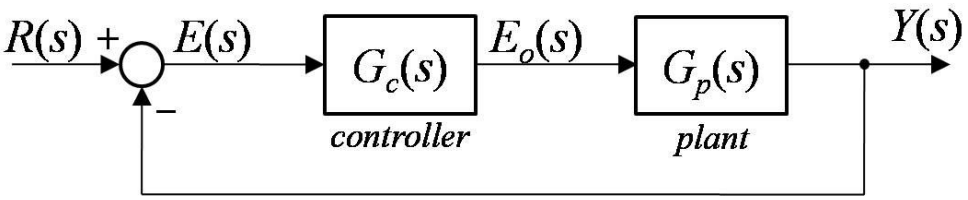
2016년도 제53회 변리사 2차 국가자격시험 문제지

교 시	시험과목	시험시간	수험번호	성 명	향후일정 안 내
2교시	제어공학	120분			

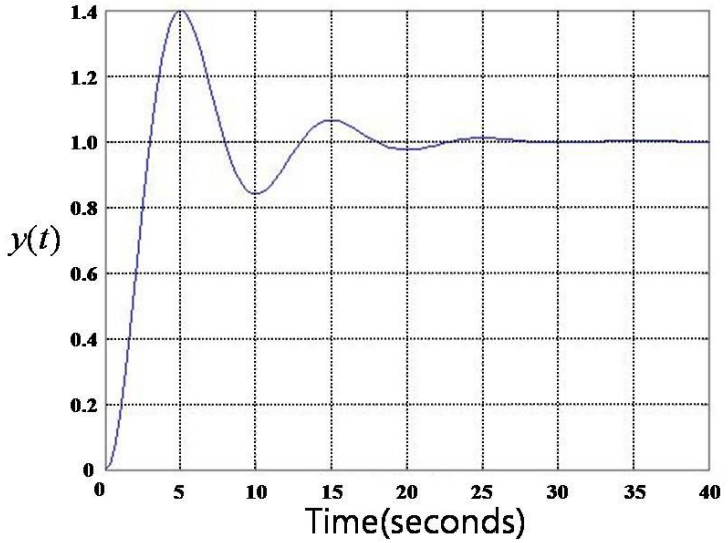
【 문제-1 】 (30점)

아래 그림 1의 제어시스템에 관하여 다음 물음에 답하시오. 여기서, $R(s)$와 $Y(s)$는 각각 입력 $r(t)$와 출력 $y(t)$를 라플라스 변환한 것이다. (단, 결과 값은 소수점 다섯째자리에서 반올림하여 구하시오.)



<그림 1>

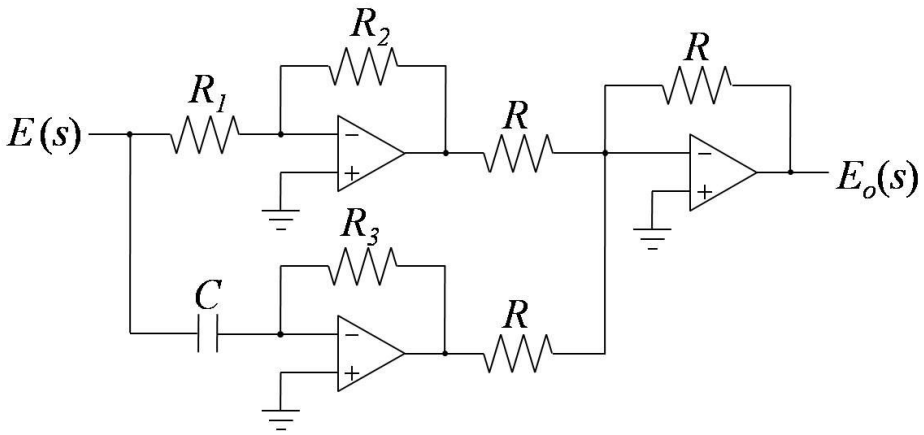
(1) 그림 1에서 $G_c(s)=1$이고 입력 $r(t)$가 $t>0$ 구간에서 단위계단함수 $u(t)$로 주어질 때, 출력 $y(t)$를 그림 2와 같이 나타나게 하는 $G_p(s)$를 구하시오. (단, 그림 1은 영점(zero)을 포함하지 않는 2차 시스템이다.) (4점)



