1. 입력이 $x(t)$, 출력이 $y(t)$인 자동제어 시스템의 입출력 관계가 $y(t)=3x(t)+100$으로 주어질 때, <보기>에서 이 시스템에 대한 분류를 옳게 짝지은 것은?

<보기>

ㄱ. 선형시스템	ㄴ. 시변시스템
ㄷ. 비선형시스템	ㄹ. 시불변시스템

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄷ, ㄹ

2. <보기>의 상태공간 방정식으로 표현된 시스템의 전달함수 $\frac{Y(s)}{U(s)}$로 가장 옳은 것은? (단, 초기조건은 0이며, $h>0$이다.)

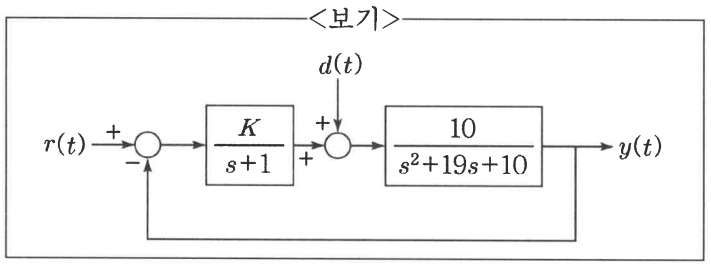
<보기>

$$\frac{dx(t)}{dt}=\begin{bmatrix}1 & 1\\ 0 & -1\end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix}1\\ 1\end{bmatrix}u(t-h),$$
$$y(t)=[2\ \ -2]x(t-h)$$

① $\frac{2(s+2)e^{-2hs}}{s^2-1}$ ② $\frac{6e^{-hs}}{s^2-1}$
③ $\frac{6e^{-2hs}}{s^2-1}$ ④ $\frac{6e^{-2hs}}{s^2+1}$

3. <보기>의 안정한 폐루프 시스템에서 $r(t)=25$이고 $d(t)=1$일 때, 정상상태에서 출력 $y(t)$가 $24.5\le y(t)\le 25.5$가 되도록 하는 K의 값으로 가장 옳은 것은?

<보기>



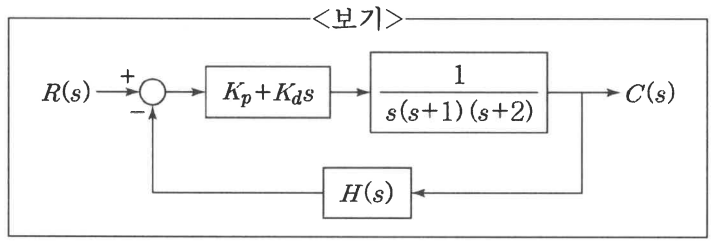
① 30 ② 40
③ 50 ④ 60

4. 전달함수 $G(s)=\frac{1}{s^2+3s+2}$로 주어진 시스템에 단위 임펄스입력이 인가되었을 때, 출력의 최댓값은?

① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$
③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ④ $\frac{1}{6}$

5. <보기>의 블록선도로 표현된 안정한 폐루프 제어시스템에서 단위램프입력에 대한 정상상태오차가 0일 때, $H(s)$로 가장 옳은 것은? (단, K_p와 K_d는 양수이고, $R(s)$는 단위램프입력의 라플라스 변환이며, 오차 $e(t)=r(t)-c(t)$로 정의한다.)

