



247

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه ۹۳/۱۲/۱۵ دفترچه شماره ۱ از ۲	 جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور	اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود. امام خمینی (ره)		
<b>آزمون ورودی</b> <b>دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴</b>				
<b>مهندسی برق - کنترل (کد ۲۳۰۵)</b>				
مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه		تعداد سؤال: ۴۵		
عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات				
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (سیستم‌های کنترل خطی - کنترل مدرن، سیستم‌های کنترل چند متغیره)	۴۵	۱	۴۵
این آزمون نمره منفی دارد. استفاده از ماشین حساب مجاز نیست. اسفند ماه - سال ۱۳۹۳				
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با منخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.				

۱- تابع تبدیل حلقه باز سیستمی به صورت زیر است.

$$G(s)H(s) = \frac{k(s+1)^2}{s^2(s^2+1)(s-1)}$$

به ازای  $k = -3$ ، معادله مشخصه سیستم:

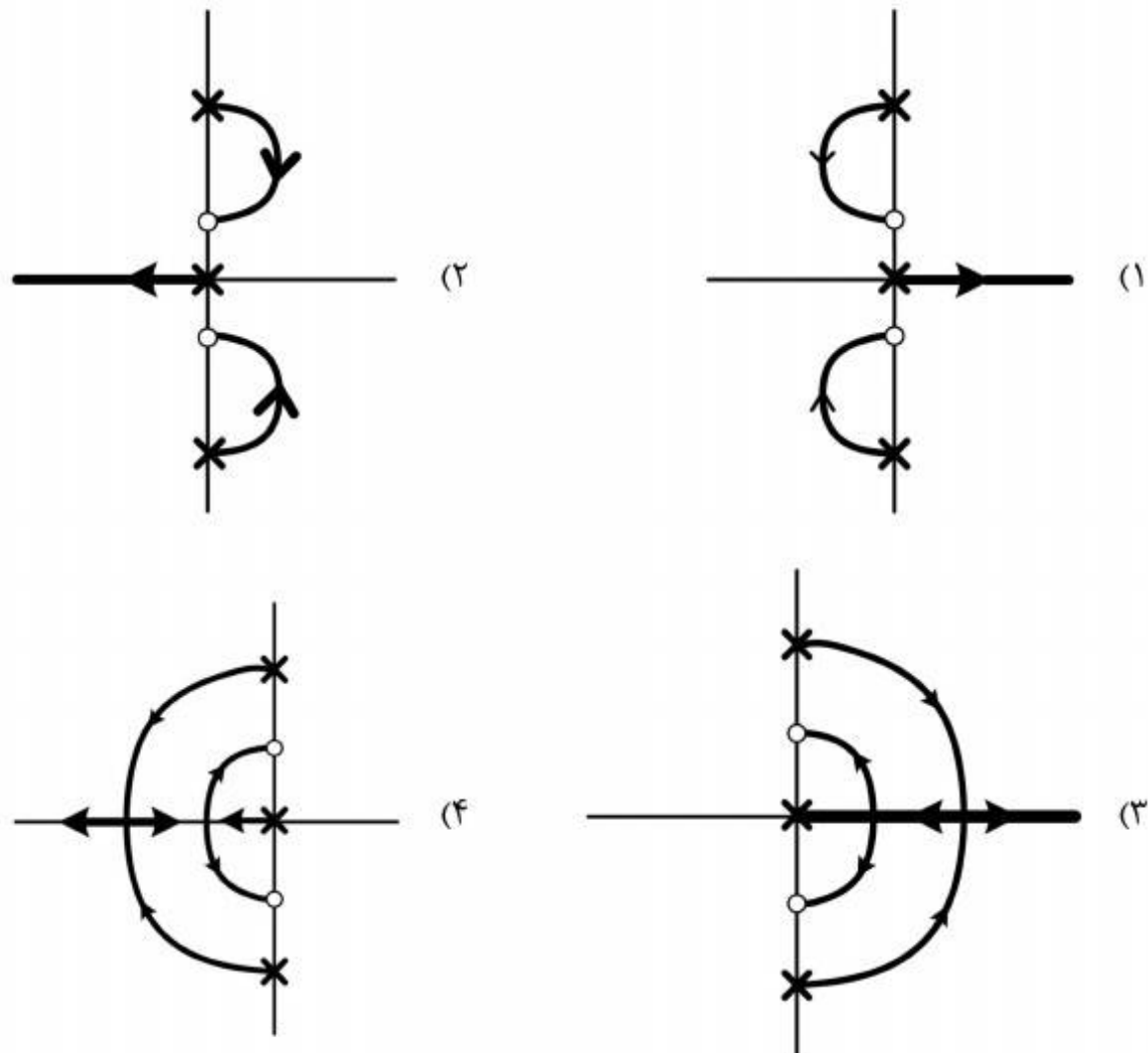
- (۱) یک جفت ریشه روی محور موهومی و سه ریشه در سمت راست آن دارد.
- (۲) یک ریشه در سمت راست محور موهومی و چهار ریشه در سمت چپ آن دارد.
- (۳) سه ریشه در سمت راست محور موهومی و دو ریشه در سمت چپ آن دارد.
- (۴) یک جفت ریشه روی محور موهومی و یک ریشه در سمت راست و دو ریشه در سمت چپ آن دارد.

۲- سیستم حلقه بسته‌ای با فیدبک منفی واحد و تابع تبدیل حلقه باز  $G(s)H(s) = \frac{ks^2}{(s+1)^4}$ ، یک جفت

قطب حلقه بسته روی محور موهومی دارد. قطب‌های حلقه بسته دیگر آن کجا قرار دارند؟

- (۱) روی محور حقیقی منفی
- (۲) روی محور حقیقی در دو سمت مبدأ
- (۳) به شکل مختلط در سمت راست محور موهومی
- (۴) به شکل مختلط در سمت چپ محور موهومی

