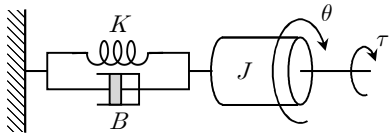


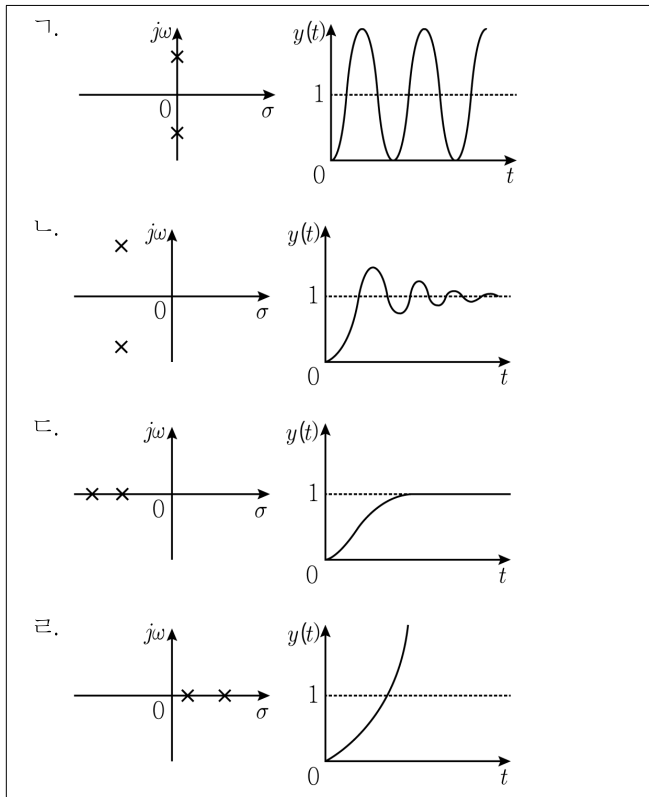
자동제어

- 문 1. 질량 관성 모멘트 J , 회전 스프링 상수 K , 회전 마찰 계수 B 로 구성된 다음 회전체에서 입력 토크(torque) τ 가 주어지면 출력인 회전체의 각도 θ 가 변한다. 이때, 회전체의 전달함수 $G(s) = \frac{\theta(s)}{\tau(s)}$ 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 스프링과 마찰은 선형적인 특성이 있다)



- ① 고유주파수를 증가시키면 대역폭(bandwidth)은 증가한다.
- ② 고유주파수(undamped natural frequency)는 $\sqrt{\frac{K}{J}}$ 이다.
- ③ 감쇠비(damping ratio)는 $\frac{B}{\sqrt{JK}}$ 이다.
- ④ 전달함수는 $\frac{1}{Js^2 + Bs + K}$ 이다.

- 문 2. 다음 표준형 2차 시스템의 극점 위치에 따른 단위 계단(unit step) 응답에서 입력에 대한 출력 파형으로 옳은 것만을 모두 고른 것은? (단, 모든 초기 조건은 0이다)



- ① 가, 나
- ② 가, 다, 라
- ③ 나, 다, 라
- ④ 가, 나, 다, 라

- 문 3. 전달함수 $G(s) = \frac{3s^2 + 4s + 9}{s^2 + 5s - 4}$ 가 다음 상태공간 방정식으로 주어질 때, $a_1 + a_2 + a_3$ 의 값은?

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 1 & -5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + a_3 u$$

- ① 7
- ② 10
- ③ 13
- ④ 16

- 문 4. 다음 상태공간 방정식을 만족시키는 상태전이행렬(state-transition matrix) $\phi(t)$ 는?

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

- ① $\begin{bmatrix} \sin t & \cos t \\ -\cos t & \sin t \end{bmatrix}$
- ② $\begin{bmatrix} \sin t & -\cos t \\ \cos t & \sin t \end{bmatrix}$
- ③ $\begin{bmatrix} \cos t & \sin t \\ -\sin t & \cos t \end{bmatrix}$
- ④ $\begin{bmatrix} \cos t & -\sin t \\ \sin t & \cos t \end{bmatrix}$

- 문 5. 다음 개루프 전달함수를 갖는 음의 단위 피드백 시스템(negative unit feedback system)에서 입력 $r(t) = (3 + 10t)u(t)$ 에 대한 출력을 $y(t)$ 라고 할 때, 정상상태 오차 $e(\infty)$ 는? (단, 오차 $e(t) = r(t) - y(t)$ 이고, $u(t)$ 는 단위 계단 함수이다)

$$G(s) = \frac{2(s+5)}{s(s+1)(s+2)}$$

- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ ∞

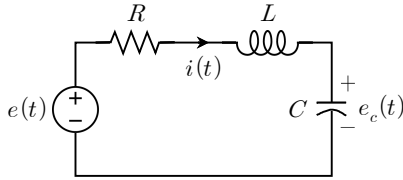
- 문 6. 다음 상태공간 방정식으로 표현된 시스템에서 가제어성(controllability)과 가관측성(observability)에 대한 설명으로 옳은 것은?

