

# 자동제어

문 1. 피드백(feedback) 제어시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

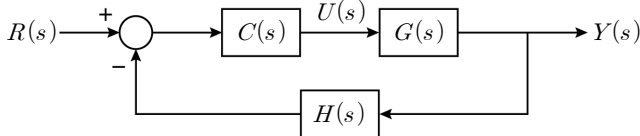
- ① 상태변수는 제어대상의 상태를 설명하는데 필요한 임의의 최소 변수들의 집합이다.
- ② 제어대상의 출력은 센서로부터 측정되어야만 하는 상태변수이다.
- ③ 제어입력은 제어대상의 출력 값을 활용하여 제어대상에 인가되는 제어기의 출력이다.
- ④ 피드백 제어는 제어대상의 출력과 기준입력의 차이를 감소시킬 수 있는 제어 방법이다.

문 2. 안정한 선형 시불변(time invariant) 시스템에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 안정한 영점(zero)이  $j\omega$  축에 가까울수록 계단(step) 응답의 오버슈트(overshoot)를 증가시키는 경향이 있다.
- ㄴ. 극점(pole)의 실수부가 0보다 클 수도 있다.
- ㄷ. 전달함수가  $\frac{1}{Ts+1}$ 로 주어지는 1차 시스템에서  $T$ 를 증가시키면 계단응답의 상승시간(rising time)이 줄어든다.
- ㄹ. 대역폭(bandwidth)이 크면 일반적으로 응답이 빠르다.

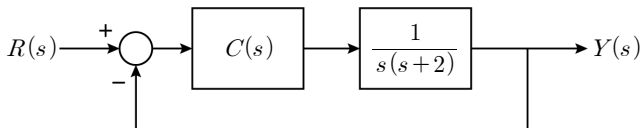
- ① ㄱ, ㄷ
- ② ㄱ, ㄹ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ

문 3. 다음 블록선도에서 입력  $R(s)$ 와  $U(s)$  간의 전달함수  $\frac{U(s)}{R(s)}$ 는?



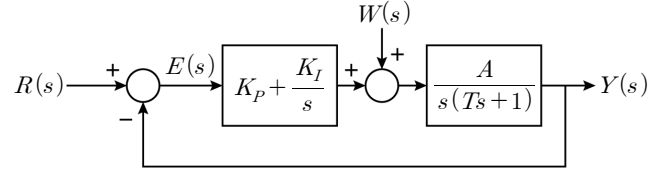
- ①  $\frac{1}{1 + C(s)G(s)H(s)}$
- ②  $\frac{C(s)}{1 + C(s)G(s)H(s)}$
- ③  $\frac{C(s)G(s)}{1 + C(s)G(s)H(s)}$
- ④  $\frac{C(s)G(s)H(s)}{1 + C(s)G(s)H(s)}$

문 4. 다음 피드백 제어시스템에서 제어기를  $C(s) = 9$ 로 사용하다가  $C(s) = 4s + 9$ 로 변경하였을 때, 단위계단(unit step) 응답의 변화에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 정상상태오차(steady state error)가 작아진다.
- ② 오버슈트가 사라진다.
- ③ 정착시간(settling time)이 짧아진다.
- ④ 발산한다.

문 5. 다음 선형 제어시스템에서 단위계단 입력  $R(s)$ 에 대한 ( $W(s) = 0$ 로 가정) 정상상태오차  $e_{ssR}$ 와 단위램프(unit ramp) 외란  $W(s)$ 에 대한 ( $R(s) = 0$ 로 가정) 정상상태오차  $e_{ssW}$ 는? (단,  $K_P, K_I, A, T$ 는 양수이다)



