

# 자동제어

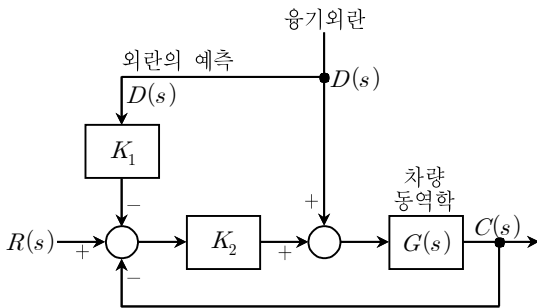
문 1. 입력이  $u(t)$ 이고 출력이  $y(t)$ 인 제어시스템이 다음의 상태방정식과 출력방정식으로 표현될 때 이 시스템의 안정성(stability)을 보장하는  $K$ 의 값은?

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

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

- ① -3                                      ② -1  
③ 2                                        ④ 4

문 2. 아래 그림은 차량의 현가장치 제어시스템이다. 그림에서  $R(s)$ 는 상하 흔들림의 목표치이고,  $C(s)$ 는 차량의 실제 상하 흔들림이다. 울퉁불퉁한 도로의 융기 외란  $D(s)$ 를 완벽히 예측할 수 있을 때 융기외란으로 인한 차량의 실제 상하 흔들림이 없도록 하는  $K_1$ 과  $K_2$ 의 관계식은?



- ①  $K_1 K_2 = 1$                                       ②  $K_1 K_2 = \sqrt{2}$   
③  $K_1 K_2 = 10$                                       ④  $K_1 K_2 = 10\sqrt{2}$

문 3. 입력  $u(t) = e^{-t}$ ,  $t \geq 0$ 를 선형시불변시스템에 인가하여 출력  $y(t) = 2 - 3e^{-t} + e^{-2t}$ ,  $t \geq 0$ 를 얻었다. 이 시스템의 전달함수로 옳은 것은?

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

문 4. 다음 상태방정식과 출력방정식으로 주어진 시스템의 전달함수로 옳은 것은?

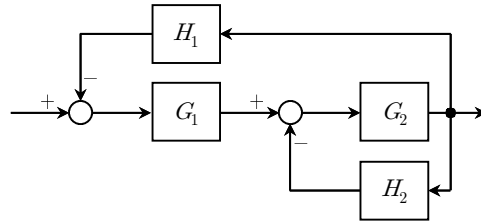
$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 & -1 \\ 3 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

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

- ①  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{s}{s^2 + 5s + 7}$                                       ②  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s^2 + 5s + 7}$   
③  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{s+7}{s^2 + 5s + 7}$                                       ④  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{5s+1}{s^2 + 5s + 7}$

문 5. 다음 블록선도에서 전체 시스템의 전달함수로 옳은 것은?

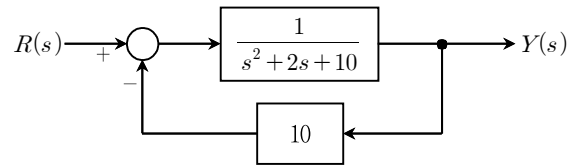
$$G_1 = G_1(s), G_2 = G_2(s), H_1 = H_1(s), H_2 = H_2(s)$$



- ①  $\frac{G_1 G_2}{(1 + G_2 H_2) G_1 H_1}$                                       ②  $\frac{G_1 G_2}{1 + G_1 H_1 + G_1 G_2 H_2}$   
③  $\frac{G_1 G_2}{1 + G_1 H_1 + G_2 H_2}$                                       ④  $\frac{G_1 G_2}{1 + G_2 H_2 + G_2 G_1 H_1}$

문 6. 다음 그림과 같은 제어시스템의 입력이  $r(t) = 100$ ,  $t \geq 0$ 일 때 오차  $r(t) - y(t)$ 의 정상상태 값은?

(단,  $R(s)$ 와  $Y(s)$ 는 각각  $r(t)$ 와  $y(t)$ 의 라플라스 변환이다)



- ① 5  
② 95  
③ 100  
④ 105

문 7. 제어시스템의 상태방정식과 출력방정식이 다음과 같다.

