1. $(0.5-j0.5)e^{(-1+j2)t}$의 실수부는?

① $0.25e^{-t}\cos(t)-0.25e^{-t}\sin(t)$

② $0.25e^{-t}\cos(t)+0.25e^{-t}\sin(t)$

③ $0.5e^{-t}\cos(2t)-0.5e^{-t}\sin(2t)$

④ $0.5e^{-t}\cos(2t)+0.5e^{-t}\sin(2t)$

2. 〈보기〉의 비선형 시스템을 $(x_1, x_2)=(0, 0)$ 주변에서 선형화한 것으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$\dot{x}_1 = f_1(x_1, x_2) = x_1 x_2 - \sin(x_2) + \tan(x_1)$, $\dot{x}_2 = f_2(x_1, x_2) = x_1^3$

① $\dot{x}_1 = x_1 + x_2$, $\dot{x}_2 = 3x_1$

② $\dot{x}_1 = x_1 - x_2$, $\dot{x}_2 = 3x_1$

③ $\dot{x}_1 = x_1 + x_2$, $\dot{x}_2 = 0$

④ $\dot{x}_1 = x_1 - x_2$, $\dot{x}_2 = 0$

3. 〈보기〉와 같은 시스템에서 $x(t)$에 대한 식은?

〈보기〉

$\dot{x} = Ax + Bu$

① $x(t) = \int_0^t e^{A(t-\tau)}Bu(\tau)d\tau$

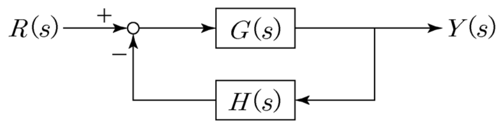
② $x(t) = e^{At}x(0) + \int_0^t e^{A(t-\tau)}Bu(\tau)d\tau$

③ $x(t) = e^{At}x(0) + \int_0^t e^{A\tau}Bu(\tau)d\tau$

④ $x(t) = e^{At}x(0) + \int_0^t e^{A(\tau-t)}Bu(\tau)d\tau$

4. 〈보기〉에서 $G(s) = \frac{10}{s(s+2)}$이고 $H(s) = \frac{1}{s+1}$일 때, $R(s)$에서 $Y(s)$로의 전달함수 $G_0(s)$는?

〈보기〉

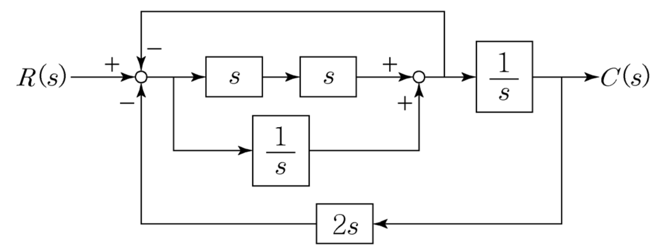



① $\frac{s+10}{s^3+2s^2+s+1}$ ② $\frac{s+10}{s^3+2s^2+2s+10}$

③ $\frac{10(s+1)}{s^3+3s^2+s+1}$ ④ $\frac{10(s+1)}{s^3+3s^2+2s+10}$

5. 〈보기〉와 같은 블록선도를 갖는 시스템의 전달함수 $T(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$는?

〈보기〉




① $T(s) = \frac{s^3}{3s^4+s^2+3s}$

② $T(s) = \frac{s^3+1}{3s^4+s^2+3s}$

③ $T(s) = \frac{s^3+2}{3s^4+s^2+3s}$

④ $T(s) = \frac{s^3+1}{3s^4+s^2+3s+1}$

6. 전달함수 $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2}{s^2+4s+3}$에 대하여 $x_1(t) = y(t)$, $x_2(t) = \frac{dy(t)}{dt}$와 같을 때, 전달함수에서 변환한 상태공간 방정식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① $u(t) = -x_1(t)$일 때, 특성방정식은 $s^2+4s+5=0$이다.

② $u(t) = -x_2(t)$일 때, 특성방정식은 $s^2+5s+3=0$이다.

