

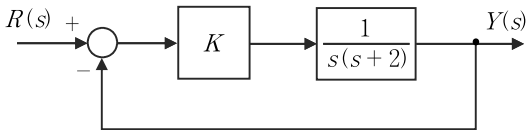
자동제어

문 1. 시스템의 입력 $r(t)$ 와 출력 $y(t)$ 간의 관계가 다음과 같을 때 옳지 않은 것은?

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 5\frac{dy(t)}{dt} + 6y(t) = 5r(t)$$

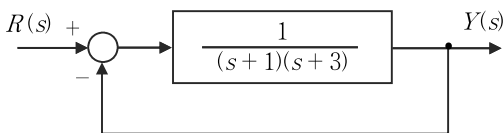
- ① 이 시스템의 전달함수는 $\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{5}{s^2 + 5s + 6}$ 이다.
- ② 이 시스템의 가제어성 표준형(controllable canonical form)은 $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6 & -5 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [5 \ 0], D = 0$ 이다.
- ③ 이 시스템의 고유치(eigenvalue)는 -2 와 -3 이다.
- ④ $\begin{bmatrix} 1 \\ -2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$ 는 이 시스템의 고유벡터(eigenvector) 중의 하나이다.

문 2. 다음 피드백 제어 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 폐루프 제어 시스템(closed-loop control system)의 특성방정식(characteristic equation)은 $s^2 + 2s + K = 0$ 이다.
- ② K 가 증가할수록 폐루프 제어 시스템은 진동이 심해지고 결국 불안정하게 된다.
- ③ $K > 1$ 이면 폐루프 제어 시스템에서 계단입력 응답의 정착시간(settling time)은 일정한 값이 된다.
- ④ $0 < K < 1$ 이면 폐루프 제어 시스템은 과감쇠(overdamping)이고, 이 시스템의 특성방정식은 서로 다른 음의 실근을 갖는다.

문 3. 다음 피드백 제어 시스템에 단위램프입력(unit ramp input) $r(t) = t$ 를 인가했을 때, 출력값을 바르게 표현한 것은?



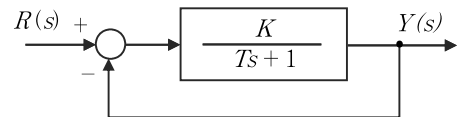
- ① $y(t) = -\frac{1}{8} + \frac{1}{8}t + \frac{1}{4}e^{-2t} + \frac{1}{4}te^{-2t}, t \geq 0$
- ② $y(t) = -\frac{1}{4} + \frac{1}{4}t + \frac{1}{4}e^{-2t} + \frac{1}{4}te^{-2t}, t \geq 0$
- ③ $y(t) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}t - \frac{1}{8}e^{-2t} + \frac{1}{8}te^{-2t}, t \geq 0$
- ④ $y(t) = -\frac{1}{4} + \frac{1}{4}t - \frac{1}{4}e^{-2t} + \frac{1}{4}te^{-2t}, t \geq 0$

문 4. 다음 제어 시스템에서 제어기 $u(t) = -[k_1 \ k_2]x(t) + pr(t)$ 를 설계하고자 한다. 폐루프 제어 시스템(closed-loop control system)의 고유치가 $-4 \pm j3$ 이고, 단위계단입력 $r(t)$ 가 주어질 때 정상상태 출력(steady state output) y_{ss} 가 1이 되도록 하는 k_1, k_2, p 의 값은? (단, $x(t)$ 는 상태벡터이다)

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

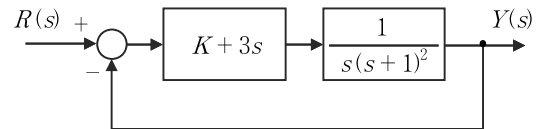
- ① $k_1 = 27, k_2 = 11, p = 25$
- ② $k_1 = 11, k_2 = 25, p = 8$
- ③ $k_1 = 27, k_2 = 9, p = 25$
- ④ $k_1 = 10, k_2 = 11, p = 8$

문 5. 다음 피드백 제어 시스템에서 단위계단입력에 대한 시스템의 정상상태오차(steady state error) e_{ss} 와 시스템의 시정수(time constant) τ 는?



- ① $e_{ss} = 0, \tau = T$
- ② $e_{ss} = \frac{1}{1+K}, \tau = \frac{T}{1+K}$
- ③ $e_{ss} = 0, \tau = \frac{T}{1+K}$
- ④ $e_{ss} = \frac{1}{1+K}, \tau = T$

문 6. 다음 피드백 제어 시스템에서 폐루프 제어 시스템을 안정하게 하는 K 의 범위는?