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

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

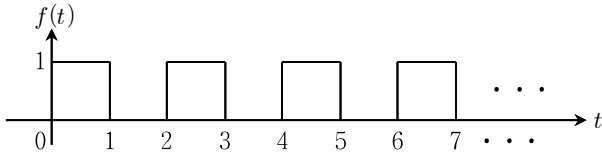
상태폐환제어(state feedback control) 입력은 다음과 같다.

$$u(t) = -k_1 x_1(t) - k_2 x_2(t) + 20r(t)$$

폐루프 시스템의 감쇠비  $\zeta = 0.5$ 가 되고 비감쇠고유주파수(undamped natural frequency)  $\omega_n = 10$  rad/sec가 되기 위한  $k_1$ 과  $k_2$ 의 값은?

- |   | $k_1$ | $k_2$ |
|---|-------|-------|
| ① | 10    | 15    |
| ② | 5     | 7.5   |
| ③ | 15    | 10    |
| ④ | 7.5   | 5     |

문 8. 다음 펄스열(pulse-train) 신호의 라플라스 변환으로 옳은 것은?

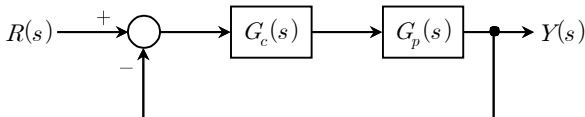


- ①  $\frac{1}{s(1+e^{-s})}$
- ②  $\frac{1}{s(1+e^s)}$
- ③  $\frac{1}{s(1-e^s)}$
- ④  $\frac{1}{s(1-e^{-s})}$

문 9. 운동방정식  $\ddot{y}(t) + 3\dot{y}(t) + 2y(t) = u(t)$ 에 대한 상태방정식  $\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$ 의 시스템 행렬  $A$ , 상태전이 행렬  $\Phi(t)$ , 고유값  $\lambda$ 로 옳은 것은? (단,  $x_1(t) = y(t)$ ,  $x_2(t) = \dot{y}(t)$ 이다)

- ①  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}$   
 $\Phi(t) = \begin{bmatrix} 2e^{-t} - e^{-2t} & e^{-t} - e^{-2t} \\ -2e^{-t} + 2e^{-2t} & -e^{-t} + 2e^{-2t} \end{bmatrix}$   
 $\lambda = -1, -2$
- ②  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -2 \end{bmatrix}$   
 $\Phi(t) = \begin{bmatrix} 2e^{-t} - e^{-2t} & e^{-t} - e^{-2t} \\ -2e^{-t} + 2e^{-2t} & -e^{-t} + 2e^{-2t} \end{bmatrix}$   
 $\lambda = -2, -3$
- ③  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}$   
 $\Phi(t) = \begin{bmatrix} -2e^{-t} + 2e^{-2t} & -e^{-t} + 2e^{-2t} \\ 2e^{-t} - e^{-2t} & e^{-t} - e^{-2t} \end{bmatrix}$   
 $\lambda = -1, -2$
- ④  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -2 \end{bmatrix}$   
 $\Phi(t) = \begin{bmatrix} -2e^{-t} + 2e^{-2t} & -e^{-t} + 2e^{-2t} \\ 2e^{-t} - e^{-2t} & e^{-t} - e^{-2t} \end{bmatrix}$   
 $\lambda = -2, -3$

문 10. 다음 그림과 같은 제어시스템에서  $G_p(s) = \frac{1000}{s(s+10)}$  이다.



제어기  $G_c(s)$ 를 다음과 같은 진상제어기로 설계하고자 한다.

$$G_c(s) = \frac{1+as}{1+Ts}, \quad a > 1$$

전방경로 전달함수(forward path transfer function)에서  $s = -10$ 에 위치한  $G_p(s)$ 의 극점을 상쇄하도록 하는  $a$ 와  $T$ 의 값은?

