

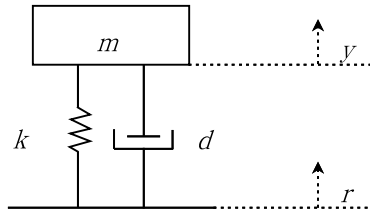
자동제어

2014년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

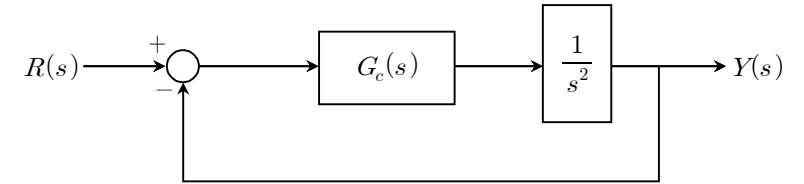
성명 :

제 1 문. 아래 그림은 스프링 k , 댐퍼(damper) d , 질량 m 으로 구성된 자동차 현가 시스템(suspension system)의 단순화 모델이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 입력은 r 이고 출력은 y 이며, $m=3$, $d=2$, $k=1$ 이다) (총 10점)



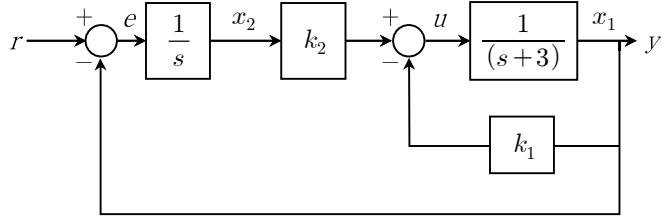
- 1) 입력과 출력과의 관계를 표현하는 전달 함수 $G(s)$ 를 구하시오. (5점)
- 2) 전달 함수 $G(s)$ 를 표준형 2차 시스템으로 근사화할 수 있는지 여부를 판단하고, 그 근거를 설명하시오. (5점)

제 2 문. 아래 그림과 같은 폐루프 시스템(closed loop system)에 대하여 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

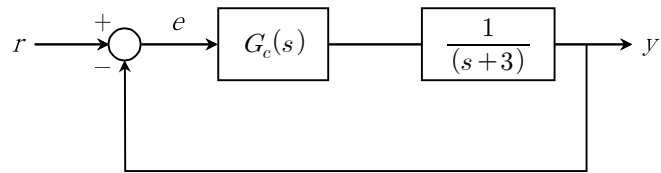


- 1) 비례제어기 $G_c(s) = K$ 를 사용하고 단위 계단 입력 $R(s) = \frac{1}{s}$ 을 인가할 경우, 출력 $y(t)$ 를 구하시오. (단, $K > 0$ 이다) (5점)
- 2) 폐루프 시스템 복소극점(complex pole)의 감쇠비(damping ratio) $\zeta = 0.5$, 고유 주파수(natural undamped frequency) $\omega_n = 2$ [rad/sec]가 되도록 진상 보상기(lead compensator) $G_c(s)$ 를 설계하시오. (단, 이 때 보상기의 영점(zero)은 $s = -1$ 이 되도록 설계한다) (5점)

제 3 문. 아래 그림의 상태 되먹임(state feedback) 제어기를 이용한 폐루프 시스템(closed loop system)에 대하여 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

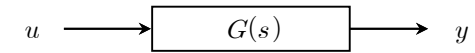


- 1) 기준 입력 r 이 단위 계단 입력일 때, 출력 정상상태 오차가 0, 폐루프 시스템의 감쇠비(damping ratio) $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$, 고유 주파수(natural undamped frequency) $\omega_n = 1[\text{rad/sec}]$ 이 되도록 되먹임 이득(feedback gain) k_1 과 k_2 값을 구하시오. (5점)
- 2) 상태 되먹임 제어기는 아래와 같은 직렬 제어기를 통하여 구현할 수 있다. 이에 해당하는 제어기의 전달함수 $G_c(s)$ 를 구하고, 이 제어기의 구조를 PID 제어기 및 진상-지상(lead-lag) 제어기와 연관하여 설명하시오. (5점)

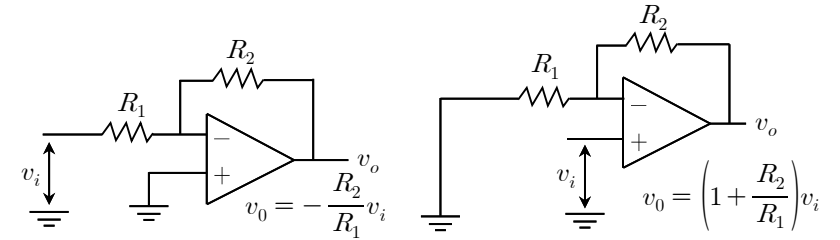


제 4 문. 아래 그림의 시스템에서 $G(s)$ 의 라플라스 역변환은 $g(t) = \frac{b}{a}(1 - e^{-at})$ 이다.

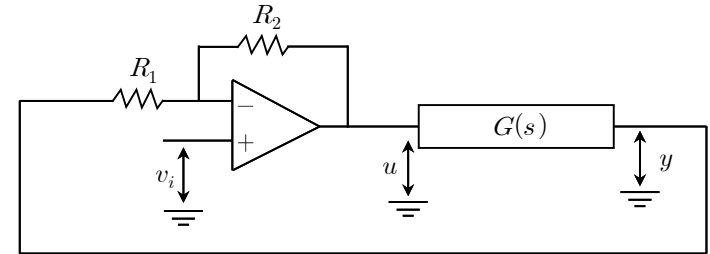
여기서 입력 u 와 출력 y 는 전압 신호이며 $a > 0, b > 0$ 이다.



위 시스템의 폐루프(closed loop) 제어를 위해서 아래와 같은 입출력관계를 갖는 이상적인 연산증폭기를 사용한다.



최종적으로 아래의 폐루프 시스템이 완성되었을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) $\frac{R_2}{R_1} = K$ 일 때, 입력 v_i 에서 출력 y 로의 전달 함수를 구하시오. (5점)
- 2) 저항값 R_1 은 고정이고 R_2 는 가변저항이다. 가변 저항값 R_2 를 조정하여 감쇠비(damping ratio) ζ 를 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 이하로 조절하기 위한 저항값 R_2 의 범위를 구하시오. (5점)

제 5 문. 아래와 같은 상태 공간 모델이 주어졌을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= A\mathbf{x} + Bu \\ y &= C\mathbf{x}\end{aligned}$$

여기서,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, C = [c_1 \ c_2]$$

- 1) 개루프(open loop) 전달함수 $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ 를 구하시오. (2점)
- 2) 개루프 시스템의 가제어성(controllability)과 가관측성(observability)을 각각 판별하시오. (4점)
- 3) 개루프 전달함수 $G(s)$ 의 극영점 소거(pole-zero cancellation) 발생 조건을 제시하시오. (2점)
- 4) 상태 피드백(state feedback) $u = -K\mathbf{x}$ 를 사용하여 제어를 수행할 때, 폐루프 시스템의 극점을 -1 과 -2 에 두기 위한 제어이득 벡터 K 를 구하시오. (2점)

안전행정부 시험출제과장