

자동제어

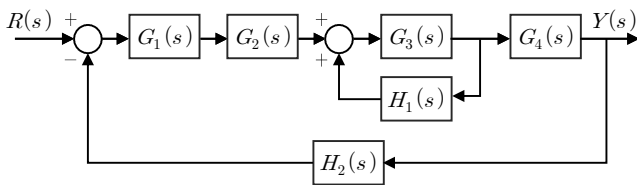
문 1. 피드백 제어의 효과를 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

- ① 센서잡음이 제어시스템 성능에 미치는 감도를 줄일 수 있다.
- ② 제어대상에 가해지는 외란(disturbance)의 영향을 감소시킬 수 있다.
- ③ 제어시스템의 안정성을 항상 보장할 수 있다.
- ④ 출력이 목표값에 추종하도록 정상상태오차를 줄일 수 있다.

문 2. 입출력 변수가 각각 x, y 인 시스템의 입출력 관계를 $y=f(x)$ 로 나타낸다. 시스템의 입출력 특성이 선형임을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

- (단, $a \neq 0, b \neq 0$ 인 실수들이다)
- ① $f(x)=ax+b$ 로 표현되는 시스템은 선형이다.
 - ② $y_1=f(x_1), y_2=f(x_2)$ 라고 할 때 $y_1+y_2=f(x_1+x_2)$ 의 관계가 성립한다.
 - ③ $f(ax_1+bx_2)=af(x_1)+bf(x_2)$ 의 관계가 성립한다.
 - ④ $ay=f(ax)$ 의 관계가 성립한다.

문 3. 다음 그림은 단일 입력 $R(s)$ 에서 단일 출력 $Y(s)$ 까지의 블록 선도를 나타내고 있다. 이를 단순화하여 하나의 전달함수 $G(s)$ 로 표현한 것으로 옳은 것은?



- ① $G(s) = \frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)}{1 - G_3(s)H_1(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)H_2(s)}$
- ② $G(s) = \frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)}{1 + G_3(s)H_1(s) + G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)H_2(s)}$
- ③ $G(s) = \frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)}{1 - G_3(s)H_1(s) - G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)H_2(s)}$
- ④ $G(s) = \frac{G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)}{1 + G_3(s)H_1(s) - G_1(s)G_2(s)G_3(s)G_4(s)H_2(s)}$

문 4. 전달함수 $G(s) = \frac{1}{Ts+1}$ (단, $T>0$)로 주어지는 제어대상과 PID (비례 - 적분 - 미분)제어기로 구성되는 제어시스템에 대하여 각 제어기 요소들의 효과를 설명한 것으로 옳지 않은 것은?
(단, 외란과 센서잡음 등의 불확실한 외부입력 요소는 고려하지 않는 것으로 한다)

- ① 비례 제어요소는 단위 계단입력에 대한 정상상태오차를 줄일 수 있지만, 큰 제어입력이 요구된다.
- ② 적분 제어요소는 단위 계단입력에 대한 정상상태오차를 제거할 수 있다.
- ③ 미분 제어요소는 오차 변화율을 이용하여 시스템의 안정도를 증가시키는 효과를 가진다.
- ④ 미분과 적분 제어요소들은 제어시스템의 위상에 영향을 주지 않는다.

문 5. 다음 연립 미분방정식으로 표현되는 시스템에서 입력변수를 u_1, u_2 , 출력변수를 $y_1 = x_1, y_2 = x_2$ 로 할 때, 각 입출력 간의 전달함수 가운데 옳지 않은 것은?
(단, $Y_i(s), U_i(s)(i=1, 2)$ 는 각각 $y_i(t), u_i(t)$ 의 라플라스 변환을 나타낸다)

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}x_1(t) &= 2x_1(t) + 2x_2(t) + u_1(t) \\ \frac{d}{dt}x_2(t) &= x_2(t) + x_1(t) + u_2(t) \end{aligned}$$

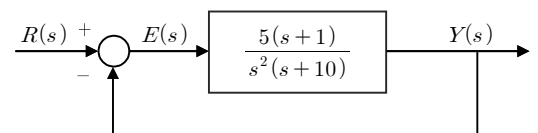
- ① $\frac{Y_1(s)}{U_1(s)} = \frac{s-1}{s^2-3s}$
- ② $\frac{Y_1(s)}{U_2(s)} = \frac{2}{s^2-3s}$
- ③ $\frac{Y_2(s)}{U_1(s)} = \frac{-1}{s^2-3s}$
- ④ $\frac{Y_2(s)}{U_2(s)} = \frac{s-2}{s^2-3s}$

문 6. 다음의 $Y(s)$ 는 피드백 제어시스템의 출력함수를 나타내고 있다. 이에 대한 시간응답을 나타낸 것은?