(단, 설계된 시스템의 감쇠비는 1이 되어야 한다)

- |      |                 |
|------|-----------------|
|      | $\frac{a}{T}$   |
| ① 10 | $\frac{1}{100}$ |
| ② 20 | $\frac{1}{200}$ |
| ③ 30 | $\frac{1}{300}$ |
| ④ 40 | $\frac{1}{400}$ |

문 11. 선형시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 선형시불변시스템(Linear time invariant system)에서 모든 초기조건이 '0'일 때 임펄스(Impulse) 응답의 라플라스 변환이 그 시스템의 전달함수이다.
- ② 라플라스 변환이 가능한 두 함수의 시간영역에서의 합성적분(Convolution integral)을 라플라스 변환하면 각 함수의 라플라스 변환의 합의 형태로 나타난다.
- ③ 복소수  $s$ -평면의 우반평면에 영점이 있는 전달함수를 비최소 위상(Nonminimum phase) 전달함수라고 한다.
- ④ 모든 선형시스템(Linear system)은 중첩의 원리(Superposition principle)를 만족한다.

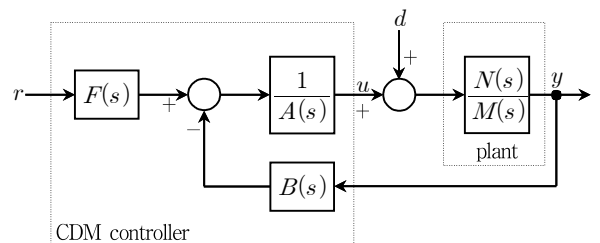
문 12. 사람이 물체를 보면서 손으로 잡는 생물학적 제어시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 사람의 눈으로 파악된 물체의 위치는 제어시스템의 기준입력(reference input)이다.
- ② 사람의 손의 위치와 물체의 위치 사이의 차이는 제어시스템의 위치오차이다.
- ③ 손의 위치는 이 시스템의 출력이다.
- ④ 이 시스템은 궤환(Feedback)이 존재하지 않는 개루프(Open Loop) 시스템이다.

문 13. 페루프 전달함수가  $\frac{1}{1+3s}$  인 제어시스템의 대역폭(bandwidth) [rad/sec]은?

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{2}$ | ② $\frac{1}{3}$ |
| ③ $\frac{1}{6}$ | ④ $\frac{1}{9}$ |

문 14. 다음 그림은 계수선도법(Coefficient Diagram Method) 제어시스템의 표준 블록선도이다. 외란(disturbance)인  $d$ 에서 출력  $y$ 까지 전달함수인  $Y(s)/D(s)$ 로 옳은 것은?



- |  |  |
|--|--|
| ① $\frac{A(s)N(s)}{A(s)M(s)+B(s)N(s)}$ | ② $\frac{A(s)F(s)}{A(s)M(s)+B(s)N(s)}$ |
| ③ $\frac{A(s)M(s)}{A(s)B(s)+M(s)N(s)}$ | ④ $\frac{A(s)M(s)}{A(s)M(s)+B(s)N(s)}$ |

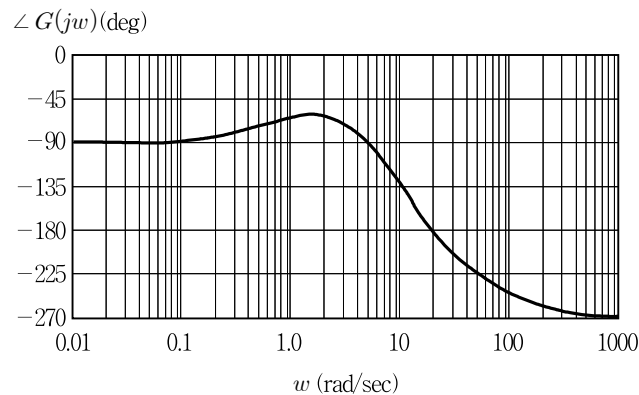
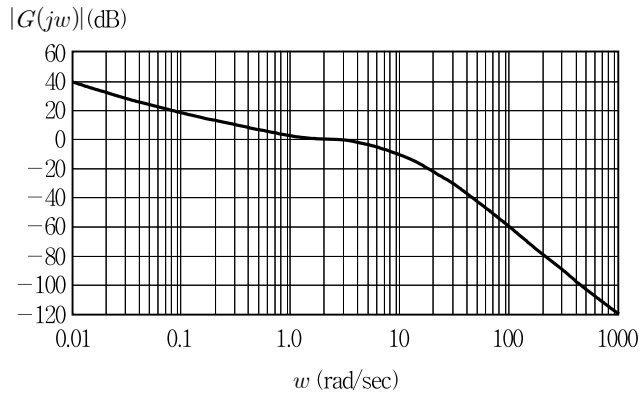
문 15. 2차 시스템(Second order system)의 시간응답에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단,  $R(s) = \frac{1}{s}$  이다)