③ 주어진 시스템은 가제어(controllable)하다.

④ 주어진 시스템은 가관측(observable)하다.

7. 비례제어, 미분제어, 적분제어 동작이 시스템 성능에 미치는 영향으로 가장 옳지 않은 것은?

① 적분기가 포함되지 않은 시스템에 대하여 비례제어를 수행하면 계단응답에서 정상상태오차가 발생한다.

② 비례적분 제어기를 사용하면 계단외란토크에 의한 정상상태오차를 제거할 수 있다.

③ 미분제어기는 정상상태오차를 없앨 수는 없지만 직접적으로 정상상태오차에 영향을 준다.

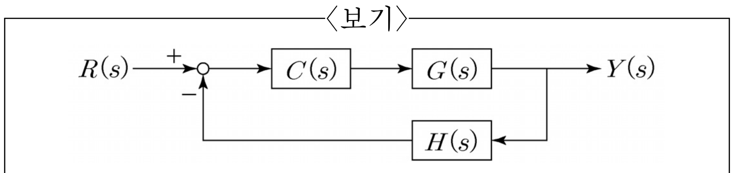
④ 미분제어기는 주로 비례제어, 비례적분 제어기와 함께 사용된다.

8. 전달함수 $G(s)=\dfrac{s+8}{s^5-s^4+3s^3-3s^2+3s-2}$에 대하여 우반면, 좌반면, $j\omega$축상에 존재하는 극점의 개수는?

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

9. 〈보기〉의 블록선도에서 $G(s)=\dfrac{1}{Ls+R}$, $H(s)=1$이고, $C(s)=K_P+\dfrac{K_I}{s}$일 때, 정상상태오차는? (단, $R(s)$는 단위계단함수이며 $L$, $R$, $K_P$, $K_I$는 모두 양의 상수이다.)

〈보기〉




① 0

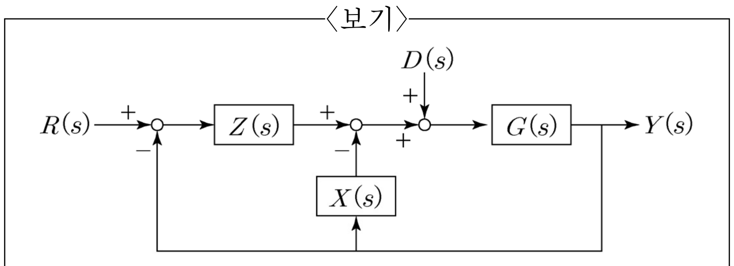
② $\dfrac{1}{1+\dfrac{K_PK_I}{R}}$

③ $\dfrac{R}{1+K_P+K_I}$

④ $\dfrac{1}{1+\dfrac{K_P+K_I}{R}}$

10. 〈보기〉의 폐루프 시스템에 대하여, 전달함수 $Y(s)/R(s)$와 $Y(s)/D(s)$를 옳게 짝지은 것은?

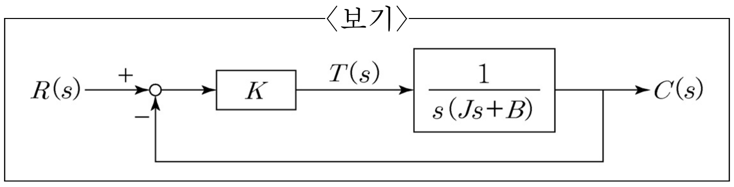
〈보기〉




| | $Y(s)/R(s)$ | $Y(s)/D(s)$ |
|---|---|---|
| ① | $\dfrac{G(s)Z(s)}{1-G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ | $\dfrac{G(s)}{1-G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ |
| ② | $\dfrac{G(s)Z(s)}{1+G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ | $\dfrac{G(s)}{1+G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ |
| ③ | $\dfrac{-G(s)Z(s)}{1-G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ | $\dfrac{-G(s)}{1-G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ |
| ④ | $\dfrac{G(s)Z(s)}{1+G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ | $\dfrac{G(s)X(s)}{1+G(s)X(s)+G(s)Z(s)}$ |

11. 〈보기〉와 같은 블록선도를 갖는 피드백시스템에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉




① $0<\dfrac{B}{2\sqrt{JK}}<1$이면 폐루프극점은 켤레복소수로 주어진다.