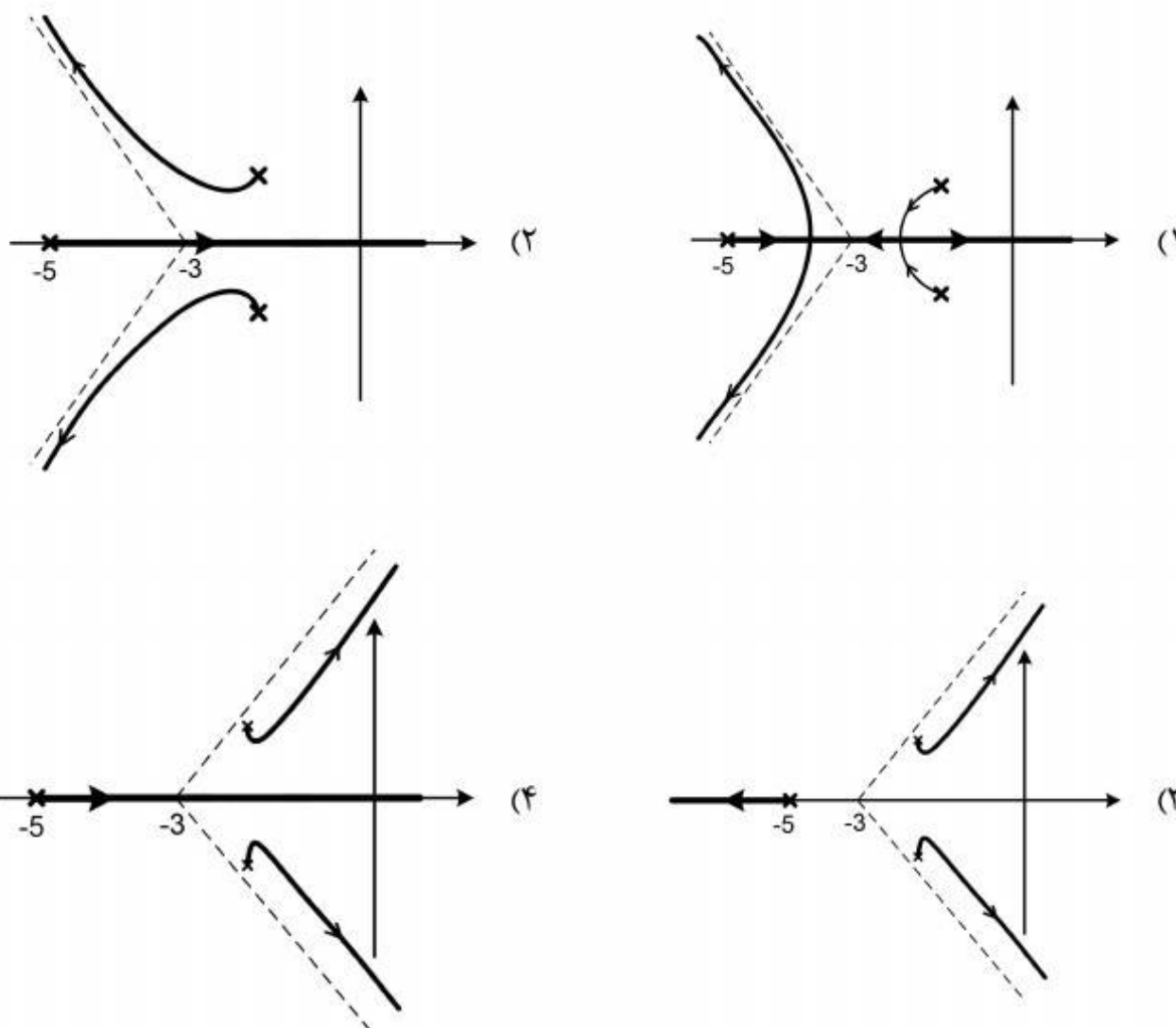
۳- رابطه  $G(s)H(s) = \frac{k(s^2+0.1)}{s(s^2+1)}$  مفروض است. کدام دیاگرام، مکان‌هندسی ریشه‌ها را به درستی برای  $k > 0$  نشان می‌دهد؟



## پی اچ دی تست ؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۴- کدام دیاگرام نشان دهنده مکان هندسی قطبهای سیستم حلقه بسته‌ای با فیدبک منفی و تابع تبدیل

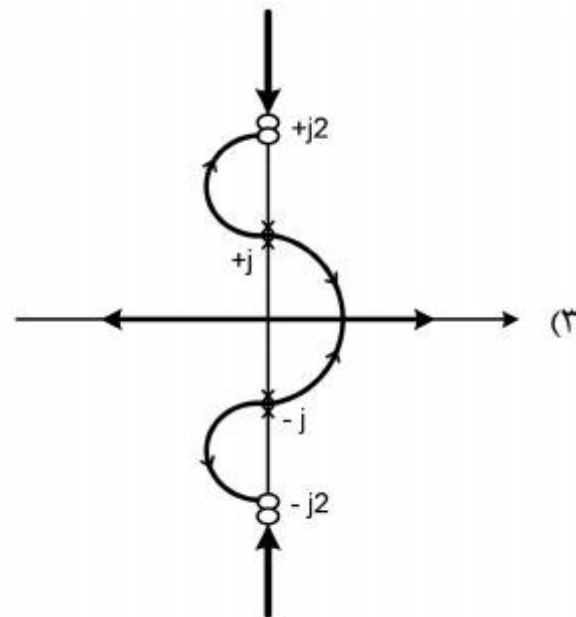
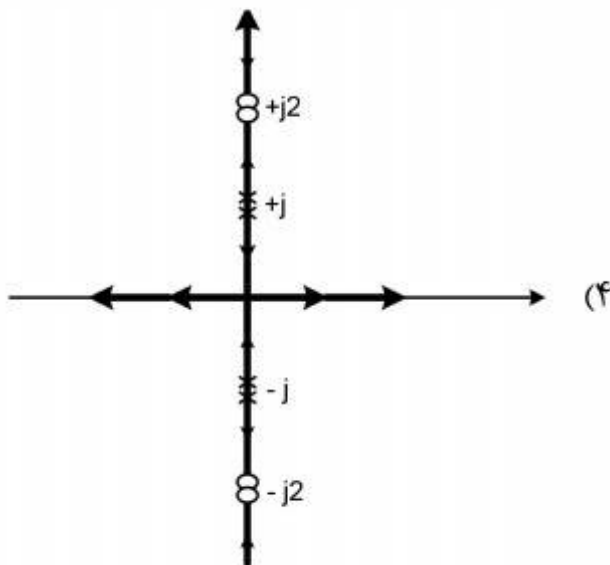
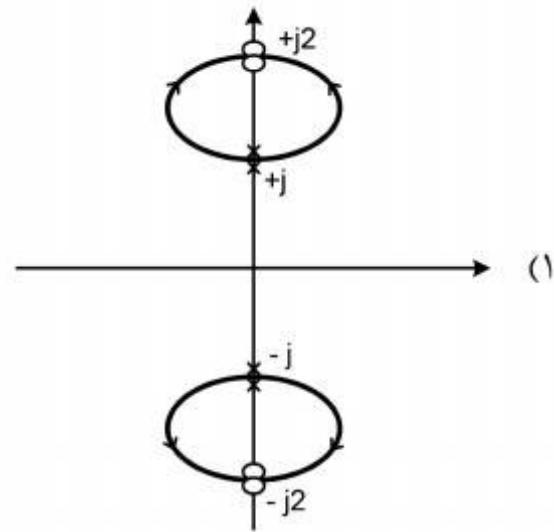
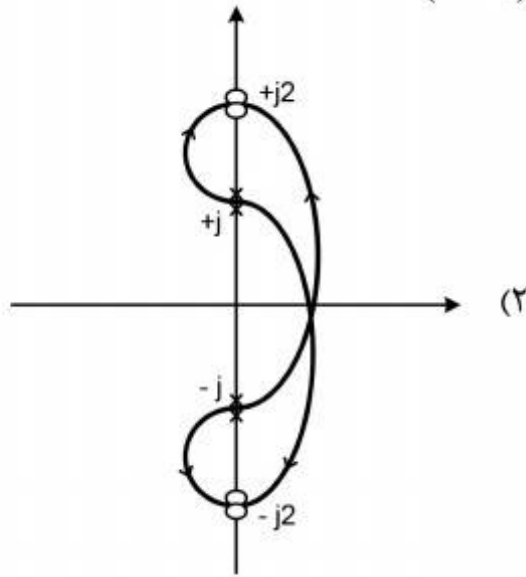
حلقه باز  $G(s) = \frac{k}{(-s-5)(s^2+4s+5)}$  برای  $k > 0$  است؟