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

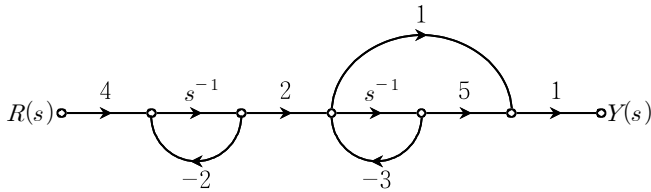
- ① 가제어(completely controllable)하고, 가관측(completely observable)하다.
- ② 가제어하나 가관측하지 않다.
- ③ 가제어하지 않으나 가관측하다.
- ④ 가제어하지 않고, 가관측하지 않다.

문 7. 저항 R , 인덕터 L 그리고 커패시터 C 로 구성된 다음 전기회로에서 입력 전압 $e(t)$ 가 주어지면 커패시터 전압 $e_c(t)$ 가 출력으로 나타난다. 이 회로의 전달함수 $G(s) = \frac{E_c(s)}{E(s)}$ 가 -2 에서 중복극점을 가질 때, 주어진 전기회로의 R, L, C 관계식으로 옳은 것은? (단, 모든 초기상태는 0이다)



- ① $RC=4$
- ② $RC=1$
- ③ $RL=4$
- ④ $RL=1$

문 8. 다음 신호흐름선도(signal flow graph)에서 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 는?

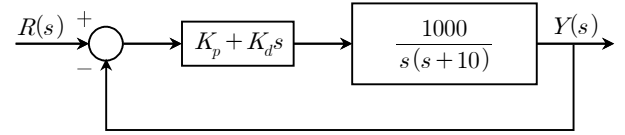


- ① $\frac{40}{s+5}$
- ② $\frac{8s}{s+5}$
- ③ $\frac{40}{(s+2)(s+3)}$
- ④ $\frac{8(s+5)}{(s+2)(s+3)}$

문 9. 전달함수 $G(s) = \frac{3}{s+3}$ 인 시스템에서 정현파 입력 $\sqrt{2}\sin 3t$ 에 대한 정상상태 출력이 $A\sin(3t+\phi)$ 일 때, 진폭(A)과 위상(ϕ)은?

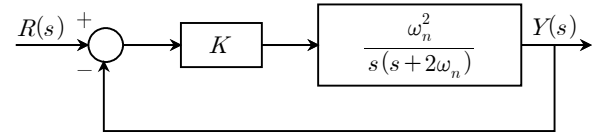
- | | 진폭(A) | 위상(ϕ) |
|---|----------------------|--------------|
| ① | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | -45° |
| ② | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | 45° |
| ③ | 1 | -45° |
| ④ | 1 | 45° |

문 10. 다음 PD 제어를 포함한 피드백 시스템에서 정적속도오차상수 (static velocity error constant) K_v 는 1000으로, 감쇠비는 0.5로 하기 위한 K_p 와 K_d 의 값은?



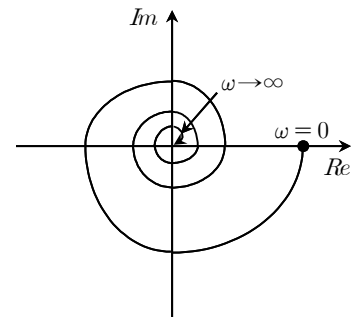
- | | K_p | K_d |
|---|-------|-------|
| ① | 10 | 0.09 |
| ② | 10 | 0.9 |
| ③ | 100 | 0.09 |
| ④ | 100 | 0.9 |

문 11. 다음 피드백 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $\omega_n > 0$ 인 상수이다)



- ① 단위 계단 입력에 대한 정착시간(settling time)은 K 가 증가할수록 감소한다.
- ② 단위 계단 입력에 대한 정상상태 오차는 0이다.
- ③ 폐루프 시스템의 감쇠비가 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 이 되기 위한 K 값은 2이다.
- ④ 폐루프 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위는 $K > 0$ 이다.

문 12. 다음 그림과 같은 형태의 극좌표선도에 가장 적합한 전달함수는? (단, $K > 0, T > 0, L > 0$ 이다)



- ① $\frac{K}{1+Ts}$
- ② $\frac{Ke^{-Ls}}{1+Ts}$
- ③ $\frac{K}{s(1+Ts)}$
- ④ $\frac{Ke^{-Ls}}{s(1+Ts)}$

문 13. 다음과 같은 3개의 표준형 2차 시스템의 단위 계단 응답에서 최대오버슈트(maximum overshoot)의 값이 작은 것부터 순서대로 나타내면? (단, 최대오버슈트는 단위 계단 응답 곡선의 최대 봉우리 값에서 1을 뺀 값이다)

$$\begin{aligned} \text{ㄱ. } & \frac{2}{s^2 + 2s + 2} \\ \text{ㄴ. } & \frac{3}{s^2 + 3s + 3} \\ \text{ㄷ. } & \frac{4}{s^2 + 4s + 4} \end{aligned}$$

