

1. 자동제어시스템에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

- ① 선형제어시스템은 비례성과 중첩의 원리가 성립하는 시스템이다.
- ② 추종제어는 목표값이 시간에 따라 변하지 않는 제어이다.
- ③ 시변제어시스템은 제어시스템의 파라미터가 시간에 따라 변하는 시스템이다.
- ④ 프로세스제어는 온도, 유량, 압력, 농도, 습도, 비중, pH 등을 제어량으로 하는 제어이다.

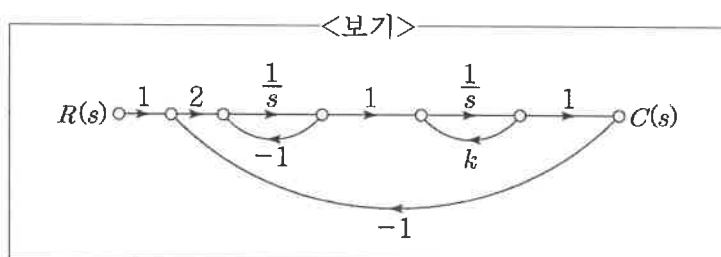
2. 입력과 출력의 관계가 $\dot{y}(t) + y(t) = u(t)$ 로 주어진 시스템에 입력으로 $u(t) = u_s(t) - u_s(t-1)$ 를 가했을 때, 이 시스템의 응답으로 가장 옳은 것은? (단, $t \geq 0$, $y(0) = 0$ 이고, $u_s(t)$ 는 단위계단함수이다.)

- ① $y(t) = (1 - e^{-t})u_s(t) - (1 - e^{-(t-1)})u_s(t-1)$
- ② $y(t) = (1 - e^{-t})u_s(t) - (1 - e^{-t})u_s(t-1)$
- ③ $y(t) = (1 - e^{-t})u_s(t) - (1 - e^{-(t-1)})u_s(t)$
- ④ $y(t) = (1 - e^{-t})u_s(t-1) - (1 - e^{-t})u_s(t-1)$

3. 주어진 함수에 대한 라플라스 변환으로 가장 옳은 것은? (단, $t \geq 0$ 이고, $u_s(t)$ 는 단위계단함수, $F(s)$ 는 함수 $f(t)$ 의 라플라스 변환이다.)

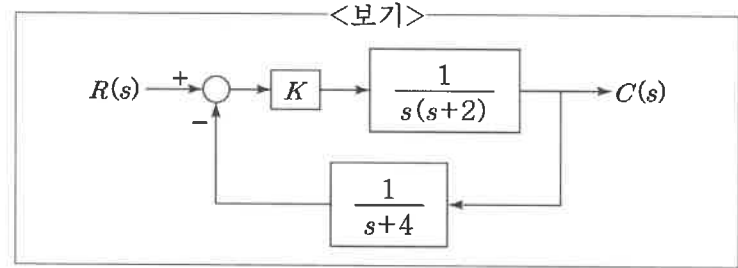
- ① $f(t) = e^{-t}(1 - \cos 2t)$ 이면, $F(s) = \frac{4}{(s+1)(s^2+2s+5)}$ 이다.
- ② $f(t) = e^{-2t}t^2$ 이면, $F(s) = \frac{2}{(s-2)^3}$ 이다.
- ③ $f(t) = 5e^{-2(t-3)}u_s(t-3)$ 이면, $F(s) = \frac{5e^{3s}}{s+2}$ 이다.
- ④ $f(t) = \int_0^t \cos(\tau)(t-\tau)d\tau$ 이면, $F(s) = \frac{1}{s^2(s^2+1)}$ 이다.

4. <보기>의 신호흐름선도에서 $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{2}{s^2+3s+4}$ 가 되기 위한 상수 k 의 값은?



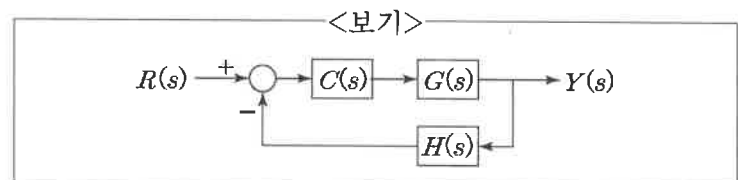
- ① -2 ② -1
- ③ 1 ④ 2

5. <보기>의 블록선도를 갖는 제어시스템의 근궤적이 허수축과 만날 때, K 의 값과 근궤적이 허수축과 만나는 점을 옳게 짝지은 것은? (단, K 는 양의 상수이다.)



| | K | 허수축과 만나는 점 |
|---|-----|-----------------|
| ① | 36 | $\pm j\sqrt{6}$ |
| ② | 36 | $\pm j6$ |
| ③ | 48 | $\pm j\sqrt{8}$ |
| ④ | 48 | $\pm j8$ |

6. <보기>의 블록선도에서 $G(s) = \frac{1}{Ls+R}$, $H(s) = 1$, $C(s) = K_p + K_D s$ 일 때, 정상상태오차는? (단, L, R, K_p, K_D 는 모두 양의 상수이며, $R(s)$ 는 단위계단함수이다.)