۵- در سیستم حلقه بسته زیر با فیدبک واحد مثبت، مکان هندسی قطب‌های سیستم (حلقه بسته) به ازای

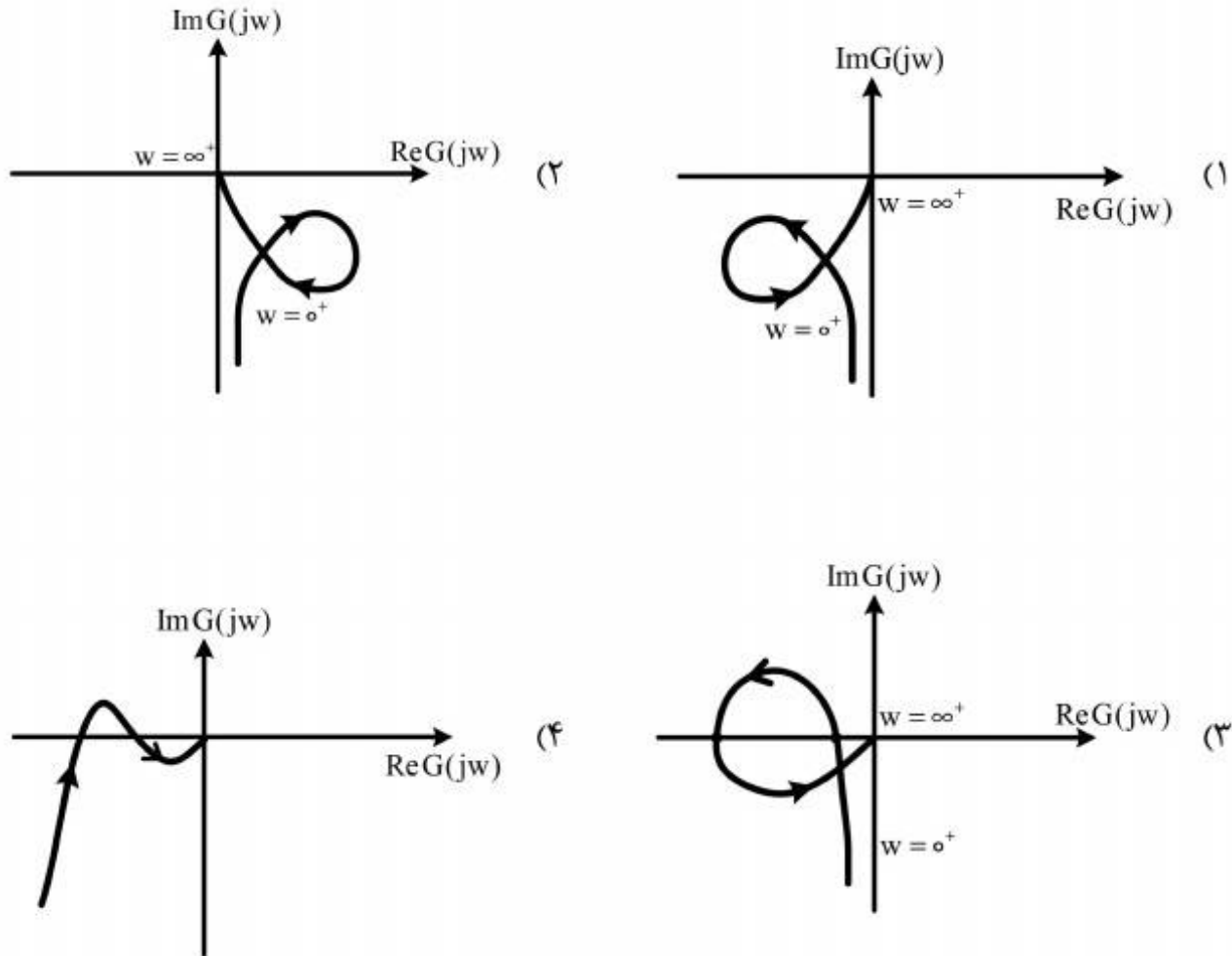
$$G(s) = \frac{k(s^2 + 4)^2}{(s^2 + 1)^2}$$

