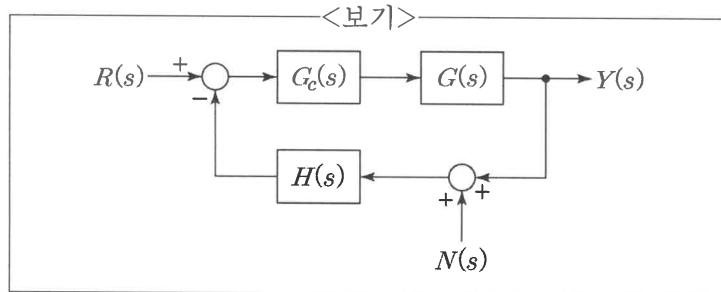


1. <보기>의 제어시스템에서  $G_c(s)=10$ ,  $G(s)=\frac{1}{s(s+2)}$ ,  $H(s)=1$ 이다. 정상상태오차  $e_\infty=\lim_{t \rightarrow \infty} e(t)$ 의 값으로 가장 옳은 것은? (단,  $R(s)$ 와  $N(s)$ 는 단위계단함수이며 오차는  $E(s)=R(s)-Y(s)$ 로 정의한다.)



- ① -1                      ② 0  
③ 0.1                    ④ 1

2. <보기>의 비선형 시스템을  $(x_1, x_2)=(0, 0)$  주변에서 선형화한 것으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \tanh(x_2) + x_1^2 \\ \dot{x}_2 &= e^{x_1} - x_2\end{aligned}$$

- ①  $\dot{x}_1 = x_1, \dot{x}_2 = x_1 - x_2$   
②  $\dot{x}_1 = -x_1, \dot{x}_2 = x_1 + x_2$   
③  $\dot{x}_1 = x_1 + x_2, \dot{x}_2 = x_1$   
④  $\dot{x}_1 = x_2, \dot{x}_2 = x_1 - x_2$

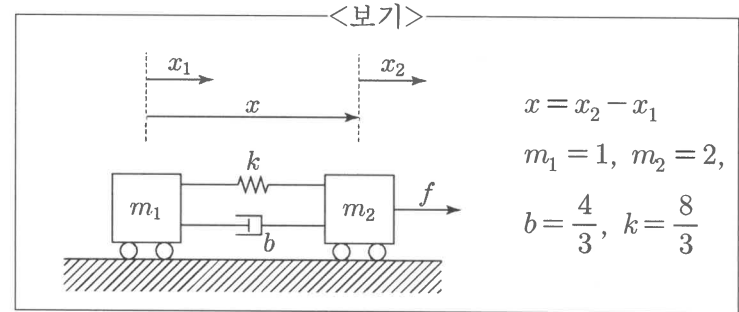
3. <보기>의 상태공간방정식을 전달함수  $G(s)=\frac{s+a}{s^2+bs+c}$ 로 나타낼 때,  $a+b+c$ 는?

<보기>

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 5 & -4 \\ 3 & 9 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \ 1] x$$

- ① 37                      ② 51  
③ 63                      ④ 77

4. <보기>와 같은 시스템에서 힘  $f$ 에 대한 두 질량 간의 거리  $x$ 의 전달함수로 가장 옳은 것은? (단, 바닥과의 마찰은 고려하지 않는다.)

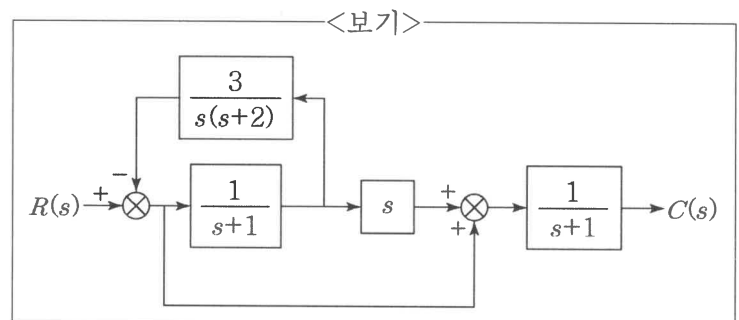


- ①  $\frac{0.5}{s^2 + 2s + 4}$                       ②  $\frac{s + 0.5}{s^2 + 2s + 4}$   
③  $\frac{3}{9s^2 + 4s + 8}$                       ④  $\frac{s + 3}{9s^2 + 4s + 8}$

5. 개루프 전달함수가  $G(s)H(s)=\frac{K}{s(s^2+4s+8)}$ 로 주어진 시스템의 근궤적이 복소 극점  $s=-2-j2$ 에서 출발하는 각도(angle of departure)로 가장 적절한 것은?

