

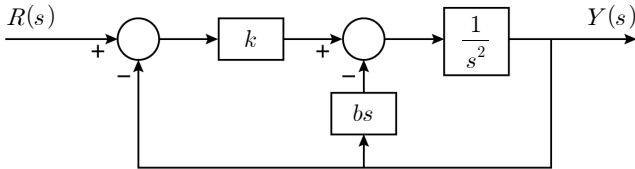
자동제어

문 1. 다음 시스템의 전달함수 $\frac{Y(s)}{U(s)}$ 로 옳은 것은?

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) &= ax_1(t) + bu(t) \\ y(t) &= x_1(t)\end{aligned}$$

- ① $\frac{b}{s^2+a}$ ② $\frac{b}{s^2-a}$
③ $\frac{a}{s^2+b}$ ④ $\frac{-b}{s^2-a}$

문 2. 다음과 같은 블록선도를 갖는 시스템의 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 는?



- ① $\frac{1}{s^2+bs+k}$ ② $\frac{k}{s^2+bs+k}$
③ $\frac{bs+k}{s^2+bs+k}$ ④ $\frac{bs}{s^2+bs+k}$

문 3. 다음 시스템의 $t \geq 0$ 일 때의 출력 $y(t)$ 는? (단, 초기 조건은 0이고, $u(t)$ 는 단위 계단(unit step) 함수이다)

$$\begin{aligned}\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -4 & 4 \\ -2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}\end{aligned}$$

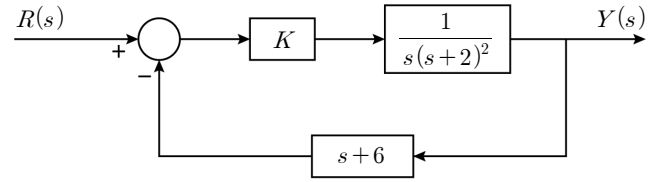
- ① $1 - e^{-2t}(\cos(2t) + \sin(2t))$
② $1 - \frac{1}{2}e^{-2t}(\cos(2t) + \sin(2t))$
③ $1 - e^{-5t}(\cos(2t) + \sin(2t))$
④ $1 - \frac{1}{2}e^{-2t}(\cos(5t) + \sin(5t))$

문 4. 다음 미분 방정식으로 표현된 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\dot{x}(t) + 20x(t) = 20r(t)$$

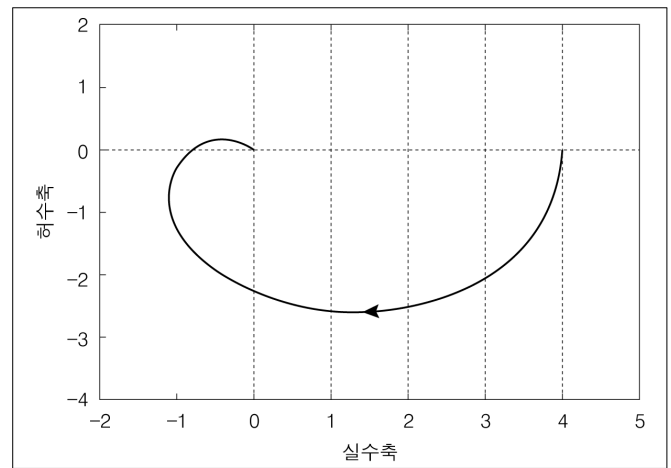
- ① 시스템의 전달함수 $\frac{X(s)}{R(s)}$ 는 $\frac{20}{s+20}$ 이다.
② 크기가 유한한(bounded) 입력신호에 대하여 이 시스템의 출력신호는 유한하다.
③ 이 시스템은 고주파 통과필터(high-pass filter)의 형태를 취한다.
④ 단위 계단(unit step) 입력에 대한 정상상태 출력값은 1이다.

