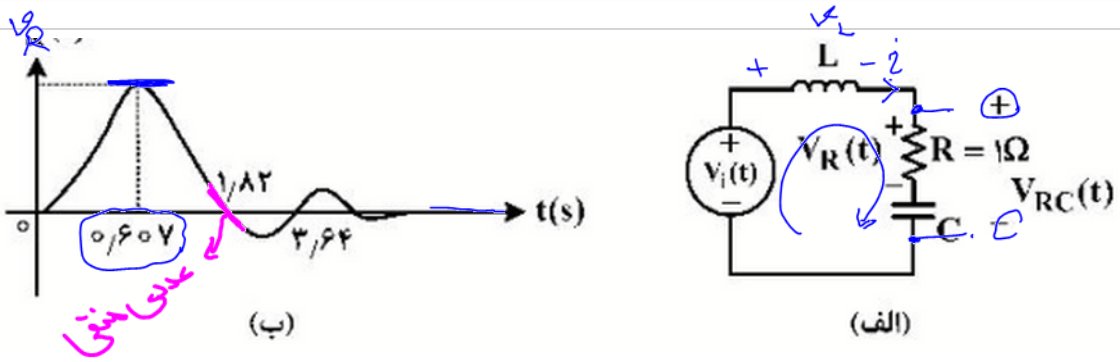
۳) 

۴) 

درجه سختی: متوسط

موضوع سوال: مدلسازی-پاسخ حالت گذرا

حل تشریحی



$\frac{V_R}{R} = i$

$V_R = i$

$-V_i + V_L + V_{RC} = 0$ $\quad V_{RC} = V_i - V_L$

$V_L = L\frac{di}{dt} = L\frac{dV_R}{dt}$ $\quad V_{RC} = V_i - L\frac{dV_R}{dt}$

$V_{RC} = 1 - L\frac{dV_R}{dt}$

مشتق V_R ← شیب خط مماس بر V_R

$t = 0.607 \rightarrow \frac{dV_R}{dt} = 0 \rightarrow V_{RC} = 1$

$t = \infty \rightarrow$ ~ ~ $V_{RC} = 1$ مقدار نهایی

$t = 1.82 \rightarrow \frac{dV_R}{dt} =$ عددی منفی $\quad V_{RC} = 1 -$ عددی منفی $\times L =$ عددی بزرگتر از ۱

حل تشریحی

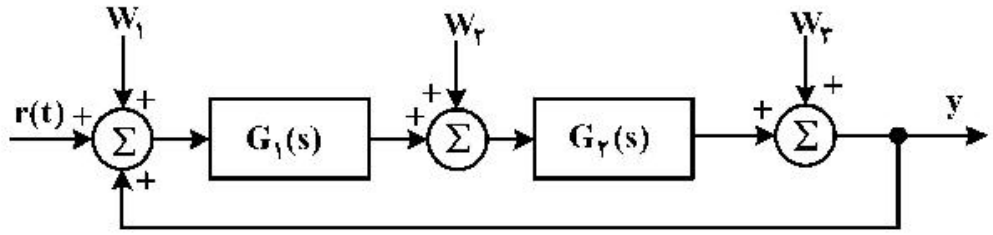
حل تشریحی

حل تشریحی

۲

سیستم حلقه بستهٔ پایدار شکل زیر را در نظر بگیرید؛ که در آن رابطهٔ زیر داده شده است. نوع سیستم نسبت به اغتشاش‌های W_1 ، W_2 و W_3 ، به‌ترتیب کدام است؟

$$G_1(s)=\frac{k_1\prod_{i=1}^{m_1}(s+z_{1i})}{s^{L_1}\prod_{i=1}^{m_1}(s+p_{1i})};\ G_2(s)=\frac{k_2\prod_{i=1}^{m_1}(s+z_{2i})}{s^{L_2}\prod_{i=1}^{m_1}(s+p_{2i})}$$



۱) صفر، L_1 و L_2

✓ ۲) صفر، L_1 و L_1+L_2

۳) نسبت به هر سه برابر L_1+L_2

۴) نوع فقط نسبت به ورودی مرجع (r) تعریف می‌شود و نسبت به سه ورودی، اغتشاش تعریف نشده است.

درجه سختی: ساده

موضوع سوال: مفهومی

حل تشریحی

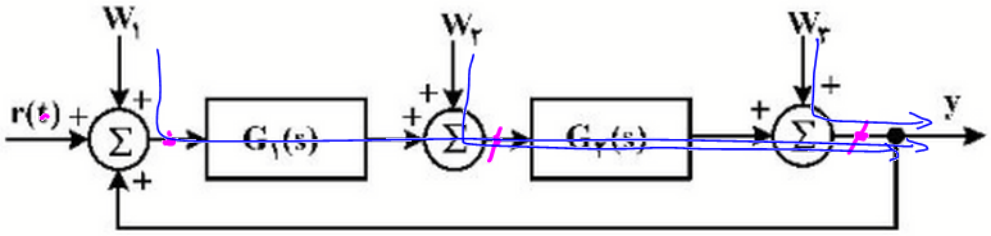
* نوع سیستم نسبت به ورودی تعریف می شود.

~ ~ معمولاً برای ورودی هایی ورودی موجود است و برای اعتشاش بی معنی است!

نوع سیستم ← حالت حلقه باز ← خطای تعریفی = خطای شکل

جواب عملی ← ۴

$$G_1(s)=\frac{k_1\prod_{i=1}^{m_1}(s+z_{1i})}{s^{L_1}\prod_{i=1}^{m_1}(s+p_{1i})};\quad G_2(s)=\frac{k_2\prod_{i=1}^{m_1}(s+z_{2i})}{s^{L_2}\prod_{i=1}^{m_1}(s+p_{2i})}$$



نوع سیستم: تعداد قطب در مبدأ تابع تبدیل سیر مستقیم

w_3 نباشد → $F_1=1$ → نوع ۰

w_2 ~ ~ → $G_2(s)$ → L_2 ~

w_1 ~ ~ → $G_1G_2=\dfrac{k_1k_2\ \Pi\ \cdots}{s^{L_1+L_2}\ \Pi\ \sim}$ → نوع L_1+L_2

۳

چنانچه T_r نشان دهندهٔ اولین لحظهٔ رسیدن پاسخ یک سیستم مرتبهٔ دوم استاندارد به ۱۰۰ درصد مقدار نهـائی خود باشد، کدام گزینه صحیح نیست؟ (T_s زمان نشست سیستم با معیار ۲٪ است.)

۱) چنانچه سیستم فوق میرا $(\xi > 1)$ باشد، T_r برابر بی‌نهایت است.

۲) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_s حتما از T_r بزرگتر است.

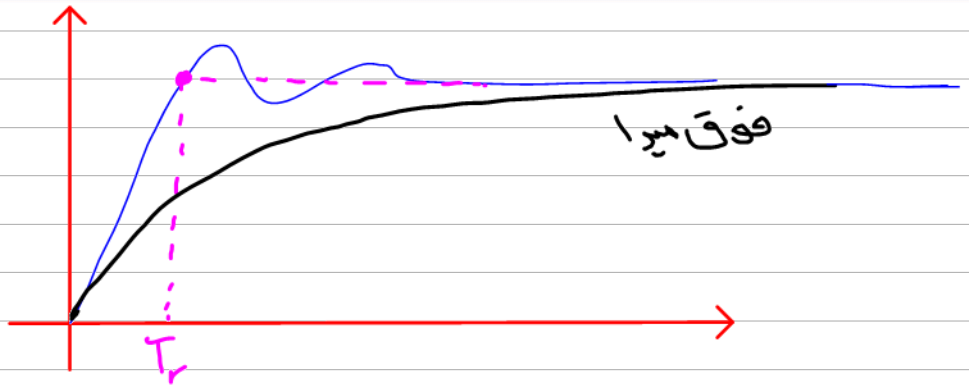
۳) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_r می‌تواند از T_s کوچکتر باشد.

۴) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_r می‌تواند از T_s بزرگتر باشد.

درجه سختی: **متوسط**

موضوع سوال: **حالت گذرا**

حل تشریحی



۱) چنانچه سیستم فوق میرا $(\xi > 1)$ باشد، T_r برابر بی‌نهایت است.

۲) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_s حتماً از T_r بزرگتر است.

۳) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_r می‌تواند از T_s کوچکتر باشد.

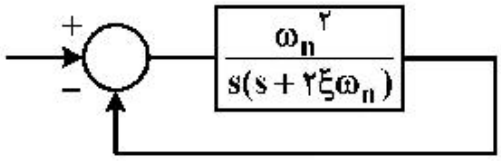
۴) چنانچه سیستم زیر میرا $(\xi < 1)$ باشد، T_r می‌تواند از T_s بزرگتر باشد.

$$T_s = \frac{4}{\xi \omega_n} \qquad T_r = \frac{\pi - \cos^{-1}(\xi)}{\omega_n \sqrt{1-\xi^2}}$$

$$\xi \to 1^- \quad \Rightarrow \quad T_r \to \infty \quad \Rightarrow \quad T_s = \frac{4}{1 \times \omega_n}$$

$$\xi \to 0^+ \quad \Rightarrow \quad T_s \to \infty \quad \Rightarrow \quad T_r = \frac{\pi - \pi/2}{\omega_n}$$

۴ سیستم مرتبهٔ دوم نمونه‌ای را در نظر بگیرید. گزینهٔ صحیح در این مورد، کدام است؟



۱) تمامی شاخص‌های سرعت با هر تعریفی، با $\frac{1}{\omega_n}$ متناسب هستند.

