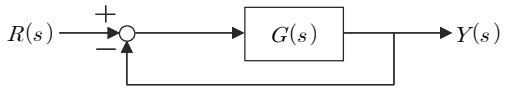
자동제어

문 1. 다음 시스템에 대한 Nyquist 선도로부터 이득여유(gain margin)에 대한 표현식을 구하시오.



(단, $G(s)=\dfrac{ab}{s(s+a)(s+b)}$, $a>0$, $b>0$)

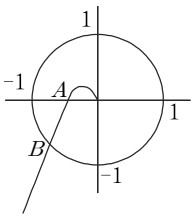
① $20\log(ab)$ [dB]

② $10\log(a+b)$ [dB]

③ $-10\log(ab)$ [dB]

④ $20\log(a+b)$ [dB]

문 2. 최소위상(minimum phase) 시스템의 Nyquist 선도가 다음과 같고, $A=-\dfrac{1}{4}$이고 $B=-\dfrac{1}{2}-j\dfrac{\sqrt{3}}{2}$일 때 ($j=\sqrt{-1}$), 이득여유(gain margin: GM)와 위상여유(phase margin : PM)는?



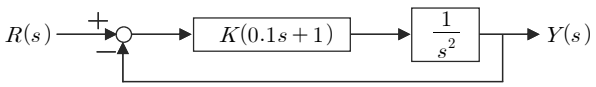
① GM = $20\log4$ [dB], PM = 60°

② GM = $20\log4$ [dB], PM = 30°

③ GM = $20\log\dfrac{1}{4}$ [dB], PM = 60°

④ GM = $20\log\dfrac{1}{4}$ [dB], PM = 30°

문 3. 다음 시스템의 위상여유(phase margin)가 45°가 되도록 하는 K 값은?



① $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$

② $\dfrac{100}{\sqrt{2}}$

③ $\dfrac{1}{\sqrt{3}}$

④ $\dfrac{100}{\sqrt{3}}$

문 4. 다음 시스템이 완전가제어와 가관측이 되기 위한 b_1, b_2, c_1, c_2에 관한 조건을 구하면?

$$\frac{dx(t)}{dt}=Ax(t)+Bu(t),\quad y(t)=Cx(t)$$

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

① $b_1\neq0$, $c_1\neq0$, b_2와 c_2는 임의의 값

② $b_1\neq0$, $c_2\neq0$, b_2와 c_1은 임의의 값

③ $b_2\neq0$, $c_1\neq0$, b_1과 c_2는 임의의 값

④ $b_2\neq0$, $c_2\neq0$, b_1과 c_1은 임의의 값

문 5. 다음과 같은 전달함수를 갖는 시스템을 고려하자.

$$\frac{Y(s)}{U(s)}=\frac{1}{s^2}$$

이 시스템에서 $x_1(t)=y(t)$, $x_2(t)=\dfrac{dy(t)}{dt}$로 상태변수를 정하고 제어 입력을 $u(t)=-3x_2(t)-2x_1(t)$로 정했을 때 폐루프 시스템의 극점은?

① -1, -1

② -2, -1

③ -3, -2

④ 1, -2

문 6. 연속시간시스템과 대응되는 이산시간시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연속시간시스템의 안정조건은 그 폐루프극점들이 모두 좌반평면내에 존재하는 것이다.

② 이산시간시스템의 안정조건은 그 폐루프극점들이 모두 단위원 내부에 존재하는 것이다.

③ 연속시간시스템을 이산화해서 이산시간시스템으로 변환하는 방법은 여러가지가 있는데, 한 가지 공통된 사실은 안정한 연속시간시스템은 모두 안정한 이산시간시스템으로 변환시킨다는 것이다.

④ 이산시간시스템과 연속시간시스템은 Nyquist 경로가 다르므로 Nyquist 선도를 그리는 과정은 다소 차이가 있지만, 그 근궤적을 그리는 과정은 동일하다.