تغییرات  $k \geq 0$ ، کدام است؟

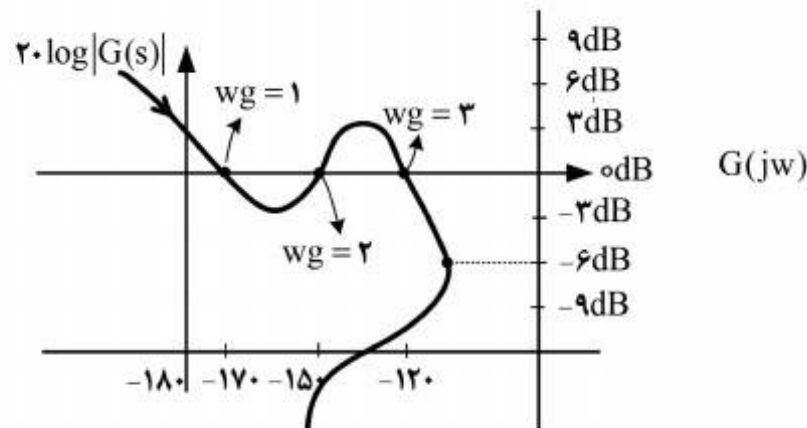


۶- دیاگرام قطبی تابع تبدیل سیستم زیر، کدام است؟

$$G(s) = \frac{s^2 - 2s + 4}{s^2 - 10s^2 + 50s}$$



۷- منحنی اندازه برحسب فاز یک سیستم در شکل زیر قرار دارد، به ازای چه بهره‌ای (k) حد فاز سیستم حداکثر می‌شود و اگر سیستم تأخیردار شود ماکزیمم تأخیر موجود برای پایداری سیستم، کدام است؟ (تأخیر از جنس  $e^{-Ts}$  می‌باشد.)



$$T_{\max} = \frac{\pi}{18}, \quad k = \frac{1}{2} \quad (1)$$

$$T_{\max} = \frac{\pi}{9}, \quad k = \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$T_{\max} = \frac{\pi}{18}, \quad k = 2 \quad (3)$$

$$T_{\max} = \frac{\pi}{9}, \quad k = 2 \quad (4)$$

۸- حد بهره (GM) سیستم با تابع تبدیل حلقه باز زیر، کدام است؟

$$G(s)H(s) = \frac{1}{(s+1)^3}$$

(۱) ۸

(۲) ۹

(۳) ۱۰

(۴) ۱۲

۹- برای سیستم  $\begin{cases} \dot{x} = \begin{pmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u(t) \\ y(t) = (2 \quad 3)x(t) \end{cases}$  فیدبک حالت  $k = (k_1 \quad k_2)$  را اعمال می‌کنیم. با

فرض  $u(t) = r(t) - kx(t)$ ، کدام مورد درست است؟

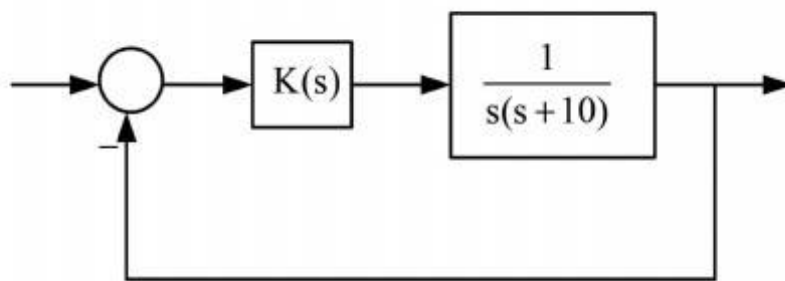
(۱) برای  $k_1 \neq 4$ ، سیستم حلقه بسته کنترل پذیر می‌گردد.

(۲)  $k_2$  تأثیری بر محل مقادیر ویژه سیستم با فیدبک حالت ندارد.

(۳) به ازای تمام مقادیر  $k_1$  سیستم حلقه بسته با فیدبک حالت ناپایدار است.

(۴) با تعیین مقدار مناسب  $k_1$  می‌توان در پاسخ پله سیستم با فیدبک حالت، بالادگی مناسب ( $\zeta < 1$ ) را به دست آورد.

۱۰- در سیستم حلقه بسته زیر، کدام کنترل کننده می‌تواند در پاسخ به ورودی پله واحد، سریع‌ترین پاسخ خروجی (بدون بالادگی) را نتیجه دهد؟



$$K(s) = \frac{9s}{s+10} \quad (1)$$

$$K(s) = \frac{3(s+10)}{s+6} \quad (2)$$

$$K(s) = \frac{9(s+10)}{(s+6)} \quad (3)$$

$$K(s) = \frac{12(s+10)}{(s+6)} \quad (4)$$

۱۱- کدام کنترل کننده  $G_c(s)$  می‌تواند شرایط خواسته شده در سیستم حلقه بسته با فیدبک واحد و تابع

تبدیل حلقه باز  $G(s) = \frac{1}{s^2+1}$  را برآورده سازد؟

الف: خطای حالت دائم برای ورودی شیب کمتر از ده درصد گردد.

ب: پاسخ پله سریعترین پاسخ بدون بالادگی باشد.

$$G_c(s) = \frac{40(s+0.1)}{s+10} \quad (1)$$

$$G_c(s) = \frac{40(s+0.1)(s+10)}{s} \quad (2)$$

$$G_c(s) = \frac{400(s+0.1)}{s} \quad (3)$$

$$G_c(s) = \frac{400(s+0.1)(s+10)}{s} \quad (4)$$

۱۲- معادلات دینامیکی حالت در یک سیستم با فیدبک واحد به صورت زیر است که در آن ورودی و یک تابع شیب واحد و  $y$  خروجی است.

$$\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2\xi\omega_n \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} r(t) \quad , \quad y = \begin{bmatrix} \omega_n^2 & 0 \end{bmatrix} \underline{x}$$

چنانچه  $\omega_n$  به میزان ۵٪ افزایش یابد، به ازای  $\xi > 0$ ، خطای ماندگار چگونه تغییر می کند؟

(۱) ۵٪ کاهش می یابد.

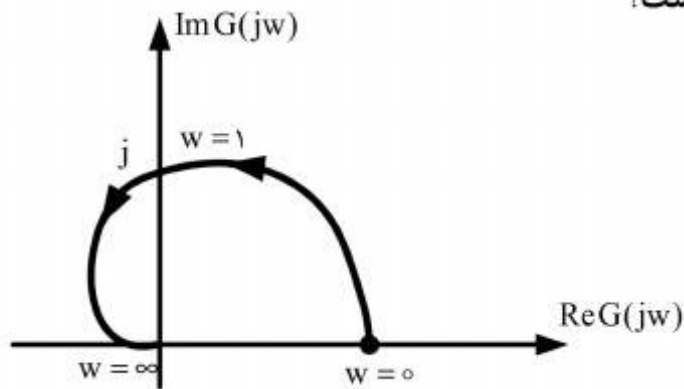
(۲) ۵٪ افزایش می یابد.