۲) نسبت دامنهٔ اولین بالازدگی به بالازدگی n ام به ω_n وابسته است.

۳) اگر t'_s را به‌صورت زمانی تعریف کنیم که پاسخ سیستم در باند ۵٪ اختلاف با مقدار نهایی قرار می‌گیرد؛ آنگاه رابطهٔ $t'_s = \frac{4}{\xi\omega_n}$ برای ξهای نزدیک صفر، با این مقدار اختلاف زیادی دارد.

۴) در صورتی‌که از یک کنترل کنندهٔ تناسبی مشتقی با ضرایب مثبت استفاده شود، الزاماً خطای حالت دائم افزایش می‌یابد.

درجه سختی: ساده

موضوع سوال: حالت گذرا

حل تشریحی

۱) تمامی شاخص‌های سرعت با هر تعریفی، با $\frac{1}{\omega_n}$ متناسب هستند.

۲) نسبت دامنهٔ اولین بالازدگی به بالازدگی nام به ω_n وابسته است.

۳) اگر t_s را به‌صورت زمانی تعریف کنیم که پاسخ سیستم در باند ۵٪ اختلاف با مقدار نهایی قرار می‌گیرد؛ آنگاه رابطهٔ $t_s = \frac{4}{\xi\omega_n}$ برای ξهای نزدیک صفر، با این مقدار اختلاف زیادی دارد.

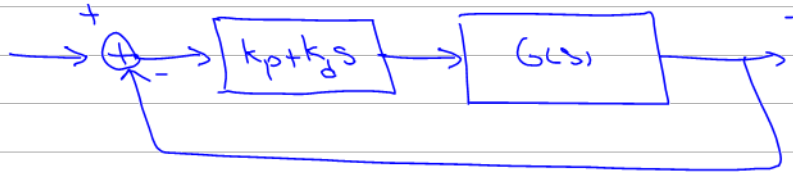
۴) در صورتی که از یک کنترل کنندهٔ تناسبی مشتقی با ضرایب مثبت استفاده شود، الزاماً خطای حالت دائم افزایش می‌یابد.

$C(s) = K_p + K_d s$

T_s و T_r $\quad T_s = \frac{4}{\xi\omega_n} \quad T_r = \frac{\pi - \cos^{-1}\xi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}$

$\%OS_n = e^{-\frac{n\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \quad \%OS_1 = e^{-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$

کنترل تناسبی ← حالت دائم را می‌تواند بهتر یا بدتر کند.



گذرا ← ← ← ← ← ← ←

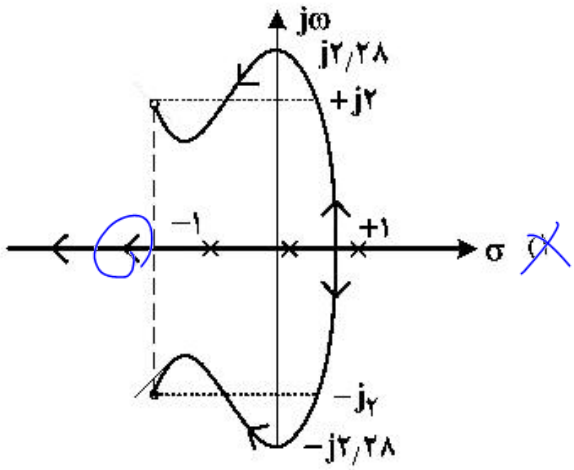
کنترل مشتق ← ← ← را بهتر می‌کند

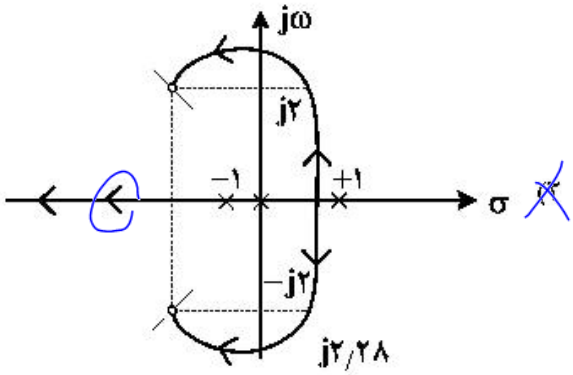
← ← ← حالت ماندگار را تأثیری ندارد.

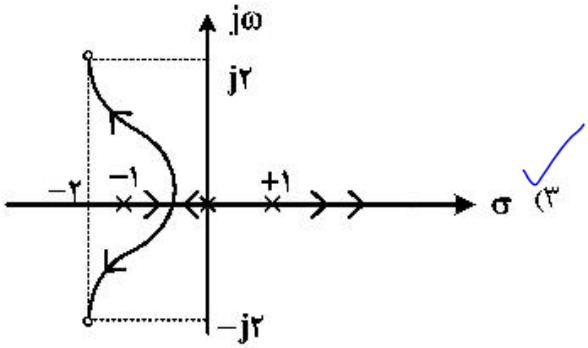
حل تشریحی

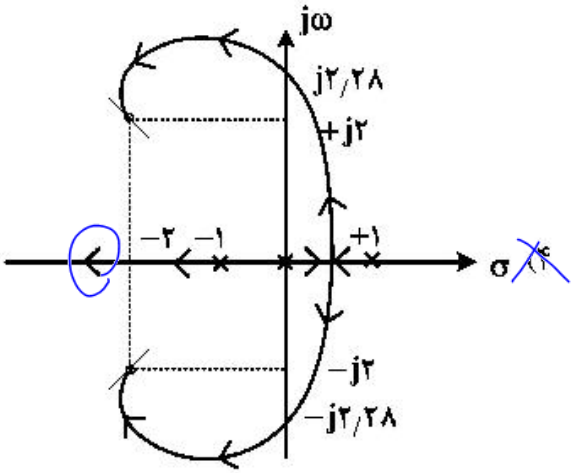
۵

در یک سیستم با فیدبک منفی، تابع تبدیل حلقه‌باز $GH(s)=\frac{K(s^2+4s+8)}{s(1-s^2)}$ است. مکان هندسی قطب‌های تابع تبدیل حلقه بسته به ازای تغییرات $K \geq 0$، کدام است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


درجه سختی: سخت

موضوع سوال: مکان هندسی

حل تشریحی

① معادله مشخصه $\Delta(s)$

$$\Delta(s) = 1 + GH(s) = \frac{K(s^2+4s+8)}{s(1-s^2)} = 0$$

آیا به فرم استاندارد هستیم؟

$$\Delta = 1 + k\frac{(s^2+4s+8)}{s(1-s^2)} = 0$$

$$\Delta = 1 + \text{مقدار} \times \text{تابع تبدیل} = 0$$

ضریب بزرگترین توان s در صورت و مخرج مثبت باشد.

$$\Delta = 1 + k\frac{s^2+4s+8}{-s^3+s} = 0$$

$$= 1 + \underbrace{k(+1)}_{k'}\frac{s^2+4s+8}{s^3-s} = 0$$

$$\Delta = 1 + k'\frac{s^3+4s+8}{s^3-s}$$

$k' = -k$ $\quad k>0$

$k'<0$

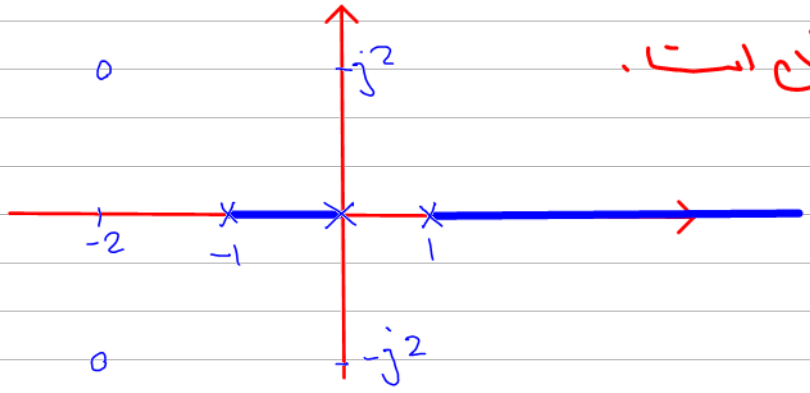
② تعیین علامت مکان = علامت ضریب k' × علامت

مثبت = − × −

↓

مکمل مکان

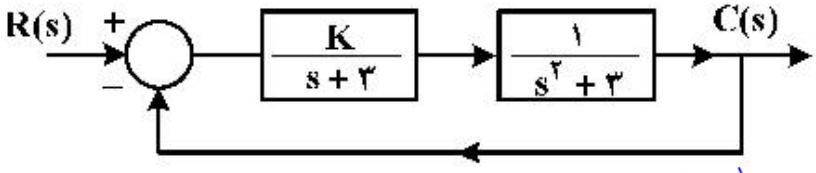
③ بخشی از محور حقیقی که جزء مکان است.



حل تشریحی

۶

کدام گزینه در مورد سیستم کنترل زیر، صحیح است؟



۱) سیستم به ازای $K \geq ۹$، پایدار است.

۲) خطای ماندگار سیستم به ورودی پله واحد به ازای $K = ۱$، برابر ۰٫۹ است.

