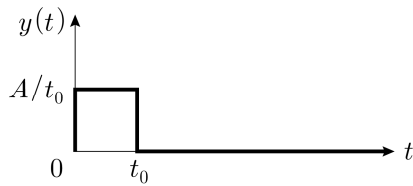


자동제어

1. 전달함수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전달함수는 임펄스 응답의 라플라스 변환이다.
- ② 전달함수를 구할 때 모든 초기 조건은 0으로 가정한다.
- ③ 일반적으로 물리적 시스템에 대한 전달함수 분모다항식의 차수는 분자다항식의 차수보다 크거나 같다.
- ④ 전달함수 분모다항식의 모든 계수가 동일 부호를 갖지 않아도 시스템은 안정할 수 있다.

2. 다음 함수 $y(t)$ 의 라플라스 변환은? (단, $t_0 > 0$ 이다)



- ① $\frac{A}{st_0}e^{st_0}$
- ② $\frac{A}{st_0}e^{-st_0}$
- ③ $\frac{A}{st_0}(1 - e^{-st_0})$
- ④ $\frac{A}{st_0}(1 + e^{st_0})$

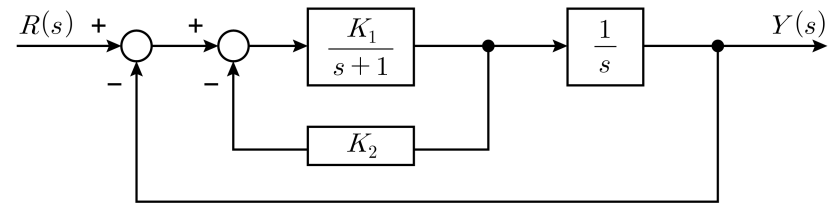
3. 단위 램프 입력(unit ramp input)에 대한 선형시불변 시스템의 출력이 $t \geq 0$ 에서 $y(t) = t(1 - e^{-5t})$ 일 때, 이 시스템의 전달함수는? (단, 시스템의 초기 조건은 0이다)

- ① $\frac{s+5}{s^2+2s+5}$
- ② $\frac{2s+5}{s^2+2s+5}$
- ③ $\frac{s+5}{s^2+10s+25}$
- ④ $\frac{10s+25}{s^2+10s+25}$

4. PID 제어기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 비례(P) 제어기는 시스템의 형(type)을 증가시킨다.
- ② 비례미분(PD) 제어기는 시스템의 오버슈트(overshoot)를 줄일 수 있다.
- ③ 비례적분(PI) 제어기는 시스템의 정상상태 오차를 줄일 수 있다.
- ④ 비례적분미분(PID) 제어기는 시스템의 과도응답과 정상상태 응답을 동시에 개선할 수 있다.

5. 다음 페루프 제어 시스템에서 감쇠비(damping ratio)가 0.5, 고유 주파수(natural frequency)가 $2[\text{rad/sec}]$ 가 되기 위한 K_1 과 K_2 는?

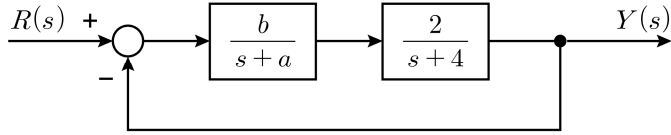


- | | K_1 | K_2 |
|---|---------------|---------------|
| ① | $\frac{1}{4}$ | 4 |
| ② | $\frac{1}{2}$ | 2 |
| ③ | 2 | $\frac{1}{2}$ |
| ④ | 4 | $\frac{1}{4}$ |

6. 전달함수 $G(s) = \frac{6}{s^2 + 3\sqrt{3}s + 10}$ 인 시스템에서 정현파 입력 $\sin \omega t$ 에 대한 정상상태 출력이 $0.5\sin(\omega t + \phi)$ 일 때, 주파수 $\omega [\text{rad/sec}]$ 와 위상 $\phi [\text{rad}]$ 는? (단, $\omega > 0$ 이다)

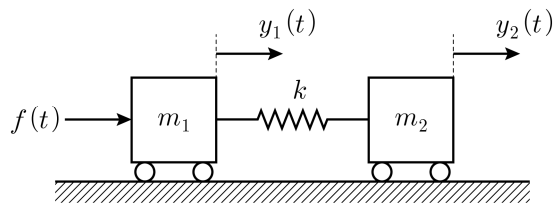
- | | ω | ϕ |
|---|----------|-------------------|
| ① | 2 | $-\frac{\pi}{3}$ |
| ② | 2 | $-\frac{\pi}{4}$ |
| ③ | 3 | $-\frac{2\pi}{3}$ |
| ④ | 3 | $-\frac{\pi}{2}$ |

7. 다음 피드백 제어 시스템에서 속도오차상수(velocity error constant)가 $K_v = 1$ 일 때, $a+b$ 는?