문 5. 다음 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



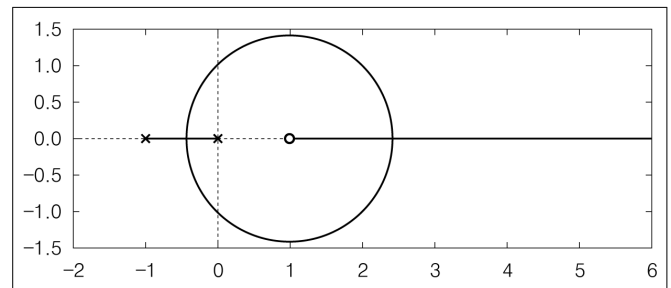
- ① 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위는 $0 < K < 8$ 이다.
② 특성방정식은 $s^3 + 4s^2 + (K+4)s + 6K = 0$ 이다.
③ 단위 계단(unit step) 입력에 대한 정상상태오차는 $\frac{2}{3}$ 이다.
④ 단위 경사(unit ramp) 입력에 대한 정상상태오차는 ∞ 이다.

문 6. 그림과 같은 나이퀴스트(Nyquist) 선도를 갖는 시스템의 단위 계단(unit step) 입력에 대한 정상상태 출력값은?



- ① 0
② 1
③ 4
④ ∞

문 7. 개루프 전달함수 $KG(s)$ 를 갖는 음의 단위 피드백 시스템(negative unity-feedback system)의 근궤적(root locus)이 그림과 같다. $G(s)$ 로 가장 적합한 것은? (단, K 는 양의 제어 이득이고, 그림에서 ○는 영점을, ×는 극점을 의미한다)



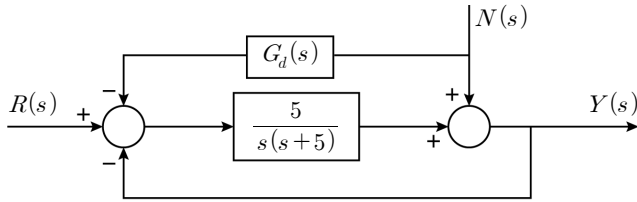
- ① $\frac{s(s+1)}{s-1}$
② $\frac{s-1}{s(s+1)}$
③ $\frac{s(s+1)}{-s+1}$
④ $\frac{-s+1}{s(s+1)}$

문 8. 특성 방정식(characteristic equation)이 다음과 같이 주어진 3차 시스템의 근궤적(root locus)이 허수축과 만날 때의 허수축의 좌표와 그때의 K 의 값은?

$$s(s+1)(s+2)+K(s+4)=0$$

	허수축의 좌표	K
①	$\pm j2$	3
②	$\pm j2\sqrt{2}$	3
③	$\pm j2$	6
④	$\pm j2\sqrt{2}$	6

문 9. 다음 블록선도에서 신호 $N(s)$ 는 시스템에 작용하는 외란을 나타내고, $G_d(s)$ 는 $N(s)$ 의 영향을 줄이기 위한 전달함수이다. $R(s)=0$ 일 때, $N(s)$ 의 영향이 출력 $Y(s)$ 에서 완전히 제거되도록 하는 $G_d(s)$ 로 적합한 것은?



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{s(s+5)}{5}$ | ② $\frac{5}{s(s+5)}$ |
| ③ $-\frac{s(s+5)}{5}$ | ④ $-\frac{5}{s(s+5)}$ |

문 10. 다음과 같은 진상보상기(lead compensator)의 위상이 최대가 되는 주파수(ω_m)와 그때의 위상값(Φ_m)은?

$$H(s) = \frac{1+\alpha Ts}{1+Ts}, \alpha > 1$$

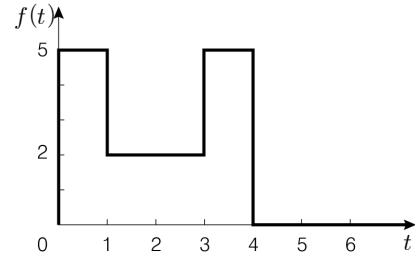
	ω_m	Φ_m
①	$\frac{1}{\sqrt{\alpha} T}$	$\sin^{-1} \frac{\alpha-1}{\alpha+1}$
②	$\frac{1}{\alpha \sqrt{T}}$	$\sin^{-1} \frac{\alpha-1}{\alpha+1}$
③	$\frac{1}{\sqrt{\alpha} T}$	$\sin^{-1} \frac{\alpha+1}{\alpha-1}$
④	$\frac{1}{\alpha \sqrt{T}}$	$\sin^{-1} \frac{\alpha+1}{\alpha-1}$