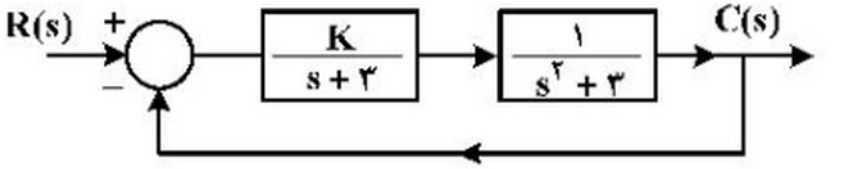
۳) شاخه‌های مکان ریشه‌های معادله، مشخصهٔ خطوطی هستند که یکدیگر را در $s = -۱$ قطع می‌کنند.

۴) پاسخ سیستم به ورودی پله واحد به ازای $K = -۸$، برای $t \geq ۰$، برابر $۱ - \frac{t^۲}{۲}e^{-t}$ است.

درجه سختی: متوسط	موضوع سوال: مکان هندسی-خطای حالت ماندگار-پایداری

حل تشریحی

شرط پایداری



$$\Delta = 1 + \frac{k}{s+3}\,\frac{1}{s^2+3} = 0$$

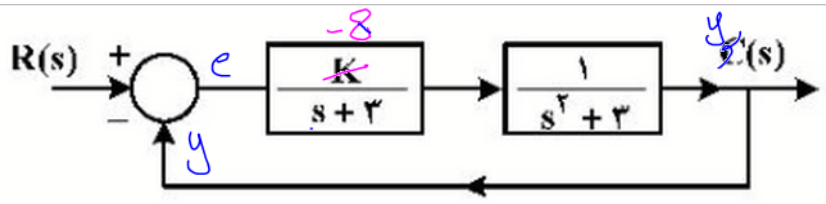
$$\Delta = 1s^3 + 3s^2 + 3s + 9 + k = 0$$

① $9+k>0 \rightarrow k>-9$

② $3\times 3 > 1\times(9+k) \rightarrow k<0$

$\rightarrow \boxed{-9<k<0}$ شرط پایداری

$R(t)=u(t) \rightarrow y(t)=1-\frac{t^2}{2}e^{-t}$ ← ۲ نمره



پاسخ دائمی (حالت ماندگار)

$y(\infty) = 1 - \frac{\infty^2}{2}e^{-\infty} = 1$ $\quad R(\infty)=1 \rightarrow e_{ss}=1-1=0$?

حلقه باز: خطای تقویتی $= R-y$ $\quad$ خطای شکل $= R-y$

$G_{OL} = \frac{-8}{(s+3)(s^2+3)}$ نوع سیستم؟ نوع سیستم $=0$

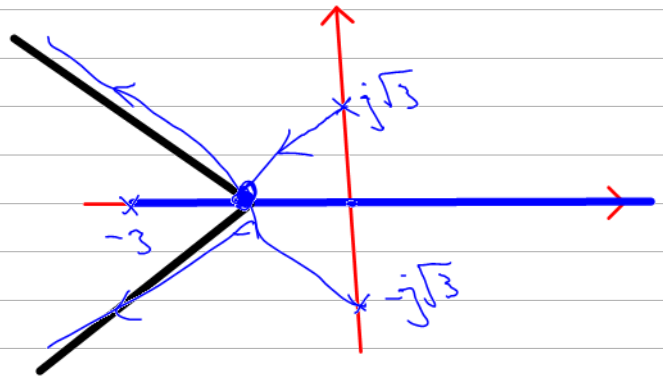
ورودی $\sim = 0$

$e_{ss} \neq e$ $\quad$ نوع سیستم = نوع ورودی $\rightarrow e_{ss}=$ عددی محدود غیرصفر

حل تشریحی

* اگر نقطه شکست و تلاقی با بهره کی باشد ممکن به صورت خطوط راست است.

$$\text{نقطه تلاقی} = \frac{-3+0+0}{3-0} = -1$$



$$\Delta = 1 + \frac{k}{s^3+3s^2+3s+9} = 0$$

$$k = -(s^3+3s^2+3s+9)$$

$$\frac{dk}{ds} = 0 \longrightarrow -(3s^2+6s+3) = 0 \longrightarrow s = -1 \text{ و } -1$$

$$\text{علامت کان} = - \times - = \text{مثبت}$$

$$\boxed{k<0}$$

حل تشریحی

حل تشریحی

۷ در یک سیستم $G(s)=\frac{K}{s(s+1)}$ و حد فاز برابر 45° است. پاسخ حالت ماندگار به ورودی $\sin\sqrt[4]{2}\,t$، کدام است؟

۱) $\sqrt{2}\cos\sqrt{2}\,t$

۲) $-\sqrt[4]{2}\cos\sqrt[4]{2}\,t$ ✓

۳) $\sqrt[4]{2}\sin\sqrt[4]{2}\,t$

۴) $-\sqrt{2}\cos\sqrt{2}\,t$

درجه سختی: متوسط

موضوع سوال: نایکوئیست –پاسخ ماندگار

حل تشریحی

$G(s) = \frac{k}{s(s+1)}$ $\quad \angle P.M = 45^\circ$ $\quad r(t) = \sin(\sqrt{2}t)$

$\angle P.M$ ← اندوی حلقه باز

$G(s)$ حلقه باز است یا حلقه بسته؟

$G(s)$ حلقه باز است.

پیش فرض؟ فیدبک واحد منفی



$y(\infty)$ ؟

نکته! شرط استفاده از مقادیر حالت ماندگار ← ورودی متناوب باشد.
سیستم پایدار باشد.

یعنی ما حق نداریم از مقادیر حالت ماندگار استفاده کنیم.

$\frac{Y(s)}{R(s)} = T(s)$ $\quad$ اگر ورودی sin یا cos ←

$A\sin(\omega_0 t + \varphi)$ (ورودی) $\longrightarrow$ (خروجی) $y(t) = A\,|T(j\omega_0)|\sin(\omega_0 t + \varphi + \angle T(j\omega_0))$

$y(t) = y(\infty)$

$T(s) = \frac{G(s)}{1+G(s)} = \frac{k}{s(s+1)+k}$ $\quad$ مقدار k؟

P.M ✓

$\angle P.M = 180^\circ + \angle G(j\omega_{gc}) = 45^\circ$

حل تشریحی

$\angle G(j\omega_{gc}) = -135^\circ$ $\quad * |G(j\omega_{gc})| = 1 *$

$G(j\omega_{gc}) = \dfrac{k}{j\omega_{gc}(j\omega_{gc}+1)}$ $\quad \angle G(j\omega_{gc}) = 0 - \left(90^\circ + \tan^{-1}\left(\dfrac{\omega_{gc}}{1}\right)\right)$

$-90^\circ - \tan^{-1}(\omega_{gc}) = -135^\circ \longrightarrow \tan^{-1}(\omega_{gc}) = 45^\circ$

$\omega_{gc} = \tan(45^\circ) = 1$

$\left|\dfrac{k}{j1(j1+1)}\right| = 1 \longrightarrow \dfrac{k}{1\sqrt{1^2+1^2}} = 1 \rightarrow k = \sqrt{2}$

$T(s) = \dfrac{\sqrt{2}}{s(s+1)+\sqrt{2}} = \dfrac{\sqrt{2}}{s^2+s+\sqrt{2}}$

$r(t) = 1\sin(\underbrace{\sqrt[4]{2}}_{\omega_c} t) \longrightarrow y(t) = |T(j\sqrt[4]{2})|\sin(\sqrt[4]{2}\,t + \angle T(j\sqrt[4]{2}))$

$T(j\sqrt[4]{2}) = \dfrac{\sqrt{2}}{-1\sqrt{2} + j\sqrt[4]{2} + \sqrt{2}} = \dfrac{(\sqrt[4]{2})^2}{j\sqrt[4]{2}} = \dfrac{\sqrt[4]{2}}{j} \rightarrow$

$|T(j\sqrt[4]{2})| = \dfrac{\sqrt[4]{2}}{1}$ $\quad \angle(T(j\sqrt[4]{2})) = 0 - 90^\circ = -90^\circ$

$y(t) = y(t) = \sqrt[4]{2}\sin(\sqrt[4]{2}\,t - 90^\circ) = -\sqrt[4]{2}\cos(\sqrt[4]{2}\,t)$ ✓

$\sin(\alpha - 90^\circ) = -\cos(\alpha)$

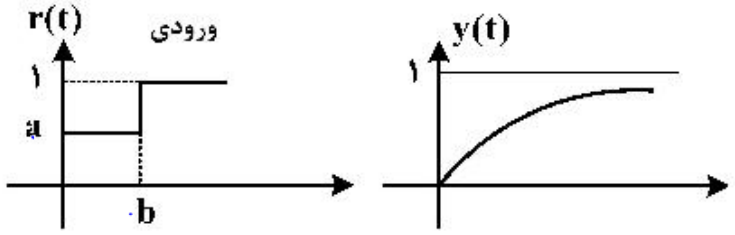
زیدسی ۱

۸

با فرض $1 > \xi > 0$، پاسخ سیستم به ورودی زیر به‌صورت $y(t)$ شده است. مقدار a و b، کدام است؟

