

## 자동제어

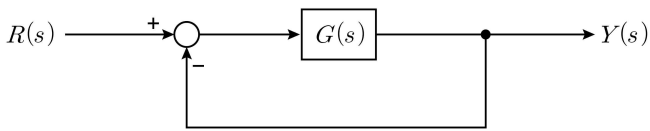
문 1. 폐루프(closed-loop) 제어시스템에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 외란에 의한 영향을 제거하지 못한다.
- ② 일반적으로 시스템 파라미터의 변화에 둔감하다.
- ③ 불안정한 시스템을 항상 안정하게 제어할 수 있다.
- ④ 개루프 제어시스템보다 구조가 간단하고 비용이 적게 든다.

문 2. 전달함수  $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{5}{2s^3 + 6s^2 + 8s + 10}$ 에 대한 상태 공간방정식으로 옳은 것은?

- ①  $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -3 & -4 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} \frac{5}{2} & 0 & 0 \end{bmatrix} x$
- ②  $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -5 & -4 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{5}{2} \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x$
- ③  $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -6 & -8 & -10 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \end{bmatrix} x$
- ④  $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -10 & -8 & -6 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} x$

문 3. 다음 블록선도의 폐루프시스템에 대한 주파수 응답의 설명으로 옳은 것은? (단,  $M(s)$ 는 폐루프 전달함수이다)



- ① 대역폭에서  $|M(j\omega)| = \frac{|M(j0)|}{\sqrt{2}}$ 이다.
- ②  $|G(j\omega)| \ll 1$ 인 경우  $|M(j\omega)| \cong 1$ 이다.
- ③  $|G(j\omega)| \gg 1$ 인 경우  $|M(j\omega)| \cong |G(j\omega)|$ 이다.
- ④  $G(j\omega)$ 가 순허수이면 절점주파수에서  $|M(j\omega)| = \frac{1}{2}$ 이다.

문 4. 진상보상기(lead compensator)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

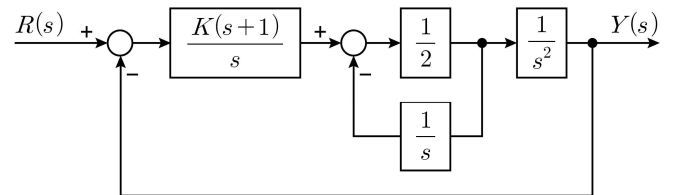
- ① 과도응답을 개선한다.
- ② 폐루프시스템의 대역폭이 증가한다.
- ③ 폐루프시스템의 위상여유를 개선한다.
- ④ 진상보상기 극점은 복소평면에서 항상 진상보상기 영점의 오른쪽에 있다.

문 5. 다음 상태방정식으로 표현된 시스템이 가제어성(controllability)을 만족하기 위한 조건으로 옳은 것은?

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -2x_1 + u \\ \dot{x}_2 &= -3x_2 + kx_1 \end{aligned}$$

- ①  $k \neq 3$
- ②  $k \neq 2$
- ③  $k \neq 1$
- ④  $k \neq 0$

문 6. 다음 블록선도의 폐루프시스템에 대한 근궤적을 대략적으로 그리고자 할 때, 필요한 점근선의 개수는? (단,  $K \geq 0$ 이다)



- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4

문 7. 선형 시불변시스템의 주파수 응답의 크기  $M(\omega)$ 와 위상  $\phi(\omega)$ 가 다음과 같을 때, 시스템의 극점을 모두 구하면?

$$M(\omega) = \frac{1}{\sqrt{(2-\omega^2)^2 + (3\omega)^2}}$$

$$\phi(\omega) = -\arctan\left(\frac{3\omega}{2-\omega^2}\right)$$

- ①  $-2, \quad -3$   
 ②  $-1, \quad -3$   
 ③  $-1, \quad -2$   
 ④  $-\sqrt{2}, \quad -2$

문 8. 다음 상태공간방정식에 대한 전달함수  $G(s) = \frac{s+2}{s^2+as+b}$  일 때,  $\frac{b}{a}$ 의 값은?

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -2 & 4 \\ 1 & 6 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u$$

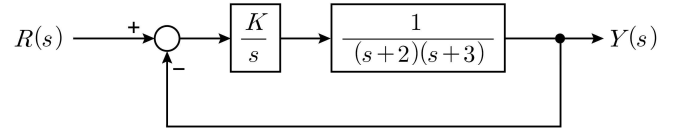
$$y = [ \quad 1 \quad 0 ] \mathbf{x}$$

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

문 9. 영점이  $-2, -3$ 이고, 극점이  $-1, -5$ 인 선형 시불변시스템의 직류 이득(DC gain)이 6일 때, 시스템의 전달함수로 옳은 것은?

