

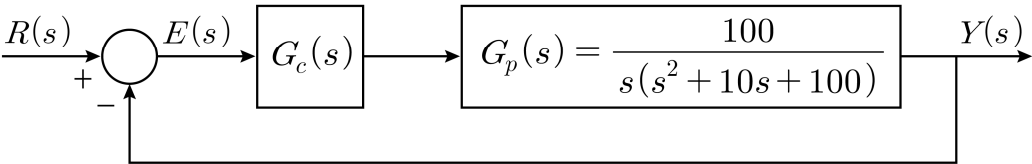
자동제어

2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음 블록선도와 같은 폐루프 시스템에 대해 물음에 답하시오. (총 6점)

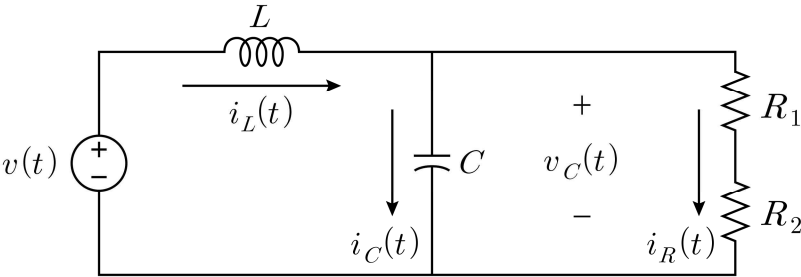


- 1) 램프오차상수 K_v 가 5이고 폐루프 전달함수 $M(s)$ 가 다음과 같을 때, 상수 K 와 a 의 값을 구하시오. (3점)

$$M(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K}{(s^2 + 20s + 200)(s + a)}$$

- 2) 위 사양을 만족하는 제어기의 전달함수 $G_c(s)$ 를 구하시오. (3점)

제 2 문. 입력 $u(t) = v(t)$ 와 출력 $y(t) = i_R(t)$ 인 회로 시스템에 대해 물음에 답하시오. (단, $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $L = 4H$, $C = 5F$ 이다) (총 12점)

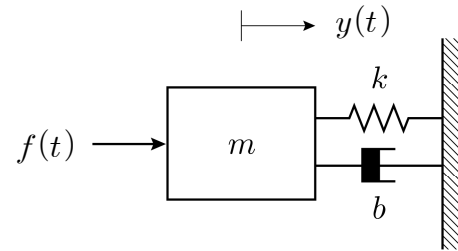


- 1) 시스템의 상태방정식을 구하시오. (단, $x_1(t) = v_C(t)$, $x_2(t) = i_L(t)$ 이다) (3점)

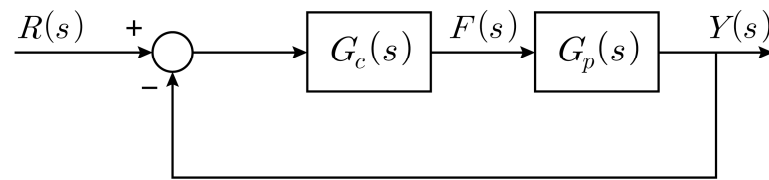
$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} &= \mathbf{A} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \mathbf{B}u(t) \\ y(t) &= \mathbf{C} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \mathbf{D}u(t) \end{aligned}$$

- 2) 1)에서 구한 상태방정식을 이용하여 시스템의 가제어성(controllability)과 가관측성(observability)을 판별하시오. (2점)
- 3) 1)에서 구한 상태방정식을 이용하여 시스템의 입출력 전달함수를 구하고, 제어가능표준형(controllable canonical form) 상태방정식과 관측가능표준형(observable canonical form) 상태방정식을 각각 구하시오. (3점)
- 4) 1)에서 구한 상태방정식을 이용하여 입력 $u(t) = -\mathbf{K}\mathbf{x}(t) = -[k_1 \ k_2] \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$ 와 같은 전상태(full state) 궤환 제어기를 설계하고자 할 때, 상태 궤환 시스템의 극점이 $-2, -3$ 이 되도록 \mathbf{K} 를 구하시오. (4점)

제 3 문. 질량, 스프링, 감쇠로 구성된 기계 시스템에 대해 그림과 같이 힘 $f(t)$ 가 가해지고 있다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