<보기>



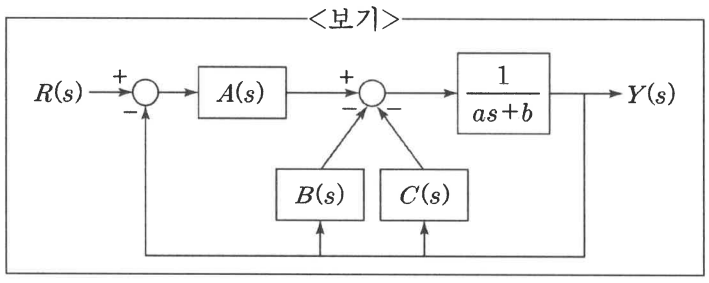
① $H(s)=1-\frac{s}{K_p+K_ds}$ ② $H(s)=1+\frac{2s}{K_p+K_ds}$
③ $H(s)=\frac{2s}{K_p+K_ds}$ ④ $H(s)=1-\frac{2s}{K_p+K_ds}$

6. 전달함수를 $G(s)=\frac{1-s}{(s+1)^2}$로 갖는 시스템에 단위계단 입력을 인가할 때, 출력 $y(t)$에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, $t\ge 0$이다.)

① $y(t)=1-e^{-t}-2te^{-t}$이며, 초기 출력 기울기는 음수이다.
② $y(t)=1-e^{-t}+2te^{-t}$이며, 초기 출력 기울기는 양수이다.
③ $y(t)=1-e^{-t}-2te^{-t}$이며, 최종값은 2이다.
④ $y(t)=e^{-t}+2te^{-t}$이며, 최종값은 0이다.

7. <보기>의 블록선도로 표현된 제어시스템의 폐루프 전달함수가 $\frac{Y(s)}{R(s)}=\frac{K_i}{(a+K_d)s^2+(b+K_p)s+K_i}$일 때, 블록 $A(s)$, $B(s)$, $C(s)$의 구성으로 옳게 짝지은 것은?

<보기>



① $A(s)=K_p,\ B(s)=\frac{K_i}{s},\ C(s)=K_ds$

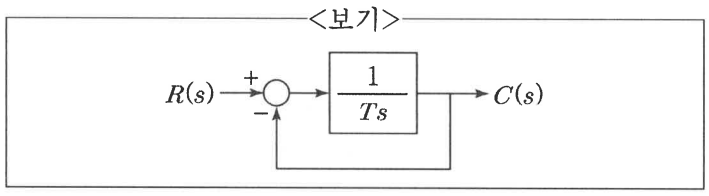
② $A(s)=\frac{K_i}{s},\ B(s)=K_p,\ C(s)=K_ds$

③ $A(s)=\frac{K_i}{s},\ B(s)=K_ps,\ C(s)=K_d$

④ $A(s)=K_p+K_ds,\ B(s)=K_p,\ C(s)=\frac{K_i}{s}$

8. <보기>의 폐루프 제어시스템에서 단위램프입력에 대한 정상상태오차를 a, 단위임펄스입력에 대한 출력의 초깃값을 b라 할 때, $a+b$를 최소가 되도록 하는 T의 값은? (단, $T>0$이다.)

<보기>

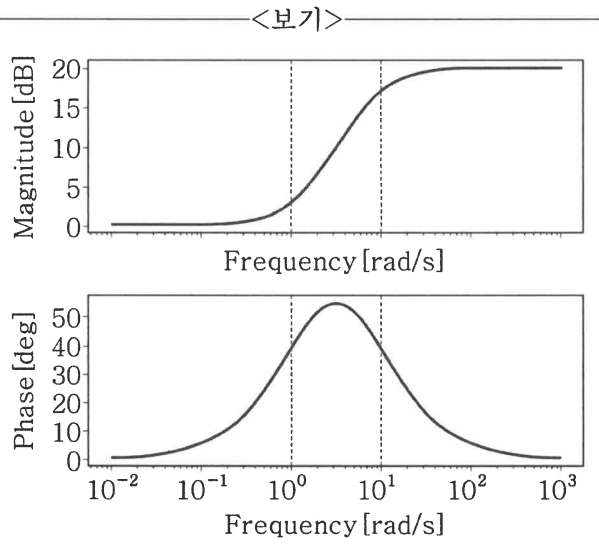


① 0.5 ② 1

③ 2 ④ 3

9. <보기>의 보드(bode)선도에 해당하는 제어요소로 가장 옳은 것은?

