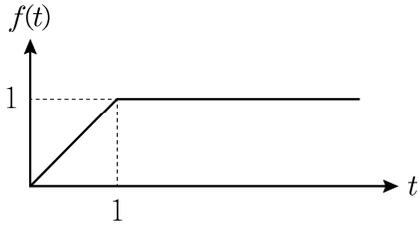


# 자동제어

문 1. 다음 함수  $f(t)$ 의 라플라스(Laplace) 변환으로 옳은 것은?

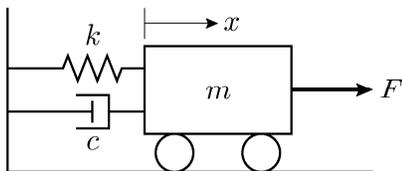


- ①  $\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s}e^{-s}$
- ②  $\frac{1}{s^2} - \frac{1}{s}e^{-s}$
- ③  $\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s^2}e^{-s}$
- ④  $\frac{1}{s^2} - \frac{1}{s^2}e^{-s}$

문 2. 표준형 2차 제어시스템에서 단위계단(unit step) 입력을 인가할 때, 시간응답 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 감쇠비(damping ratio)를 증가시키면 최대 오버슈트(maximum overshoot)는 감소한다.
- ② 감쇠비(damping ratio)를 고정하고 비감쇠 고유진동주파수(undamped natural frequency)를 증가시키면 상승시간(rise time)은 감소한다.
- ③ 감쇠비(damping ratio)를 고정하고 비감쇠 고유진동주파수(undamped natural frequency)를 증가시키면 정착시간(settling time)은 증가한다.
- ④ s평면의 좌반평면(left half plane)에 복소극은 부족감쇠(underdamped) 응답을 일으킨다.

문 3. 질량  $m$ , 스프링 상수  $k$ , 댐퍼  $c$ 로 구성된 질량-스프링-댐퍼 시스템에서 제어입력  $F$ 에 대한 상태공간 모델은? (단,  $x_1 = x$ ,  $x_2 = \dot{x}$ 이고, 시스템은 마찰이 없는 평면에서 수평으로 움직인다)



- ①  $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k}{m} & -\frac{c}{m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix} F$
- ②  $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{c}{m} & -\frac{k}{m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix} F$
- ③  $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{k}{m} & -\frac{c}{m} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{m} \\ 1 \end{bmatrix} F$
- ④  $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{c}{m} & -\frac{k}{m} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{m} \\ 1 \end{bmatrix} F$

문 4. 다음 시스템에서 단위임펄스(unit impulse) 응답  $y(t)$ 는? (단,  $t \geq 0$ 이다)

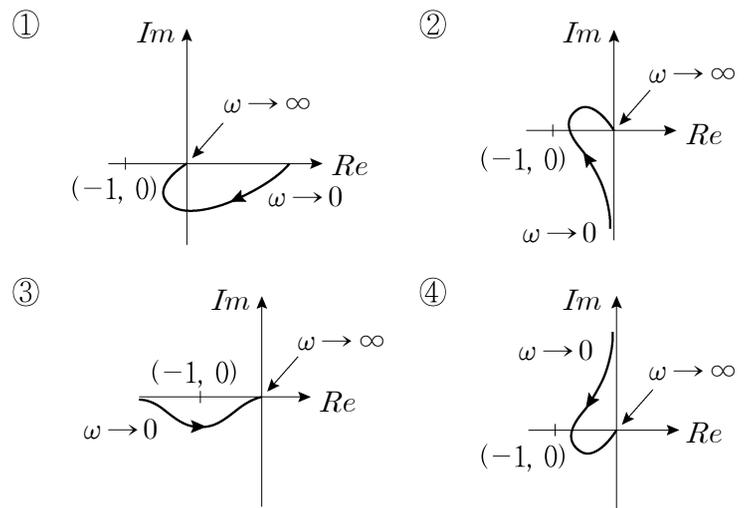
$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -4 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) &= [1 \ 0] x(t) \end{aligned}$$

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

문 5. 표준형 2차 시스템에서 극점(pole)과 영점(zero)의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 극점은 시스템의 안정성을 결정한다.
- ② 극점이 s평면의 우반평면(right half plane)에 위치하면 불안정하고 허수축으로부터 멀어질수록 발산 속도가 빨라진다.
- ③ s평면의 우반평면(right half plane)에 영점이 추가되면 비최소위상(nonminimum phase) 시스템이 된다.
- ④ s평면의 우반평면(right half plane)에 영점이 추가되면 단위계단 입력에 대하여 오버슈트(overshoot) 현상을 일으킨다.

