

자동제어

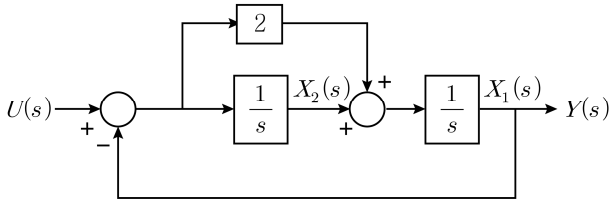
문 1. 다음 선형시스템에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$,

$$B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \quad 0] \text{ 이다})$$

$$\dot{x} = Ax + Bu, y = Cx$$

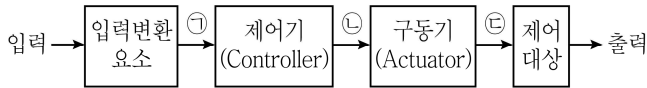
- ① 관측 가능하고 제어 가능하다.
 ② 관측 가능하나 제어 가능하지 않다.
 ③ 제어 가능하나 관측 가능하지 않다.
 ④ 제어 가능하지도 관측 가능하지도 않다.

문 2. 그림과 같은 블록선도를 갖는 페루프 시스템의 극점은? (단, $U(s)$ 는 입력, $Y(s)$ 는 출력을 나타낸다)



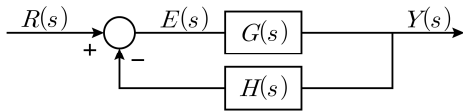
- ① $-1, -1$ ② $1, -1$
 ③ $1, 1$ ④ $1, 2$

문 3. 다음 그림은 제어시스템의 구성도를 나타낸 것이다. ㉠ ~ ㉣에 해당하는 신호를 옳게 짝 지은 것은?



- | ㉠ | ㉡ | ㉢ |
|--------|------|------|
| ① 조작량 | 동작신호 | 제어신호 |
| ② 제어신호 | 조작량 | 동작신호 |
| ③ 동작신호 | 제어신호 | 조작량 |
| ④ 조작량 | 제어신호 | 동작신호 |

문 4. 다음과 같은 피드백 시스템의 블록선도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



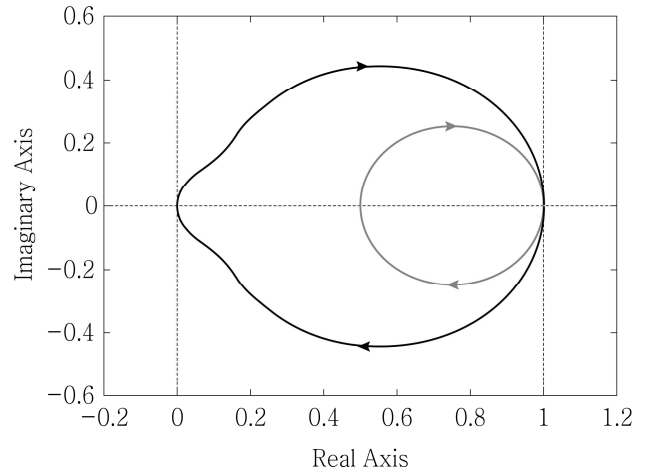
- ① 피드백 제어의 목적은 입력과 출력 사이의 오차를 최소화하는 것이다.
 ② 피드백 시스템은 잡음과 외란에 민감하고 기준 입력에는 둔감하도록 설계되어야 한다.
 ③ 페루프 시스템의 전달함수는 $\frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$ 이다.
 ④ 개루프 전달함수의 변화에 대한 페루프 시스템의 감도 (sensitivity)는 $\frac{1}{1 + G(s)H(s)}$ 이다.

문 5. 제어시스템의 특성방정식 $Q(s)$ 가 다음과 같이 주어질 때 임계 안정이 되도록 하는 K 값과 이때의 극점 p 의 값은? (단, $j = \sqrt{-1}$ 이다)

$$Q(s) = s^3 + 2s^2 + 4s + K = 0$$

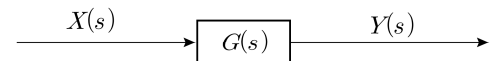
- | K | p |
|-----|----------------|
| ① 8 | $-2, \pm 2j$ |
| ② 8 | $-2, 1 \pm 2j$ |
| ③ 4 | $-2, 1 \pm 2j$ |
| ④ 4 | $-2, \pm 2j$ |

문 6. 다음 그림은 어떤 전달함수 $G(s)$ 와 $(s+1)G(s)$ 의 나이퀴스트 (Nyquist) 선도를 동시에 보여 주고 있다. 이 선도들에 부합하는 전달함수 $G(s)$ 는?