<보기>



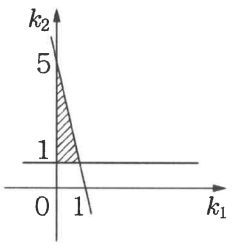
① 1차 앞섬(lead) 보상기

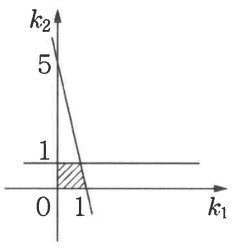
② 1차 지연(lag) 보상기

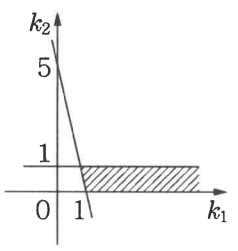
③ 적분기

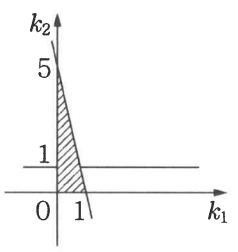
④ 2차 지연요소

10. $\frac{dx(t)}{dt}=\begin{bmatrix}1 & -5\\ 1 & 0\end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}u(t)$의 상태방정식에서 상태궤환 제어 입력 $u(t)=\begin{bmatrix}-k_1 & -k_2\end{bmatrix}x(t)$가 인가될 때, 폐루프 시스템이 점근적으로 안정하기 위한 k_1과 k_2의 범위의 표시로 가장 옳은 것은? (단, $k_1>0$, $k_2>0$이며 $x(t)$의 초깃값은 0이다.)

① 

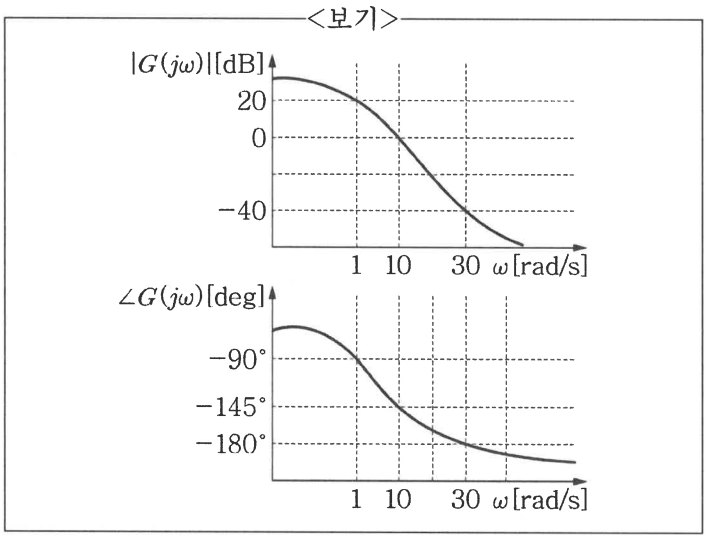
② 

③ 

④ 

11. 시스템의 개루프 전달함수 $G(s)$의 보드(bode)선도가 <보기>와 같을 때, 시스템에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, $G(s)$는 최소위상시스템이다.)

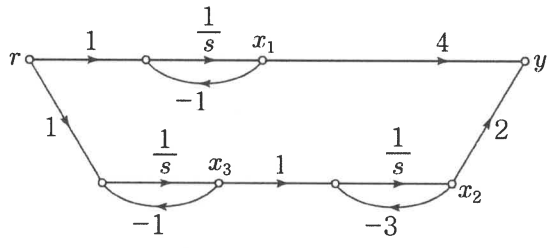
<보기>



① 이득여유(gain margin)는 40[dB]이다.
② 위상여유(phase margin)는 35°이다.
③ 주어진 시스템은 불안정하다.
④ 위상교차주파수(phase crossover frequency)는 30[rad/s]이다.

12. <보기 1>의 신호흐름선도로 표현되는 선형시불변 시스템에 대한 설명으로 <보기 2>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, x_1, x_2, x_3의 초기조건은 0이다.)