- ①  $\frac{5(s+2)(s+3)}{(s+1)(s+5)}$   
 ②  $\frac{5(s-2)(s-3)}{(s-1)(s-5)}$   
 ③  $\frac{6(s+2)(s+3)}{(s+1)(s+5)}$   
 ④  $\frac{6(s-2)(s-3)}{(s-1)(s-5)}$

문 10. 다음 블록선도에 표현된 시스템이 임계 안정(marginally stable)일 때, 특성방정식의 근을 모두 구하면?



- ①  $-5, \quad \pm j\sqrt{6}$   
 ②  $-5, \quad \pm j\sqrt{3}$   
 ③  $-10, \quad \pm j\sqrt{6}$   
 ④  $-30, \quad \pm j\sqrt{3}$

문 11. 다음 특성방정식을 갖는 제어시스템 중 안정한 것만을 모두 고르면?

$$\neg. \quad s^7 + 5s^6 + 2s^2 + 4s + 1 = 0$$

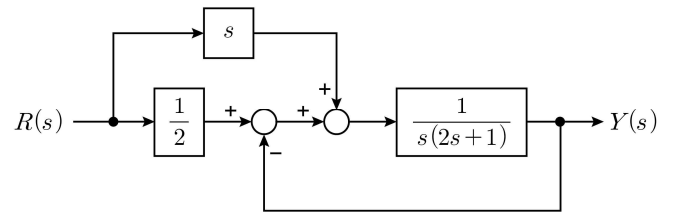
$$\neg. \quad s^5 + 3s^4 - 2s^2 + 8s + 5 = 0$$

$$\sqsubset. \quad 2s^4 - 3s^3 - 7s^2 + 3s + 4 = 0$$

$$\sqsubset. \quad s^3 + 4s^2 + 5s + 10 = 0$$

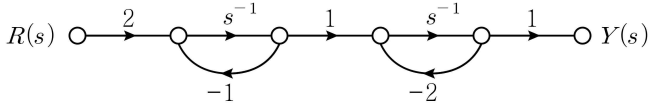
- ①  $\sqsubset$   
 ②  $\sqsubset$   
 ③  $\neg, \sqsubset$   
 ④  $\neg, \sqsubset$

문 12. 다음 블록선도에서 시스템의 입출력 전달함수  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 는?



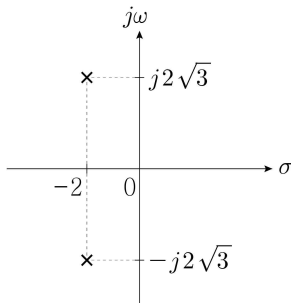
- ①  $\frac{2s+1}{s(s+1)}$   
 ②  $\frac{2s+1}{2s(s+1)}$   
 ③  $\frac{2s+1}{2s^2+s+1}$   
 ④  $\frac{2s+1}{2(2s^2+s+1)}$

- 문 13. 다음 신호흐름선도(signal flow graph)를 가지는 시스템을 중속형(cascade form) 상태방정식  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}r$ 로 표현할 때, 행렬  $\mathbf{A}$ 와 행렬  $\mathbf{B}$ 를 바르게 연결한 것은? (단,  $R(s)$ 는 입력,  $Y(s)$ 는 출력이다)



- | <u>A</u>   | <u>B</u>                                |
|--|---|
| ① $\begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 0 \\ -2 \end{bmatrix}$ |
| ② $\begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}$  |
| ③ $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -2 & 1 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 0 \\ -2 \end{bmatrix}$ |
| ④ $\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$   | $\begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}$  |

- 문 14. 다음 그림과 같이 2차 표준형 시스템의 극점의 위치가 주어질 때, 시스템의 응답 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



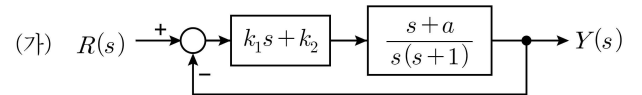
- ① 감쇠비(damping ratio)  $\zeta$ 는  $\frac{1}{2}$ 이다.  
 ② 고유주파수(natural frequency)  $\omega_n$ 는 16 [rad/sec]이다.  
 ③ 오차가 목표값(최종값)의 2%안에 들어가는 데 걸리는 정착 시간(settling time)  $T_s \cong 2$  [sec]이다.  
 ④ 최고시간(peak time)  $T_p$ 는 시스템의 출력이 최대 오버슈트점에 도달하는 데 걸리는 시간으로  $T_p = \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$  [sec]이다.