<그림 2>

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

(2) 그림 1의 $G_c(s)$가 그림 3과 같을 때, 그림 1의 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$를 구하시오. (단, 연산증폭기는 이상적(ideal)이며, $G_p(s)$는 문제(1)에서 구한 값을 이용한다.) (4점)



<그림 3>

(3) 문제(2)의 제어시스템이 안정하기 위한 R_3C의 범위를 구하고, $\frac{R_2}{R_1}$값을 이용하여 문제(2)의 제어시스템의 극점(pole)이 서로 같은 실근을 가질 때의 R_3 값을 구하시오. (여기서 $\frac{R_2}{R_1}$는 입력 $r(t)$가 단위램프입력 $tu(t)$로 주어질 때 출력 $y(t)$의 정상상태오차를 0.0916으로 만드는 값이며, $t>0$ 이다. 또한 R_3 값은 $C=100[\mu F]$을 이용해서 구한다.) (8점)

(4) R_3C의 변화에 따른 문제(2)의 제어시스템의 근궤적(root-locus)을 개략적으로 도시하고, 여기서의 $G_c(s)$의 역할에 대하여 그림 2와 비교하여 간단히 설명하시오. (단, R_3C의 범위와 $\frac{R_2}{R_1}$ 값은 문제(3)의 결과를 이용한다.) (14점)

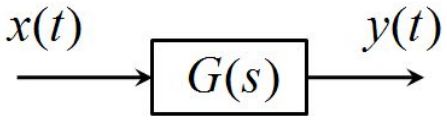
【 문제-2 】 (20점)

주파수응답(frequency response)에 대한 다음 질문에 답하시오.

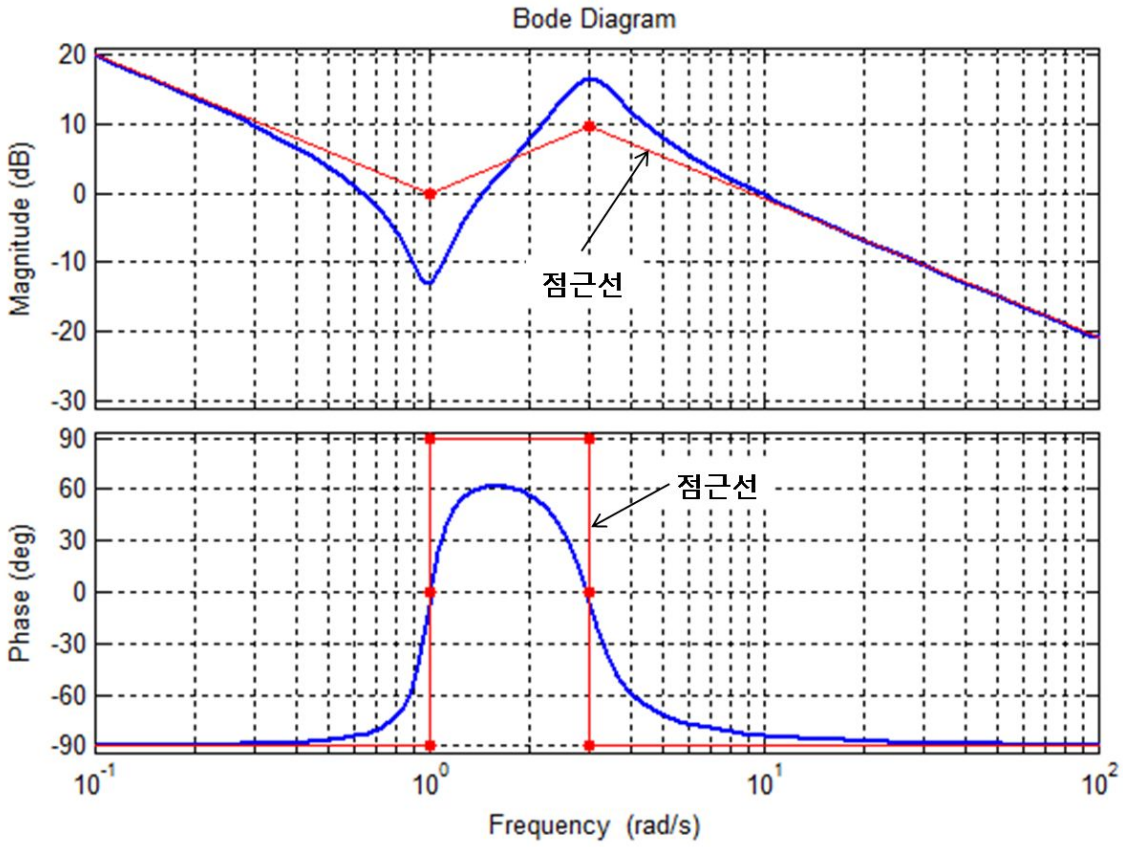
(1) 아래 블록선도로 표시되는 시스템이 있다. 여기서 $x(t)$는 입력, $y(t)$는 출력, $G(s)$는 전달함수를 나타낸다. 사인파입력 $x(t)=A\sin(\omega t)$가 주어질 때, 정상상태 출력 $y_{ss}(t)$는 $y_{ss}(t)=B\sin(\omega t+\phi)$로 나타난다. Bode선도는