문 6. s평면의 우반평면에 극점을 갖지 않는 루프 전달함수를 포함한 단위 피드백 제어시스템이 불안정한 경우에 해당하는 나이퀴스트(Nyquist) 선도는?

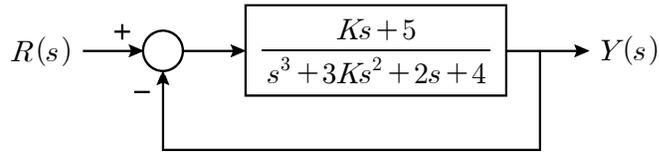


문 7. 단위 피드백(unity feedback) 제어시스템에서 루프(loop) 전달함수  $L(s)$ 에 대하여 시스템의 이득여유(gain margin)가  $20 \log 2$  dB로 주어질 때  $K$ 의 값은?

$$L(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

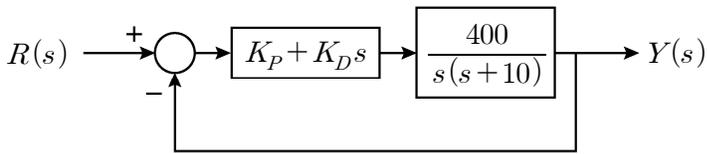
- ① 2
- ② 3
- ③ 4
- ④ 5

문 8. 다음 피드백 제어시스템에서 극점이  $s$ 평면의 우반평면(right half plane)에 두 개 존재하도록 하는  $K$ 의 범위로 옳지 않은 것은?



- ①  $K < -3$
- ②  $-3 < K < 0$
- ③  $0 < K < 1$
- ④  $K > 1$

문 9. PD 제어가 사용된 제어시스템에서 단위램프(unit ramp) 입력  $r(t) = tu_s(t)$ 에 대한 정상상태 오차가 0.025이고, 감쇠비(damping ratio)가 1이 되는  $K_P$ 와  $K_D$ 의 값은? (단,  $u_s(t)$ 는 단위계단 신호이다)



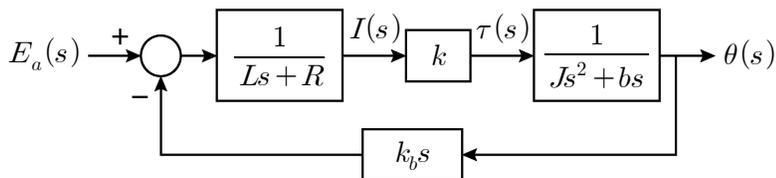
- | $K_P$ | $K_D$ |
|-------|-------|
| ① 0.1 | 0.075 |
| ② 0.1 | 0.15  |
| ③ 1   | 0.075 |
| ④ 1   | 0.15  |

문 10. 특성방정식(characteristic equation)이 다음과 같이 주어진 시스템에서 근궤적에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$s(s+2)(s^2+2s+5)+K=0, K \geq 0$$

- ① 점근선의 교차점은  $-1$ 이다.
- ② 실수축 위의 구간  $-2 \leq s \leq 0$ 은 근궤적에 포함된다.
- ③ 양의 허수부를 갖는 복소 극점에서의 출발각도는  $-60^\circ$ 이다.
- ④ 근궤적이 허수축과 교차한다.

