

자동제어

2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음 특성방정식에 의해 진동특성이 결정되는 휴대폰이 있다.

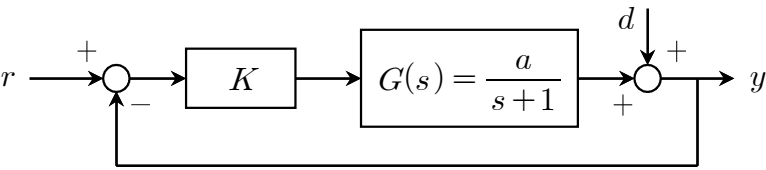
$$s^2 + (R - 3)s + 2R - 4 = 0$$

여기서 R은 휴대폰 내부 제어회로의 저항 값을 나타낸다. 물음에 답하시오.

(총 8점)

- 1) R을 0부터 $+\infty$ 까지 변화시킴에 따라 휴대폰의 진동 특성 변화를 알아볼 수 있는 근궤적을 그리시오. (2점)
- 2) 단위계단 입력에 대해 시스템이 임계감쇠응답(critically damped response) 특성을 갖게 될 때, 극점의 위치를 근궤적 상에 표시하고 그때의 R값을 구하시오. (2점)
- 3) 휴대폰의 진동이 임계안정(marginally stable)되는 R값을 구하시오. (2점)
- 4) R이 $+\infty$ 로 커질 때, 폐루프 극점의 위치를 구하시오. (2점)

제 2 문. 다음과 같이 출력에 외란 d 가 작용하는 1차 시스템 $G(s)$ 와 비례이득 $K(> 0)$ 를 갖는 제어기가 폐루프 형태로 연결되어 있으며, 기준입력 r 이 입력되고 있다. 물음에 답하시오. (총 12점)



- 1) 주어진 시스템에서 $a = 1$ 이고, 단위계단인 기준입력 r 이 입력될 때, 정상상태 출력 y 가 2% 미만의 오차를 갖고, 단위계단인 외란 d 가 정상상태 출력 y 에 미치는 영향이 0.05 미만이 되게 하는 비례이득 제어기 K 의 범위를 구하시오. (6점)
- 2) 주어진 시스템을 구성하고 있는 파라미터 중에서 a 가 $a = 1 \pm 0.1$ 의 범위로 변동하고 있고, 단위계단 신호를 갖는 기준입력 r 이 입력될 때, 정상상태 출력 y 가 2% 미만의 오차를 갖고, 단위계단인 외란 d 가 정상상태 출력 y 에 미치는 영향이 0.05 미만이 되게 하는 비례이득 제어기 K 의 범위를 구하시오. (6점)

제 3 문. 입력 u 와 출력 y 가 다음과 같이 주어진 제어 가능한 SISO(Single Input Single Output) 시스템을 가정하자. 물음에 답하시오. (총 10점)

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

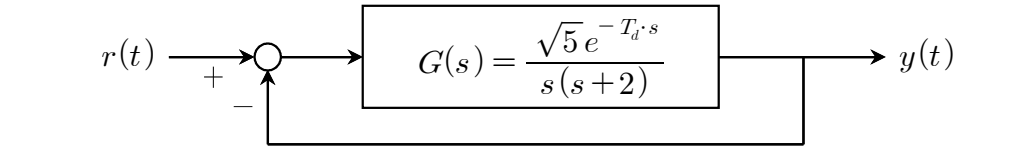
단, $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 이다.

1) 상기 시스템을 $x = Tz$ 를 이용하여 변환하고자 한다. 다음과 같은 제어가능 표준형으로 변환시키는 변환행렬 T 를 구하시오. (4점)

$$\dot{z} = A_c z + B_c u, \quad A_c = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 & -a_2 \end{bmatrix}, \quad B_c = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

- 2) 변환된 시스템에 상태 피드백(state feedback) 제어입력 $u = -k_c z$ 를 인가했을 경우와 문제에서 주어진 원래 시스템에 상태 피드백 제어입력 $u = -kx$ 를 인가했을 경우의 특성방정식이 같으면 왜 같은지, 다르면 왜 다른지 그 이유를 설명하시오. (2점)
- 3) 1)에서 구한 제어가능 표준형 $\dot{z} = A_c z + B_c u$ 에 대해서 상태 피드백 제어기 $u = -k_c z$ 를 설계하여 폐루프 시스템의 극점(pole)을 $-1, -2, -3$ 에 위치시키고자 한다. 이러한 조건을 만족하는 k_c 를 구하시오. (4점)

제 4 문. 다음과 같은 단위 피드백(unity feedback) 시스템에 대하여 물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) $T_d = 0$ 일 때, w 의 값이 $+\infty$ 에서 0까지에 대한 $G(s)$ 의 Nyquist 선도 (Nyquist plot)와 위상여유(phase margin)를 구하시오. (6점)
- 2) 폐루프 시스템(closed-loop system)이 안정화되는 최대 시간지연(time delay)을 구하시오. (4점)

제 5 문. 다음과 같이 정의된 상태방정식에 대하여 물음에 답하시오. (총 10점)

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -3 & -3 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t)$$

- 1) 시스템의 고유치(eigenvalue)와 고유벡터를 구하시오. (4점)
- 2) 1)에서 구한 고유벡터와 Jordan 표준형을 사용하여 시스템의 상태천이행렬 (state-transition matrix)을 구하시오. (4점)
- 3) 2)에서 구한 상태천이행렬을 이용하여 $x(t)$ 를 구하시오. (단, $u(t)$ 는 단위 계단함수이고, $x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ 이다) (2점)

인사혁신처 시험출제과장