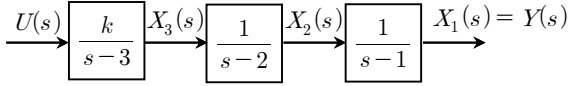


자동제어

문 1. 다음 블록선도로 표현된 시스템을 상태공간 방정식(state-space equation)으로 옳게 표현한 것은? (단, k 는 0이 아닌 실수이다)

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



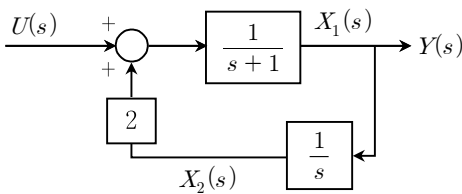
① $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [k \ 0 \ 0]$

② $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{bmatrix}, C = [1 \ 0 \ 0]$

③ $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{bmatrix}, C = [1 \ 0 \ 0]$

④ $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [k \ 0 \ 0]$

문 2. 다음 블록선도로 표현된 시스템의 가제어성(controllability)과 가관측성(observability)에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 가제어(controllable)이고, 가관측(observable)이다.
- ② 가제어(controllable)이고, 불가관측(unobservable)이다.
- ③ 불가제어(uncontrollable)이고, 가관측(observable)이다.
- ④ 불가제어(uncontrollable)이고, 불가관측(unobservable)이다.

문 3. 단위 부궤환 제어 시스템에서 개루프 전달함수가 다음과 같을 때, 이득여유(GM)와 위상여유(PM)의 값은?

$$G(s) = \frac{\sqrt{6}}{s + \sqrt{3}}$$

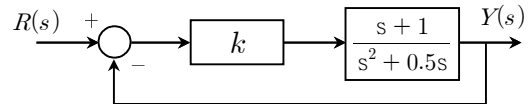
- ① GM = 3[dB], PM = 135[degree]
- ② GM = 3[dB], PM = 45[degree]
- ③ GM = ∞[dB], PM = 45[degree]
- ④ GM = ∞[dB], PM = 135[degree]

문 4. 다음 상태 방정식으로 표현된 시스템에 대하여 상태궤환 제어기 (state feedback controller) $u(t) = -Kx(t)$ 를 설계하고자 한다. 폐루프(closed-loop) 제어 시스템이 안정영역에서 동작하기 위한 $K = [k_1 \ k_2 \ k_3]$ 의 조건은?

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

- ① $k_3 > 3, k_1 > 0, (k_3 + 3)(k_2 + 4) - k_1 > 0$
- ② $k_3 > 3, k_1 > 0, (k_3 + 3)(k_2 + 4) - k_1 < 0$
- ③ $k_3 > -3, k_1 > 0, (k_3 + 3)(k_2 + 4) - k_1 > 0$
- ④ $k_3 > -3, k_1 > 0, (k_3 + 3)(k_2 + 4) - k_1 < 0$

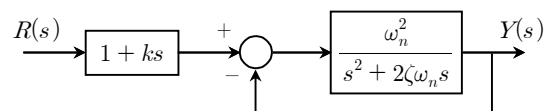
문 5. 다음 폐루프 제어 시스템에 대하여 상수 제어기 k 를 설계하고자 한다. 이때, 폐루프 제어 시스템의 극점 가운데 하나가 $-\frac{2}{3}$ 일 경우, 다른 극점의 값은?



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

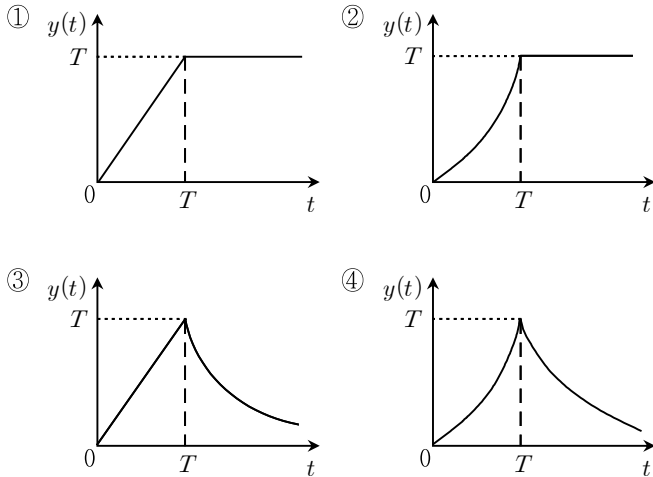
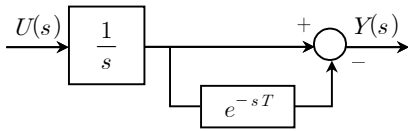
문 6. 다음 폐루프 제어 시스템에서 입력신호 $R(s)$ 는 비례-미분 (proportional-differential) 제어기를 통과한다. $R(s)$ 가 단위 램프 (unit ramp) 입력신호일 때, 정상상태(steady-state)에서 출력신호 $Y(s)$ 와 입력신호 $R(s)$ 와의 차가 0이 되기 위한 k 값은?

