

---

## IT CookBook, 핵심이 보이는 제어공학

### [연습문제 답안 이용 안내]

- 본 연습문제 답안의 저작권은 한빛아카데미(주)에 있습니다.
- 이 자료를 무단으로 전제하거나 배포할 경우 저작권법 136조에 의거하여 최고 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처할 수 있고 이를 병과(併科)할 수도 있습니다.

## Chapter 04 연습문제 답안

### 《객관식》

4.1 나

4.2 가

4.3 라

4.4 나

4.5 다

4.6 다

4.7 라

4.8 나

4.9 가

4.10 나

### 《주관식》

$$4.11 \quad (a) \quad G(s) = \frac{10}{10 + \frac{1}{0.1s}} = \frac{s}{s+1}$$

$$(b) \quad \begin{bmatrix} \frac{d}{dt} i_L \\ \frac{d}{dt} v_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -40 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L \\ v_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} e_i$$

$$4.12 \quad (a) \quad G(s) = \frac{I_L(s)}{E_i(s)} = \frac{5s + 2.5}{3s^2 + 501s + 250}$$

$$(b) \quad G(s) = \frac{E_C(s)}{E_i(s)} = \frac{s}{3s^2 + 501s + 250}$$

$$(c) \quad \begin{bmatrix} \frac{d}{dt} v_C \\ \frac{d}{dt} i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{3} & -\frac{100}{3} \\ \frac{2.5}{3} & -\frac{500}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_C \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \\ \frac{5}{3} \end{bmatrix} e_i$$

$$4.13 \quad G(s) = -\frac{Z_2(s)}{Z_1(s)} = -\frac{30 \times 10^3 \left( s^2 + \frac{2.5}{30 \times 10^3} s + \frac{1}{600 \times 10^6} \right)}{s}$$

$$4.14 \quad (a) \quad \begin{aligned} 2(x_1 - x_2) &= f(t) \\ 5\frac{d^2}{dt^2}x_2 + \frac{d}{dt}x_2 + 2(x_2 - x_1) &= 0 \\ 2X_1(s) - 2X_2(s) &= F(s) \\ -2X_1(s) + (5s^2 + s + 2)X_2(s) &= 0 \end{aligned}$$

$$X_2(s) = \frac{\begin{vmatrix} 2 & F(s) \\ -2 & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2 & -2 \\ -2 & (5s^2 + s + 2) \end{vmatrix}} = \frac{2}{10s^2 + 2s} \times F(s)$$

$$G(s) = \frac{X_2(s)}{F(s)} = \frac{1}{s(5s + 1)}$$

$$(b) \quad \begin{bmatrix} \frac{d}{dt}x \\ \frac{d}{dt}v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{2}{5} & -\frac{1}{5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ v \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \\ 0 \end{bmatrix} \frac{d}{dt}f(t)$$

$$4.15 \quad G(s) = \frac{\Theta_2(s)}{E_a(s)} = \frac{0.21}{s(s + 2.53)}$$

4.16 (a) 위상변수표준형

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -80 & -68 & -16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} r$$

$$y = [80 \quad 228 \quad 94 \quad 12] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

(b) 종속표준형 : 주어진 전달함수의 영점들이 실수가 아닌 복소수로 되어있어 종속표준형의 상태방정식을 구할 수 없다.

(c) 병렬표준형

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ -2 \\ 10 \end{bmatrix} r$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

(d) 제어기표준형

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -16 & -68 & -80 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} r$$

$$y = \begin{bmatrix} 12 & 94 & 228 & 80 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

(e) 관측기표준형

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -16 & 1 & 0 & 0 \\ -68 & 0 & 1 & 0 \\ -80 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 12 \\ 94 \\ 228 \\ 80 \end{bmatrix} r$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

$$4.17 \quad M(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = = \frac{9s^2 + 52s + 67}{s^3 + 9s^2 + 23s + 15}$$

#### 4.18

A =

$$\begin{bmatrix} -7 & -14 & -8 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

B =

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

C =

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 \end{bmatrix}$$

D =

$$\begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$$

#### 4.19

```
>> G=tf(num,den)
```

Transfer function:

$$\frac{9 s^2 + 52 s + 67}{s^3 + 9 s^2 + 23 s + 15}$$