문 11. 다음은 인가전압  $E_a$ 와 출력 회전각  $\theta$ 로 이뤄진 DC모터의 블록 선도이다. 전달함수로 옳은 것은? (단,  $L, R, k_b, J, b, k$ 는 모터 상수이고,  $\omega$ 는 출력의 각속도이다)



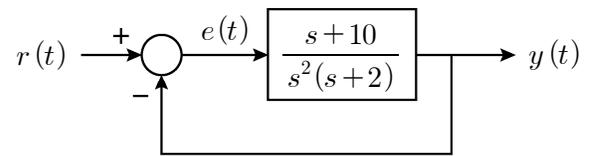
- ①  $\frac{I(s)}{E_a(s)} = \frac{1}{Ls+R}$
- ②  $\frac{\theta(s)}{I(s)} = \frac{k}{Js+b}$
- ③  $\frac{\omega(s)}{E_a(s)} = \frac{k}{(Js^2+bs)(Ls+R)+kk_b s}$
- ④  $\frac{\tau(s)}{E_a(s)} = \frac{k(Js^2+bs)}{(Js^2+bs)(Ls+R)+kk_b s}$

문 12. 다음 미분방정식으로 표현된 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\frac{dy(t)}{dt} + y(t) = u(t-1)$$

- ① 시간지연(time delay)을 갖는 시스템이다.
- ② 선형시변(linear time-varying) 시스템이다.
- ③ 모든 유한한 크기의 입력에 대하여 출력도 유한하다.
- ④ 입력과 출력 관계를 전달함수로 나타낼 수 있다.

문 13. 다음 피드백 제어시스템에서 입력  $r(t) = (10-2t+5t^2)u_s(t)$ 에 대한 정상상태 오차는? (단,  $u_s(t)$ 는 단위계단 신호이다)



- ① 2
- ② 4
- ③ 6
- ④ 8

문 14. 다음 시스템에서 제어가능(controllable)하지 않은  $a$ 와 관측가능(observable)하지 않은  $b$ 의 합  $a+b$ 의 값이 될 수 없는 것은?

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -8 \\ 1 & -6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ a \end{bmatrix} u,$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

- ①  $-3.5$
- ②  $-3.25$
- ③  $-1.75$
- ④  $-1.5$

문 15. 페루프 전달함수  $T(s)$ 가 다음과 같이 주어진 시스템에서 입력  $u(t) = \cos\omega t$ 와 정상상태 출력  $y(t)$ 의 위상차가  $-90^\circ$ 가 되는 주파수  $\omega$ 와 출력  $y(t)$ 는? (단, 주파수는  $\omega > 0$ 이다)

$$T(s) = \frac{4}{s^2+2s+4}$$

- | $\omega$ [rad/sec] | $y(t)$     |
|--------------------|------------|
| ① 2                | $\sin 2t$  |
| ② 2                | $-\sin 2t$ |
| ③ 4                | $\sin 4t$  |
| ④ 4                | $-\sin 4t$ |

문 16. 다음 시스템에서 단위계단 입력을 인가하였을 때, 시스템의 극점(pole)의 실수부가 모두  $-0.5$ 보다 작게 되는  $K$ 의 범위와 정상상태 오차  $E_{ss}$ 는?

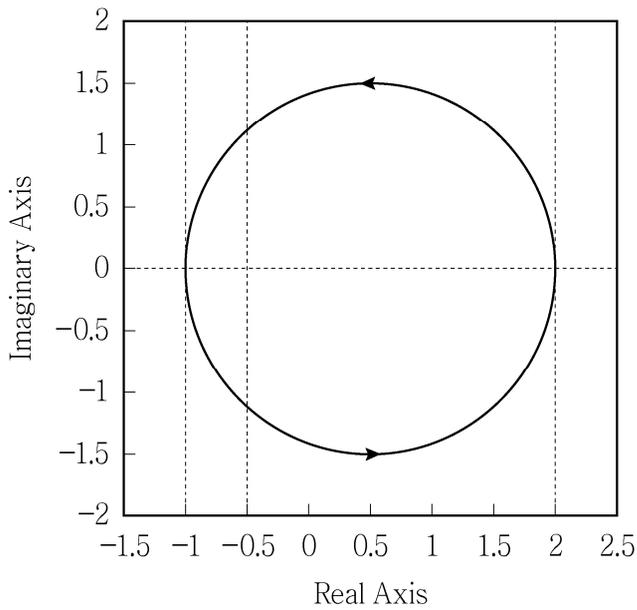
$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3-K & -2-K \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [1 \quad -1]x(t)$$