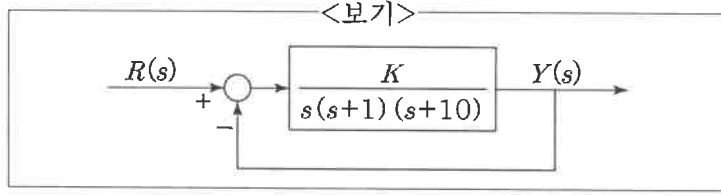


- ① 0 ② ∞
- ③ $\frac{R}{K_p+R}$ ④ $\frac{1}{1 + \frac{K_p+K_D}{R}}$

7. 전달함수가 $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ 으로 주어진 시스템의 단위계단응답에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, $\omega_n > 0$ 이고, $0 < \zeta < 1$ 이다.)

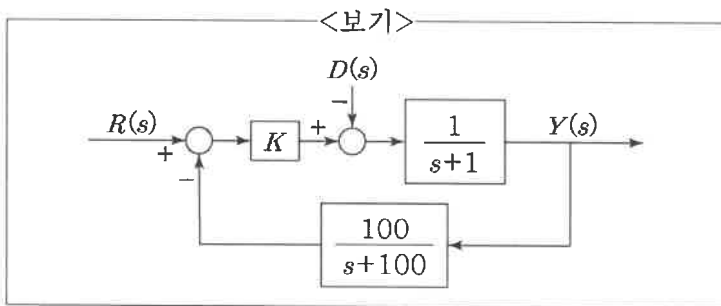
- ① 최대첨두시간(peak time)은 $\frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$ 이다.
- ② 최대 오버슈트(maximum overshoot)는 ζ 가 커질수록 작아진다.
- ③ 시간이 증가함에 따라 단위계단응답은 1로 수렴한다.
- ④ ζ 가 일정하면 정착시간(settling time)은 ω_n 에 비례한다.

8. <보기>의 시스템에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
(단, K 는 양의 상수이다.)



- ① 근궤적은 $s = \frac{-11 + \sqrt{91}}{3}$ 에서 실수축 이탈점 (breakaway point)을 갖는다.
 ② $K=110$ 일 때, $s = \pm 10j$ 에 극점이 존재한다.
 ③ $0 < K < 110$ 이면 주어진 시스템은 안정하다.
 ④ 근궤적은 세 개의 지로(branch)를 갖는다.

9. <보기>의 시스템에서 $R(s) = \frac{1}{s}$, $D(s) = \frac{0.01}{s}$ 일 때, 정상상태오차가 0.01이 되도록 하는 K 의 값은? (단, K 는 상수이다.)



- ① 1 ② 10
 ③ 50 ④ 100

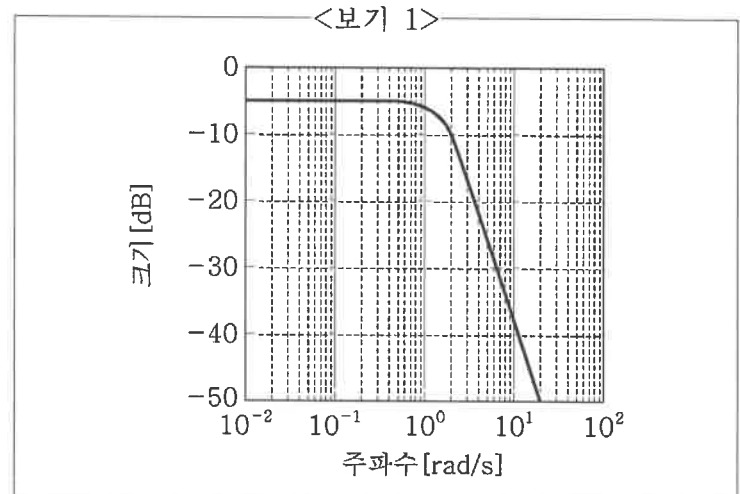
10. 개루프 전달함수가 $\frac{e^{-s}}{s(s+1)}$ 로 주어진 시스템의 이득 교차주파수를 ω_g 라고 할 때, ω_g^2 의 값은? (단, $\sqrt{5} = 2.236$ 으로 가정한다.)