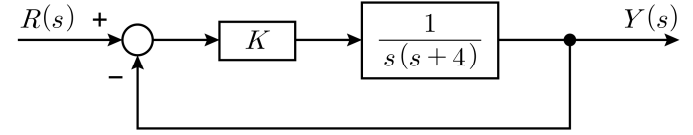
- ① 0
② $\frac{1}{2}$
③ 2
④ 4

8. 그림과 같이 질량 m_1 과 m_2 , 스프링 상수 k 로 구성된 질량-스프링 시스템에서 힘 $f(t)$ 에서 변위 $y_2(t)$ 까지의 전달함수는? (단, 질량과 바퀴, 바퀴와 지면 사이의 마찰은 무시하며 시스템은 수평으로 움직인다)



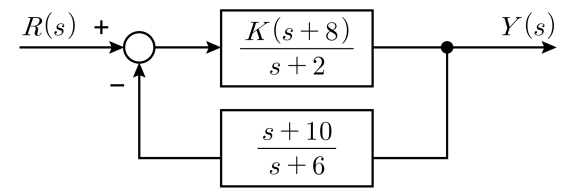
- ① $\frac{k}{(m_1 + m_2)s^2 + km_1m_2}$
② $\frac{k}{m_1m_2s^2 + k(m_1 + m_2)}$
③ $\frac{k}{(m_1 + m_2)s^4 + km_1m_2s^2}$
④ $\frac{k}{m_1m_2s^4 + k(m_1 + m_2)s^2}$

9. 다음 피드백 제어 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $K > 0$ 이다)



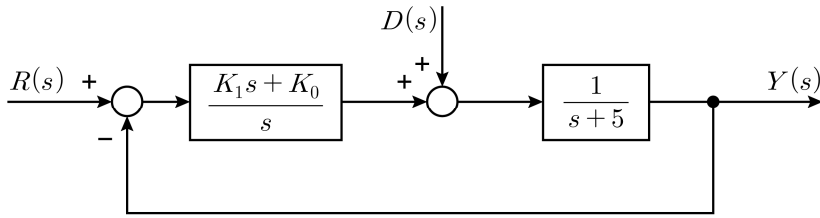
- ① 폐루프 제어 시스템의 특성방정식(characteristic equation)은 $s^2 + 4s + K = 0$ 이다.
② K 가 증가할수록 폐루프 제어 시스템은 진동이 심해지고 불안정하게 된다.
③ $0 < K < 4$ 에서 폐루프 제어 시스템은 과감쇠(overdamped)이다.
④ $K > 4$ 에서 K 가 증가할수록 극점(pole)은 원점에서 멀어진다.

10. 다음 폐루프 제어 시스템에서 근궤적에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $K > 0$ 이다)



- ① 근궤적의 가지(branch)는 2개이다.
② 근궤적은 $s = -2, -6$ 에서 출발한다.
③ 근궤적의 점근선은 없다.
④ $s = -1$ 은 근궤적상에 존재한다.

11. 다음 폐루프 제어 시스템에서 기준입력 $r(t)$ 는 0, 외란 $d(t)$ 는 단위 계단 함수일 때, 시스템의 출력이 $t \geq 0$ 에서 $y(t) = 0.2e^{-5t}\sin 5t$ 이다. 제어 이득 K_0 와 K_1 은? (단, $R(s)$, $D(s)$, $Y(s)$ 는 각각 $r(t)$, $d(t)$, $y(t)$ 의 라플라스 변환이고, 시스템의 초기 조건은 0이다)

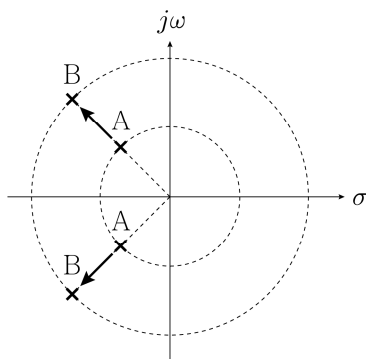


	K_0	K_1
①	25	5
②	25	10
③	50	5
④	50	10

12. 특성방정식 $s^5 + 2s^4 + 5s^3 + 10s^2 + 8s + 16 = 0$ 을 갖는 시스템에 Routh-Hurwitz 판별법을 적용할 때, 시스템의 안정도와 시스템이 갖는 우반평면 극점의 개수는?