(۳) ۱۰٪ کاهش می یابد.

(۴) ۱۰٪ افزایش می یابد.

۱۳- شکل زیر، دیاگرام یک سیستم قطبی حلقه باز مرتبه ۲ تمام قطب با فیدبک واحد را نشان می دهد. خطای

ماندگار سیستم حلقه بسته به ورودی پله واحد، کدام است؟



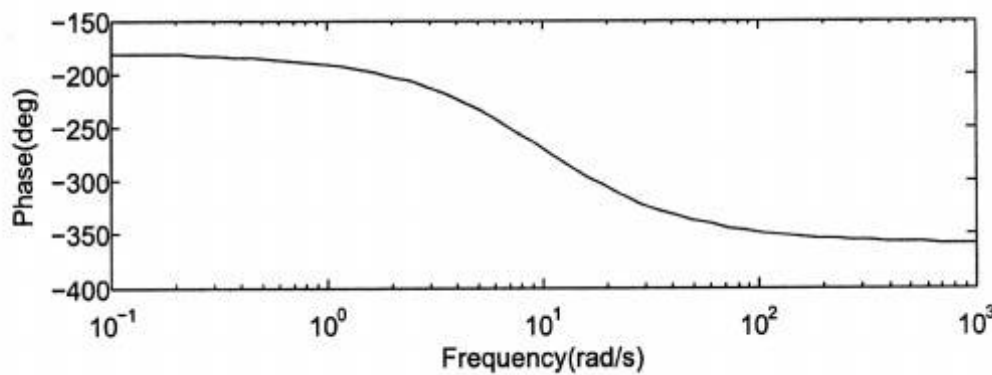
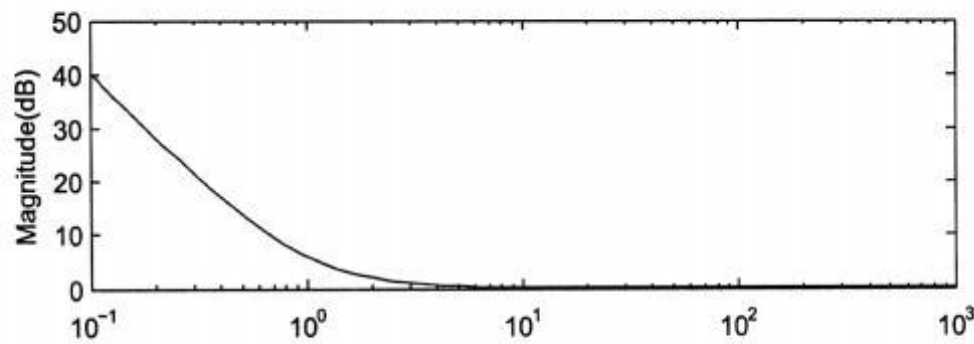
(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴)  $\infty$

۱۴- دیاگرام بودی زیر، مربوط به کدام تابع تبدیل است؟



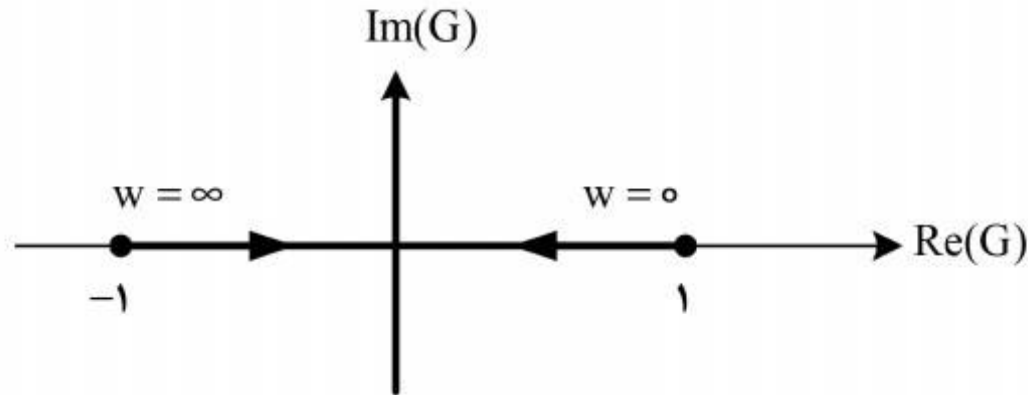
$$G(s) = \frac{1-s^2}{s^2} \quad (۲)$$

$$G(s) = \frac{(1-s^2)(1-0.1s)}{s^2(1+0.1s)} \quad (۱)$$

$$G(s) = \frac{(1-0.1s)(1+0.2s)(1+0.3s)}{s^2(1+0.1s)} \quad (۴)$$

$$G(s) = \frac{(1-0.1s)}{s^2(1+0.1s)} \quad (۳)$$

۱۵- کدام گزینه در مورد پایداری سیستم فیدبک واحدی با سیستم حلقه باز درجه دوی  $G(s)$ ، درست است؟  
 دیاگرام قطبی  $G(s)$ ، در شکل زیر نشان داده شده است.



(۱) پایدار مرزی به ازای  $|k| < 1$

(۲) پایدار مرزی به ازای  $|k| > 1$

(۳) ناپایدار به ازای  $0 < k < \infty$  با دو قطب سمت راست

(۴) ناپایدار به ازای  $-\infty < k < 0$  با دو قطب سمت راست

۱۶- سیستم تک ورودی - تک خروجی با معادلات حالت  $\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = cx \end{cases}$  و شرایط اولیه  $x(0) = x_0$  را در نظر

بگیرید. به ازای چه مقداری از  $x_0$ ، حالت سیستم در پاسخ به ورودی ضربه در تمام زمانها صفر است؟

(۱)  $x_0 = -AB$

(۲)  $x_0 = -A^{-1}B$

(۳)  $x_0 = -A^2B$

(۴)  $x_0 = -B$

۱۷- پاسخ ورودی صفر یک سیستم LTI به شرایط اولیه  $x_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ a \\ a \end{bmatrix}$ ، به صورت زیر داده شده است:

$$y(t) = 3ae^{-t} - ae^{-2t}$$

گزینه درست کدام است؟

(۱) بعد زیر فضای رویت پذیر سیستم، حداقل برابر با یک است.