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

진폭 A, B와 전달함수 $G(s)$의 관계, 그리고 위상각 ϕ 와 전달함수 $G(s)$의 관계를 그림으로 표시한 것이다. 진폭 A, B와 전달함수 $G(s)$의 관계, 그리고 위상각 ϕ 와 전달함수 $G(s)$의 관계를 수식으로 기술하시오. (유도과정은 생략해도 좋음) (6점)



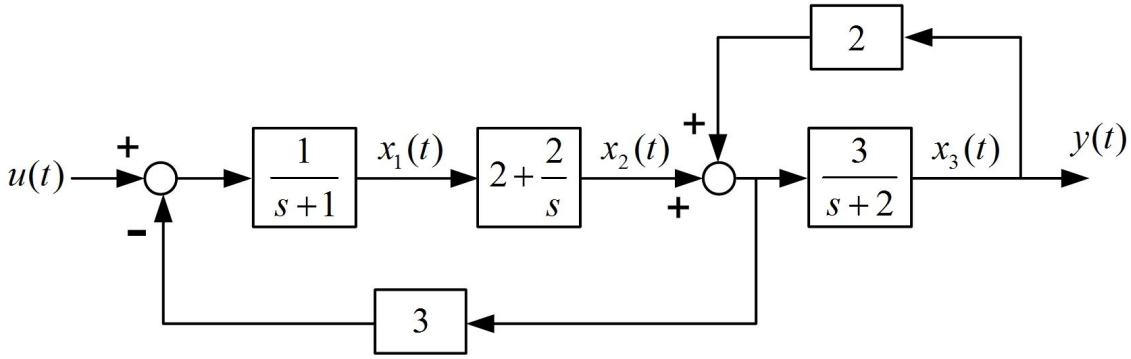
(2) 계측기(예; dynamic signal analyzer)를 사용하여, 제어하고자 하는 플랜트의 전달함수를 구하려고 한다. 입력신호 $X(s)$와 출력신호 $Y(s)$를 계측기에 연결하여, 실험적으로 아래와 같은 Bode선도의 주파수응답을 얻었다. 이 Bode 선도로부터 플랜트의 전달함수 $Y(s)/X(s) = G_p(s)$를 구하시오. 풀이과정과 답을 모두 기술하고, 답에서 전달함수의 계수는 소수점 둘째자리에서 반올림하여 첫째자리까지만 쓰시오. (단, 크기선도(magnitude curve)에서 $\omega = 1$ rad/s일 때 Magnitude = −13 dB이고, $\omega = 3$ rad/s일 때 Magnitude = 16.5 dB이며, $\lim_{s\to 0} sG_p(s) = 1$이다.) (14점)



청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-3 】 (30점)

제어하고자 하는 플랜트가 다음과 같은 블록선도로 주어져 있다. 다음 물음에 답하시오.