	안정도	우반평면 극점 수
①	안정	0
②	임계 안정	0
③	불안정	1
④	불안정	2

13. 공액 복소수(complex conjugate) 형태의 극점을 갖는 2차 표준형 시스템에서 극점을 A에서 B로 이동할 때, 시스템의 단위 계단 응답에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 상승시간(rise time)은 단축된다.
 ② 정착시간(settling time)은 단축된다.
 ③ 최고시간(peak time)은 단축된다.
 ④ 최대 오버슈트(maximum overshoot)는 감소한다.

14. 다음과 같은 상태공간 방정식에서 $t = 1$ 일 때의 상태벡터 $x(1)$ 은?

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix} x(t), \quad x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

- ① $\begin{bmatrix} e^{-1} \\ -e^{-1} \end{bmatrix}$
 ② $\begin{bmatrix} 2e^{-1} \\ -e^{-1} \end{bmatrix}$
 ③ $\begin{bmatrix} e^{-1} \\ e^{-1} \end{bmatrix}$
 ④ $\begin{bmatrix} 2e^{-1} \\ e^{-1} \end{bmatrix}$

15. 전달함수 $G(s) = \frac{as^2 + bs + c}{s^3 + ds^2 + es + f}$ 를 가제어표준형(controllable canonical form)의 상태공간 방정식으로 바꾸면 다음과 같다. $a + d$ 는?

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

$$y(t) = [2 \quad 1.5 \quad 1] x(t)$$

- ① 3
 ② 4
 ③ 5
 ④ 6

16. 다음과 같이 $x(t) = Pz(t)$ 를 이용하여 상태공간 방정식 (가)를 (나)로 상사변환(similarity transformation)할 때, 행렬 P 로 적합한 것은?

$$(가) \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [3 \ 1]x(t)$$

$$(나) \dot{z}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} z(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(t)$$

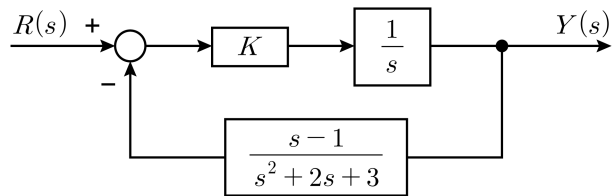
$$y(t) = [2 \ 1]z(t)$$

- ① $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$
 ② $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -2 & -1 \end{bmatrix}$
 ③ $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}$
 ④ $\begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

17. 개루프 전달함수 $G(s) = \frac{K}{(s+1)^2(s+2)}$ 를 가지는 단위 피드백 시스템이 임계 안정한 경우, 양의 주파수[rad/sec]는? (단, $K > 0$ 이다)

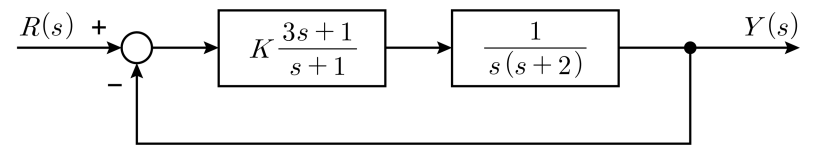
- ① 1
 ② $\sqrt{2}$
 ③ 4
 ④ $\sqrt{5}$

18. 다음 피드백 제어 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위는?



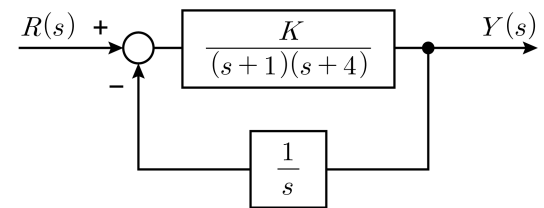
- ① $K < -2$
 ② $-2 < K < 0$
 ③ $0 < K < 2$
 ④ $K > 2$

19. 다음 피드백 제어 시스템에서 진상보상기(lead compensator)의 위상이 최대가 되는 주파수 ω_m [rad/sec]과 위상값 ϕ_m [°]은? (단, $K > 0$ 이다)



- | ω_m | ϕ_m |
|------------------------|----------|
| ① $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 30 |
| ② $\frac{1}{\sqrt{3}}$ | 45 |
| ③ $\sqrt{3}$ | 30 |
| ④ $\sqrt{3}$ | 45 |

20. 다음 페루프 제어 시스템의 이득여유가 20[dB]일 때, 이득 K 는? (단, $K > 0$ 이다)



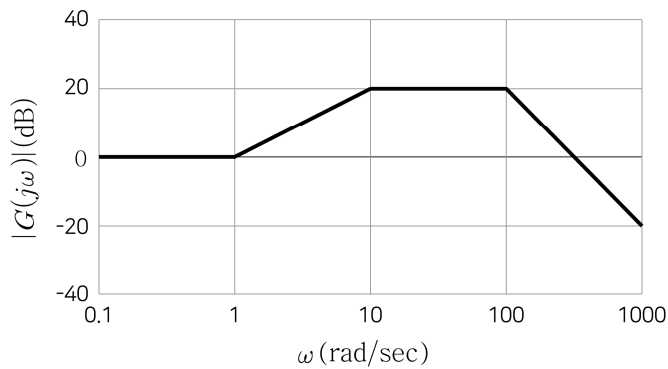
- ① 1
 ② 2
 ③ 3
 ④ 4

21. 다음 상태공간 방정식으로 표현된 시스템이 가제어하고 가관측하기 위한 a 와 b 에 해당하지 않는 것은?