(۲) بعد زیر فضای رویت ناپذیر سیستم، حداکثر برابر سه است.

(۳) بعد زیر فضای رویت ناپذیر سیستم، یک است.

(۴) بعد زیر فضای رویت پذیر سیستم، یک است.



۱۸- در مورد سیستم  $\underline{y} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \underline{x}$  ،  $\dot{\underline{x}} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \underline{u}$  ، گزینه درست کدام

است؟

(۱) پایدار BIBO هست، اما پایدار مجانبی و پایدار لیپانوفی نیست.

(۲) پایدار مجانبی و پایدار لیپانوفی است، اما پایدار BIBO نیست.

(۳) پایدار لیپانوفی است، اما پایدار مجانبی و BIBO نیست.

(۴) پایدار مجانبی، پایدار لیپانوفی و پایدار BIBO نیست.

۱۹- ماتریس A متقارن دارای فرم جردن به شکل  $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$  می‌باشد. اگر  $f(x) = x^3$  باشد، بزرگترین

مقدار تکین  $f(A)$  ، کدام است؟

۱ (۱)

۲ (۲)

۴ (۳)

۸ (۴)

۲۰- در مورد پایداری مرزی سیستم‌های زیر، گزینه درست کدام است؟

(ب)  $\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \underline{x}$

(الف)  $\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \underline{x}$

(۱) سیستم الف پایدار مرزی است و سیستم ب پایدار مرزی نیست.

(۲) سیستم الف پایدار مرزی نیست و سیستم ب پایدار مرزی است.

(۳) هر دو سیستم پایدار مرزی می‌باشند.

(۴) هیچ کدام پایدار مرزی نیستند.

۲۱- برای سیستم زیر چنانچه بردار شرایط اولیه به صورت  $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$  باشد، به ازای کدام رابطه، سیستم با ورودی پله

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

واحد  $u(t)$ ، حالت‌های محدود خواهد داشت؟

(۱)  $-a = 2 + b$

(۲)  $a + b + 1 = 0$

(۳)  $a = -b$

(۴) حالت‌های سیستم به شرایط اولیه بستگی ندارند.

۲۲- در سیستم زیر مقدار  $\frac{d}{dt} \phi(t, t_0)$  به ازای  $t_0 = 1$ ، کدام است؟  $\phi$  ماتریس انتقال حالت از لحظه  $t_0$  به  $t$

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ e^t & 1 \end{bmatrix} x$$

است.

(۱)  $\begin{bmatrix} e^{1-t} & 0 \\ 0 & e^{1-t} \end{bmatrix}$

(۲)  $\begin{bmatrix} e^{t-1} & 0 \\ e^1 & e^{t-1} \end{bmatrix}$

(۳)  $\begin{bmatrix} e^{-t+1} & 0 \\ -e^1 & -e^{t-1} \end{bmatrix}$

(۴)  $\begin{bmatrix} e^{t-1} & 0 \\ -e^1 & e^{1-t} \end{bmatrix}$

۲۳- نمایش فضای حالت سیستم زیر کدام است؟

$$\ddot{y} + a\dot{y} + by + cy^2 = u + \dot{u}$$

(۱)  $\dot{x}_1 = ax_2 + x_1 + u$  ,  $\dot{x}_2 = bx_2 + cx_1^2 + u$  ,  $y = x_1$

(۲)  $\dot{x}_1 = -ax_1 + x_2 + u$  ,  $\dot{x}_2 = -bx_1 - cx_1^2 + u$  ,  $y = x_1$

(۳)  $\dot{x}_1 = ax_1 + x_2 + u$  ,  $\dot{x}_2 = bx_1 + cx_1^2 + u$  ,  $y = x_1$

(۴)  $\dot{x}_1 = ax_2 + x_1 + u$  ,  $\dot{x}_2 = bx_2 + cx_1^2 + u$  ,  $y = x_1$

۲۴- تحقق کاهش ناپذیر سیستم زیر کدام است؟

$$H(s) = \frac{s^2 + (s + \alpha)s + \Delta\alpha}{(s + 2)(s + 3)(s + \alpha)}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = [1 \quad 5] \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = [5 \quad 1] \quad (2)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = [5 \quad 1] \quad (3)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = [1 \quad 5] \quad (4)$$

۲۵- کدام گزینه در مورد سیستم زیر، درست است؟

$$\dot{\underline{x}} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \underline{u}, \quad \underline{y} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \underline{x}$$

(۱) با فیدبک حالت  $\underline{u} = -k\underline{x} + \underline{r}$  می توان تمامی قطب های سیستم را در  $-1$  جایابی نمود.

(۲) با فیدبک حالت  $\underline{u} = -k\underline{x} + \underline{r}$  می توان تمامی قطب های سیستم را در  $-2$  جایابی نمود.

(۳) کمترین مرتبه تخمین زن حالت برای این سیستم ۲ است.

(۴) کمترین مرتبه تخمین زن حالت برای این سیستم ۵ است.

۲۶- برای سیستم:  $\underline{y} = (1 \quad 0 \quad 0 \quad 0) \underline{x}$ ،  $\underline{x} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \underline{u}$  بهره  $\underline{k}$  در قانون کنترل

$\underline{u} = \underline{kx} + \underline{r}$ ، به منظور جایابی قطب ها در  $\{-4, -6, -2 \pm 2i\}$ ، چقدر است؟

$$k = (16 \quad 73 \quad 174 \quad -192) \quad (1)$$

$$k = (-16 \quad -73 \quad -174 \quad 192) \quad (2)$$

$$k = (14 \quad 71 \quad 178 \quad 192) \quad (3)$$

$$k = (-14 \quad -71 \quad -178 \quad -192) \quad (4)$$

۲۷- در سیستم زیر به ازای چه مقدار  $\alpha$  نمی توان یک رویتگر حالت برای این سیستم طراحی کرد؟

$$\dot{\underline{x}} = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 1 \\ 0 & \alpha & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \underline{u}, \quad \underline{y} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \underline{x}$$

(۱)  $\alpha = 0$

(۲)  $\alpha = 1$

(۳) کلیه مقادیر  $\alpha$

(۴) هیچ مقدار  $\alpha$

۲۸- سیستم خطی  $\begin{cases} \dot{\underline{x}} = \underline{Ax} + \underline{Bu} \\ \underline{y} = \underline{Cx} \end{cases}$  را در نظر بگیرید: فیدبک حالت  $\underline{u}(t) = \underline{kx}(t) + \underline{r}(t)$  را که در آن

$\underline{r}(t)$  ورودی مرجع است به سیستم اعمال می کنیم. می دانیم که  $s_1$ ، رویت پذیر و کنترل ناپذیر با ۲ مود کنترل ناپذیر است. در مود سیستم  $s_1$  با فیدبک مورد نظر، کدام گزینه برقرار است. ( $s_p$  را سیسم حلقه بسته در نظر بگیرید.)