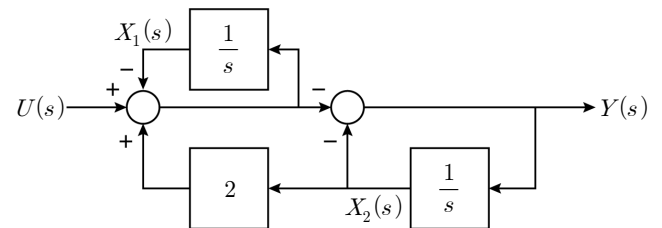
- |   | $e_{ssR}$ | $e_{ssW}$        |
|---|-----------|------------------|
| ① | 0         | 0                |
| ② | 0         | $-\frac{1}{K_I}$ |
| ③ | $\infty$  | 0                |
| ④ | $\infty$  | $-\frac{1}{K_I}$ |

문 6. 다음 폐루프(closed loop) 전달함수  $T(s)$ 를 갖는 제어시스템에서 입력  $r(t) = 20\sin(3t + 30^\circ)$ 에 대한 정상상태 출력  $y(t)$ 는?

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

- ①  $120\sin(3t - 45^\circ)$
- ②  $20\sqrt{6}\sin(3t - 15^\circ)$
- ③  $120\sin(3t - 15^\circ)$
- ④  $20\sqrt{6}\sin(3t - 45^\circ)$

문 7. 다음 제어시스템에서 가제어성(controllability)과 가관측성(observability)에 대한 설명으로 옳은 것은? (단,  $X_1(s), X_2(s)$ 는 상태변수의 라플라스 변환이다)



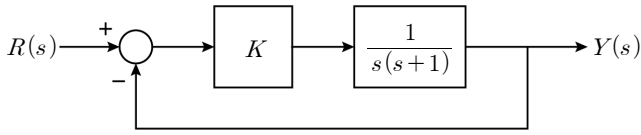
- ① 가제어하고 가관측하다.
- ② 가제어하나 가관측하지 않다.
- ③ 가제어하지 않으나 가관측하다.
- ④ 가제어하지 않고 가관측하지 않다.

문 8. 선형 시불변 시스템에서 단위임펄스(unit impulse) 입력과 단위계단 입력이 동시에 적용되었을 때, 제어시스템의 출력  $y_i(t) + y_u(t) = e^{-2t}$  ( $t \geq 0$ )을 얻기 위한 전달함수는? (단, 모든 초기조건은 0이고,  $y_i(t)$ 는 단위임펄스 입력에 대한 출력,  $y_u(t)$ 는 단위계단 입력에 대한 출력을 나타낸다)

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

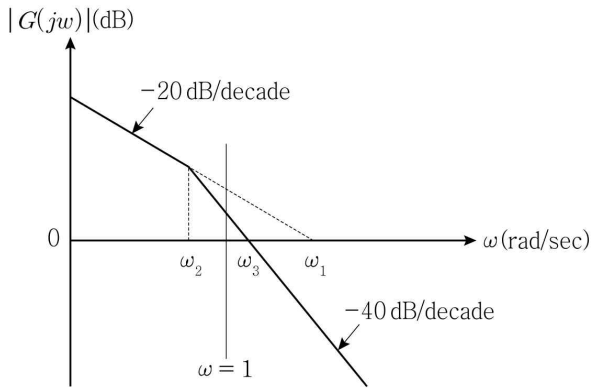
문 9. 다음 피드백 제어시스템에서 단위램프 입력에 대한 정상상태오차

$e_{ss} = \frac{1}{\sqrt{2}}$  이 되는  $K$ 와 위상여유(phase margin)는?



	$K$	위상여유
①	1	$30^\circ$
②	1	$45^\circ$
③	$\sqrt{2}$	$45^\circ$
④	$\sqrt{2}$	$60^\circ$

문 10. 다음의 보드선도(bode diagram)를 갖는 단위 피드백 제어시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