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ a & -7 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) &= [1 \ 0] x(t)\end{aligned}$$

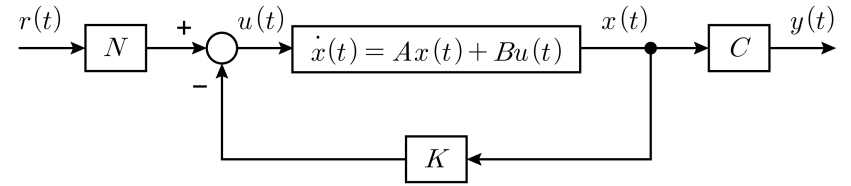
a	b
① 1	0
② 2	1
③ 3	2
④ 4	3

22. 다음 그림은 전달함수 $G(s)$ 의 크기 보드(Bode) 선도를 점근선으로 표시한 것이다. 점근선으로 나타낸 $G(s)$ 의 위상 보드 선도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $G(s)$ 는 안정하고 최소위상(minimum phase)이다)



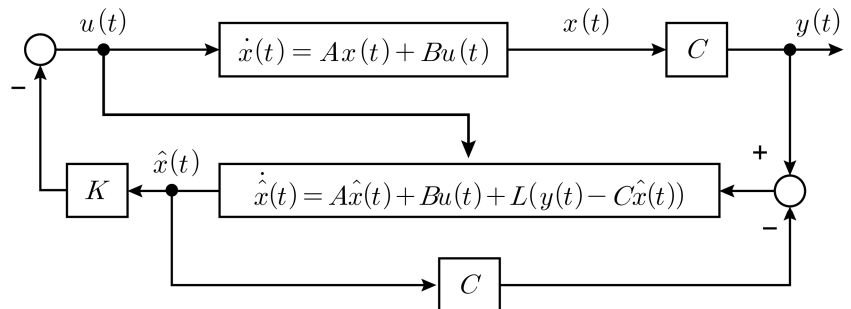
- ① $\omega = 1[\text{rad/sec}]$ 에서 위상은 45° 이다.
 ② $\omega = 10[\text{rad/sec}]$ 에서 위상은 0° 이다.
 ③ $\omega = 100[\text{rad/sec}]$ 에서 위상은 -90° 이다.
 ④ $\omega = 1000[\text{rad/sec}]$ 에서 위상은 -180° 이다.

23. 다음의 상태변수 피드백 제어 시스템에서 상태 궤환 이득이 $K = [10 \ 5]$ 일 때, 단위 계단 입력 $r(t)$ 에 대한 정상상태 오차 $e(\infty)$ 가 0이 되기 위한 이득 N 은? (단, $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $C = [1 \ 0]$ 이고, 오차 $e(t) = r(t) - y(t)$ 이다)



- ① 5
 ② 10
 ③ 15
 ④ 20

24. 상태 궤환 이득 $K = [7 \ a]$ 와 관측기 이득 $L = \begin{bmatrix} b \\ 2 \end{bmatrix}$ 을 적용하여 다음과 같은 상태변수 관측기 기반 제어 시스템을 구성한다. 제어기 극점이 $-2 \pm j2$, 관측기 극점이 $-2 \pm j\sqrt{2}$ 가 되기 위한 a 와 b 는? (단, $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $C = [1 \ 0]$ 이다)



a	b
① 1	3
② 1	7
③ 3	3
④ 3	7

25. 전달함수 $G(s) = \frac{s+1}{s(0.1s-1)}$ 의 나이퀴스트(Nyquist) 선도가 음의 실수축과 만나는 양의 주파수[rad/sec]와 그 선도가 점 $(-0.5, 0)$ 을 시계방향으로 감싸는 횟수는? (단, 나이퀴스트 경로는 매우 작은 반원을 따라 원점 주위를 오른쪽으로 우회하고 우반평면 전체를 시계방향으로 둘러싼다)

주파수	횟수
① $\sqrt{10}$	-1
② $\sqrt{10}$	1
③ 10	-1
④ 10	1