문 11. 개루프 전달함수가 다음과 같이 주어진 음의 단위 피드백 시스템의 근궤적에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$KG(s) = \frac{K}{s(s+4)(s^2+8s+32)}, K > 0$$

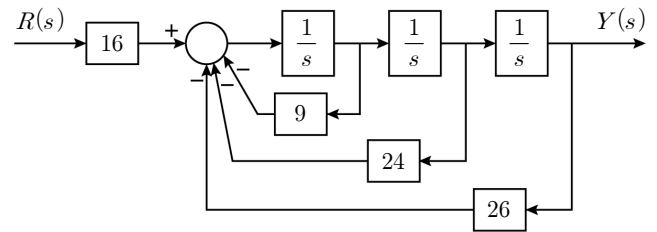
- 실수축에서의 근궤적은 $s=0$ 과 $s=-4$ 사이에서만 존재한다.
- 점근선은 실수축과 -3 에서 만난다.
- 점근선의 개수는 4개이고, 점근선이 실수축과 만나는 각도는 실수축을 기준으로 $\pm 45^\circ$, $\pm 135^\circ$ 이다.
- 복소극점 $s=-4+j4$ 에서의 근궤적의 출발각은 -90° 이다.

문 12. 다음 함수 $f(t)$ 의 라플라스 변환으로 옳은 것은?



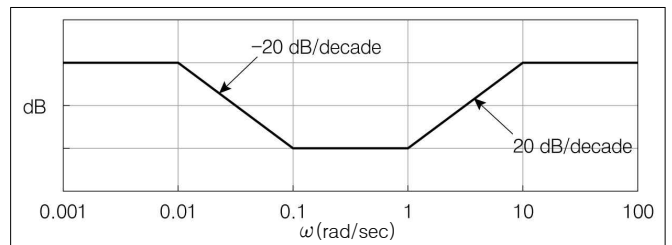
- $F(s) = \frac{1}{s}(5-3e^{-s}+3e^{-3s}-5e^{-4s})$
- $F(s) = \frac{1}{s}(5-2e^{-2s}+2e^{-4s}-5e^{-5s})$
- $F(s) = 5-3e^{-s}+3e^{-3s}-5e^{-4s}$
- $F(s) = 5-2e^{-s}+2e^{-3s}-5e^{-4s}$

문 13. 다음 블록선도의 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 는?



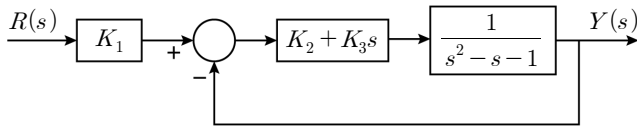
- $\frac{16}{s^3+26s^2+24s+9}$
- $\frac{1}{s^3+26s^2+24s+9}$
- $\frac{16}{s^3+9s^2+24s+26}$
- $\frac{1}{s^3+9s^2+24s+26}$

문 14. 직류이득(DC gain)이 20 [dB]이면서 그림과 같은 보드선도로 표현되는 전달함수로 가장 적합한 것은?



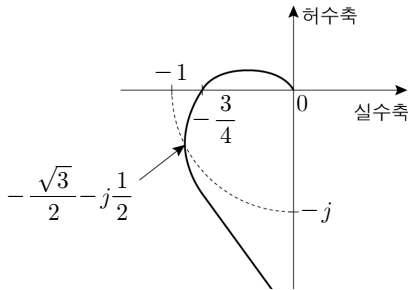
- $\frac{10(s+0.01)(s+10)}{(s+0.1)(s+1)}$
- $\frac{(s+0.01)(s+10)}{10(s+0.1)(s+1)}$
- $\frac{10(s+0.1)(s+1)}{(s+0.01)(s+10)}$
- $\frac{(s+0.1)(s+1)}{10(s+0.01)(s+10)}$

문 15. 다음의 피드백 제어 시스템에서 단위 계단(unit step) 입력에 대한 정상상태오차가 0이고, 폐루프 시스템의 극점을 $s = -1 + j$ 와 $s = -1 - j$ 에 위치시키는 K_1 , K_2 , K_3 의 값은?