(1) 이 플랜트의 전달함수 $Y(s)/U(s)=G_p(s)$를 구하시오(단, 블록선도를 간략화하여 구할 것). 그리고 전달함수 $G_p(s)$의 극점(pole)을 구하고, 이 플랜트의 안정도(stability)를 판별하시오. (단, $U(s)$와 $Y(s)$는 각각 $u(t)$와 $y(t)$를 라플라스변환한 것이다.) (10점)

(2) 위 블록선도에 3개의 상태변수 $x_1(t), x_2(t), x_3(t)$를 정의하였다. 이 상태변수를 사용하여, 입력 $u(t)$, 출력 $y(t)$인 상태방정식(state equation)과 출력방정식(output equation)을 벡터-행렬 형태의 식으로 각각 구하시오. (8점)

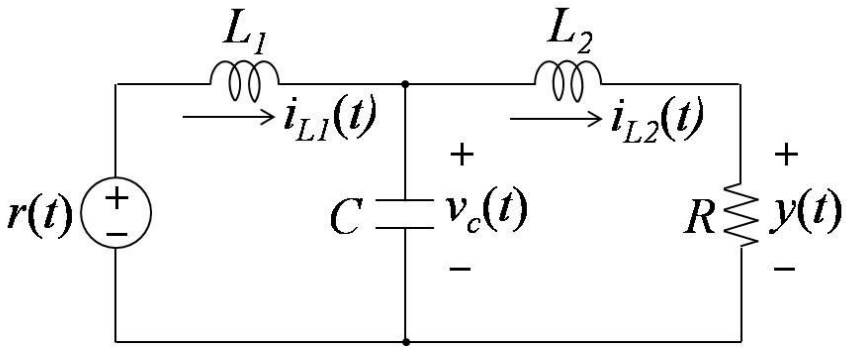
(3) 문제(2)의 상태공간표현식에 대해, 상태되먹임제어기(state feedback controller) $u(t)=-KX(t)$를 사용하여 임의의 초기상태 $X(0)$를 최종상태 $X(t_f)$로 제어가능한지를 판정하고, 그 근거를 설명하시오. (단, $K=[k_1, k_2, k_3]$, $X(t)=[x_1(t), x_2(t), x_3(t)]^T$ 이고, k_1, k_2, k_3는 구하고자 하는 파라미터이다.) (6점)

(4) 이 상태되먹임제어기의 상태변수를 측정하기가 어려워, 상태관측기(state observer)를 사용하여 추정하려고 한다. 이 경우, 추정된 상태변수가 항상 실제 상태변수로 수렴하는 상태관측기를 설계할 수 있는지를 판정하고, 그 근거를 설명하시오. (6점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-4 】 (20점)

아래 그림 1의 회로로부터 다음 물음에 답하시오. 여기서 $r(t)$와 $y(t)$는 각각 입력 전압과 출력 전압이다.

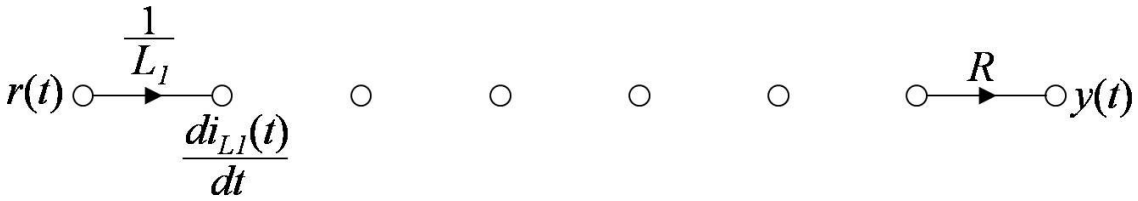


<그림 1>

(1) 그림 1의 회로로부터 아래의 상태방정식을 구하시오. (단, 인덕터와 커패시터의 초기값 $i_{L1}(0)$, $i_{L2}(0)$, $v_c(0)$는 영(0)이고, $X(t)=\begin{bmatrix} i_{L1}(t) \\ i_{L2}(t) \\ v_c(t) \end{bmatrix}$이다.) (5점)

$$\frac{dX(t)}{dt}=AX(t)+Br(t) \qquad y(t)=CX(t)$$

(2) 문제(1)의 상태방정식을 이용하여 아래의 신호흐름선도를 완성하고, Mason 공식(이득 공식)을 적용하여 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$를 구하시오. (여기서, $R(s)$와 $Y(s)$는 각각 입력 $r(t)$와 출력 $y(t)$를 라플라스 변환한 것이다.) (11점)



<그림 2>

(3) 문제(1)의 상태방정식 $\frac{dX(t)}{dt}=AX(t)+Br(t)$이 제어가능한지를 문제(2)의 신호흐름선도를 이용하여 설명하시오. (4점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화