(단, $\zeta > 0, \omega_n > 0$ 인 실수이다)



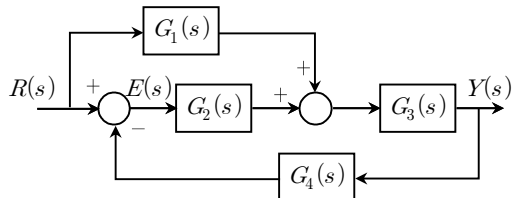
- ① $\frac{\zeta}{2\omega_n}$
- ② $\frac{\omega_n}{\zeta}$
- ③ $\frac{2\omega_n}{\zeta}$
- ④ $\frac{2\zeta}{\omega_n}$

문 7. 다음 블록선도에서 입력신호가 단위 계단 함수로 인가될 때, 출력신호 $y(t), t \geq 0$ 는?



문 8. 다음 블록선도에서 전체 폐루프 제어 시스템의 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 는?

(단, $G_i(s) (i = 1, 2, 3, 4)$ 는 단일 입출력 시스템이다)



① $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_4(G_1 + G_2)}{1 + G_3 G_2 G_4}$ ② $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_3(G_1 + G_2)}{1 + G_1 G_2 G_3}$

③ $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_3(G_1 + G_2)}{1 + G_3 G_2 G_4}$ ④ $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_4(G_1 + G_2)}{1 + G_1 G_2 G_3}$

문 9. 다음 상태 방정식에서 상태전이행렬(state-transition matrix) $\Phi(t)$ 는?

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

① $\Phi(t) = \begin{bmatrix} \cos(t) & -\sin(t) \\ \sin(t) & \cos(t) \end{bmatrix}$ ② $\Phi(t) = \begin{bmatrix} \cos(t) & \sin(t) \\ -\sin(t) & \cos(t) \end{bmatrix}$

③ $\Phi(t) = \begin{bmatrix} \sin(t) & -\cos(t) \\ \cos(t) & \sin(t) \end{bmatrix}$ ④ $\Phi(t) = \begin{bmatrix} \sin(t) & \cos(t) \\ -\cos(t) & \sin(t) \end{bmatrix}$

문 10. 다음 전달함수에 대한 상태 방정식과 출력 방정식으로 옳은 것은? (단, $u(t), x(t), y(t)$ 는 각각 입력, 상태, 출력을 나타내는 변수이다)

$$G(s) = \frac{s+2}{s^2+3s+5}$$

① $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 5 & 3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), y(t) = [2 \ 1] x(t)$

② $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -5 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), y(t) = [2 \ 1] x(t)$

③ $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 5 & 3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), y(t) = [1 \ 2] x(t)$

④ $\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -5 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), y(t) = [1 \ 2] x(t)$

문 11. 제어 시스템의 응답에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

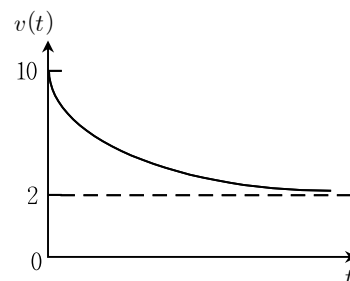
- ① 단위 계단 응답(unit step response)은 임펄스 응답(impulse response)의 적분값이다. (단, 초기시간은 0초이다)
- ② 임펄스 응답의 라플라스 변환(Laplace transformation)은 시스템의 전달함수이다.
- ③ 주파수 응답(frequency response)의 위상(phase)은 출력신호의 위상과 입력신호의 위상을 더한 것과 같다.
- ④ 주파수 응답의 이득(gain)은 출력신호의 진폭을 입력신호의 진폭으로 나눈 것과 같다.

문 12. 선형 시불변(linear time-invariant) 시스템 $y = f(x)$ 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, x, y 는 각각 시스템의 입출력 변수이다)

- ① 시스템 $f(x)$ 는 $f(ax_1 + bx_2) = af(x_1) + bf(x_2)$ 의 관계를 만족한다. (단, $a \neq 0, b \neq 0$ 인 실수이다)
- ② 시스템 $f(x)$ 의 전달함수는 입력신호의 종류에 따라 여러 개가 존재한다.
- ③ 시스템 $f(x)$ 를 상태 방정식(state equation)으로 표현하는 방법은 무수히 많다.
- ④ 시스템 $f(x)$ 의 계수(parameter) 값들은 시간에 따라 변화하지 않는다.

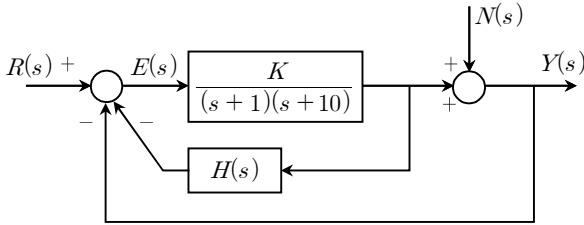
문 13. 다음은 임의의 신호 $v(t) (t \geq 0)$ 에 대한 그래프를 나타낸 것이다.