(۱)  $s_p$  احتمالاً رویت پذیر است اما با تعداد مودهای نامعلوم، کنترل ناپذیر است.

(۲)  $s_p$  همواره رویت پذیر است اما ممکن است کنترل پذیر باشد.

(۳)  $s_p$  ممکن است رویت پذیر باشد اما کنترل ناپذیر با ۲ مود کنترل ناپذیری است.

(۴)  $s_p$  قطعاً رویت پذیر و کنترل پذیر است.

۲۹- سیستم زیر را در نظر بگیرید:

$$\dot{\underline{x}} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} \underline{u}, \quad \underline{y} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \underline{x}$$

کنترل کننده فیدبک حالتی که مقادیر ویژه سیستم حلقه بسته را بر روی ۳- و ۵- جایابی کند. کدام است؟

(۱)  $\underline{u} = - \begin{bmatrix} 4 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

(۲)  $\underline{u} = + \begin{bmatrix} 6/5 & 2/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

(۳)  $\underline{u} = - \begin{bmatrix} 6/5 & 2/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

(۴)  $\underline{u} = + \begin{bmatrix} 4 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

۳۰- در کدام حالت به ازای هر  $N$  متقارن مثبت معین، معادله زیر دارای جواب یکتای متقارن مثبت معین برای  $M$

$$M - A^T M A = N$$

می باشد؟

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$A = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

۳۱- ماتریس سیستم زیر را در نظر بگیرید، آنگاه:

$$p(s) = \begin{bmatrix} s^2 - 2s & s^2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 - 2s & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- (۱) سیستم صفر دکوپله ورودی - خروجی ندارد.
- (۲) سیستم صفر دکوپله ورودی - خروجی دارد.
- (۳) سیستم تنها صفر دکوپله ورودی دارد.
- (۴) سیستم تنها صفر دکوپله خروجی دارد.

۳۲- سیستم  $\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} x$  را با شرایط اولیه  $x_0 = [1 \ 1 \ 1]^T$  در نظر بگیرید،  $x(t)$  به ازای  $t \geq 0$ ، کدام است؟

$$x(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \forall t \geq 0 \quad (1)$$

$$x(t) = e^{3t} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \forall t \geq 0 \quad (2)$$

$$x(t) = e^{3t} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \forall t \geq 0 \quad (3)$$

$$x(t) = e^{-t} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \forall t \geq 0 \quad (4)$$

۳۳- توصیف کسر ماتریسی (MFD) سیستمی به صورت  $G = \begin{pmatrix} -s & s^2 + s \\ s-2 & s+2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} s & s^2 + s \\ s+2 & s+2 \end{pmatrix}$  کدام است؟

(۱) توصیف کسر ماتریسی سیستم، به یک ماتریس حقیقی تبدیل می‌شود.

(۲) توصیف کسر ماتریسی می‌نیمال سیستم، مرتبه ۲ است.

(۳) توصیف کسر ماتریسی سیستم، می‌نیمال است.

(۴) توصیف کسر ماتریسی می‌نیمال سیستم، مرتبه ۱ است.

۳۴- ماتریس تابع تبدیل حلقه باز سیستمی به شرح زیر است:

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{k_1}{s} & -1 \\ 1 & \frac{k_2}{s} \end{bmatrix}$$

با فرض پایداری حلقه بسته با فیدبک منفی واحد، در رابطه با خطای حالت ماندگار حلقه بسته، گزینه درست کدام است؟

(۱) برای ورودی مرجع  $\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$  صفر است.

(۲) برای ورودی مرجع  $\begin{bmatrix} t \\ 0 \end{bmatrix}$  صفر است.

(۳) برای ورودی مرجع  $\begin{bmatrix} t \\ -t \end{bmatrix}$  صفر است.

(۴) به ازای هیچ ورودی مرجع خطای حالت ماندگار صفر نمی‌شود.

۳۵- ماتریس تابع تبدیل سیستمی به شرح زیر است:

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s} & \frac{s+1}{s^2} \\ \frac{1}{s+1} & \frac{1}{s} \end{bmatrix}$$

گزینه درست در مورد آن، کدام است؟

- (۱) اگر نمایش فضای حالت سیستم مرتبه سوم باشد، سیستم می نیمال است.
- (۲) این سیستم به خاطر یک قطب و صفر مشترک، غیر می نیمال است.
- (۳) اگر نمایش فضای حالت سیستم مرتبه چهارم باشد، سیستم می نیمال است.
- (۴) اگر نمایش فضای حالت سیستم مرتبه سوم باشد، سیستم غیر می نیمال است.

۳۶- نمایش فضای حالت سیستم چند متغیره زیر را در نظر بگیرید:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x$$

گزینه درست در مورد آن، کدام است؟

- (۱) این سیستم بدون فیدبک، دکوپله است.
- (۲) دکوپله سازی این سیستم با فیدبک حالت ممکن نیست.
- (۳) دکوپله سازی این سیستم با فیدبک حالت امکان پذیر است.
- (۴) دکوپله سازی این سیستم تنها با فیدبک حالت و جبران سازی دینامیکی امکان پذیر است.

۳۷- در مورد ارتباط مقادیر تکین هنکل دو سیستم، کدام گزینه درست است؟

$$G_1: A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \quad 1], D = 0$$

$$G_2: A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \quad 0], D = 1$$

- (۱) مقادیر تکین هنکل دو سیستم یکی است.
- (۲) مقادیر تکین هنکل  $G_1$  از  $G_2$  بزرگتر است.
- (۳) مقادیر تکین هنکل  $G_2$  از  $G_1$  بزرگتر است.
- (۴) فقط بزرگترین مقدار تکین هنکل  $G_1$  از  $G_2$  بزرگتر است.

۳۸- سیستم زیر را در نظر بگیرید.