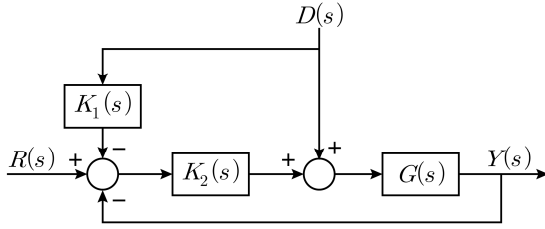
- ① $\frac{s-1}{s^2+6s+2}$
 ② $\frac{2}{s^2+6s+2}$
 ③ $\frac{s}{s^2-6s+2}$
 ④ $\frac{s+2}{s^2+6s+2}$

문 7. 어떤 제어시스템의 임펄스 응답 $g(t)$ 가 다음과 같이 주어질 때, 안정하지 않은 제어시스템은? (단, $u(t)$ 는 단위 계단 함수이다)



- ① $g(t) = u(t)$
 ② $g(t) = e^{-2t}u(t)$
 ③ $g(t) = t^3 e^{-2t}u(t)$
 ④ $g(t) = 10e^{-t} \cos(5t)u(t)$

- 문 8. 다음 블록선도에서 단일 입력 $R(s)$, $D(s)$ 와 단일 출력 $Y(s)$ 간의 전달함수로 옳은 것은?



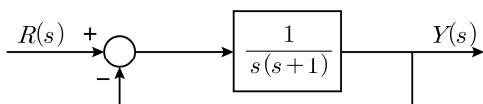
- ① $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_1(s)K_2(s)}$,
 $\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{G(s)\{1 - K_1(s)K_2(s)\}}{1 + G(s)K_1(s)K_2(s)}$
- ② $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)K_1(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_2(s)}$,
 $\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{1 - G(s)K_1(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_2(s)}$
- ③ $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_1(s)K_2(s)}$,
 $\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{1 - G(s)K_1(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_1(s)K_2(s)}$
- ④ $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)K_2(s)}{1 + G(s)K_2(s)}$,
 $\frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{G(s)\{1 - K_1(s)K_2(s)\}}{1 + G(s)K_2(s)}$

- 문 9. 피드백 시스템의 루프 전달함수 $L(s)$ 가 다음과 같이 시간 지연계를 포함한다고 가정하자. 보드(Bode) 선도에서 K 와 T_d 값이 각각 1일 때 이득여유가 10 dB이라고 한다면 이득여유를 0 dB로 만들기 위한 임계값 K 는? (단, a 와 b 는 실수이며, T_d 값은 일정하다)

$$L(s) = \frac{Ke^{-T_d s}}{s(s+a)(s+b)}$$

- ① $\sqrt{5}$ ② $\sqrt{10}$
 ③ $\sqrt{15}$ ④ $\sqrt{20}$

- 문 10. 다음과 같은 단위 피드백 시스템의 페루프 극점이 $-1 \pm j$ 에 위치하도록 진상보상기(lead compensator)를 설계하여 제어하고자 한다. 진상보상기의 영점을 -1에 배치할 경우, 진상보상기 극점의 위치는? (단, $j = \sqrt{-1}$ 이다)



- ① -1 ② -2
 ③ -3 ④ -4

- 문 11. 루프 전달함수가 $\frac{K(s+10)}{(s+1)(s+9)}$ 인 피드백 시스템의 근궤적(root locus)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 근궤적의 점근선은 2개이다.
 ② 근궤적이 시작하는 점은 극점 -1과 -9이다.
 ③ $s = -3$ 은 근궤적 상에 존재한다.
 ④ 근궤적의 분지(branch) 수는 2개이다.

- 문 12. 단위 피드백 제어시스템의 루프 전달함수 $G(s) = \frac{K}{(s+1)^2}$ 에서

$K=4$ 일 때, 위상여유는?

- ① -60°
 ② -30°
 ③ 60°
 ④ 30°

- 문 13. 입력이 x , 출력이 y 인 시스템의 입출력 관계가 다음과 같은 2차 미분방정식으로 주어질 때, 이 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t) + 9\frac{d}{dt}y(t) + 20y(t) = 20x(t)$$

- ① 2차 선형시스템이며 안정하다.
 ② 시스템의 감쇠비가 1 미만이며, 출력의 과도응답에 진동하는 파형을 포함한다.
 ③ 단위 계단 입력신호에 대한 이 시스템의 정상상태 출력은 1이다.
 ④ 이 시스템의 고유주파수는 $2\sqrt{5}$ rad/sec이다.