- ①  $-135^\circ$                       ②  $-45^\circ$   
③  $45^\circ$                       ④  $135^\circ$

6. <보기>와 같은 블록선도를 갖는 시스템의 전달함수  $C(s)/R(s)$ 의 특성방정식은?



- ①  $s^3 + 5s^2 + 7s + 3 = 0$   
②  $s^3 + 5s^2 + 7s + 5 = 0$   
③  $s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 2s + 3 = 0$   
④  $s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 5s + 3 = 0$

7. 2차 선형 시불변 시스템의 두 개의 극점이  $-a \pm bj$ 일 때, 세 번째 극점을  $-c+0j$  위치에 추가한 3차 시스템의 응답 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 여기서  $a, b, c$ 는 양의 실수이다.)

- ① 세 번째 극점이 추가됨에 따라 시스템의 차수가 증가하고, 그에 따라 과도 응답의 복잡성이 증가할 수 있다.
- ② 3차 시스템은 안정하다.
- ③  $c \gg a$ 이면 3차 시스템의 지배극점은  $-c+0j$ 이다.
- ④  $c \rightarrow \infty$ 이면 3차 시스템의 응답에서 극점  $-c+0j$ 의 영향은 점점 사라진다.

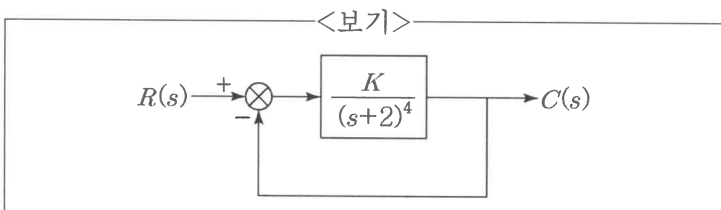
8. <보기>와 같은 전달함수로 표현되는 제어시스템의 단위 계단응답에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단,  $\zeta$ 는 감쇠비이고,  $\omega_n$ 은 비감쇠 고유 진동수이다.)

<보기>

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

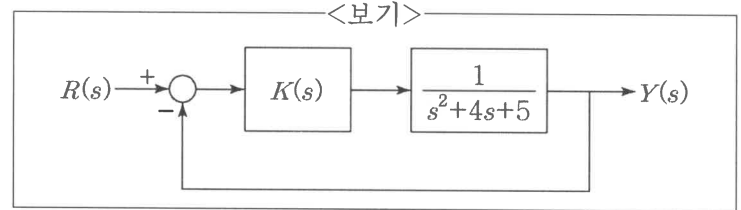
- ①  $0 < \zeta < 1$ 인 경우,  $\omega_n$ 의 값과 무관하게  $\zeta$ 가 증가할수록 오버슈트가 감소한다.
- ②  $0 < \zeta < 1$ 인 경우,  $\omega_n$ 이 일정하면  $\zeta$ 가 증가할수록 정착 시간(settling time)이 감소한다.
- ③  $\zeta = 1$ 인 경우,  $\omega_n$ 이 일정하면  $\zeta > 1$ 인 경우에 비해 상승시간(rise time)이 더 길다.
- ④  $\zeta > 1$ 인 경우, 오버슈트가 발생하지 않는다.

9. <보기>의 시스템의 위상여유가  $0^\circ$ 가 되도록 하는  $K$ 의 값은?



- |      |      |
|------|------|
| ① 8  | ② 16 |
| ③ 32 | ④ 64 |

10. <보기>와 같은 제어시스템의 단위계단응답에 대한 정상상태 오차를 제거하기 위해 가장 옳은  $K(s)$ 는?