- 문 15. 단위 피드백시스템의 루프 전달함수  $L(s)$ 가 다음과 같을 때, 시스템의 이득 여유(gain margin)[dB]는?

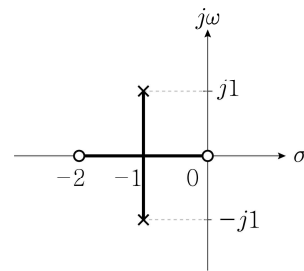
$$L(s) = \frac{4}{s(s+2)^2}$$

- ①  $20\log_{10}2$   
 ②  $20\log_{10}3$   
 ③  $20\log_{10}4$   
 ④  $20\log_{10}5$

- 문 16. 다음 그림 (가)와 같이 피드백 제어기를 설계하고자 한다.  $k_2 = b$ 로 고정한 후에  $k_1$ 에 대한 근계적이 그림 (나)와 같을 때,  $a+b$ 의 값은? (단, 그림 (나)에서 ○는 영점, ×는 극점을 표시한다)



(나)



- ① 1  
 ② 2  
 ③ 3  
 ④ 4

문 17. 다음 상태공간방정식으로 표현된 시스템이 안정하기 위한  $K$ 의 범위는?

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2-5K & K^2-4 & -1 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$y = [1 \quad 0 \quad 0] \mathbf{x}$$

- ①  $-6 < K < \frac{2}{5}$   
 ②  $-6 < K < 1$   
 ③  $\frac{2}{5} < K < 1$   
 ④  $\frac{2}{5} < K < 2$

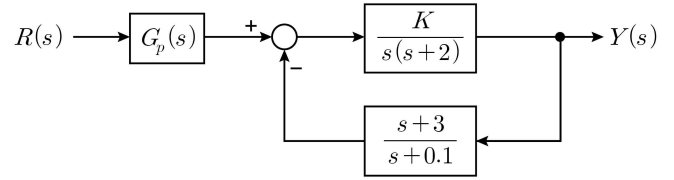
문 18. 다음과 같은 상태공간방정식에서  $r$ 이 단위계단입력일 때, 정상 상태오차는?

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} r, \quad \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$y = [1 \quad 0] \mathbf{x}$$

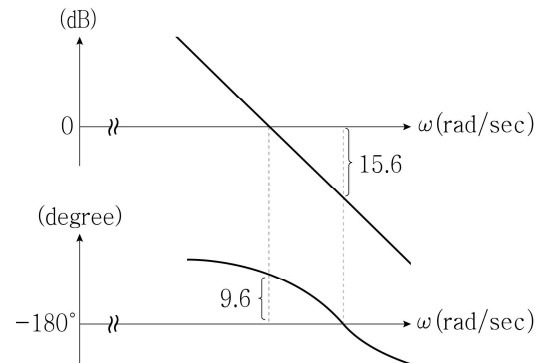
- ①  $-1$   
 ②  $0$   
 ③  $1$   
 ④  $\infty$

문 19. 다음 피드백 제어시스템에서  $r(t)$ 가 단위계단입력으로 주어질 때, 정상상태오차가 0이 되도록 하는  $G_p(s)$ 로 가능한 것은?



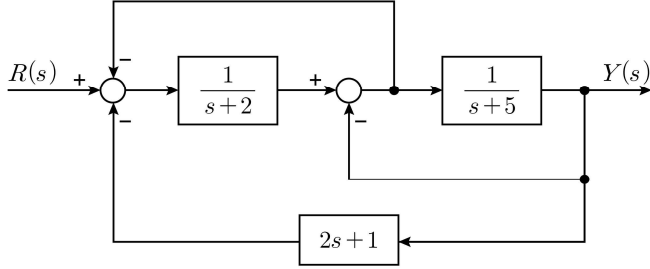
- ①  $30 + 0.1s$   
 ②  $30 + \frac{0.1}{s}$   
 ③  $20 + 10s$   
 ④  $10 + \frac{0.1}{s} + 20s$

문 20. 단위 피드백시스템의 안정한 개루프 전달함수  $KG(s)$ 에 대하여 위상교차점 부근의 보드선도가 그림과 같을 때, 이 시스템이 임계 안정(marginally stable)하기 위해서는  $K$ 가 몇 배 증가해야 하는가? (단,  $\log_{10}2 = 0.30$ ,  $\log_{10}3 = 0.48$ 로 가정하여 계산한다)