문 7. 3차 시스템의 특성함수가 다음과 같이 주어졌다.

$$s^3+a_1s^2+a_2s+a_3=0$$

Routh 안정성 이론(stability theorem)의 필요충분조건이 아닌 것은?

① $a_1>0$ ② $a_2>\dfrac{a_3}{a_1}$

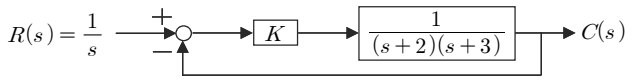
③ $a_3>0$ ④ $a_2>0$

문 8. Nyquist 안정도 판별법에 관한 설명이다. 옳지 않은 것을 모두 고르면?

ㄱ. Nyquist 안정도 판별법은 주파수 영역에서 폐루프 제어시스템의 안정도를 판별한다.
ㄴ. s−평면의 우반평면을 완전히 둘러싸는 Nyquist 컨투어를 개루프 주파수전달함수로 사상(mapping) 했을 때 사상된 컨투어가 임계점(−1)을 둘러싸지 않으면, 폐루프 제어시스템은 항상 안정하다.
ㄷ. Nyquist 안정도 판별법을 이용하여 폐루프 제어시스템의 성능도 평가할 수 있다.
ㄹ. 시계방향의 Nyquist 컨투어를 우반 s−평면에 존재하는 비최소위상 (non-minimum) 영점이 한 개 있는 개루프 주파수 전달함수로 사상했을 때의 컨투어가 임계점을 반시계 방향으로 한바퀴 돌면 폐루프 시스템이 안정하다.

① ㄱ, ㄴ　　② ㄴ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ　　④ ㄴ, ㄹ

문 9. 다음에 주어진 제어 시스템에서 정상상태 오차가 0.5가 되는 제어기 K 값은?



① 6
② 4
③ 2
④ −2

문 10. 시스템의 상태방정식과 제어입력은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \frac{dx_1(t)}{dt} \\ \frac{dx_2(t)}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

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

이 제어시스템의 폐루프 극점이 $s=-1-j$와 $s=-1+j$에 위치하도록 하려면 k_1과 k_2의 값을 얼마로 하여야 하는가? (단, $r(t)$는 기준입력이다)

① $k_1=2,\ k_2=2$　　② $k_1=2,\ k_2=-2$
③ $k_1=-2,\ k_2=2$　　④ $k_1=2,\ k_2=1$

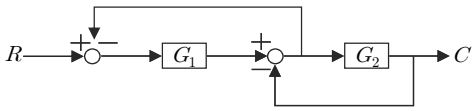
문 11. 전달함수가 $G(s)=\frac{Y(s)}{U(s)}=\frac{K}{\tau s+1}$에 대하여, 단위 계단응답의 최종값이 $y(\infty)=2$이고, 임펄스응답의 초기값이 $y(0)=6$이었다. 전달함수의 각 상수 값은?

① $K=2,\ \tau=3$
② $K=2,\ \tau=1/3$
③ $K=6,\ \tau=2$
④ $K=6,\ \tau=1/2$

문 12. 시변 제어 시스템(time-varying control system)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 미분 방정식으로 표현되는 시스템
② 제어 시스템 계수 값들이 시간에 따라 변화하는 시스템
③ 비선형 방정식으로 표현되는 시스템
④ 제어 입력에 대한 출력이 시간에 따라 변화하는 시스템

문 13. 다음의 블록 선도에서 $\frac{C}{R}$를 구하면?