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

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

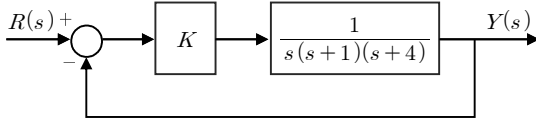
문 7. 다음 피드백 시스템에서 입력 $R(s) = \frac{1}{s} + \frac{2}{s^2} + \frac{4}{s^3}$ 에 대한 출력 $Y(s)$ 의 정상상태오차는?



- ① 0
- ② 8
- ③ ∞
- ④ 2

문 8. 다음 블록선도에서 루프(loop) 전달함수의 보드(Bode)선도에 대한 설명으로 옳은 것은?

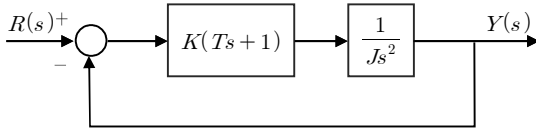
(단, $0 < K < 20$ 이다)



- ① 이득선도에서 $\omega = 0.1$ 일 때의 이득은 $20\log_{10}|K|$ 이다.
- ② $1 \leq \omega \leq 4$ 인 주파수역에서 이득선도의 점근선 기울기는 -20 dB/decade이다.
- ③ $\omega \geq 4$ 인 주파수역에서 이득선도의 점근선 기울기는 -60 dB/decade이다.
- ④ 주파수 ω 가 ∞ 로 접근함에 따라 위상선도는 -180° 에 수렴한다.

문 9. 다음 그림은 피드백 제어시스템에 대한 블록선도를 나타낸 것이다. 제어기 파라미터 T 의 값은?

(단, 제어시스템의 감쇠비 $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$, 고유주파수 $\omega_n = \frac{\sqrt{2}}{3}$, $\frac{K}{J} = \frac{2}{9}$ 이다)



- ① 4
- ② 3
- ③ 2
- ④ 1

문 10. 2차 시스템에서 고유주파수를 ω_n , 감쇠비를 ζ ($0 < \zeta < 1$)라고 할 때, 2차 시스템의 계단응답과 시스템 파라미터 ω_n , ζ 와의 상관 관계를 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

- ① ω_n 이 일정할 경우 ζ 가 작을수록 피크시간이 커진다.
- ② $\zeta\omega_n$ 의 값이 클수록 정착시간은 작아진다.
- ③ ζ 가 클수록 최대 오버슈트는 작아진다.
- ④ ω_n 는 최대 오버슈트에는 영향을 주지 않는다.

문 11. 다음의 (가)와 같은 미분방정식으로 주어지는 제어대상에서 제어입력 $u(t)$ 가 (나)와 같은 상태 피드백으로 주어질 때, 제어시스템의 고유주파수 ω_n 이 10 이라면 k_1 과 k_2 의 관계는?

(단, 여기서 k_1 과 k_2 는 실수값을 가지는 상수이고, $r(t)$ 는 기준 입력을 나타낸다)

(가) $\frac{d}{dt}x_1(t) = -x_1(t) + 5x_2(t)$, $\frac{d}{dt}x_2(t) = -6x_1(t) + u(t)$
 (나) $u(t) = -k_1x_1(t) - k_2x_2(t) + r(t)$

- ① $k_1 + 5k_2 = 50$
- ② $5k_1 + k_2 = 50$
- ③ $5k_1 + k_2 = 70$
- ④ $k_1 + 5k_2 = 70$

문 12. 피드백 제어시스템 특성방정식이 $s^2 + (K-2)s + 5 - K = 0$ 으로 주어질 때, K 값이 0에서부터 ∞ 로 증가함에 따라 안정도의 변화를 설명한 것으로 옳은 것은?

- ① 불안정
- ② 불안정 \rightarrow 안정
- ③ 불안정 \rightarrow 안정 \rightarrow 불안정
- ④ 불안정 \rightarrow 안정 \rightarrow 불안정 \rightarrow 안정

문 13. 전달함수 $G(s) = \frac{b}{s(s+a)}$ (단, $a \neq 0$, $b \neq 0$)로 주어지는 제어대상에 대하여 음의 단위 피드백 제어시스템을 구성할 때 제어시스템의 고유주파수 ω_n 은?

(단, 제어시스템 입력 $R(s) = \frac{1}{s^2}$, 정상상태오차 $e_{ss} = 0.05$, 감쇠비 $\zeta = 1$ 이다)

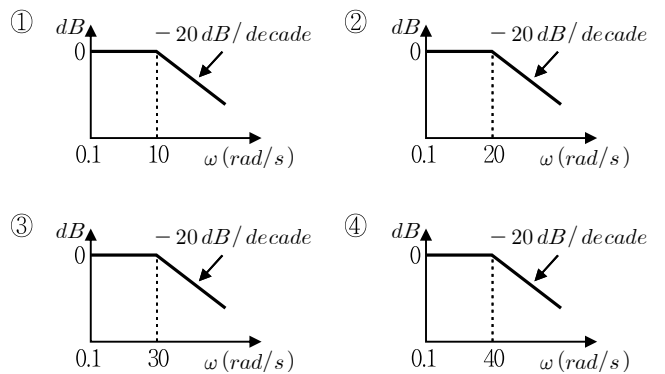
- ① 10
- ② 20
- ③ 30
- ④ 40

문 14. 다음의 상태방정식 (가)로 주어지는 시스템을 고려할 때, 평가함수 (나)를 최소화하는 상태 피드백 제어입력 $u^*(t)$ 를 나타낸 것은? (단, $x(t)$ 는 상태변수, $u(t)$ 는 제어입력이다)