- ①  $Y(s) = \frac{12}{s^2 + 7s + 12} R(s)$ 는 과잉감쇠 응답(Over damped response)을 갖는다.  
 ②  $Y(s) = \frac{4}{s^2 + 3s + 4} R(s)$ 는 부족감쇠 응답(Under damped response)을 갖는다.  
 ③  $Y(s) = \frac{1}{s^2 + 2} R(s)$ 는 무감쇠 응답(Undamped response)을 갖는다.  
 ④  $Y(s) = \frac{3}{s^2 + 2s + 3} R(s)$ 는 임계감쇠 응답(Critically damped response)을 갖는다.

문 16. 전달함수  $\frac{10}{s^2 + 4s + 25}$ 로 표시되는 제어시스템에  $\sin 5t$ 를 인가할 때 얻을 수 있는 정상상태 이득은?

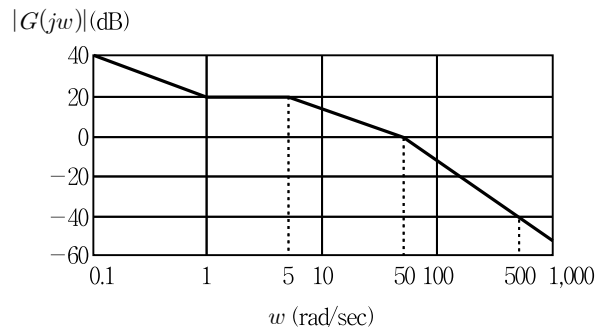
- ① 0.2                                      ② 0.4  
 ③ 0.5                                      ④ 1

문 17. 단위부채환(unity negative feedback) 시스템에서 루프전달함수  $G(s)$ 가 최소위상이고 보드선도가 다음 그림과 같다. 이 시스템의 이득여유(GM)와 위상여유(PM)에 가장 근사한 값은?



- | 이득여유(GM) | 위상여유(PM)   |
|----------|------------|
| ① 22 dB  | 65 degree  |
| ② -22 dB | 65 degree  |
| ③ 22 dB  | 115 degree |
| ④ -22 dB | 115 degree |

문 18. 다음 그림은 점근선을 표시한 크기 보드 점근선도이다. 그림에 해당되는 전달함수  $G(s)$ 로 옳은 것은? (단,  $w < 0.1$  rad/sec 영역에서  $|G(jw)|$ 의 기울기는  $0.1 \leq w < 1$ 에서의 기울기와 같다)



- ①  $G(s) = \frac{10(s+1)}{s(s+5)(s+50)}$   
 ②  $G(s) = \frac{10(s+1)}{s(s+0.2)(s+0.02)}$   
 ③  $G(s) = \frac{(s+1)}{s(s+0.2)(s+0.02)}$   
 ④  $G(s) = \frac{2500(s+1)}{s(s+5)(s+50)}$

문 19. 아래 시스템이 완전히 제어가능(controllable)하고 관측가능(observable)하기 위한 조건으로 옳은 것은?

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t), \quad y(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t)$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C} = [c_1 \quad c_2]$$

- ①  $b_1 \neq 0, b_1 \neq b_2, c_1 \neq 0, c_2 \neq 0$   
 ②  $b_2 \neq 0, b_1 \neq b_2, c_1 \neq 0, c_1 \neq -c_2$   
 ③  $b_2 \neq 1, b_1 = b_2, c_1 \neq 0, c_2 \neq 0$   
 ④  $b_2 \neq 0, b_1 = b_2, c_2 \neq 1, c_1 = -c_2$

문 20. 다음 특성방정식의 근 중에서 양의 실수부를 갖는 근의 개수는?

$$s^4 + 2s^3 + 2s^2 + s + 3 = 0$$

- ① 없음                                      ② 1 개  
 ③ 2 개                                      ④ 3 개