$$G(s) = \frac{4}{s(s+0/4)}$$

$$H(s) = 1$$



۱) $a \simeq \frac{1}{1+e^{-0/314}}$ و $b \simeq 1/57$ ✓

۲) $a \simeq 0/357$ و $b \simeq 2/37$

۳) $a \simeq e^{-0/314}$ و $b \simeq 1/57$

۴) $a \simeq 1/201$ و $b \simeq 3/102$

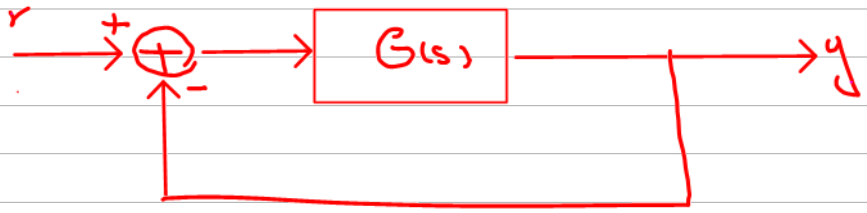
$a < \frac{1}{1+e^{-0.314}}$

$e^{-0.314} > \frac{1}{1+e^{-0.314}}$

درجه سختی: ساده

موضوع سوال: پاسخ گذرا-ماندگار

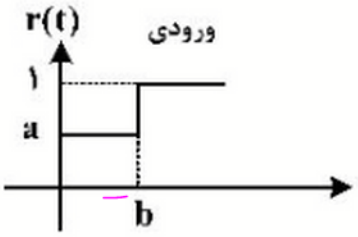
حل تشریحی

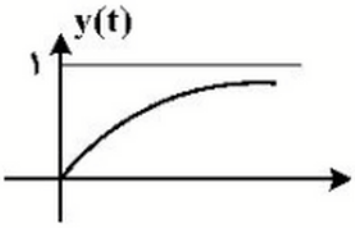


$G(s)=\frac{4}{s(s+0.4)}$ $0<\zeta<1$

$G(s)=\frac{۴}{s(s+۰/۴)}$

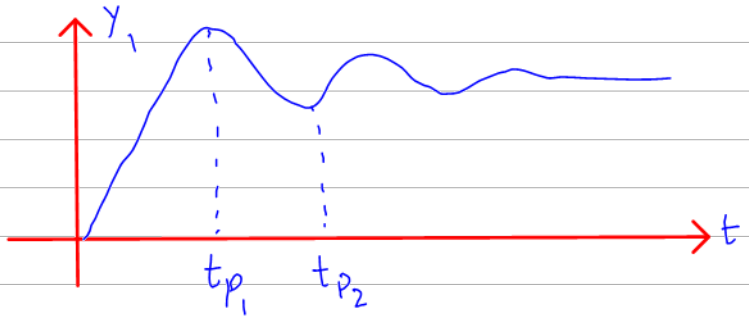
$H(s)=۱$

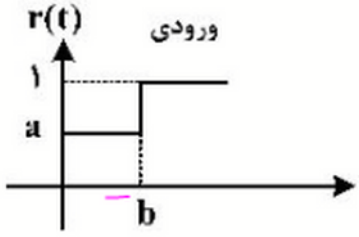




$\frac{Y(s)}{R(s)}=\frac{G(s)}{1+G(s)}=\frac{4}{s^2+0.4s+4}$ ذیرو میرد ۱



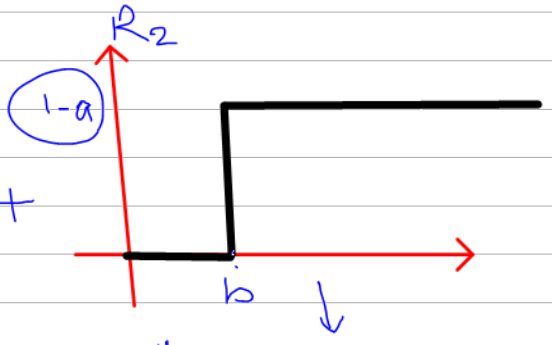


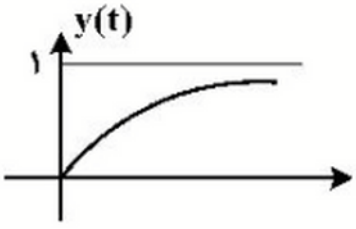


=

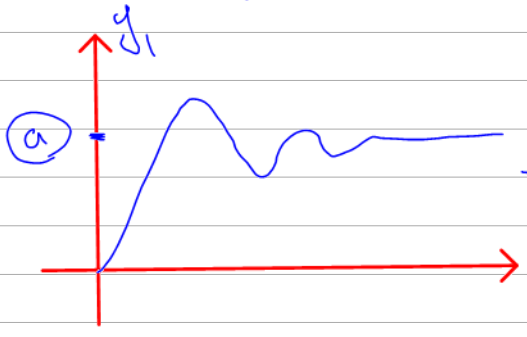


+

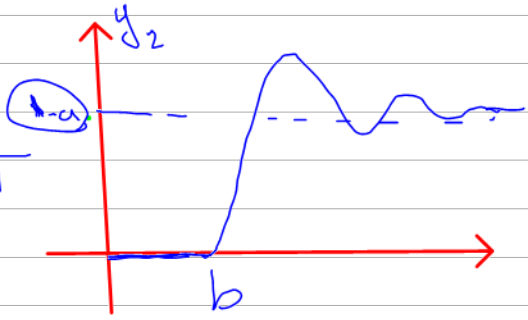




=



+



حل تشریحی

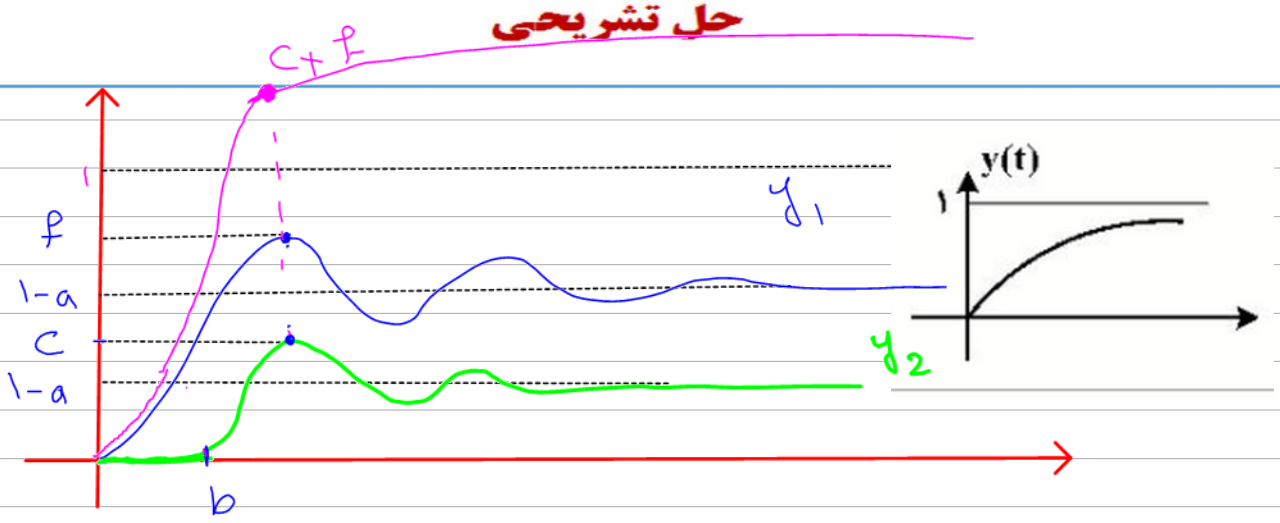
ضریب دامنه

مقدار نهایی دامنه خروجی = دامنه ورودی × بهره dc

$\frac{Y(s)}{R(s)} = T(s)$ $\quad T(0) =$ بهره dc $\Rightarrow$ $T(s) = \frac{4}{s^2+0.4s+4}$

$T(0) = 1$

حل تشریحی

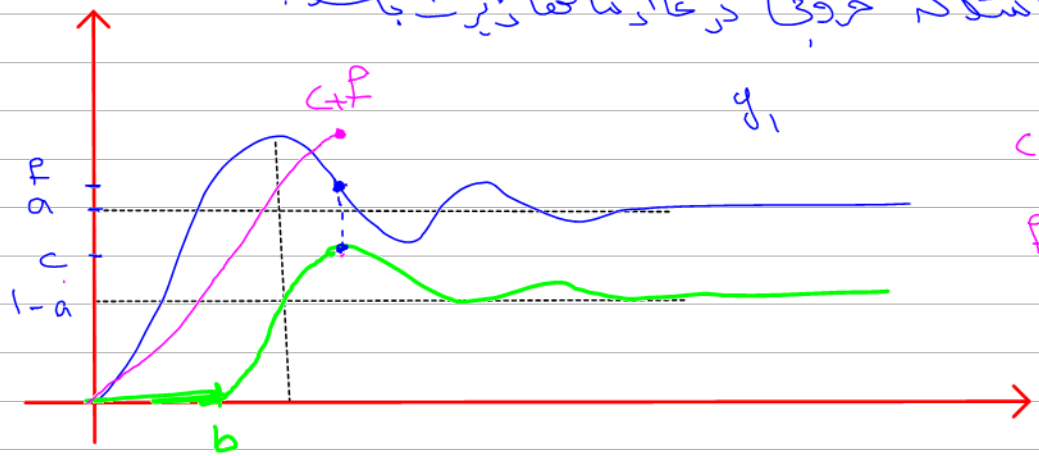


$c > 1-a$

$f > a$

$\rightarrow c+f > 1$

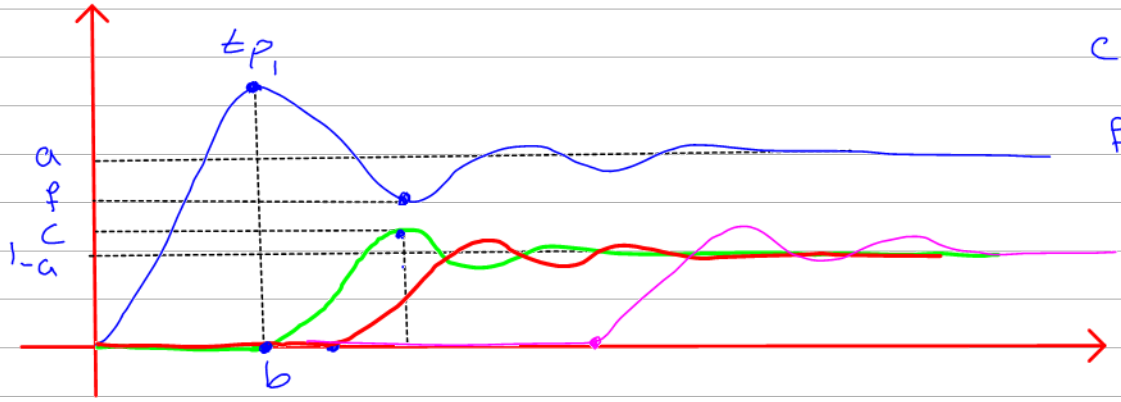
b باید طوری باشد که خروجی در آن نمایش زیر باشد.