- ① 0.146 ② 0.382
 ③ 0.618 ④ 0.786

11. 개루프 전달함수가 $\frac{1}{s(s+1)(s+4)}$ 로 주어진 시스템의 이득여유[dB]는?

- ① 0
 ② $20\log_{10}4$
 ③ $20\log_{10}20$
 ④ $20\log_{10}40$

12. <보기 1>은 분모가 2차이며 안정한 전달함수 $G(s)$ 의 보데(Bode) 크기 선도이다. <보기 2>에서 $G(s)$ 에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?



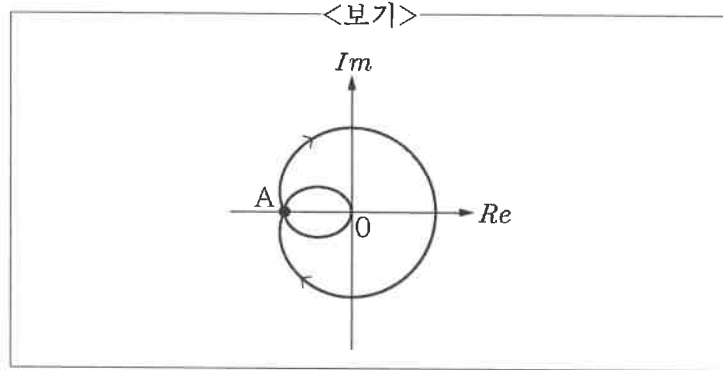
- <보기 2>
- ㄱ. $G(s)$ 는 유한한 영점을 가지지 않는다.
 ㄴ. $G(s) \frac{s-a}{s+a}$ 의 보데 크기 선도는 $G(s)$ 의 보데 크기 선도와 동일하다. (단, $a > 0$ 이다.)
 ㄷ. $G(s)$ 와 크기 특성이 동일하며 안정한 모든 전달함수들 중에서 $G(s)$ 의 위상각이 최대이다.

- ① ㄱ, ㄴ
 ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. <보기>는 전달함수 $G(s) = \frac{-s+1}{s^2+4s+3}$ 의 나이퀴스트

(Nyquist) 선도이다. 전달함수 $H(s) = \frac{-2s+4}{s^2+8s+12}$ 의

이득여유[dB]와 위상교차주파수[rad/s]를 옳게 짝지은 것은? (단, 점 A는 $-0.2512+j0$ 이며, 이 점에 해당하는 각주파수는 $2.65[\text{rad/s}]$ 이다. $\log(0.2512)=-0.6$ 으로 가정한다.)



| | 이득여유[dB] | 위상교차주파수[rad/s] |
|---|----------|----------------|
| ① | 3 | 2.65 |
| ② | 6 | 2.65 |
| ③ | 6 | 5.3 |
| ④ | 12 | 5.3 |

14. 전달함수 $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{2s^2+4s+8}$ 로 표현되는 선형 시불변

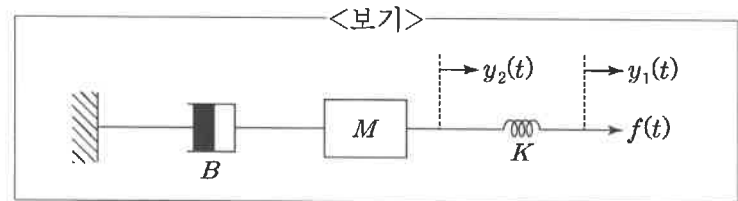
시스템의 정상상태 출력이 $y(t) = \sin 2t$ 라고 할 때, 입력 신호 $u(t)$ 로 가장 옳은 것은? (단, $t \geq 0$, $Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\}$, $U(s) = \mathcal{L}\{u(t)\}$ 이다.)

- | | |
|---|---|
| ① $4 \sin\left(2t - \frac{\pi}{2}\right)$ | ② $4 \sin\left(2t + \frac{\pi}{2}\right)$ |
| ③ $8 \sin\left(2t - \frac{\pi}{2}\right)$ | ④ $8 \sin\left(2t + \frac{\pi}{2}\right)$ |

15. 주파수 응답에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 입력은 $R(j\omega)$, 출력은 $Y(j\omega)$ 이고, $Y(j\omega) = M(j\omega)R(j\omega)$ 이다.)

- ① 첨두공진치는 $|M(j\omega)|$ 의 최댓값으로, 안정한 피드백 제어시스템의 상대적 안정도에 대한 척도가 될 수 있다.
- ② 대역폭은 $|M(j\omega)|$ 가 주파수 0일 때의 값에 비해 66.7%로 떨어질 때의 주파수로 정의한다.
- ③ 차단율은 높은 주파수에서 $|M(j\omega)|$ 의 기울기를 의미하며, 두 개의 시스템이 동일한 대역폭을 가지더라도 차단율은 서로 다를 수 있다.
- ④ 공진주파수는 첨두공진치가 발생할 때의 주파수를 의미한다.