② $0<\dfrac{B}{2\sqrt{JK}}<1$이면 $s$평면의 오른쪽 반평면에 극점이 존재한다.

③ 단위계단입력에 대해 $B$가 0이면, 과도응답은 시간이 지나면 사라진다.

④ 폐루프전달함수 $\dfrac{C(s)}{R(s)}$는 $\dfrac{1}{Js^2+Bs+K}$이다.

12. 어떠한 개루프 시스템의 전달함수가 $G(s)=\dfrac{1}{s(s^2+s+a)}$로 주어질 때, 이득여유(gain margin)가 20[dB]이 되도록 하는 $a$의 값과, 그때의 위상교차 주파수(phase-crossover frequency) $\omega_p$의 값[rad/s]을 옳게 짝지은 것은? (단, $a$는 양의 상수이다.)

| | $a$ | $\omega_p$ |
|---|---|---|
| ① | 5 | $\sqrt{5}$ |
| ② | 5 | 5 |
| ③ | 10 | $\sqrt{10}$ |
| ④ | 10 | 10 |

13. 〈보기〉의 상태 방정식을 가지는 시스템에 대하여 상태 궤환 제어기(state feedback controller) $u=-[k_1\,k_2\,k_3]x$를 설계할 때, 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉

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

① 폐루프 시스템의 특성방정식은 $s^3+(k_1+2)s^2+(k_2+4)s+(k_3-1)=0$이다.

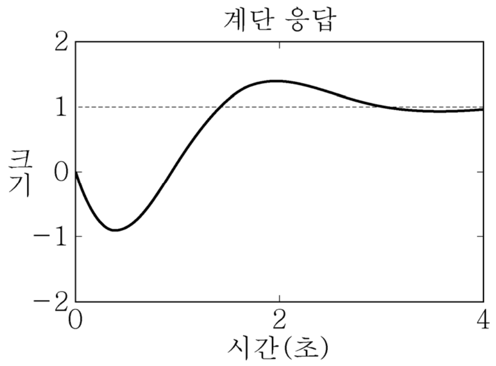
② 폐루프 시스템의 특성방정식이 임의의 3차 다항식 $s^3+b_2s^2+b_1s+b_0=0$과 같도록 하는 $k_1$, $k_2$, $k_3$는 항상 존재한다.

③ 〈보기〉의 상태 방정식은 제어가능(controllable)하다.

④ 만약 $k_3$가 $0<k_3<1$를 만족한다면, 폐루프 시스템은 $k_1$, $k_2$ 값과 관계없이 항상 불안정하다.

14. 어떠한 선형 시불변 시스템의 단위계단응답(unit step response)이 〈보기〉와 같다고 할 때, 시스템의 전달함수로 가장 적합한 것은?

〈보기〉

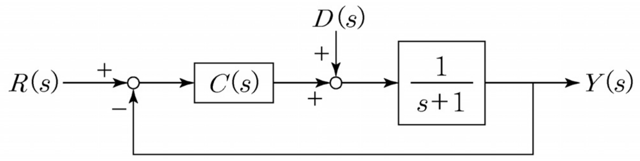



① $\dfrac{-5s+5}{s^2+2s+5}$ ② $\dfrac{5s+5}{s^2+2s+5}$

③ $\dfrac{5s-5}{s^2+2s+5}$ ④ $\dfrac{5s+5}{s^2-2s+5}$

15. 〈보기〉의 폐루프 시스템에서 외란 신호 $d(t)$의 라플라스 변환 $D(s)$가 $D(s)=\dfrac{1}{s^2+4}$로 주어질 때 출력 신호 $y(t)$의 정상상태응답이 $\lim_{t\to\infty} y(t)=0$이 되도록 하는 제어기 $C(s)$로 가장 알맞은 것은? (단, $R(s)=0$이며, $y(t)$는 $Y(s)$의 라플라스 역변환이다.)