$c > 1-a$

$f > a$

$\rightarrow c+f > 1$



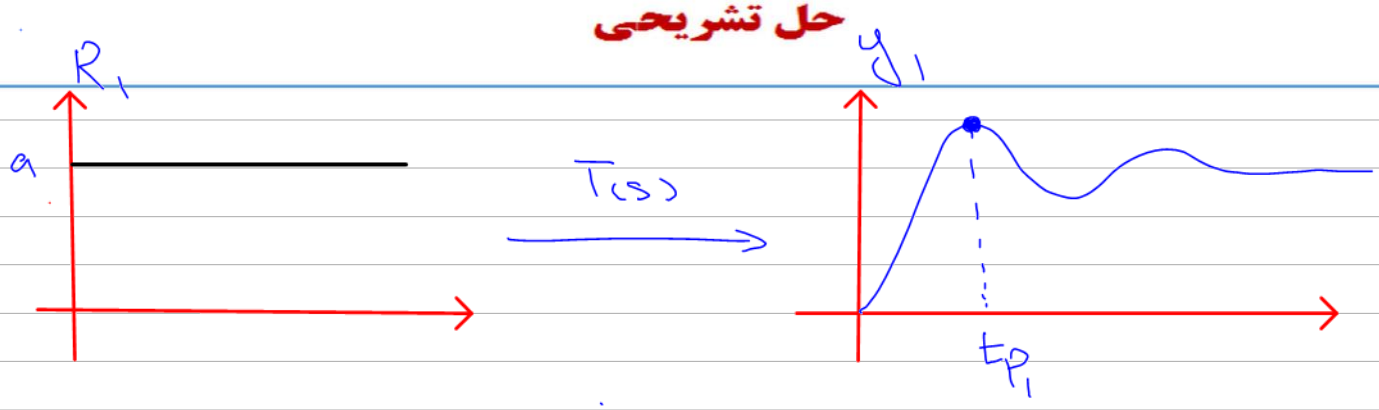
$c > 1-a$

$f < a$

~~$c+f > 1$~~

باید $b \geq t_{p_1}$

حل تشریحی



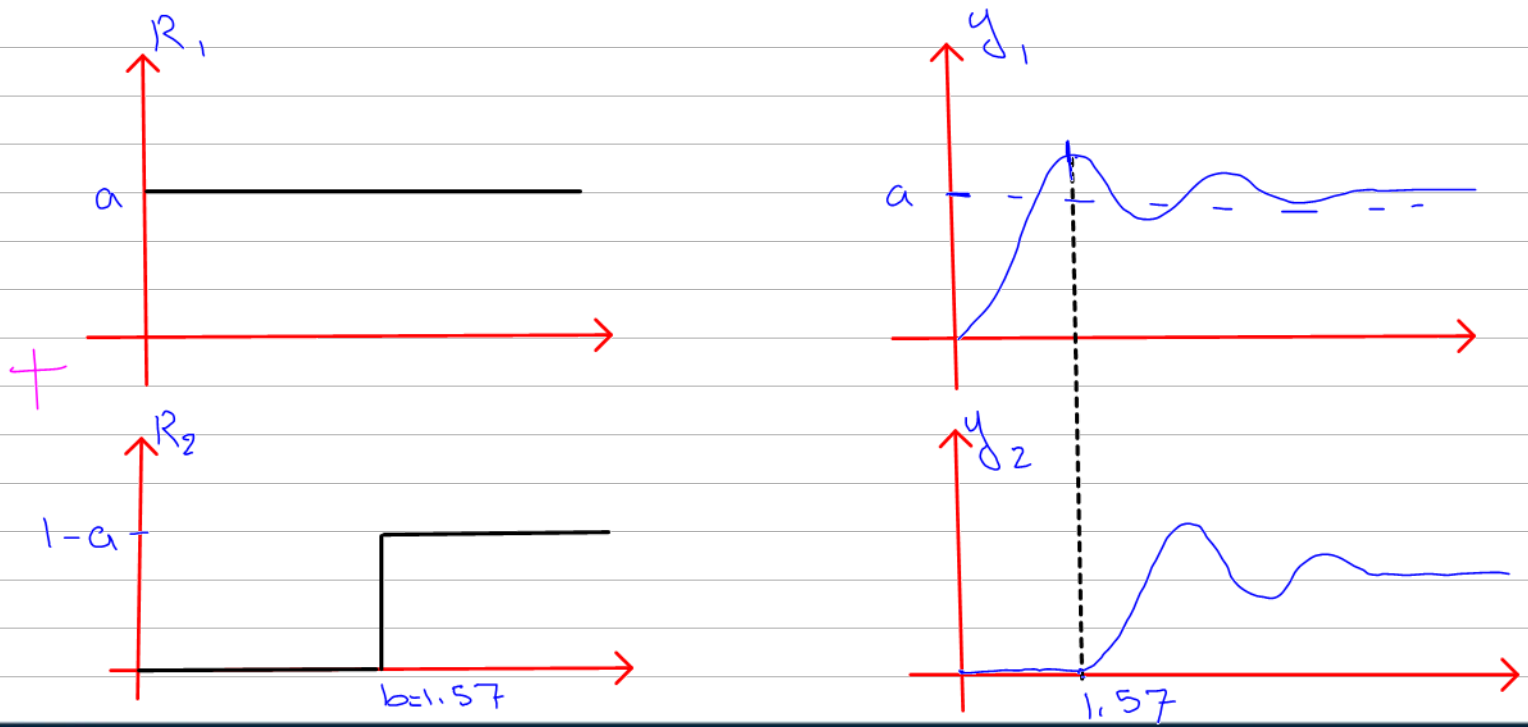
$$t_{p_1} = \frac{\pi}{\omega_d} \qquad \omega_d = ? \qquad \omega_d = \omega_n\sqrt{1-\xi^2}$$

$$T(s) = \frac{4}{s^2+0.4s+4} \simeq \frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$$

$$\omega_n = 2 \qquad \xi = 0.1 \qquad \omega_d = 2\sqrt{1-0.01} \approx 2$$

$$t_{p_1} = \frac{\pi}{2} = \frac{3.14}{2} = 1.57$$

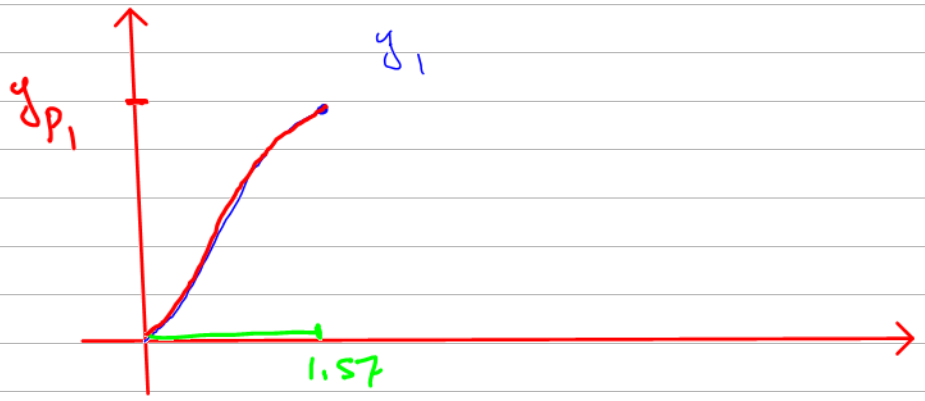
$$\boxed{b \geq 1.57}$$

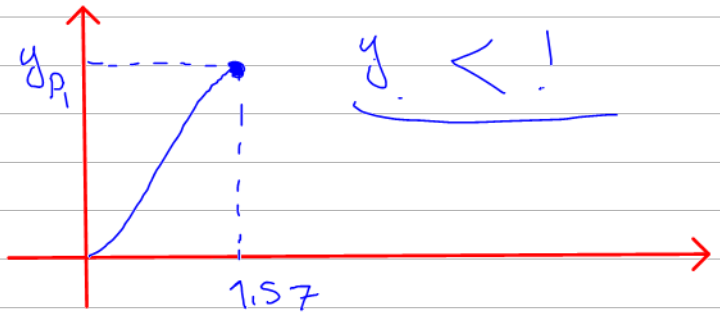


حل تشریحی

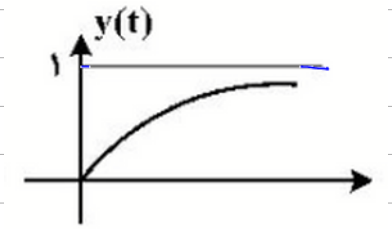
$R = R_1 + R_2$

$y = y_1 + y_2$





$y < 1$



$y(\infty) = a$

$y_{p_1} < 1$

$y_{p_1} = ?$ $\quad \%OS_1 = \dfrac{y_{p_1} - y(\infty)}{y(\infty)} \rightarrow y_{p_1} = y_1(\infty) + y_1(\infty)\%OS_1$