① $\frac{1}{1+G_1G_2}$

② $\frac{1}{1+G_1+G_2}$

③ $\frac{G_1G_2}{1+G_1+G_2}$

④ $\frac{G_1G_2}{1+G_1G_2}$

문 14. 시스템의 입력 $r(t)$와 출력 $c(t)$간의 상관관계가 다음과 같이 주어졌을 때, 다음 중 옳지 않은 것은?

$$\frac{d^3c(t)}{dt^3}+10\frac{d^2c(t)}{dt^2}+31\frac{dc(t)}{dt}+30c(t) = 30\frac{dr(t)}{dt}+30r(t)$$

① $\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{30(s+1)}{s^3+10s^2+31s+30}$

② $\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{-20}{s+5}-\frac{10}{s+2}+\frac{30}{s+3}$

③ $\frac{dx(t)}{dt}=\begin{bmatrix} -5 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} x(t)+\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} r(t)$
$c(t)=[-20\ \ -10\ \ 30]\,x(t)$

④ $\frac{dx(t)}{dt}=\begin{bmatrix} -3 & 6 & 0 \\ 0 & -2 & -10 \\ 0 & 0 & -5 \end{bmatrix} x(t)+\begin{bmatrix} 0 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix} r(t)$
$c(t)=[1\ \ 0\ \ 0]\,x(t)$

문 15. 다음 식을 만족하는 함수 $f(t)$의 라플라스 변환 $F(s)$를 구하시오.

$$f(t)=\int_0^t e^{-2(t-\tau)}\tau^2 d\tau$$

① $\frac{2}{(s+2)^3}$

② $\frac{2}{s^3(s+2)}$

③ $\frac{2}{s^2(s+2)}$

④ $\frac{2}{s^3(s+2)^2}$

문 16. 폐루프 전달함수가 $T(s)=\dfrac{Y(s)}{R(s)}=\dfrac{Ks+b}{s^2+as+b}$인 단위되먹임 제어시스템이 있다. 단위 램프입력에 대한 폐루프 시스템의 정상 상태 오차는?

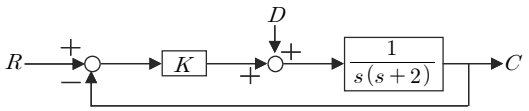
① $\dfrac{b}{a}$

② $\dfrac{b}{a-K}$

③ $\dfrac{a}{b}$

④ $\dfrac{a-K}{b}$

문 17. 다음 블록 선도에서 $R=0$이고 D에 단위 계단 입력을 가할 때 정상 상태 출력 $\lim_{t\to\infty} c(t)$는?



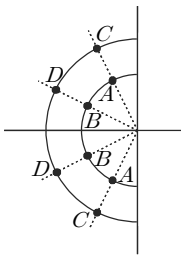
① $\dfrac{1}{K}$

② $\dfrac{2}{K}$

③ K

④ 0

문 18. 주어진 파라미터 값에 따라서 어떤 플랜트의 극점이 s−평면에서 각각 A, B, C, D의 네 가지로 나타났다. 이 때 계단 입력에 대하여 최대초과(maximum over-shoot)가 가장 크면서 상승시간(rising time)이 가장 빠른 경우는?



① A　　② B

③ C　　④ D

문 19. 폐루프 전달함수가 $\dfrac{4}{s^2+4s+4}$인 제어계에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 입력이 단위 계단 신호일 때, 정상상태 오차는 0이다.

② 주어진 제어계의 감쇠비(damping ratio)는 1이므로 단위 계단 응답은 임계감쇠(critical damping)이다.

③ 임펄스 응답은 $4te^{-2t}$이다.

④ 단위 계단 응답에는 오버슈트(over-shoot)가 있다.

문 20. 전달함수가 $G(s)=\dfrac{1}{1+2s}$인 제어계의 절점주파수(break frequency or corner frequency)와 절점주파수에서의 이득 [dB]은?

① 절점주파수 = 0.2 [rad/sec], 이득 = 약 −3 [dB]

② 절점주파수 = 0.2 [rad/sec], 이득 = 약 +3 [dB]

③ 절점주파수 = 0.5 [rad/sec], 이득 = 약 −3 [dB]

④ 절점주파수 = 0.5 [rad/sec], 이득 = 약 +3 [dB]