- ① $K > 0$
- ② $K > 8$
- ③ $0 < K < 8$
- ④ $8 < K < 16$

문 7. 다음과 같은 개루프 전달함수를 갖는 단위 부궤환 제어 시스템(unit negative feedback control system)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$G(s) = \frac{K(T_d s + 1)}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}, T_1 > 0, T_2 > 0, T_d \geq 0$$

- ① $T_d < \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$ 이면 이 시스템의 근궤적이 허수축과 교차하는 점에 대한 이득은 $K = \frac{1}{T_1 T_2 / (T_1 + T_2) - T_d}$ 이다.
- ② $T_d < \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$ 이면 이 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위는 $0 < K < \frac{1}{T_1 T_2 / (T_1 + T_2) - T_d}$ 이다.
- ③ $T_d < \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$ 에서의 안정영역은 루프영점이 없는 경우($T_d = 0$)에 비해 넓다.
- ④ $T_d \geq \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$ 이면 이 시스템은 어떤 양의 이득(positive gain) K 에 대해서도 불안정하다.

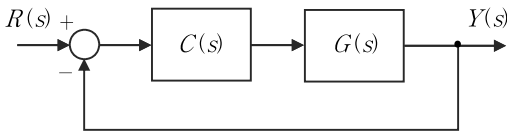
문 8. 시스템의 입력 $R(s)$ 와 출력 $Y(s)$ 간의 관계가 다음과 같이 주어질 때, 이 시스템에 대한 표현방법으로 옳지 않은 것은?

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

- ① $\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 3\frac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = 5r(t)$
- ② $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \end{bmatrix}u(t)$
 $y(t) = [1 \ 0]x(t)$
- ③ $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}u(t)$
 $y(t) = [5 \ 5]x(t)$
- ④ $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}u(t)$
 $y(t) = [5 \ 0]x(t)$

문 9. 다음 피드백 제어 시스템에서 폐루프 시스템의 극점을 $-2a \pm jb$ 에 위치시키려고 한다. 이 때 제어기의 이득 K_p 와 K_i 는?

(단, $G(s) = \frac{b}{s+a}$, $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$ 이다)



- ① $K_p = \frac{3a}{b}$, $K_i = (4a^2 + b^2)$
- ② $K_p = 3ab$, $K_i = (4a^2 + b^2)$
- ③ $K_p = 3ab$, $K_i = \frac{1}{b}(4a^2 + b^2)$
- ④ $K_p = \frac{3a}{b}$, $K_i = \frac{1}{b}(4a^2 + b^2)$

문 10. 단위 부궤환 제어 시스템(unit negative feedback control system)에서 개루프 전달함수 $L(s)$ 는 다음과 같다. ω 가 ∞ 에서 0까지 변할 때 Nyquist 선도를 이용하여 안정도를 판별하고자 한다. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

$$L(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+2)}, \quad s = j\omega$$

- ① 실수축과 교차하는 주파수는 $\sqrt{2}$ [rad/sec]이다.
- ② 이득여유(gain margin)는 $20 \log 6$ [dB]이다.
- ③ ω 가 0으로 갈 때, Nyquist 선도의 점근선은 -3 이다.
- ④ 이 제어 시스템은 안정하다.

문 11. 피드백 제어 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 피드백은 일반적으로 제어 시스템의 안정도를 향상시키는 역할을 한다.
- ② 피드백은 불안정한 비선형 제어 시스템을 안정화 시킬 수 없는 경우가 있다.
- ③ 피드백 제어는 센서의 해상도(resolution) 이상의 정밀도를 갖도록 제어할 수 있다.
- ④ 피드백 제어는 출력이 목표값에 추종하도록 하여 정상상태 오차(steady state error)를 줄일 수 있다.

문 12. 단위 부궤환 제어 시스템(unit negative feedback control system)의 개루프 전달함수(open-loop transfer function)가 다음과 같을 때 이 피드백 제어 시스템에 대한 설명으로 옳은 것은?

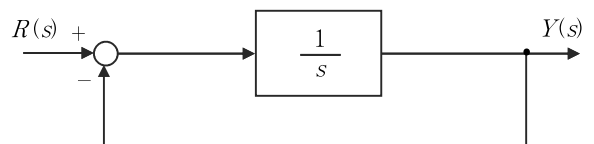
$$G(s) = \frac{4}{s(s+2)}$$

- ① 감쇠비(damping ratio)는 0.25이다.
- ② 고유주파수(natural frequency)는 4 [rad/sec]이다.
- ③ 단위계단응답(unit step response)은 지수적으로 단조 증가한다.
- ④ 감쇠비가 1보다 작은 양수이므로 부족감쇠(underdamping) 시스템이다.