$v(t)$ 에 대한 라플라스 변환이 $V(s) = \frac{as+b}{s^2+20s}$ 로 주어질 때, a 와 b 값은? (단, 그래프에서 점선은 점근선이다)



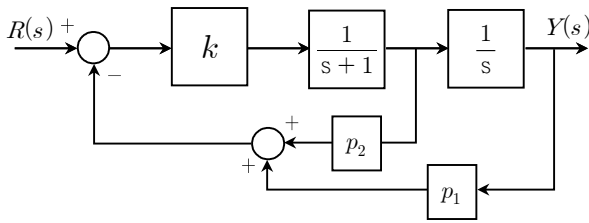
- ① $a = 6, b = 20$ ② $a = 6, b = 40$
- ③ $a = 10, b = 20$ ④ $a = 10, b = 40$

문 14. 다음 블록선도(block diagram)에서 $N(s)$ 는 외란(disturbance) 입력신호를 의미한다. 출력신호 $Y(s)$ 가 외란 $N(s)$ 로부터 영향을 받지 않기 위한 전달함수 $H(s)$ 는? (단, $H(s)$ 는 단일 입출력 시스템이다)



- ① $-(s+1)(s+10)$ ② $-\frac{(s+1)(s+10)}{K}$
 ③ $-\frac{K}{(s+1)(s+10)}$ ④ $1-\frac{K}{(s+1)(s+10)}$

문 15. 다음 제어 시스템의 특성 방정식(characteristic equation) $D(s)$ 는 $D(s) = s^2 + 2s + 5 = 0$ 일 때, 파라미터 p_1 과 p_2 값으로 적절한 것은? (단, k 는 0이 아닌 실수이다)



- ① $p_1 = 1, p_2 = 1$ ② $p_1 = 1, p_2 = 5$
 ③ $p_1 = 5, p_2 = 1$ ④ $p_1 = 5, p_2 = 5$

문 16. 다음은 입력변수 $R(s)$ 와 출력변수 $Y(s)$ 의 관계를 표현하는 제어 시스템의 전달함수이다. 시스템의 응답에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{1}{2s+1}$$

- ① 시스템의 대역폭(bandwidth)은 $0.5[\text{rad/sec}]$ 이다.
 ② 시스템의 시정수는 2초이다.
 ③ 시스템의 임펄스 응답은 $0.5e^{-0.5t}, t \geq 0$ 이다.
 ④ 단위 계단 응답은 $2 - e^{-0.5t}, t \geq 0$ 이다.

문 17. 전달함수의 극점(pole)을 $-1 \pm j$ 로 갖는 2차 시스템의 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 단위 계단 응답은 부족감쇠(underdamped) 진동을 한다.
 ② 고유주파수(natural frequency)는 $2[\text{rad/sec}]$ 이다.
 ③ 감쇠비(damping ratio)는 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 이다.
 ④ 시스템은 안정하다.

문 18. 다음은 단위 부궤환 제어 시스템(unit negative feedback control system)의 개루프(open-loop) 전달함수이다. 제어 시스템의 이득 여유(gain margin)가 $20[\text{dB}]$ 일 때, K 값은?

$$G(s) = \frac{K}{s^2 + 2s - 1}$$

- ① $K = \frac{1}{50}$ ② $K = \frac{1}{20}$
 ③ $K = \frac{1}{10}$ ④ $K = \frac{1}{100}$

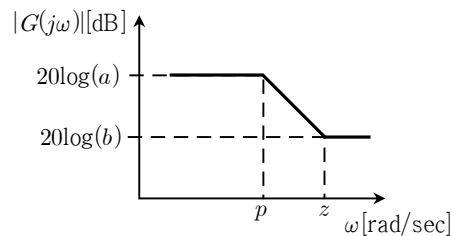
문 19. 다음 전달함수로 주어지는 시스템의 주파수 응답에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $K > 0, T > 0$ 인 실수이다)

$$G_1(s) = K, G_2(s) = s, G_3(s) = \frac{1}{s}, G_4(s) = e^{-Ts}$$

- ① $G_1(s)$ 의 이득은 주파수와는 무관하게 항상 일정하며, 위상은 0° 이다.
 ② $G_2(s)$ 의 이득은 주파수가 증가함에 따라 $20[\text{dB/decade}]$ 의 기울기를 가지면서 선형적으로 증가하고, 위상은 항상 90° 이다.
 ③ $G_3(s)$ 의 이득은 주파수가 증가함에 따라 $-20[\text{dB/decade}]$ 의 기울기를 가지면서 선형적으로 감소하고, 위상은 항상 -90° 이다.
 ④ $G_4(s)$ 의 이득과 위상은 주파수가 증가함에 따라 선형적으로 감소한다.

문 20. 다음은 주어진 전달함수에 대한 보드선도의 점근선을 나타낸다. 그림에서 a, b, p, z 의 값은?

$$G(s) = \frac{10 + \frac{6000}{s}}{5 + \frac{1000}{s}}$$



- ① $a = 6, b = 2, p = 200, z = 600$
 ② $a = 6, b = 2, p = 1,000, z = 6,000$
 ③ $a = 10, b = 5, p = 200, z = 600$
 ④ $a = 10, b = 5, p = 1,000, z = 6,000$