۱) گزینه (۲) صحیح است.

$$E(s)=R(s)-Y(s) = R(s)-k_1R(s)T(s) = R(s)\left[1-k_1T(s)\right]$$

$$e_{ss}=\lim_{s\to 0} sE(s) = \lim_{s\to 0} sR(s)\left[1-k_1T(s)\right] = \lim_{s\to 0} s\frac{1}{s}\left[1-k_1T(s)\right]$$

$$= 1-k_1T(0) \xrightarrow{e_{ss}=0} 1-k_1T(0)=0 \longrightarrow k_1=\frac{1}{T(0)}$$

$$G(s)=\frac{k_2}{(s+10)(s+12)}$$

$$T(s)=\frac{G(s)}{1+G(s)} \longrightarrow T(0)=\frac{G(0)}{1+G(0)}$$

$$k_1=\frac{1}{T(0)}=\frac{1+G(0)}{G(0)}=\frac{1}{G(0)}+1=\frac{120}{k_2}+1$$

از طرفی معادله مشخصه سیستم فوق به صورت $s^2+22s+120+k_2=0$ می باشد.

برای اینکه نوسانی در پاسخ دیده نشود، باید سیستم میرایی بحرانی یا میرایی شدید باشد یعنی باید $\Delta\geq 0$ شود پس:

$$\Delta'\geq 0 \longrightarrow (11)^2-(120+k_2)\geq 0 \longrightarrow 1-k_2\geq 0 \longrightarrow k_2\leq 1$$

$$\xrightarrow{k_1=\frac{120}{k_2}+1} k_1\geq 121$$

پس حداقل k_1 برابر 121 و حداکثر k_2 برابر یک می باشد.

2) گزینه (۴) صحیح است.

با فرض (با برابری) ابتدا $T(s)$ را به دست می‌آوریم:

$$T(s)=\frac{Y(s)}{R(s)}=\frac{s+4}{(k+1)s^2+(4+5k)s+4k+3}$$

لذا داریم:

$$e_{ss}=\lim_{s\to 0} s\,R(s)\left[1-T(s)\right]=\lim_{s\to 0} s\,\frac{1}{s^2}\left[1-\frac{s+4}{(k+1)s^2+(5k+4)s+4k+3}\right]$$

$$=\lim_{s\to 0}\frac{1}{s}\left[\frac{(k+1)s^2+(5k+3)s+4k-1}{(k+1)s^2+(5k+3)s+4k+3}\right]$$

مشخص است برای اینکه e_{ss} برابر صفر شود باید:

$$\begin{cases}4k-1=0 \longrightarrow k=\frac{1}{4}\\ 5k+3=0 \longrightarrow k=-\frac{3}{5}\end{cases}$$

لذا به ازای هیچ مقداری از K خطای حالت دائمی به ورودی شیب واحد برابر صفر نمی‌شود

3) گزینه (۱) صحیح است .

ابتدا معادله مشخصه سیستم را می‌یابیم و تابع تبدیل را استاندارد می‌کنیم :

$$1+\frac{1}{(s+1)(s+m)}=0 \rightarrow s^2+ms+s+m+1=0 \rightarrow 1+m\frac{s+1}{s^2+s+1}=0$$

از طرفی $\zeta=\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \cos\theta=\frac{\sqrt{2}}{2}$ یعنی خط با شیب $-\frac{\pi}{4}$ باید مکان را قطع کند لذا m باید طوری انتخاب شود که $s=-w+jw$ قطبی از سیستم باشد یعنی $s=-w+jw$ روی مکان هندسی ریشه‌ها باشد .

پس شرط زاویه را بررسی می‌کنیم :

$$\measuredangle(s+z_i)\Big|_{s=-w+jw}-\measuredangle(s+P_i)\Big|_{s=-w+jw}=+180^\circ$$

$$\measuredangle(s+z_i)\Big|_{s=-w+jw}=\measuredangle(-w+1+jw)=tg^{-1}\frac{w}{1-w}$$

$$\measuredangle(s+P_i)\Big|_{s=-w+jw}=\measuredangle\left[(-w+jw)^2+(-w+jw)+1\right]=\measuredangle\left(-w+1+j(-2w^2+w)\right)=tg^{-1}\frac{w(1-2w)}{1-w}$$

پس

$$tg^{-1}\frac{w}{1-w}-tg^{-1}\frac{w(1-2w)}{1-w}=+180^\circ$$

با کمی دقت می‌بینیم که $w=1$ در معادله فوق صدق می‌کند چون

$$tg^{-1}\frac{+1}{0}=+90 \quad , \quad tg^{-1}\frac{-1}{0}=-90$$

حال برای یافتن m از شرط اندازه استفاده می‌کنیم :

$$\left|\frac{m(s+1)}{s^2+s+1}\right|\Bigg|_{s=-1+j}=1 \longrightarrow m=\left|\frac{(-1+j)^2+(-1+j)+1}{-1+j+1}\right|=|-j|=1$$

۴) گزینه (۴) جواب است.

معادله مشخصه را می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$1+K\frac{s+1}{s^2(s+a)}=0$$

که مناسب برای رسم مکان هندسی ریشه‌هاست.

درجه نسبی سیستم $r=2$ است لذا دو عدد مجانب داریم در $k>0$ زاویه‌ی این مجانب‌ها $\pm\frac{\pi}{2}$ است که برای محاسبه محل تلاقی آنها داریم:

$$\text{محل تلاقی مجانبها}=\frac{(\text{مجموع قطبها})-(\text{مجموع صفرها})}{۲}=\frac{\left(0+0+(-a)\right)-(-1)}{2}=\frac{1-a}{2}$$

ملاحظه می‌شود که برای $a<1$ مجانب درسمت راست محور موهومی و برای $1<a$ مجانبها درسمت چپ محور موهومی هستند که این موضوع در گزینه (۴) رعایت نشده است.

با کمی دقت در ترسیم مکان هندسی ریشه‌ها در $k<0$ می‌بینیم که گزینه‌های 2 و 3 نیز صحیح هستند.

باآرزوی موفقیت، سلیمانی