16. <보기>의 질량, 댐퍼 및 스프링으로 구성된 직선운동 시스템에서 $f(t)$ 는 외부에서 가한 힘이고 $y_1(t)$, $y_2(t)$ 는 각각의 위치에서 움직인 거리이다. 전달함수 $\frac{Y_1(s)}{F(s)}$ 로 가장 옳은 것은? (단, $t \geq 0$, $M=1[\text{kg}]$, $B=2[\text{Ns/m}]$, $K=2[\text{N/m}]$, $Y_1(s) = \mathcal{L}\{y_1(t)\}$, $F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\}$, $y_1(0)=\dot{y}_1(0)=y_2(0)=\dot{y}_2(0)=0$ 이다.)



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

17. <보기>의 상태공간 모델이 관측 가능하지 않을 때, 상수 a 의 조건은?

<보기>

$$\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 2 & a & 1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

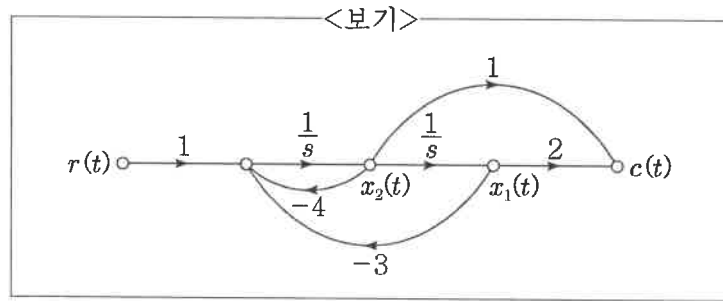
$$y(t) = [1 \ 1 \ 0] x(t)$$

- | | |
|---------|---------|
| ① $a=0$ | ② $a=2$ |
| ③ $a=3$ | ④ $a=6$ |

18. $\dot{x} = Ax + Bu$, $y = Cx$ 형태의 상태공간모델로 주어진 시스템에 $\hat{\dot{x}} = A\hat{x} + Bu + L(y - C\hat{x})$ 형태의 상태관측기를 설계하고자 한다. $A = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $C = [1 \ 0]$ 이라 할 때, 상태관측기 오차 $\tilde{x} = x - \hat{x}$ 에 대한 상태방정식 시스템 행렬의 고윳값이 -2 와 -5 가 되도록 하는 L 로 가장 옳은 것은?

- | | |
|---|---|
| ① $L = \begin{bmatrix} 4 \\ -3 \end{bmatrix}$ | ② $L = \begin{bmatrix} -3 \\ 4 \end{bmatrix}$ |
| ③ $L = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix}$ | ④ $L = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$ |

19. <보기>의 신호흐름선도에 대한 상태천이행렬로 가장 옳은 것은? (단, $x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$ 이다.)



- $$\begin{aligned} \textcircled{1} & \begin{bmatrix} \frac{3}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} & \frac{1}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} \\ -\frac{3}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} & -\frac{1}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} \end{bmatrix} \\ \textcircled{2} & \begin{bmatrix} \frac{3}{2}e^{-t} + \frac{1}{2}e^{-3t} & \frac{1}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} \\ -\frac{3}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} & -\frac{1}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} \end{bmatrix} \\ \textcircled{3} & \begin{bmatrix} \frac{3}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} & \frac{1}{2}e^{-t} + \frac{1}{2}e^{-3t} \\ -\frac{3}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} & -\frac{1}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} \end{bmatrix} \\ \textcircled{4} & \begin{bmatrix} \frac{3}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} & \frac{1}{2}e^{-t} - \frac{1}{2}e^{-3t} \\ -\frac{3}{2}e^{-t} - \frac{3}{2}e^{-3t} & \frac{1}{2}e^{-t} + \frac{3}{2}e^{-3t} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

20. <보기 1>의 2차 상태공간 방정식의 상태를 이용하여 정의된 새로운 변수 $z_1 = x_1 + cx_2$, $z_2 = dx_1 + x_2$ 가 <보기 2>를 만족한다고 할 때, $a+b+c+d$ 로 가장 옳은 것은? (단, a, b, c, d 는 상수이다.)

—〈보기 1〉

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} u$$

—<보기 2>

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u$$

- ① $-\frac{4}{3}$ ② $-\frac{2}{3}$
 ③ $\frac{2}{3}$ ④ $\frac{4}{3}$