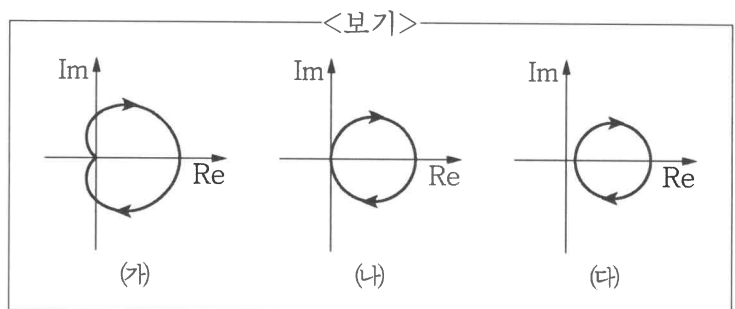


- ①  $K(s) = 20$
- ②  $K(s) = 1 + 20s$
- ③  $K(s) = 20 + s$
- ④  $K(s) = 1 + \frac{1}{s}$

11. 방정식  $s^5 + 6s^3 + 5s^2 + 8s + 20 = 0$ 의 근에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

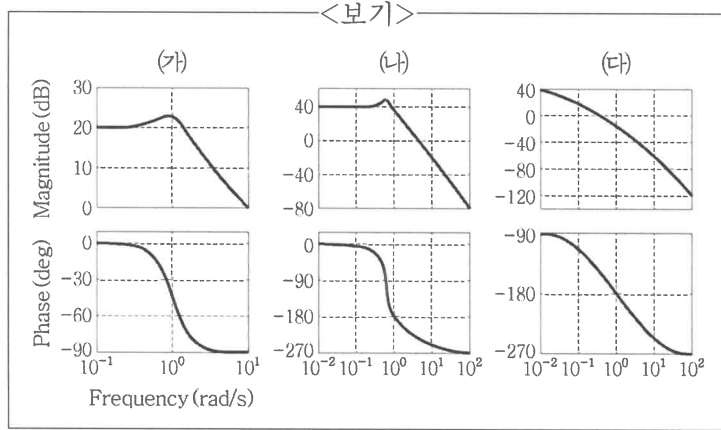
- ① 모든 근이 좌반평면에 존재한다.
- ② 좌반평면에 3개의 근이 존재한다.
- ③ 허수축에 2개의 근이 존재한다.
- ④ 실수축에 2개의 근이 존재한다.

12. <보기>에 3개의 나이퀴스트(Nyquist) 선도가 주어졌다. 각 선도의 전달함수를 가장 바르게 나열한 것은?



- |   | (가)                      | (나)                      | (다)                      |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① | $\frac{1}{s^2 + 2s + 1}$ | $\frac{1}{s + 1}$        | $\frac{s + 1}{s + 10}$   |
| ② | $\frac{1}{s + 1}$        | $\frac{s + 1}{s + 10}$   | $\frac{1}{s^2 + 2s + 1}$ |
| ③ | $\frac{s + 1}{s + 10}$   | $\frac{1}{s^2 + 2s + 1}$ | $\frac{1}{s + 1}$        |
| ④ | $\frac{1}{s^2 + 2s + 1}$ | $\frac{s + 1}{s + 10}$   | $\frac{1}{s + 1}$        |

13. <보기>와 같이 개루프 전달함수  $P(s)$ 의 보드선도가 3개 주어져 있다. 3가지 모두에 대하여  $P(s)$ 는 열린 우반평면에 극점이 존재하지 않을 때,  $P(s)$ 의 단위 피드백제어시스템에서 단위 계단입력에 대한 정상상태 오차 값을 가장 바르게 나열한 것은?



	(가)	(나)	(다)
①	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{101}$	$\frac{1}{101}$
②	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{101}$	0
③	$\frac{1}{11}$	$\infty$	0
④	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{41}$	$\frac{1}{41}$

14. 전달함수가  $G_c(s) = K_p + K_D s$ 로 주어지는 PD 제어기에 대해 보드 선도의 특징으로 가장 옳은 것은?

- ① 저주파수 영역에서는 이득이 0에 가깝고, 고주파수 영역에서는 일정한 이득을 갖는다.
- ② 저주파수 영역에서는 일정한 이득을 갖고, 주파수가 증가함에 따라 이득이 계속 증가하며 위상은  $0^\circ$ 에서  $+90^\circ$ 로 변한다.
- ③ 주파수가 증가함에 따라 저주파수 영역에서는 이득이 감소하고, 고주파수 영역에서는 이득이 증가한다.
- ④ 주파수에 관계없이 이득과 위상이 일정하다.