(가) $\frac{dx(t)}{dt} = x(t) + u(t)$
 (나) $J = \int_0^\infty [x^2(t) + u^2(t)] dt$

- ① $u^*(t) = -x(t)$
- ② $u^*(t) = -(\sqrt{2}+1)x(t)$
- ③ $u^*(t) = -2x(t)$
- ④ $u^*(t) = (\sqrt{2}-1)x(t)$

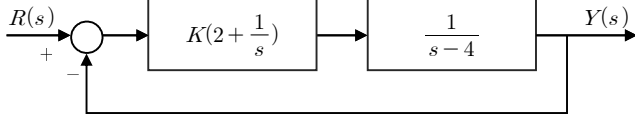
문 15. 다음은 1차 시스템으로 주어지는 제어대상에서 시정수의 크기에 따른 보드선도이다. 응답속도가 가장 빠른 것은?



문 16. 다음 상태공간방정식으로 주어지는 시스템 가운데 가제어성과 가관측성을 모두 만족하는 시스템은?

- ① $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -3 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u(t)$, $y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 2 \end{bmatrix}x(t)$
- ② $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u(t)$, $y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}x(t)$
- ③ $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}u(t)$, $y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}x(t)$
- ④ $\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} -4 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}u(t)$, $y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}x(t)$

문 17. 다음 블록선도로 주어지는 PI 제어시스템을 안정화하면서 단위 계단 입력 $R(s)$ 에 대한 정상상태오차를 0으로 하는 제어기 파라미터 K 로 옳은 것은?



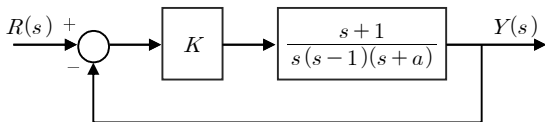
- ① $K=1$ ② $K=1.5$
③ $K=2.1$ ④ $K=1.9$

문 18. 다음 상태방정식으로 주어지는 시스템에 단위 계단입력 $u(t)$, $t \geq 0$ 가 가해질 때 상태벡터 $x(t)$ 는?
(단, 초기조건은 $x(0)=0$ 으로 한다)

$$\frac{dx(t)}{dt} = \begin{bmatrix} -4 & 1 \\ -2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

- ① $x(t) = \begin{bmatrix} \frac{1}{6} - \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \\ \frac{2}{3} - e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \end{bmatrix}$
② $x(t) = \begin{bmatrix} \frac{1}{6} - e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \\ \frac{2}{3} - \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \end{bmatrix}$
③ $x(t) = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} - \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \\ \frac{1}{6} - e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \end{bmatrix}$
④ $x(t) = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} - e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \\ \frac{1}{6} - \frac{1}{2}e^{-2t} + \frac{1}{3}e^{-3t} \end{bmatrix}$

문 19. 개루프 전달함수 $G(s) = \frac{s+1}{s(s-1)(s+a)}$ (단, $a > 0$)를 갖는 시스템을 다음과 같이 비례 제어기 K 로 제어하려고 한다.
다음 설명 중 옳지 않은 것은?



- ① $a > 1$ 을 만족하는 모든 a 에 대하여 폐루프 제어시스템을 안정화시키는 제어이득이 존재한다.
② a 가 3일 때, $K > \frac{a(a-1)}{a-2}$ 이면 폐루프 제어시스템은 안정하다.
③ 제어이득을 적절히 조절하여 얻을 수 있는 폐루프 제어시스템의 시정수는 $\frac{2}{a-2}$ 보다 크다.
④ 비례이득 K 가 7이면 폐루프 제어시스템은 안정하다.

문 20. 다음의 전달함수로 주어지는 연속시간 제어기 $K(s)$ 를 이산시간 제어기로 구현할 때, 이산화 방법 중 앞섬 규칙(forward rule)을 이용하여 $K(s)$ 를 이산시간역에서 옳게 표현한 것은?

$$K(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{1}{s+1}$$

(단, 앞섬 규칙(forward rule)에서는 $s = \frac{z-1}{T}$ 의 관계를 만족하고, 여기서 $z^{-1}U(z) = u(k-1)$, T 는 샘플링 시간, k 는 샘플링 순서이다)

- ① $u(k) = (1-T)u(k-1) + Te(k)$
② $u(k) = (1-T)u(k-1) + Te(k-1)$
③ $u(k) = (1+T)u(k-1) + Te(k)$
④ $u(k) = (1+T)u(k-1) - Te(k-1)$