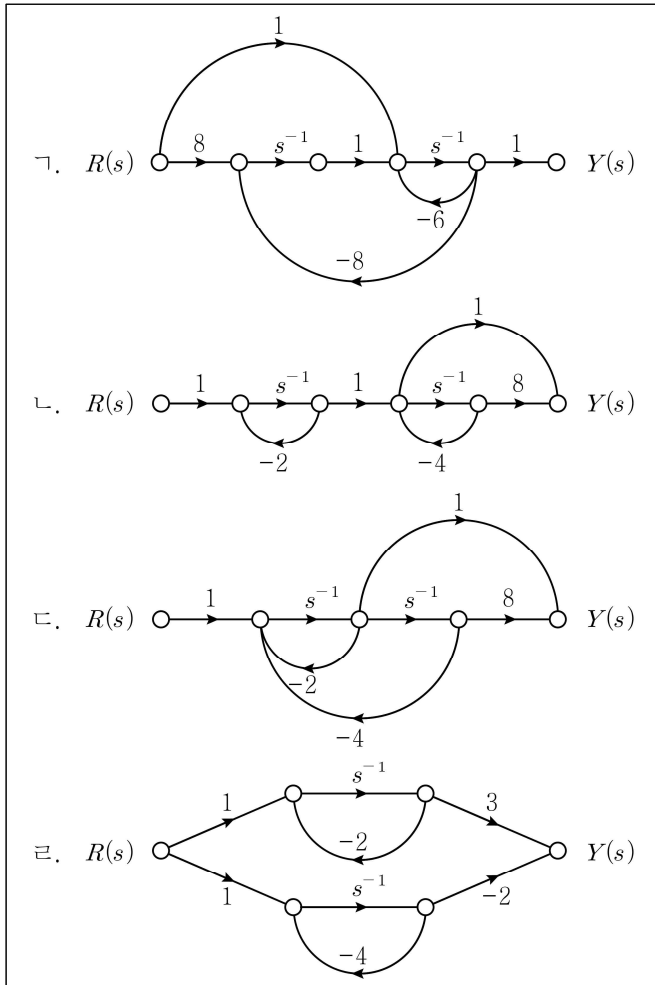
- ① 2  
 ② 3  
 ③ 5  
 ④ 6

문 21. 다음과 같은 제어시스템에서 단위계단입력에 대한  $t \geq 0$ 일 때, 출력  $y(t)$ 는? (단, 초기조건은 0이다)



- ①  $\frac{1}{7}e^{-2t} - \frac{1}{7}e^{-9t}$   
 ②  $\frac{1}{5}e^{-2t} - \frac{1}{5}e^{-7t}$   
 ③  $\frac{1}{18} - \frac{1}{14}e^{-2t} + \frac{1}{63}e^{-9t}$   
 ④  $\frac{1}{18} - \frac{1}{10}e^{-2t} + \frac{1}{35}e^{-7t}$

문 22. 다음 신호흐름선도 중 전달함수가 서로 같은 것만을 모두 고르면?



- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ  
 ② ㄱ, ㄴ, ㄹ  
 ③ ㄱ, ㄷ, ㄹ  
 ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

문 23. 다음 전달함수에 대한 설명으로 옳은 것은? (단,  $z_1 \neq 0$ ,  $z_2 \neq 0$ ,  $p_1 \neq 0$ ,  $p_2 \neq 0$ ,  $p_3 \neq 0$ 이고, 극점-영점 상쇄는 없다)

$$G(s) = \frac{(s - z_1)(s - z_2)}{(s - p_1)(s - p_2)(s - p_3)}$$

- ①  $z_1, z_2, p_1, p_2, p_3$  모두 양수이면,  $G(s)$ 는 안정하다.  
 ②  $G(s)$ 의 안정도는 해당 영점의 위치에 의해서 결정된다.  
 ③  $p_1, p_2, p_3$  모두 양의 실수부를 갖고 있으면,  $G(s)$ 는 불안정하다.  
 ④  $G(s)$ 가 불안정한 극점을 갖고 있는 경우, 제어대상으로 사용하는 것은 불가능하다.

문 24. 개루프 전달함수  $G(s) = \frac{as+1}{s^2}$ 를 가지는 단위 피드백 제어 시스템의 위상여유가  $60^\circ$ 가 되기 위한  $a$ 는? (단,  $a > 0$ 이다)

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

문 25. 다음 상태피드백 제어시스템에서 단위계단입력에 대한 정상상태 오차가 0.9가 되는 제어 이득  $k_1$ 과  $k_2$ 의 값을 바르게 연결한 것은?

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -4 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0] \mathbf{x}$$

$$u = [-k_1 \ -k_2] \mathbf{x} + r$$

- |   | $k_1$ | $k_2$ |
|---|-------|-------|
| ① | 8     | 5     |
| ② | 4     | -5    |
| ③ | -4    | 5     |
| ④ | -8    | -5    |