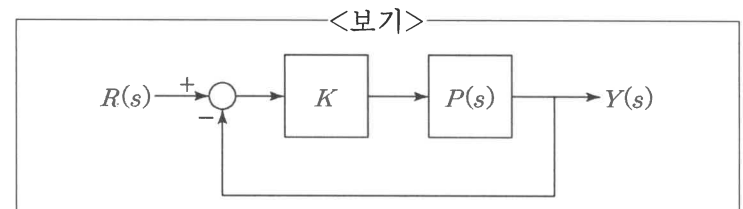
15. <보기>와 같은 상태공간방정식으로 표현되는 시스템의 안정성과 가관측성에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x(t), \quad y(t) = [0 \ 0 \ 1] x(t)$$

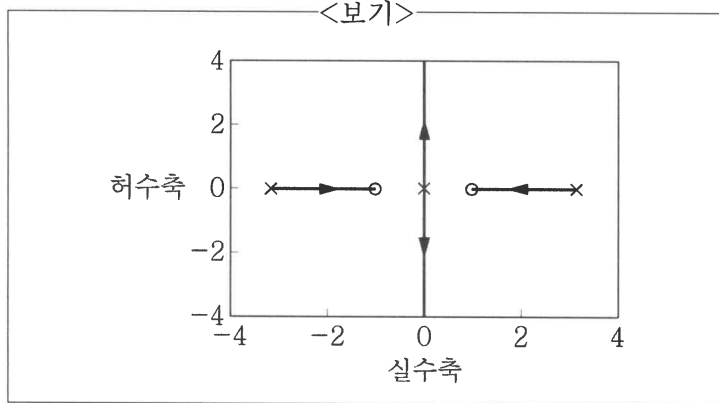
- ① 시스템이 안정하고 관측 가능하다.
- ② 시스템이 안정하고 관측 불가능하다.
- ③ 시스템이 불안정하고 관측 가능하다.
- ④ 시스템이 불안정하고 관측 불가능하다.

16. <보기>의 제어시스템에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



- ①  $P(s)$ 가 열린우반평면에 극점을 하나 가지고 있으면,  $K$ 값이 충분히 커지더라도 제어시스템은 안정화될 수 없다.
- ②  $P(s)$ 가 열린우반평면에 영점을 하나 가지고 있으면,  $K$ 값이 충분히 커질 때 제어시스템도 열린우반평면에 극점을 하나 가진다.
- ③ 이득여유와 위상여유가 양수이면, 이 제어시스템은 안정하다.
- ④  $K$ 값을 조절하여 제어시스템의 영점을 조절할 수 있다.

17. <보기>에 어떤 시스템의 근궤적이 그려져 있다. 가장 올바른 설명은?



- ① 이 시스템은 3차 시스템이다.  
 ② 만약 게인을 매우 크게 하면 단순 피드백 제어기는 위 시스템을 안정화할 수 있다.  
 ③ 이 시스템은 절대 안정화하지 못한다.  
 ④ 만약 이 시스템이 안정화되더라도 언더슈트가 존재할 것이다.

18. <보기>와 같이 시스템의 상태천이행렬이 주어졌을 때, 상태공간방정식으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$$\begin{bmatrix} \frac{2e^{-t}+e^{5t}}{3} & \frac{-e^{-t}+e^{5t}}{3} \\ \frac{-2e^{-t}+2e^{5t}}{3} & \frac{e^{-t}+2e^{5t}}{3} \end{bmatrix}$$

- ①  $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$   
 ②  $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$   
 ③  $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(t)$   
 ④  $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(t)$

19. <보기>와 같은 상태공간방정식으로 표현되는 시스템에 대하여  $u(t) = -Kx(t)$ 의 형태로 표현되는 상태 피드백 제어기를 설계할 때, 폐루프 시스템의 극점이  $-2$ ,  $-1+j$ ,  $-1-j$ 에 배치되도록 하는 이득행렬  $K$ 로 가장 옳은 것은?

<보기>

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -8 & -6 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

- ①  $K = [3 \ -2 \ -2]$   
 ②  $K = [3 \ 2 \ -2]$   
 ③  $K = [-2 \ -2 \ 3]$   
 ④  $K = [-2 \ 2 \ 3]$

20. 선형 시불변 시스템  $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -4 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$ 에 대해  $x(t) = Pz(t)$ 로 상태변수를 변환하여 대각 행렬 형태의 시스템  $\dot{z} = \bar{A}z + \bar{B}u$ 을 만들려 한다. 이때 행렬  $\bar{A}$ 로 가장 옳은 것은?

- ①  $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$                       ②  $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -3 \end{bmatrix}$   
 ③  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$                       ④  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -3 \end{bmatrix}$