<보기 1>



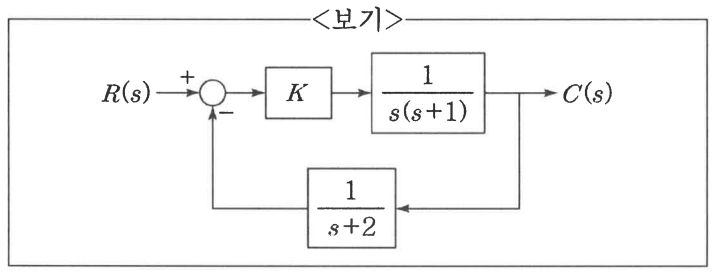
<보기 2>

ㄱ. 가제어하다.
ㄴ. 가제어하지 않다.
ㄷ. 가관측하다.
ㄹ. 가관측하지 않다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

13. <보기>와 같은 궤환 제어시스템의 근궤적에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, $K>0$이다.)

<보기>

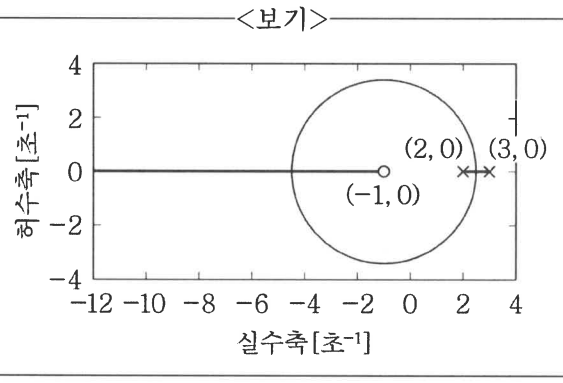


① 점근선의 중심은 -2이다.
② 이탈점은 $-1+\frac{1}{\sqrt{3}}$이다.
③ 점근선의 각도는 90°, 270°이다.
④ 허수축과의 교차점은 $j2$와 $-j2$이다.

14. $K\geq 0$인 개루프 전달함수의 근궤적(root locus)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 근궤적은 실수축에 대하여 대칭이다.
② 근궤적 가지는 $K=0$일 때 개루프 극점에서 시작한다.
③ 근궤적의 가지 수는 개루프 극점의 수와 같다.
④ 모든 근궤적 가지는 반드시 유한한 개루프 영점에서 끝난다.

15. 루프 전달함수가 $K\frac{s+c}{s^2+as+b}$인 단위 부궤환(unity negative feedback) 시스템의 근궤적이 <보기>와 같을 때, 근궤적이 허수축을 지나는 점에서 K의 값은? (단, $K>0$이며 <보기>에서 ○는 영점, ×는 극점을 표시한다.)

<보기>



① 5
② 7
③ 9
④ 10

16. <보기>의 피드백 제어 입력이 적용된 상태공간 방정식에 대하여 $t=2$일 때, 상태벡터 $x(2)$로 가장 옳은 것은?

<보기>

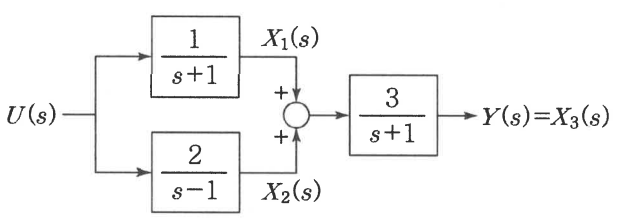
$$\frac{dx(t)}{dt}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -1 & 0\end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}u(t),\ x(0)=\begin{bmatrix}1\\-3\end{bmatrix}$$
$$u(t)=[-1\ -3]x(t)$$

① $\begin{bmatrix}-e^{-4}+2e^{-2}\\ e^{-4}-4e^{-2}\end{bmatrix}$ ② $\begin{bmatrix}-2e^{-2}-e^{-4}\\ 4e^{-2}+e^{-4}\end{bmatrix}$