- 문 14. 다음 제어시스템의 상태공간 방정식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $t \geq 0$ 이다)

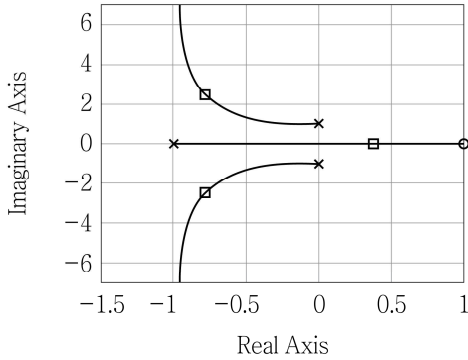
$$\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

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

- ① 특성방정식은 $s^2 + 5s + 6 = 0$ 이다.
 ② $u(t) = 1$ 일 때, 정상상태오차는 $\frac{5}{6}$ 이다.
 ③ 상태천이행렬은 $\begin{bmatrix} 3e^{-2t} - 2e^{-3t} & e^{-2t} - e^{-3t} \\ -6e^{-2t} + 6e^{-3t} & -2e^{-2t} - 3e^{-3t} \end{bmatrix}$ 이다.
 ④ 제어 가능하고 관측 가능하다.

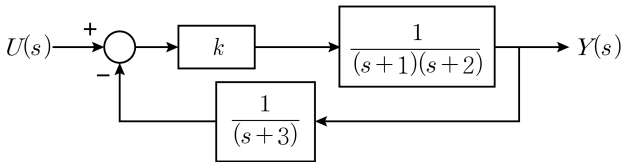
문 15. 다음 그림은 개루프 전달함수 $G(s) = \frac{k(s-1)}{s^3+s^2+s+1}$ 를 가지는

단위 피드백 시스템의 근궤적(root locus)을 나타내며 이득이 $k=3$ 일 때의 폐루프 전달함수 극점 3개가 사각형($\square$)으로 표시되어 있다. 이들 3개 극점을 α, β, γ 라고 할 때, $\alpha\beta\gamma$ 의 값은? (단, 그림에서 $\circ$ 와 $\times$ 는 각각 개루프 전달함수의 영점과 극점을 표시함)



- ① 0 ② 1
③ 2 ④ 3

문 16. 다음과 같은 폐루프 시스템이 안정하기 위한 제어이득 k 의 범위는? (단, $k \geq 0$ 이다)



- ① $0 \leq k < 66$
② $0 \leq k < 60$
③ $k > 60$
④ $60 \leq k < 66$

문 17. 폐루프 전달함수 $T(s) = \frac{100}{s^2+10s+100}$ 인 시스템에 대한

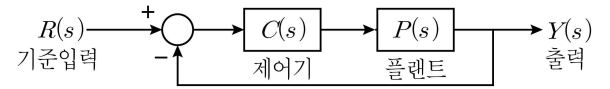
설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 시스템의 감쇠비는 1 미만으로, 단위 계단 입력에 대한 출력 신호는 과도응답에 진동파형을 포함한다.
② 입력 $10\cos(10t)$ 에 대한 정상상태 출력은 입력신호와 같은 주파수이고 $\frac{\pi}{2}$ 만큼 지연된(delayed) 코사인 신호이다.
③ 시스템의 대역폭은 1Hz보다 크다.
④ 각주파수 20 rad/sec인 정현파 입력신호에 대한 정상상태 출력의 진폭은 입력신호의 진폭의 $\frac{1}{2}$ 이상이다.

문 18. 다음과 같은 피드백 제어시스템의 개루프 전달함수 $L(s)$ 가

$$L(s) = C(s)P(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+4)}$$

와 같이 주어질 때, 이득 여유와 위상여유를 각각 0 dB, 0° 로 만드는 K 와 이와 같은 이득여유와 위상여유가 발생하는 주파수(ω_c) [rad/sec]를 옳게 짝 지은 것은?



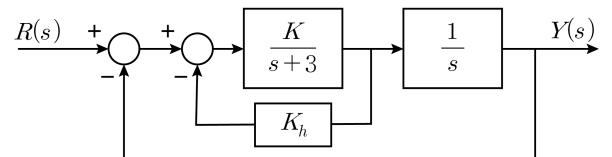
K	ω_c
① 10	1
② 20	2
③ 40	4
④ 80	8

문 19. 전달함수 $G(s) = \frac{5}{3+2s}$ 에 대해서 각주파수 $\omega = 2$ rad/sec인

정현파를 입력으로 주었을 때, 전달함수의 이득[dB]은?

- ① 0 ② -0.7
③ 0.7 ④ -14

문 20. 다음 블록선도와 같이 속도 피드백을 가지는 서보(servo) 시스템에서 감쇠비가 $\zeta = 0.5$ 이고 고유주파수가 $\omega_n = 4$ rad/sec가 되도록 하는 K 와 K_h 의 값을 옳게 짝 지은 것은?



K	K_h
① 4	$\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{4}$	4
③ $\frac{1}{16}$	16
④ 16	$\frac{1}{16}$