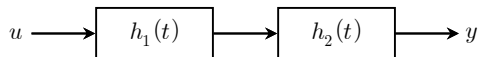
- ① ㄴ → ㄷ → ㄱ
- ② ㄴ → ㄱ → ㄷ
- ③ ㄷ → ㄴ → ㄱ
- ④ ㄷ → ㄱ → ㄴ

문 14. 다음 개루프 전달함수를 갖는 음의 단위 피드백 시스템에서 근궤적에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$KG(s) = \frac{K(s+1)}{s(s-1)(s+4)}, \quad K > 0$$

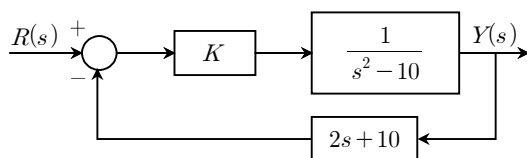
- ① 근궤적 가지 중 하나는 -4 에서 시작하여 -1 에서 끝난다.
- ② 근궤적이 허수축과 만날 때 K 값은 4이다.
- ③ 점근선의 실수축과의 교차점은 -1 이고, 점근선의 각도는 90° 와 270° 이다.
- ④ 근궤적 가지(branch)는 3개이다.

문 15. 다음 그림과 같이 임펄스 응답이 각각 $h_1(t) = 3e^{-t}$ 와 $h_2(t) = e^{-4t}$ 인 2개의 부시스템을 직렬로 연결한 전체 시스템의 단위 임펄스 응답은? (단, $t \geq 0$ 이다)



- ① $3e^{-t} + e^{-4t}$
- ② $3e^{-t} - e^{-4t}$
- ③ $e^{-t} + e^{-4t}$
- ④ $e^{-t} - e^{-4t}$

문 16. 다음 폐루프 시스템이 안정하게 되는 이득 K 의 범위는? (단, $K > 0$ 이다)



- ① $K > 0.5$
- ② $K > 1$
- ③ $K < 0.5$
- ④ $K < 1$

문 17. 플랜트와 직렬 연결된 진상보상기(lead compensator)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 페루프 시스템의 위상여유를 증가시킨다.
- ② 응답속도를 빠르게 한다.
- ③ 보상기 극점(pole)은 보상기 영점(zero)보다 항상 왼쪽에 위치하도록 설계한다.
- ④ 페루프 시스템의 대역폭을 감소시킨다.

문 18. 다음 개루프 전달함수를 갖는 음의 단위 피드백 시스템에서 이득여유(gain margin)[dB]는?

$$G(s) = \frac{5}{s(s+1)(s+5)}$$

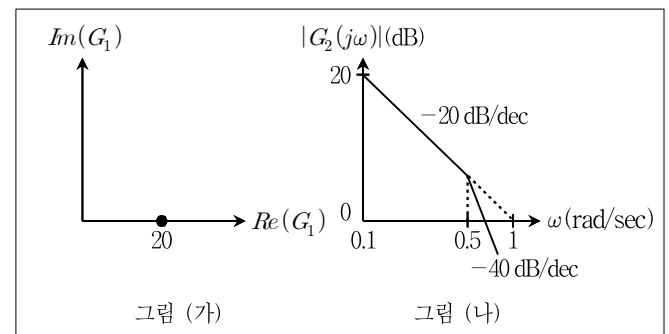
- ① $10 \log 3$
- ② $10 \log 6$
- ③ $20 \log 3$
- ④ $20 \log 6$

문 19. 다음 개루프 전달함수를 갖는 음의 단위 피드백 시스템에서 나이퀴스트(Nyquist) 선도가 음의 실수축을 지나는 좌표와 페루프 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위는? (단, $K > 0$, $a > 0$, $b > 0$ 이다)

$$KG(s) = \frac{K}{s(s+a)(s+b)}$$

좌표	K 의 범위
① $(-\frac{Kab}{a+b}, 0)$	$K > \frac{a+b}{ab}$
② $(-\frac{Kab}{a+b}, 0)$	$K < \frac{a+b}{ab}$
③ $(-\frac{K}{ab(a+b)}, 0)$	$K > ab(a+b)$
④ $(-\frac{K}{ab(a+b)}, 0)$	$K < ab(a+b)$

문 20. $G_1(s)$ 의 극좌표선도인 그림 (가)와 $G_2(s)$ 의 크기를 점근선으로 표시한 보드선도인 그림 (나)에 가장 적합한 전달함수 $G_1(s)$ 과 $G_2(s)$ 는?



$G_1(s)$	$G_2(s)$
① 20	$\frac{0.5}{s(s+0.5)}$
② 20	$\frac{1}{s(s+0.5)}$
③ $\frac{20}{s}$	$\frac{0.5}{s(s+0.5)}$
④ $\frac{20}{s}$	$\frac{1}{s(s+0.5)}$