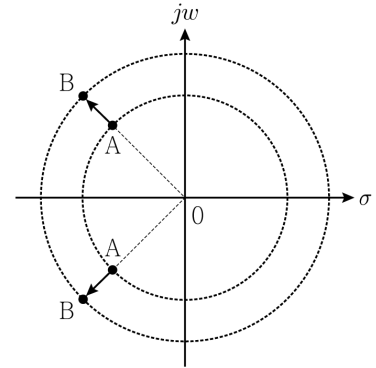
- ① 정적속도오차상수(static velocity error constant)  $K_v = w_1$ 이다.
- ② 개루프 전달함수  $G(s) = \frac{w_1}{s(s+w_2)}$ 이다.
- ③ 페루프 전달함수의 고유주파수(undamped natural frequency)  $w_n = \sqrt{w_1 w_2}$ 이다.
- ④ 페루프 전달함수의 감쇠비(damping ratio)  $\zeta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{w_2}{w_1}}$ 이다.

문 11. 다음 미분방정식으로 표현된 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$\dot{y}(t) + 30y(t) = 20x(t)$$

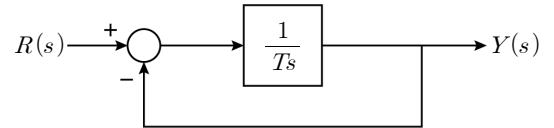
- ① 시스템의 극점은  $-30$ 이며 안정하다.
- ② 크기가 유한(bounded)한 입력신호에 대하여 출력신호는 유한하다.
- ③ 선형 시불변 시스템이다.
- ④ 단위계단 입력에 대한 정상상태 출력은 1이며 과도응답(transient response)에 진동과형을 포함한다.

문 12. 공액 복소수(complex conjugate) 형태를 갖는 2차 페루프 시스템에서 극점이 제어를 통해 A에서 B로 이동할 때, 동특성의 변화로 적합하지 않은 것은?



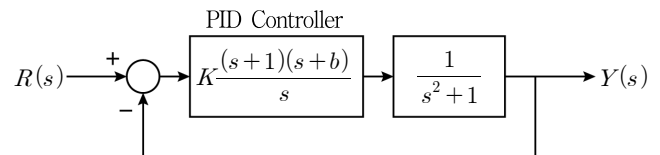
- ① 감쇠비가 감소한다.
- ② 상승시간이 단축된다.
- ③ 정착시간이 단축된다.
- ④ 지연시간(delay time)이 단축된다.

문 13. 다음 피드백 제어시스템의 상대안정도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단,  $T > 0$ 이다)



- ① 이득여유(gain margin)는  $\infty$ 이다.
- ② 위상여유는  $90^\circ$ 이다.
- ③ 위상교차 주파수(phase crossover frequency)는 존재하지 않는다.
- ④ 이득교차 주파수(gain crossover frequency)는  $T$ [rad/sec]이다.

문 14. PID(Proportional Integral Derivative) 제어가 사용된 제어시스템에서 제어대상의 주요 페루프 극점이  $s = -1 \pm j\sqrt{3}$  이 되기 위한  $K$ 와  $b$ 의 관계는?



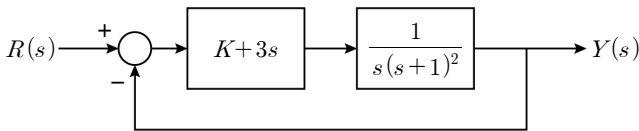
- ①  $K = \frac{1}{1-b}$
- ②  $K = \frac{b}{1-b}$
- ③  $K = \frac{1}{1+b}$
- ④  $K = \frac{b}{1+b}$

문 15. 다음 2차 제어시스템에서 PD 제어기의 제어입력  $u(t) = -K_P y(t) - K_D \dot{y}(t)$ 를 이용하여 시스템을 안정시키려 한다. 피드백 제어시스템의 근의 실수부를 항상  $-1$ 보다 작게 하는 이득  $K_P, K_D$ 의 범위는? (단,  $y(t)$ 는 출력,  $x_1(t), x_2(t)$ 는 상태변수이다)

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) &= -x_1(t) - 2x_2(t) + u(t) \\ y(t) &= x_1(t) \end{aligned}$$

- ①  $K_P > 1, K_D > 0$   
 ②  $K_P > 0, K_D > 0$   
 ③  $K_P > K_D > 0$   
 ④  $K_P > 0, K_D > -0.5$

문 16. 다음 피드백 제어시스템에서 이득  $K$ 값이 0에서  $+\infty$ 로 변할 때, 시간응답이 지속적인 무감쇠 정현파 형태로 진동하는 주파수  $\omega$  [rad/sec]는?