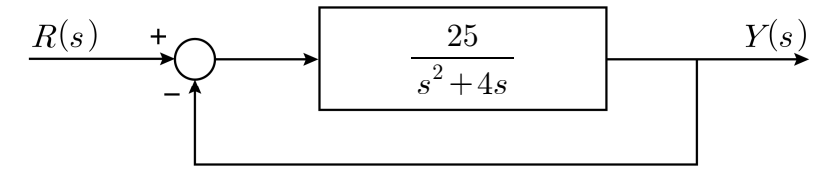


- 1) $m = 1\text{ kg}$, $k = 3\text{ N/m}$, $b = 2\text{ N} \cdot \text{sec/m}$ 이고 입력 $f(t) = \delta(t)$ 일 때, 시스템의 응답을 구하시오. (단, $\delta(t)$ 는 단위임펄스 함수이고, 출력은 변위 $y(t)$ 이다) (4점)
- 2) 그림과 같이 비례미분(PD)제어기를 이용하여 고유진동주파수가 6 rad/sec , 감쇠비가 0.5인 응답 특성을 갖게 하는 폐루프 제어 시스템을 구성하고자 한다. 이때 필요한 비례미분(PD) 제어기의 이득(gain)을 구하시오. (단, 그림에서 $F(s)$ 와 $Y(s)$ 는 $f(t)$ 와 $y(t)$ 의 라플라스 변환이고, $G_c(s)$ 는 비례미분 제어기이며, $G_p(s)$ 는 시스템의 전달함수이다) (3점)



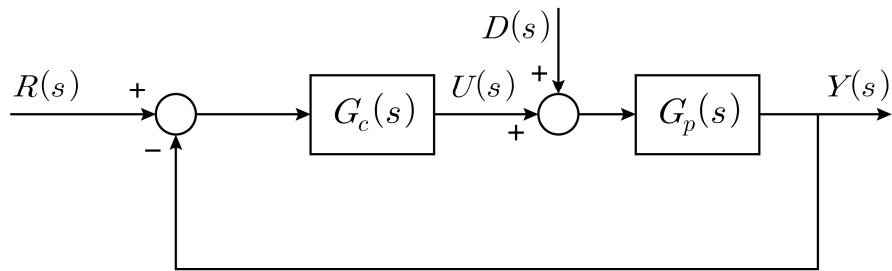
- 3) $r(t)$ 가 단위계단 함수일 때, 폐루프 제어시스템 출력의 정상상태 값을 구하시오. (단, $R(s)$ 는 $r(t)$ 의 라플라스 변환이다) (3점)

제 4 문. 다음 블록선도와 같은 폐루프 시스템에 대해 물음에 답하시오. (총 14점)



- 1) 폐루프 전달함수의 공진주파수와 대역폭을 구하시오. (4점)
- 2) 루프전달함수를 이용하여 위상여유와 이득여유를 구하시오. (6점)
- 3) 루프전달함수의 Bode 선도를 근사치로 그리고, 위상여유와 이득교차주파수를 표시하시오. (단, $0.1\text{ rad/sec} \leq \omega \leq 100\text{ rad/sec}$ 구간만 고려한다) (4점)

제 5 문. 다음 블록선도와 같은 폐루프 시스템이 주어졌다. $G_c(s)$ 와 $G_p(s)$ 가 다음 식과 같을 때 물음에 답하시오. (단, $R(s)$, $Y(s)$ 와 $D(s)$ 는 각각 기준 입력 $r(t)$, 출력 $y(t)$ 와 외란 입력 $d(t)$ 의 라플라스 변환을 의미하고, 오차 $e(t) = r(t) - y(t)$ 이며, $u_s(t)$ 는 단위계단 함수이다) (총 8점)



$$G_c(s) = \frac{50(s+2)}{s}, \quad G_p(s) = \frac{1}{s(s+10)}$$

- 폐루프 시스템이 안정함을 Routh-Hurwitz Test를 이용하여 증명하시오. (2점)
- 기준 입력 $r(t) = u_s(t)$ 이고 외란 입력 $d(t) = u_s(t)$ 일 때, 출력의 정상상태 $y_{ss}(t)$ 가 아래 함수로 수렴한다. 이때 상수 a_1 과 b_1 을 구하시오. (2점)

$$y_{ss}(t) \rightarrow a_1 t + b_1$$

- 기준 입력 $r(t) = t u_s(t)$ 이고 외란 입력 $d(t) = t u_s(t)$ 일 때, 출력의 정상상태 $y_{ss}(t)$ 가 아래 함수로 수렴한다. 이때 상수 a_2 와 b_2 를 구하시오. (2점)

$$y_{ss}(t) \rightarrow a_2 t + b_2$$

- 기준 입력 $r(t) = \frac{t^2}{2} u_s(t)$ 이고 외란 입력 $d(t) = (\delta_1 t + \delta_0) u_s(t)$ 일 때, 정상상태 오차 $e_{ss} = 0$ 이라고 한다. 이때 상수 δ_1 을 구하시오. (2점)

인사혁신처 시험출제과장