- | | K_1 | K_2 | K_3 |
|---|---------------|-------|-------|
| ① | $\frac{3}{2}$ | 2 | 3 |
| ② | $\frac{3}{2}$ | 3 | 3 |
| ③ | $\frac{2}{3}$ | 2 | 3 |
| ④ | $\frac{2}{3}$ | 3 | 3 |

문 16. 다음과 같은 나이퀴스트(Nyquist) 선도를 갖는 시스템의 이득 여유가 $20 \log \alpha$ [dB]이고, 위상여유가 β [deg]일 때 $\alpha\beta$ 의 값은?



- | | |
|------|------|
| ① 20 | ② 30 |
| ③ 40 | ④ 60 |

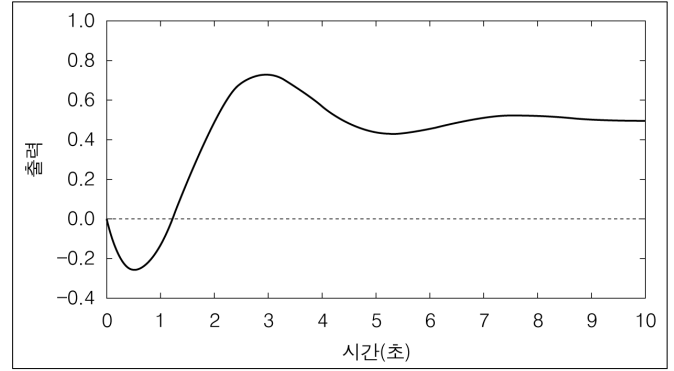
문 17. 다음 시스템이 단위 계단(unit step) 입력에 대하여 안정하면서 감쇠비 $\zeta = 0.8$, 정착시간(settling time) $t_s = 0.5$ 초를 만족하게 하는 상태 피드백 제어기 $u(t)$ 의 제어이득 k_1 , k_2 의 값은? (단, $b \neq 0$ 이고, $t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$ 로 정의하며, 여기서 ω_n 은 비감쇠 고유 진동수를 나타낸다)

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} u(t)$$

$$u(t) = -[k_1 \ k_2] \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$$

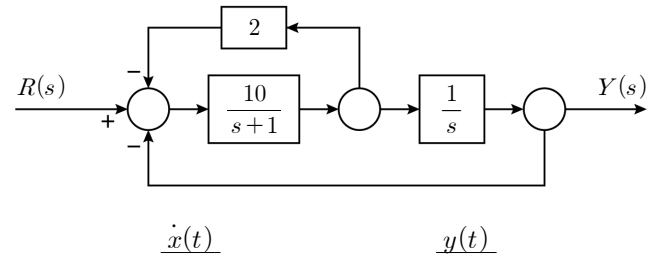
- | | k_1 | k_2 |
|---|-------------------|-----------------|
| ① | $\frac{100+a}{b}$ | $\frac{16}{b}$ |
| ② | $\frac{100-a}{b}$ | $\frac{16}{b}$ |
| ③ | $\frac{100+a}{b}$ | $-\frac{16}{b}$ |
| ④ | $\frac{100-a}{b}$ | $-\frac{16}{b}$ |

문 18. 그림과 같은 단위 계단(unit step) 응답을 갖는 선형 시불변(time-invariant) 시스템의 전달함수로 가장 적합한 것은?



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

문 19. 다음 시스템을 상태공간모델로 바르게 표현한 것은?



- | | | |
|---|--|--|
| ① | $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -21 & -10 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$ | $\begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t)$ |
| ② | $\begin{bmatrix} 0 & -21 \\ 1 & -10 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 10 \end{bmatrix} u(t)$ | $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 10 \end{bmatrix} x(t)$ |
| ③ | $\begin{bmatrix} -21 & -10 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$ | $\begin{bmatrix} 0 & 10 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t)$ |
| ④ | $\begin{bmatrix} 0 & -21 \\ 1 & -10 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$ | $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t)$ |

문 20. 폐루프 전달함수 $T(s)$ 가 다음과 같이 주어진 음의 단위 피드백 시스템에서 정적속도오차상수(static velocity error constant) K_v 가 5일 때, 상수 a 와 K 값은?

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K}{(s^2 + 20s + 200)(s + a)}$$

- | | a | K |
|---|-----|-------|
| ① | 10 | 2,000 |
| ② | 10 | 200 |
| ③ | 0 | 1,000 |
| ④ | 0 | 40 |