③ $\begin{bmatrix}-e^{-2}-2e^{-4}\\ e^{-2}+4e^{-4}\end{bmatrix}$ ④ $\begin{bmatrix}-e^{-2}+2e^{-4}\\ e^{-2}-4e^{-4}\end{bmatrix}$

17. <보기>와 같은 시스템의 상태공간 방정식 $\frac{dx(t)}{dt}=Ax(t)+Bu(t),\ y(t)=Cx(t)$를 구성하는 A, B, C에 대하여 CAB의 값은? (단, $X_1(s)$, $X_2(s)$, $X_3(s)$는 각 상태변수 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$의 라플라스 변환이며 $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$의 초깃값은 0이다.)

<보기>



① 5 ② 7

③ 9 ④ 11

18. <보기>의 상태방정식과 출력방정식으로 표현되는 시스템에서 상태궤환 제어(state-feedback control) 입력 $u(t)=-K_1x_1(t)-K_2x_2(t)-K_3x_3(t)+b$가 전체 폐루프 시스템의 극점을 $s=-2,\ -3,\ -4$로 배치하고 $\lim_{t\to+\infty}y(t)=1$을 만족하도록 할 때, $K_1+K_2+K_3+b$의 값은? (단, b는 상수이다.)

<보기>

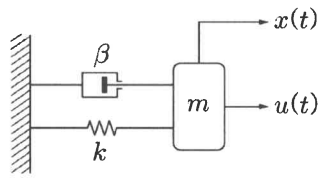
$$\dot{x}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ -6 & -11 & -6\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}u,\ y=[1\ 0\ 0]x$$

① 45 ② 50

③ 55 ④ 60

19. <보기 1>의 질량 m[kg], 댐퍼 β[N·s/m], 스프링 k[N/m]로 구성된 병진운동 시스템에 대하여, 가제어 정형(controllable canonical form) 상태공간 방정식으로 표현하였을 때의 상태변수를 이용한 새로운 변수 $z_1(t)=ax_1(t)+bx_2(t)$, $z_2(t)=cx_1(t)+dx_2(t)$가 <보기 2>를 만족한다. 이때 상수 a, b, c, d를 옳게 짝지은 것은? (단, $x_1(t)=x(t)$, $x_2(t)=\dot{x}(t)$, $m=1$, $\beta=3$, $k=2$이다.)

<보기 1>



<보기 2>

$$\frac{d}{dt}\begin{bmatrix}z_1(t)\\ z_2(t)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-0.5 & 0.5\\ -1.5 & -2.5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}z_1(t)\\ z_2(t)\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\2\end{bmatrix}u(t)$$

① $a=0,\ b=0,\ c=1,\ d=2$

② $a=1,\ b=0,\ c=1,\ d=2$

③ $a=1,\ b=2,\ c=1,\ d=0$

④ $a=0,\ b=2,\ c=1,\ d=0$

20. <보기 1>의 상태공간 모델로 주어진 시스템에 대하여 <보기 2>와 같은 형태의 상태관측기(state observer)를 설계하고자 한다. $A=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -2 & -3\end{bmatrix}$, $B=\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$, $C=[1\ 0]$라 할 때, 상태관측 오차 $\tilde{x}=x-\hat{x}$에 대한 시스템 행렬의 고윳값이 <보기 1>의 시스템 행렬 고윳값의 3배가 되도록 하는 관측기 이득 행렬 $L=\begin{bmatrix}L_1\\L_2\end{bmatrix}$로 가장 옳은 것은?

<보기 1>

$$\dot{x}=Ax+Bu,\ y=Cx$$

<보기 2>

$$\dot{\hat{x}}=A\hat{x}+Bu+L(y-\hat{y}),\ \hat{y}=C\hat{x}$$

① $L=\begin{bmatrix}-6\\-2\end{bmatrix}$ ② $L=\begin{bmatrix}6\\-2\end{bmatrix}$

③ $L=\begin{bmatrix}2\\6\end{bmatrix}$ ④ $L=\begin{bmatrix}-2\\6\end{bmatrix}$