〈보기〉

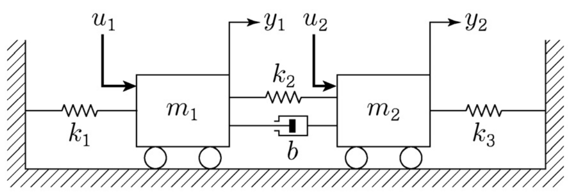



① $C(s)=\dfrac{1}{s}$ ② $C(s)=2+\dfrac{1}{s}$

③ $C(s)=\dfrac{s+2}{s^2+4}$ ④ $C(s)=\dfrac{2s+1}{s^2+4}$

16. 〈보기〉와 같은 기계시스템에 대한 상태 방정식으로 가장 옳은 것은? (단, $u_1$, $u_2$와 $y_1$, $y_2$는 각각 $m_1$과 $m_2$의 입력과 변위출력들이다. 또한 상태 방정식 표현을 위해 $y_1=x_1$, $\dot{y}_1=x_2$, $y_2=x_3$, $\dot{y}_2=x_4$라 가정한다.)

〈보기〉




① $\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\\ \dot{x}_4\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0 & 0\\ \dfrac{-k_1}{m_1} & \dfrac{-b}{m_1} & \dfrac{k_2}{m_1} & \dfrac{b}{m_1}\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ \dfrac{k_2}{m_2} & \dfrac{b}{m_2} & \dfrac{-k_2-k_3}{m_2} & \dfrac{-b}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\\ x_4\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0 & 0\\ \dfrac{1}{m_1} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & \dfrac{1}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_1\\ u_2\end{bmatrix}$

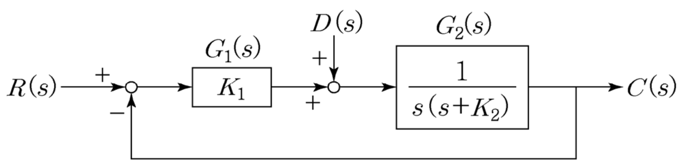
② $\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\\ \dot{x}_4\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0 & 0\\ \dfrac{-k_1-k_2}{m_1} & \dfrac{-b}{m_1} & \dfrac{k_2}{m_1} & \dfrac{b}{m_1}\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ \dfrac{k_2}{m_2} & \dfrac{b}{m_2} & \dfrac{-k_3}{m_2} & \dfrac{-b}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\\ x_4\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0 & 0\\ \dfrac{1}{m_1} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & \dfrac{1}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_1\\ u_2\end{bmatrix}$

③ $\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\\ \dot{x}_4\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0 & 0\\ \dfrac{-k_1-k_2}{m_1} & \dfrac{-b}{m_1} & \dfrac{k_2}{m_1} & \dfrac{b}{m_1}\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ \dfrac{k_2}{m_2} & \dfrac{b}{m_2} & \dfrac{-k_2-k_3}{m_2} & \dfrac{-b}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\\ x_4\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0 & 0\\ \dfrac{1}{m_1} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & \dfrac{1}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_1\\ u_2\end{bmatrix}$

④ $\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\\ \dot{x}_4\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0 & 0\\ \dfrac{k_1+k_2}{m_1} & \dfrac{b}{m_1} & \dfrac{-k_2}{m_1} & \dfrac{-b}{m_1}\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ \dfrac{k_2}{m_2} & \dfrac{b}{m_2} & \dfrac{-k_2-k_3}{m_2} & \dfrac{-b}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\\ x_4\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0 & 0\\ \dfrac{1}{m_1} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & \dfrac{1}{m_2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}u_1\\ u_2\end{bmatrix}$

17. 〈보기 1〉의 피드백시스템에 대하여 〈보기 2〉의 규격을 만족하기 위한 $K_1$과 $K_2$는? (단, $K_1$과 $K_2$는 양수이다.)