문 13. 두 개의 입력 V_1 , V_2 와 하나의 출력 V_0 를 가진 선형시스템에서 입출력 관계가 $V_0 = aV_1 + bV_2$ 와 같이 정의된다. $V_1 = -1$, $V_2 = 2$ 를 인가할 때 $V_0 = 5$ 이고, $V_1 = 1$, $V_2 = -1$ 을 인가할 때 $V_0 = -4$ 로 출력되었다면 a 와 b 의 값은?

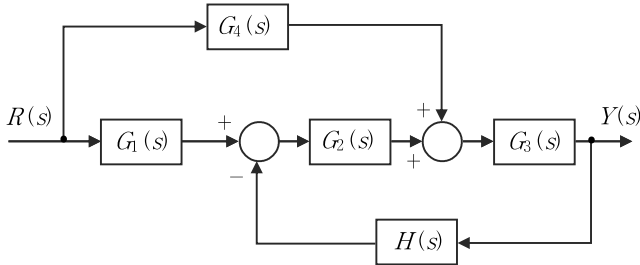
- ① $a = -3$, $b = 1$
- ② $a = 3$, $b = -1$
- ③ $a = 3$, $b = 1$
- ④ $a = -3$, $b = -1$

문 14. 다음과 같은 피드백 제어 시스템의 주파수응답 특성을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?



- ① 이득여유(gain margin)는 ∞ [dB], 위상여유(phase margin)는 90° 이다.
- ② 위상교차주파수(phase crossover frequency)는 없고, 이득교차주파수(gain crossover frequency)는 1 [rad/sec]이다.
- ③ 대역폭(bandwidth)은 1 [rad/sec]이고, 이 대역폭에서의 이득은 1 [dB]에서 3 [dB] 사이의 값이다.
- ④ 공진주파수(resonant frequency)와 공진 최대값은 없다.

문 15. 다음 그림은 단일 입력 $R(s)$ 에서 단일 출력 $Y(s)$ 까지의 블록 선도(block diagram)를 나타내고 있다. 전체 폐루프 시스템의 전달 함수 $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ 를 표현한 것으로 옳은 것은?



- ① $\frac{G_3(s)G_4(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1 + G_2(s)G_3(s)H(s)}$
 ② $\frac{G_3(s)G_4(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1 - G_2(s)G_3(s)H(s)}$
 ③ $\frac{G_4(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1 + G_2(s)G_3(s)H(s)}$
 ④ $\frac{G_4(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)}{1 - G_2(s)G_3(s)H(s)}$

문 16. 다음의 개루프 전달함수를 갖는 단위 부궤환 제어 시스템(unit negative feedback control system)에서 감쇠비(damping ratio) $\zeta = 0.4$, 상승시간(rise time) $t_r = 1 \text{ sec}$ 가 되도록 하는 K 와 K_t 는?
 (단, 상승시간 $t_r = \frac{3.2}{\zeta \omega_n}$ 이고 ω_n 은 고유주파수이다)

$$G(s) = \frac{K}{s(s+5+100K_t)}$$

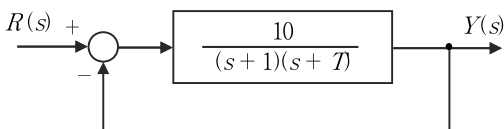
- ① $K=64, K_t=0.014$
 ② $K=32, K_t=0.014$
 ③ $K=64, K_t=0.14$
 ④ $K=32, K_t=0.14$

문 17. 다음 진상 보상기(lead compensator) $D(s)$ 의 위상이 최대가 되는 주파수 $[\text{rad/sec}]$ 는?

$$D(s) = \frac{Ts+1}{aTs+1}, \quad a < 1$$

- ① $\frac{1}{\sqrt{a}T}$ ② $\frac{1}{aT}$
 ③ $\sqrt{a}T$ ④ aT

문 18. 다음 피드백 제어 시스템에서 이득여유가 0 [dB]보다 크게 되기 위한 T 의 범위는?



- ① $T > 0$ ② $T > 2$
 ③ $T > 5$ ④ $T > 10$

문 19. 다음의 (가)와 같은 제어 시스템에서 제어입력 $u(t)$ 가 (나)와 같이 주어질 때, 상태 피드백 제어 시스템(state feedback control system)의 비관측성(unobservability) 조건을 만족하는 k 값은?
 (단, $x(t)$ 는 상태벡터이다)

(가) $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t), \quad y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix} x(t)$

(나) $u(t) = -[1 \quad k]x(t) + r(t)$

- ① 1
 ② -1
 ③ 3
 ④ -3

문 20. 복소평면 상에서 다음에 주어진 특성방정식(characteristic equation)의 근이 수직선 $s = -2$ 의 왼쪽에 모두 존재하기 위한 K 의 범위는?

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

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