

자동제어

2023년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

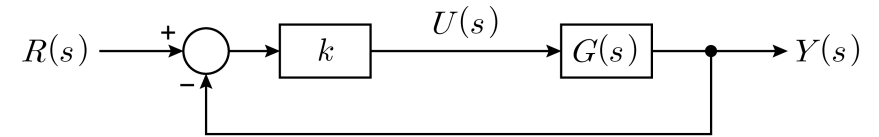
성명 :

제 1 문. 다음 전달함수에 대하여 물음에 답하시오. (총 13점)

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

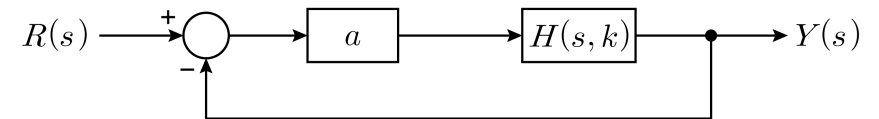
- 1) 시스템의 가제어 정준형(Controllable canonical form) 상태공간 표현식을 구하고, 가제어성을 증명하시오. (4점)
- 2) 시스템의 가관측 정준형(Observable canonical form) 상태공간 표현식을 구하고, 가관측성을 증명하시오. (4점)
- 3) 시스템의 대각 정준형(Diagonal canonical form) 상태공간 표현식을 구하고, 상태공간 식을 이용하여 단위계단입력에 대한 시간영역에서의 출력을 구하시오. (단, 변수들의 초기값은 모두 0으로 가정한다) (5점)

제 2 문. 다음 폐루프 제어 시스템(closed loop control system)의 입력 $u(t)$ 와 출력 $y(t)$ 에 대한 라플라스변환 $U(s)$, $Y(s)$ 는 다음의 상태공간 방정식을 만족한다. a 가 미지의 파라미터일 때 다음 물음에 답하시오. (총 6점)



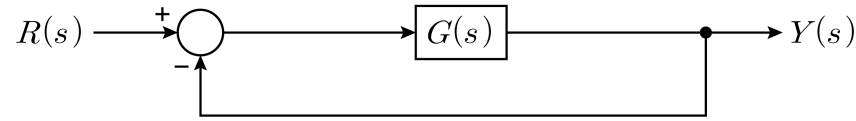
$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & a-1 \\ 0 & -a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u \\ y &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

- 1) 폐루프 제어 시스템이 안정하기 위하여 k 와 a 가 만족해야 하는 조건을 구하시오. (4점)
- 2) 주어진 이득 k 에 대하여 파라미터 a 가 안정성에 미치는 영향을 분석하고자 모든 k, a 에 대하여 위의 폐루프 제어 시스템과 같은 안정성을 가지는 새로운 폐루프 제어 시스템을 다음과 같이 구성하였을 때 $H(s, k)$ 를 구하시오. (2점)



제 3 문. 다음과 같은 안정한 폐루프 제어 시스템(closed loop control system)에서

$$G(s) = \frac{p}{s(s + \sqrt{K})} \text{ 일 때 물음에 답하시오. (단, } K > 0 \text{이다) (총 14점)}$$



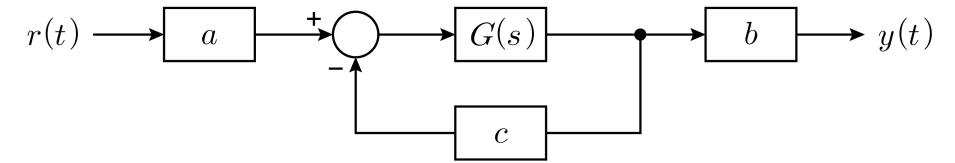
- 1) 폐루프 제어 시스템의 특성방정식의 근이 $-\alpha \pm j\beta$ 로 주어질 때 $\tan^{-1}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) = \frac{\pi}{4}$ 이고, $\zeta\omega_n = 1$ 이기 위한 K 와 p 를 구하시오. (단, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, ζ 와 ω_n 는 각각 폐루프 제어 시스템의 감쇠비와 고유주파수이다) (5점)
- 2) $p = (K+1)^2$ 일 때 폐루프 제어 시스템의 최대 감쇠비 ζ_{\max} 를 구하시오. (5점)
- 3) $R(s)$ 에 단위램프함수가 인가될 때, 정상상태 오차가 0.5가 되기 위한 K 와 p 의 관계식을 구하시오. (단, 오차 $E(s) = R(s) - Y(s)$ 이다) (4점)

제 4 문. 입출력 관계가 다음과 같은 전달함수로 표현되는 시스템에 대하여 물음에 답하시오. (총 8점)

$$Y(s) = G(s)U(s), \quad G(s) = \frac{9}{s^2 + 6\zeta s + 9}, \quad (0 \leq \zeta)$$

- 1) 감쇠비 $\zeta = 0$ 일 때 전달함수의 극점을 구하고, 입력 $u(t) = \cos 3t$ 에 대한 응답 $y(t)$ 를 구하여 시스템의 BIBO 안정도를 판별하시오. (4점)
- 2) 감쇠비 $\zeta = 0.1$ 일 때 시스템의 BIBO 안정도를 판별하고, 입력 $u(t) = \cos 3t$ 에 대한 정상상태 출력 $y_{ss}(t)$ 를 주파수 응답으로 계산하시오. (4점)

제 5 문. 다음 시스템에 대하여 물음에 답하시오. (단, a, b, c 는 실수, $ab \neq 0$, $c > 0$, $G(s)$ 의 모든 계수는 0보다 크고, 오차 $e(t) = r(t) - y(t)$ 이다) (총 9점)



- 1) 계단입력에 대한 정상상태 오차가 zero가 되기 위한 최소 시스템 $G(s)$ 타입 및 a, b, c 의 조건을 구하시오. (3점)
- 2) 경사입력에 대한 정상상태 오차가 zero가 되기 위한 최소 시스템 $G(s)$ 타입 및 a, b, c 의 조건을 구하시오. (3점)
- 3) 포물선입력에 대한 정상상태 오차가 zero가 되기 위한 최소 시스템 $G(s)$ 타입 및 a, b, c 의 조건을 구하시오. (3점)

인사혁신처 시험출제과장