〈보기 1〉




〈보기 2〉

- 규격 1: 단위 계단 외란(unit step) $D(s)$에 의한 ($R(s)=0$으로 가정) 정상상태오차 $e_{\infty D}=-0.001$
- 규격 2: 단위 램프 입력(unit ramp) $R(s)$에 의한 ($D(s)=0$으로 가정) 정상상태오차 $e_{\infty R}=0.025$

| | $K_1$ | $K_2$ |
|---|---|---|
| ① | 10 | 10 |
| ② | 100 | 20 |
| ③ | 1,000 | 25 |
| ④ | 1,000 | 40 |

18. 〈보기〉의 상태 방정식을 가지는 시스템에 대하여, 입력 신호 $u(t)$와 출력 신호 $y(t)$를 이용하여 상태 변수 $x(t)$를 추정할 상태관측기(state observer)로 가장 적합한 식은? (단, $x(0)$는 임의의 초깃값이다.)

〈보기〉

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}1\\2\end{bmatrix}u,\ \ y=[1\ 0]x$$

① $\dot{\hat{x}}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}\hat{x}$

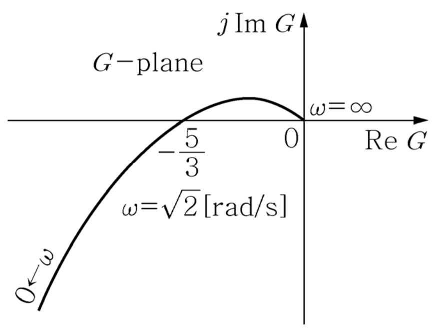
② $\dot{\hat{x}}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}\hat{x}+\begin{bmatrix}1\\2\end{bmatrix}u$

③ $\dot{\hat{x}}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}\hat{x}+\begin{bmatrix}1\\2\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}2\\1\end{bmatrix}(y-[1\ 0]\hat{x})$

④ $\dot{\hat{x}}=\begin{bmatrix}0&1\\0&0\end{bmatrix}\hat{x}+\begin{bmatrix}1\\2\end{bmatrix}u+\begin{bmatrix}-2\\-1\end{bmatrix}(y-[1\ 0]\hat{x})$

19. 〈보기 1〉과 같은 나이퀴스트(Nyquist) 선도에 대응하는 전달함수가 〈보기 2〉와 같을 때 $a+b$의 값은?

〈보기 1〉




〈보기 2〉

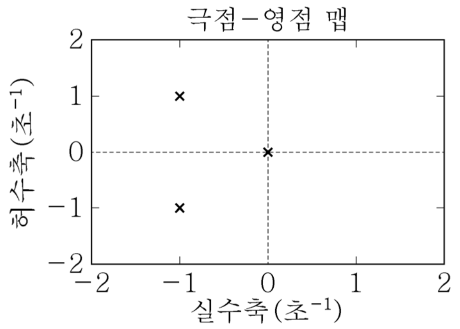
$$G(s)=\frac{10}{s(s+a)(s+b)}$$

① 3　　② 4

③ 5　　④ 6

20. 극점(pole)이 〈보기〉와 같이 위치한 개루프 전달함수 $G(s)$에 대하여, $\frac{KG(s)}{1+KG(s)}$의 안정성을 판단할 근궤적선도(root locus)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, $K>0$는 임의의 상수이며, 〈보기〉에서 극점은 ×로 표시되었으며 중첩되지 않았다고 가정하고, $G(s)$의 유한한 영점(zero)은 존재하지 않는다고 가정한다. 또한 극점 중 하나는 $s$평면의 원점에 위치한다고 가정한다.)

〈보기〉




① $\frac{KG(s)}{1+KG(s)}$을 안정하게 하는 $K>0$는 항상 존재한다.

② 임의의 $K>0$에 대하여 $\frac{KG(s)}{1+KG(s)}$의 극점 중 하나는 항상 실수축 위에 존재한다.

③ 실수축 위의 두 점 $(-2,\ j0)$과 $(0,\ j0)$ 사이에 점근선의 교차점이 존재한다.

④ 근궤적의 각 지로(branch)는 $s$가 커짐에 따라 90°, 180°, 270°의 각도를 가지는 점근선들로 점근한다.