- ① 1  
 ② 2  
 ③ 3  
 ④ 4

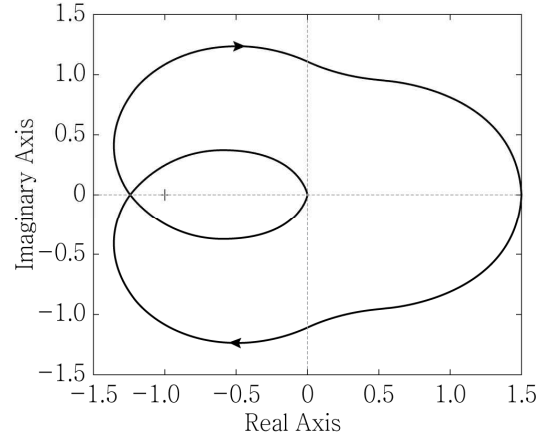
문 17. 다음 시스템에서  $s$  평면의 좌반면과 우반면, 그리고  $j\omega$  축 상에 존재하는 극점의 수는?

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \\ \dot{x}_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 8 & 1 \\ -10 & -5 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [0 \ 0 \ 1] \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix}$$

좌반면	우반면	$j\omega$ 축
① 3	0	0
② 2	1	0
③ 1	1	1
④ 0	2	1

문 18. 다음은 음의 단위 피드백을 갖는 제어시스템의 나이퀴스트(Nyquist) 선도이다. 적합한 개루프 전달함수  $G(s)$ 는?



- ①  $\frac{6}{(s+2)^2}$   
 ②  $\frac{15}{s^2+s+10}$   
 ③  $\frac{15}{(s+1)(s^2+s+10)}$   
 ④  $\frac{30}{(s+1)(s+2)(s+3)}$

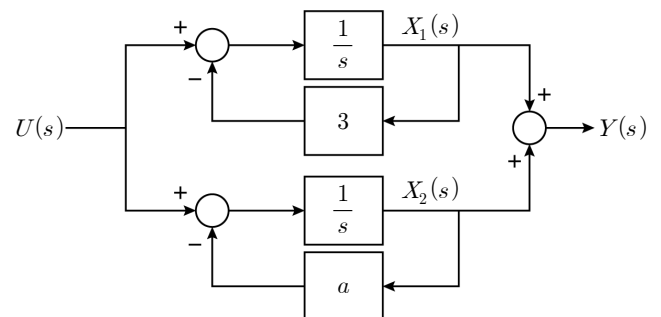
문 19. 다음 제어시스템에서 추정오차  $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ 에 대한 특성 방정식의 근이  $-1, -2$ 가 되기 위한 이득벡터  $L$ 의 값은? (단,

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [1 \ 0], L = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \end{bmatrix} \text{ 이다})$$

○ 제어시스템:  $\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t)$   
 $y(t) = Cx(t)$   
 ○ 상태관측기:  $\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L(y(t) - C\hat{x}(t))$

	$l_1$	$l_2$
① 1	5	
② 1	29	
③ 7	5	
④ 7	29	

문 20. 다음 시스템을 제어가능하게 설계하기 위한 상수  $a$ 의 값은? (단,  $X_1(s), X_2(s)$ 는 상태변수의 라플라스 변환이다)



- ①  $a \neq 1$ 인 모든 상수  
 ②  $a \neq 2$ 인 모든 상수  
 ③  $a \neq 3$ 인 모든 상수  
 ④  $a \neq 4$ 인 모든 상수