- | $K$             | $E_{ss}$          |
|-----------------|-------------------|
| ① $0 < K < 7.5$ | $\frac{K-4}{K-3}$ |
| ② $0 < K < 7.5$ | $\frac{K-3}{K-2}$ |
| ③ $K > 7.5$     | $\frac{K-4}{K-3}$ |
| ④ $K > 7.5$     | $\frac{K-3}{K-2}$ |

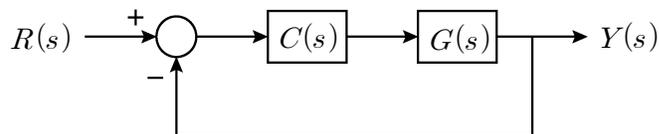
문 17. 전달함수  $G(s)$ 의 나이퀴스트 선도가 다음과 같이 주어질 때,  $a+b$ 의 값은? (단,  $a, b$ 는 실수이며  $a > b$ 이다)

$$G(s) = \frac{as+1}{s+b}$$



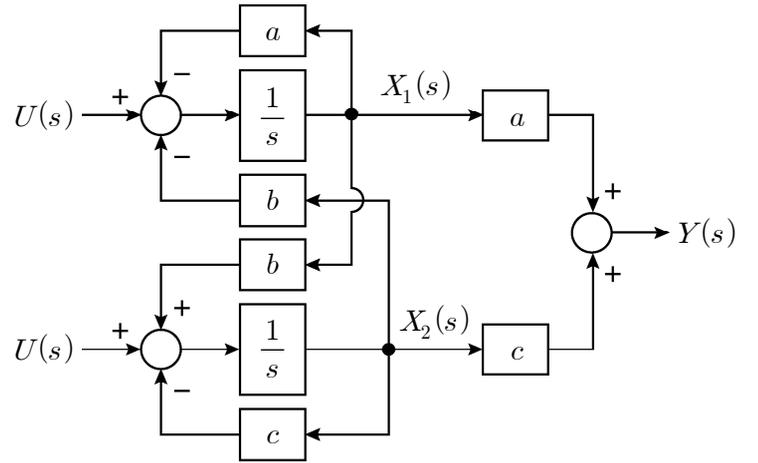
- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4

문 18. 다음 피드백 제어시스템에서  $C(s) = K$ 일 때 단위계단 입력에 대한 정상상태 오차는 0.5이고, 보상기(compensator)  $C(s) = K \frac{s+z}{s+p}$ 를 사용하면 정상상태 오차는 0.1이다. 보상기의 극점을  $-0.01$ 에 배치할 때, 보상기에 대한 설명으로 옳은 것은? (단,  $G(s)$ 는 0형(type 0) 시스템이다)



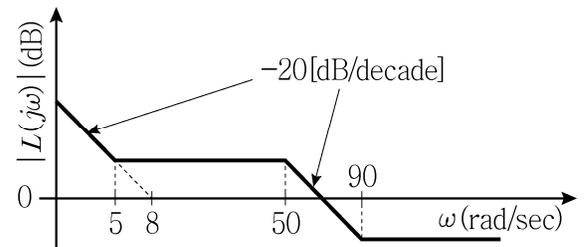
- ① 지상보상기(lag compensator)이고, 보상기의 영점은  $-0.09$ 이다.
- ② 지상보상기(lag compensator)이고, 보상기의 영점은  $-0.05$ 이다.
- ③ 진상보상기(lead compensator)이고, 보상기의 영점은  $-0.09$ 이다.
- ④ 진상보상기(lead compensator)이고, 보상기의 영점은  $-0.05$ 이다.

문 19. 다음 시스템이 안정하기 위한  $a, b, c$ 의 범위는? (단,  $X_1(s), X_2(s)$ 는 상태변수의 라플라스 변환이다)



- ①  $(a+c) < 0, (ac+b^2) < 0$
- ②  $(a+c) < 0, (ac+b^2) > 0$
- ③  $(a+c) > 0, (ac+b^2) < 0$
- ④  $(a+c) > 0, (ac+b^2) > 0$

문 20. 단위 피드백 제어시스템에서 1형 루프 전달함수  $L(s)$ 의 보드(Bode) 선도의 크기가 다음과 같이 주어질 때, 램프오차상수(ramp error constant)  $K_v$ 는?



- ① 4
- ② 8
- ③ 12
- ④ 16