$y_{p_1} = a + a \times \%OS_1$

$\%OS = e^{\frac{-\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} = e^{\frac{-\pi \times 0.1}{\sqrt{1-0.01}}} = e^{-\frac{3.14 \times 0.1}{1}} = e^{-0.314}$

$\%OS_1 = e^{-0.314}$

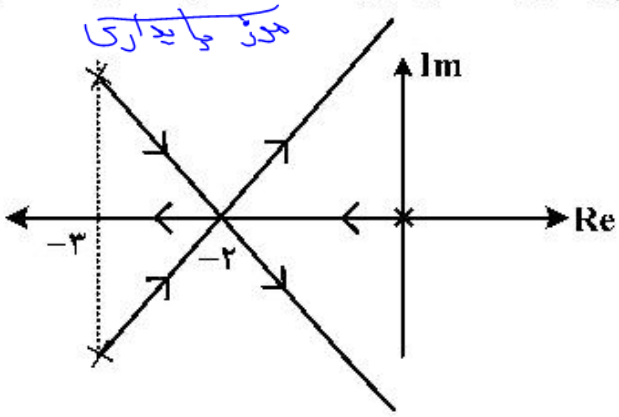
$y_{p_1} = a + a \times e^{-0.314} \leq 1 \rightarrow \boxed{a \leq \dfrac{1}{1 + e^{-0.314}}}$

۹

کان هندسی ریشه‌های سیستمی به‌صورت شکل زیر است. حداقل خطای ماندگار به ورودی $3tu(t)$، کدام ست؟

$K > 0$

فیدبک منفی



) ۰/۵

) ۰/۲۵

) ۰/۳۳

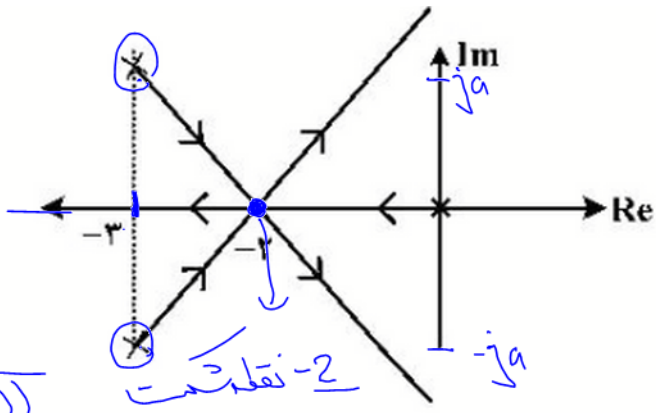
) خطا قابل محاسبه نیست.

درجه سختی: ساده

موضوع سوال: مکان هندسی-خطای ماندگار

حل تشریحی





2- نقطه شکست تداخلی بینهایت

$$G(s) = \frac{1}{s(s-(-3+j\omega))(s-(-3-j\omega))}$$

$$G(s) = \frac{1}{s(s^2+6s+9+b)} \qquad b>0$$

اطلاعاتی نداریم $\omega_0 = \frac{0+-3+-3}{3} = -2$

$$\Delta = 1 + k\frac{1}{s^3+6s^2+9s+bs} = 0$$

$$k = -(s^3+6s^2+9s+bs) \qquad \frac{dk}{ds} = 0$$

$$\frac{dk}{ds} = -(3s^2+12s+9+b) = 0 \longrightarrow$$ نقطه شکست از ریشه‌ها

این معادله هست.

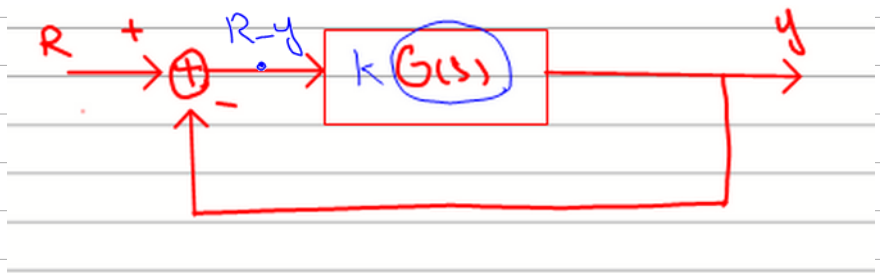
نقطه شکست $= -2 \subset$ (ریشه‌های $\frac{dk}{ds} = 0$)

$$\frac{dk}{ds}\Big|_{s=-2} = -(3\times 4 - 12\times 2 + 9 + b) = 0$$

$$b = 3$$

حل تشریحی

$$G(s)=\frac{1}{s^3+6s^2+12s}=\frac{1}{s(s^2+6s+12)}$$



حداقل خطای ماندگار = ؟

خطای شکل = R - y

حلقه باز → ورودی = R - y

پله نوع ۱

ورودی $3\,u(t)$ ← دامنه ورودی

$$e_{ss}=\frac{\text{دامنه ورودی}}{k_p}=\frac{3}{k_p}$$

$$k_p=\lim_{s\to 0} s\,k G(s)=\lim_{s\to 0} s\,\frac{k}{s(s^2+6s+12)}=\frac{k}{12}$$

$$e_{ss}=\frac{3}{k/12}=\frac{36}{k}$$

هرچقدر k بزرگتر ← e_{ss} کمتر

اگر k طوری باشد که ناپایدار شود ↔ $e_{ss}=\infty$

$$\Delta(s)=1+kG(s)=0$$

$$\Delta=s^3+6s^2+12s+k=0$$

شرط پایداری:
$$\begin{cases} k>0 \\ 6\times 12>1\times k \end{cases} \longrightarrow \boxed{0<k<72}$$

72 بزرگترین k که سیستم پایدار باشد

$$e_{ss_{min}}=\frac{36}{72}=0.5\ \checkmark$$

۱۰ سیستم فیدبک با تابع تبدیل حلقهٔ $K > 0$، $G(s) = K\frac{(s^2-1)(s^2+4)}{(s^2-9)(s^2+16)}$ را در نظر بگیرید. به‌ازای کدام بازه از مقدار K، منحنی نایکوئیست $G(s)$ از نقطهٔ $(-1,0)$ عبور نمی‌کند؟ (اعداد تقریبی هستند.)

۱) $K < 1$

۲) $K > 35$

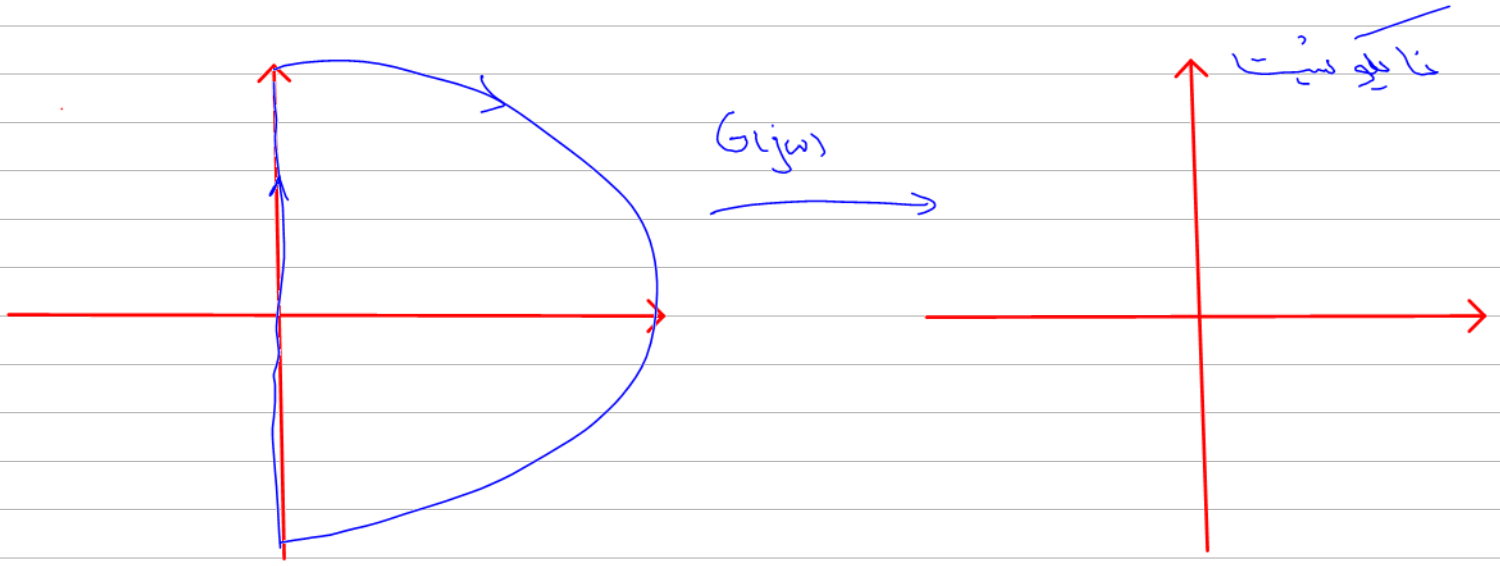
۳) $24 < K < 35$

۴) $1 < K < 24$

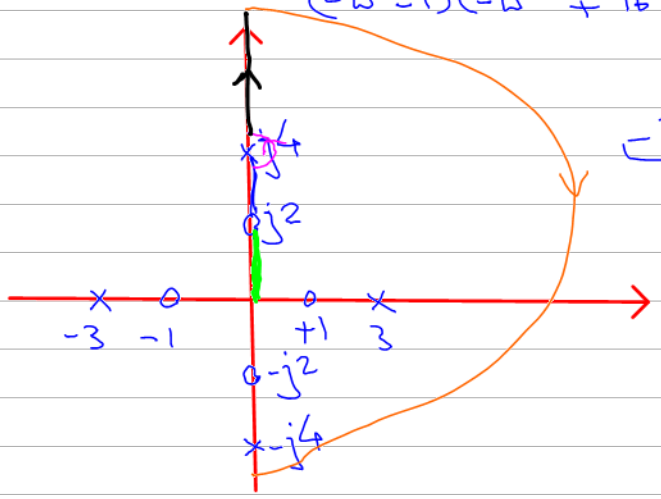
درجه سختی:

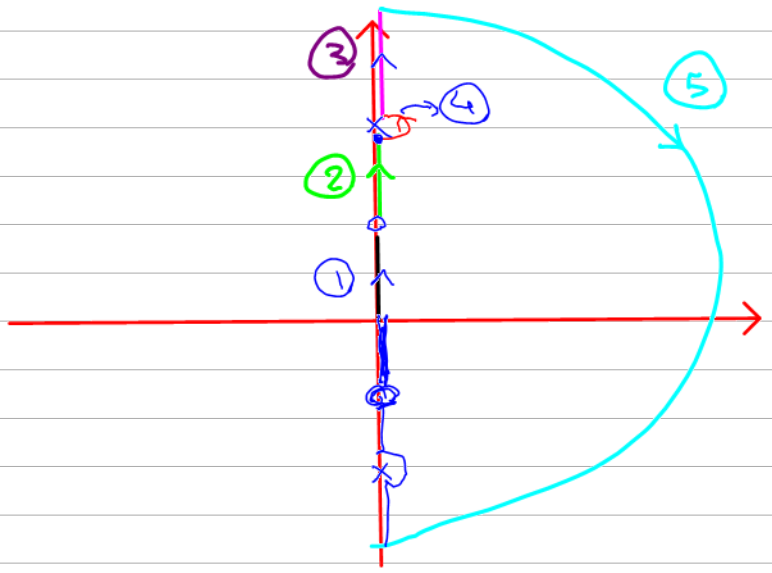
موضوع سوال:

حل تشریحی



$$G(j\omega) = k\,\frac{(-\omega^2-1)(-\omega^2+4)}{(-\omega^2-9)(-\omega^2+16)} = k\,\frac{(\omega^2+1)(\omega^2-4)}{(\omega^2+9)(\omega^2-16)}$$





①, ②, ③, ④, ⑤

G(jω)

حل تشریحی

① $\omega: 0 \to 2$ همواره $G(j\omega)$ عددی حقیقی است.

$\omega = 0 \to G(j\omega) = k\ \frac{1\times -4}{9\times -16} = \frac{k}{36}$

$\omega = 2 \to G(j\omega) = 0$



② $\omega: 2 \to 4^-$ $\omega = 2 \to G(j\omega) = 0$

$\omega = 4^- \to G(j\omega) = -\infty$



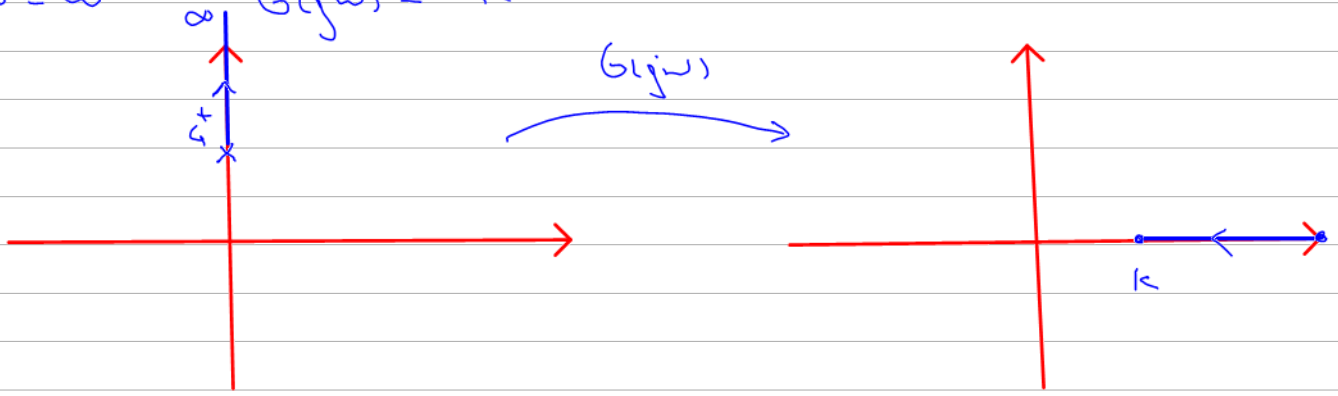
③ تصویر فاز به شعاع ۴، پیمایره به شعاع ∞ و در جهت خلاف آن خواهد بود. و با دوران $180 \times$ تعداد قطب

④ $\omega: 4^+ \to \infty$

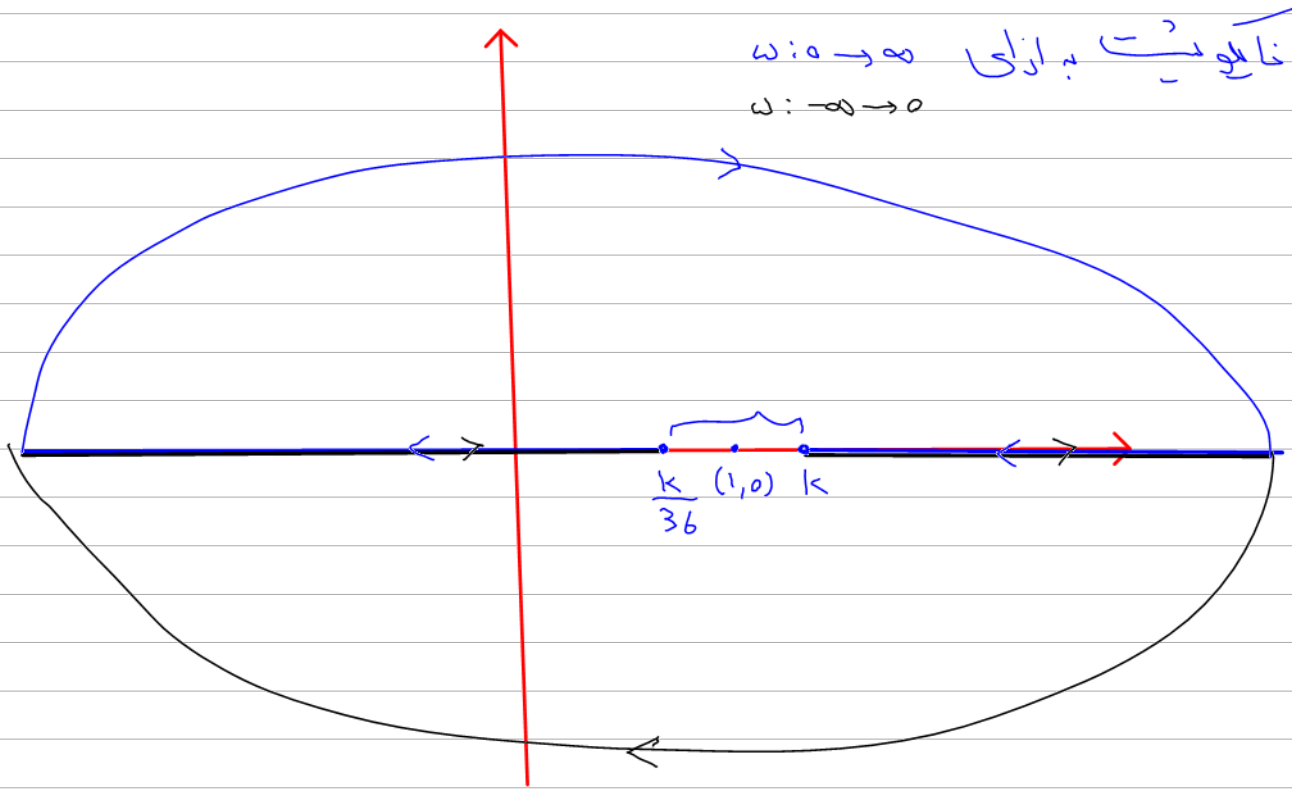
حل تشریحی

$\omega = 4^+ \qquad G(j\omega) = +\infty$

$\omega = \infty \qquad G(j\omega) = k$



⑤ $\omega = \infty \longrightarrow G(j\omega) = k$



ناپایدار

$\frac{k}{36} < 1 < k \longrightarrow \boxed{1 < k < 36}$ جواب نهایی

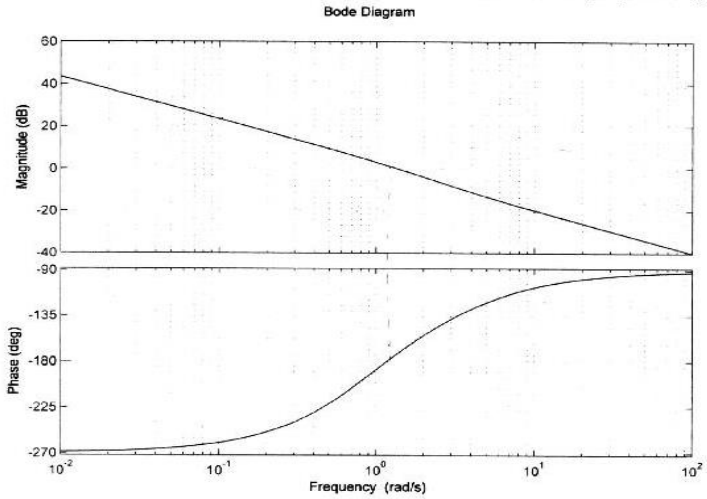
حل تشریحی

اگر نمودار نایکوئیست از نقطه (۱,۰) عبور کند یعنی دیاگرام هوهوی نداشته باشد.