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \mathbf{a} & \mathbf{b} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \mathbf{x} + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \mathbf{u}$$

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \mathbf{x}$$

به ازای چه مقادیری از  $\mathbf{a}$  و  $\mathbf{b}$ ، این سیستم رویت پذیر کامل حالت است؟

(۱)  $\mathbf{a} \neq 0, \mathbf{b} \neq 0$

(۲)  $\mathbf{a} \neq 0$  و همه مقادیر  $\mathbf{b}$

(۳)  $\mathbf{a} > 1, \mathbf{b} \neq 0$

(۴)  $\mathbf{a} \neq 0, \mathbf{b} > 1$

۳۹- در یک سیستم چند متغیره اگر تابع حساسیت  $S(s)$  و  $\omega_b$  پهنای باند سیستم حلقه بسته باشد و ماتریس

تابع تبدیل حلقه باز صفری در  $s=1$  داشته و  $s(1)=2$  باشد، گزینه درست کدام است؟

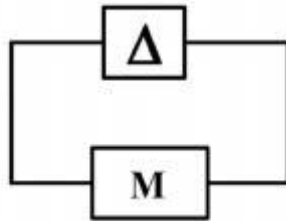
(۱)  $\omega_b \leq 2$

(۲)  $\omega_b \geq 1$

(۳) سیستم حلقه بسته ناپایدار داخلی است.

(۴) با اطلاعات داده شده، نمی توان در رابطه با پایداری حلقه بسته اظهار نظر کرد.

۴۰- سیستم زیر را در نظر بگیرید. اگر  $\overline{\sigma}(\Delta) < 1$  باشد، کدام گزینه شرایط جامع تری برای پایداری سیستم می باشد؟



(۱)  $\overline{\sigma}(G) < 1$

(۲)  $\rho(M\Delta) < 1$  و  $\rho$  شعاع طیفی است.

(۳)  $\det[I + M(j\omega)\Delta(j\omega)] \neq 0 \forall \omega \in \mathbb{R}$

(۴) گزینه ۲ و ۳ معادلند.

۴۱- اگر  $S = (I + Gk)^{-1}$  تابع حساسیت سیستم و  $G(s)$  تابع تبدیل حلقه باز آن باشد، کاهش تابع حساسیت

خارج از پهنای باند سیستم حلقه باز سبب کدام مورد می شود؟

(۲) تقویت اغتشاش

(۱) افزایش تلاش کنترلی

(۴) کاهش تلاش کنترلی و اغتشاش

(۳) کاهش نویز اندازه گیری



۴۲- برای سیستم  $\underline{y} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \underline{x}$  ،  $\underline{u} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \underline{x} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \underline{u}$  با قانون کنترل  $\underline{u} = \underline{k}\underline{y} + \underline{r}$  ،

ماتریس بهره  $\underline{k}$  چقدر باشد تا ماتریس انتقال از  $\underline{r}$  به  $\underline{y}$  برابر  $G(s) = \begin{pmatrix} \frac{s+1}{s^2+4s+5} & 0 \\ 0 & \frac{1}{s+2} \end{pmatrix}$  شود؟

(۱)  $\underline{k} = \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$

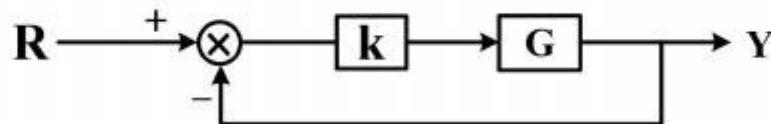
(۲)  $\underline{k} = \begin{bmatrix} -7 & 0 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$

(۳)  $\underline{k} = \begin{bmatrix} -7 & 0 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}$

(۴)  $\underline{k} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$

۴۳- سیستم زیر را در نظر بگیرید که در آن  $G = \begin{pmatrix} \frac{1}{s-1} & 1 \\ \frac{2s-1}{s-1} & 1 \end{pmatrix}$  و  $\underline{k} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ \frac{1}{s-1} & -1 \end{pmatrix}$  باشد، گزینه درست در

مورد آن کدام است؟



(۱) سیستم حلقه بسته قطب‌هایی روی محور  $j\omega$  دارد.

(۲) سیستم حلقه بسته پایدار داخلی است.

(۳) سیستم حلقه بسته ناپایدار ورودی - خروجی و ناپایدار داخلی است.

(۴) سیستم حلقه بسته ناپایدار داخلی و پایدار ورودی - خروجی است.

۴۴- ماتریس تابع تبدیل یک سیستم چند متغیره به صورت زیر است:

$$G(s) = \begin{pmatrix} \frac{s+2}{s+1} & \frac{1000}{s+1} \\ \frac{\alpha}{s+1} & \frac{s+2}{s+1} \end{pmatrix}. \quad \alpha \in \mathbb{R}$$

یک مقدار حقیقی است.

به ازای چه مقادیری از  $\alpha$  سیستم ناپایدار می‌شود؟

(۱) به ازای تمام مقادیر  $\alpha$  سیستم پایدار است.

(۲) به ازای تمام مقادیر  $\alpha$  سیستم ناپایدار است.

$$\alpha < \frac{9}{1000} \quad (۳)$$

$$\alpha > \frac{9}{1000} \quad (۴)$$

۴۵- ماتریس زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{2s+1} - \frac{2a}{s+3} & \frac{2a}{s+2} \\ -\frac{2a}{s+3} & \frac{2-2a}{s+2} \end{bmatrix}$$

مقدار  $RGA(G(\infty))$  کدام است و به ازای کدام مقدار  $a$ ، هیچ اطلاعاتی در مورد جفت شدن ورودی و خروجی نمی‌توان به دست آورد؟

$$a = 1, \quad RGA(G(\infty)) = \frac{1}{1+2a^2-2a} \begin{bmatrix} (1-a)^2 & a^2 \\ a^2 & (1-a)^2 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$a = 1, \quad RGA(G(\infty)) = \frac{1}{1+2a^2-2a} \begin{bmatrix} (1-a)^2 - a^2 & 0 \\ 0 & a^2 + (1-a)^2 \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad RGA(G(\infty)) = \frac{1}{(1-a)^2 + a^2} \begin{bmatrix} (1-a)^2 & a^2 \\ a^2 & (1-a)^2 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

$$a = 0, \quad RGA(G(\infty)) = \frac{1}{(1-a)^2 + a^2} \begin{bmatrix} (1-a)^2 & a^2 \\ a^2 & (1-a)^2 \end{bmatrix} \quad (۴)$$