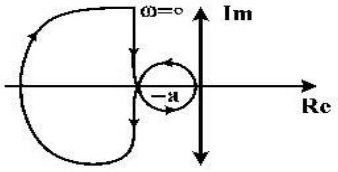
صورت سؤال نگفته فیدبک مثبت

۱۱

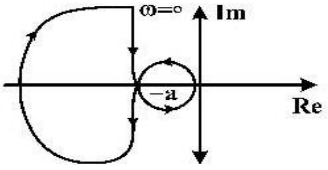
دیاگرام بودی $G(s)$ در شکل زیر داده شده است. کدام گزینه دیاگرام نایکوئیست $G(s)$ و ناحیهٔ پایداری سیستم حلقه بسته با فیدبک منفی را نشان می‌دهد؟ $(a > 0)$



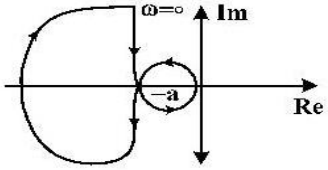
۱) $K > a$



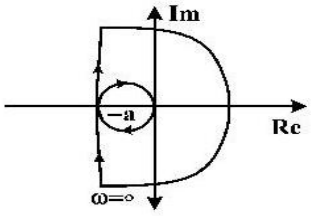
۲) $K > a$ یا $K < 0$



۳) $0 < K < a$



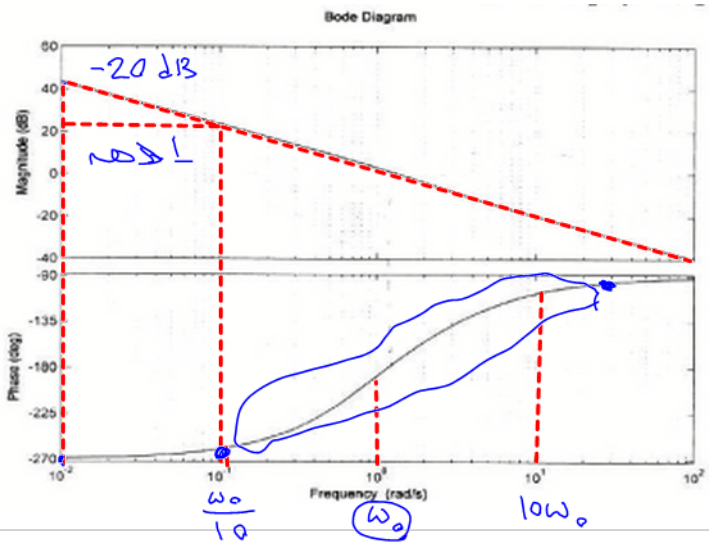
۴) $0 < K < a$



درجه سختی:

موضوع سوال:

حل تشریحی



$G(s) \rightarrow$

① تعداد قطب یا صفر در مبدأ

② محل تغییرات فاز و اندازه

تعداد قطب در مبدأ $= \frac{-20\ dB/dec}{20} = -1$ ← شیب اولیه اندازه $= \frac{-20\ dB}{1\ dec} \rightarrow$

$$G(s) = \frac{\quad}{s}$$

تغییر فاز بدون تغییر شیب اندازه ←

$\left(\frac{s-a}{s+a}\right)^m$ یا $\left(\frac{s+a}{s-a}\right)^m$

کاهش فاز — افزایش فاز

$\omega_c = a = 10^0 = 1$ ← افزایش فاز $\left(\frac{s+1}{s-1}\right)^m$

$$m = \frac{\text{تغییر فاز}}{180} = \frac{180}{180} = 1$$

$$G(s) = \frac{s+1}{s(s-1)}$$ ✓

جامع‌ترین واحد مفید و تابع حلقه $G(s)$ ها ناپایداری!

حل تشریحی

$$\Delta(s) = 1 + kG(s) = 0 \rightarrow \Delta(s) = 1 + k\frac{s+1}{s(s-1)} = 0$$

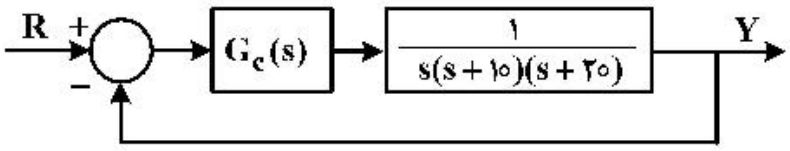
$$\Delta(s) = s^2 + (k-1)s + k = 0$$

شرط پایداری: $k > 0 \quad k-1 > 0 \rightarrow \boxed{k > 1}$ شرط ناپایداری

PI

۱۲

سیستم زیر را در نظر بگیرید: در مورد $G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$، کدام گزینه برای این سیستم صحیح است؟



۱) این جبران‌ساز تنها قادر به تأمین ملاحظات پاسخ حالت گذرای سیستم است.

✓ ۲) این جبران‌ساز هم قادر به اصلاح خطای ماندا به ورودی شیب واحد و هم تأمین ملاحظات پاسخ حالت گذرای سیستم است.

۳) این جبران‌ساز تنها قادر به اصلاح خطای ماندای سیستم به ورودی شیب واحد است.

۴) این جبران‌ساز نه قادر به اصلاح خطای ماندای سیستم به ورودی شیب واحد و نه قادر به تأمین ملاحظات پاسخ حالت گذرای سیستم است.

درجه سختی: متوسط

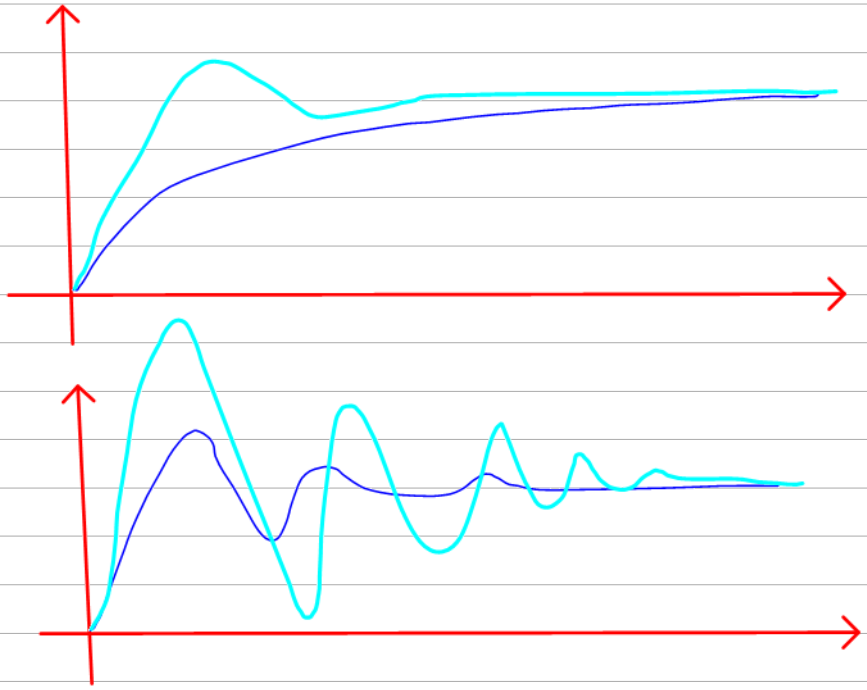
موضوع سوال: کنترلر

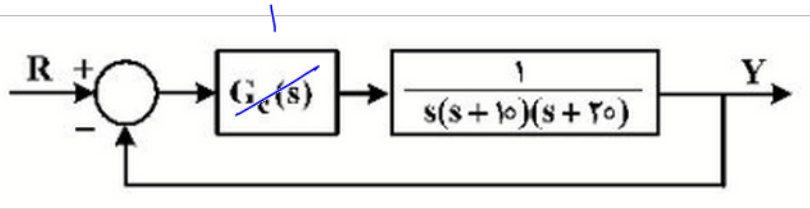
حل تشریحی

کنترلر PI ← بهبود خطای ماندگار
افزایش سرعت پاسخ

اگر سیستم خودش ذاتاً میرا باشد یعنی تقریب حالت گذرا

اگر خودش فوق میرا باشد برای بلند یعنی بهبود حالت گذرا





$$\frac{Y}{R} = \frac{1}{s^3+30s^2+200s+1}$$

سه تا قطب حقیقی منفی

↓

فوق میرا

حل تشریحی

یعنی PI می تواند رفتار حالت گذرا را بهتر کند.