

【 문제-1 】 (30점)

다음과 같은 블록선도 시스템이 있다. 물음에 답하시오.

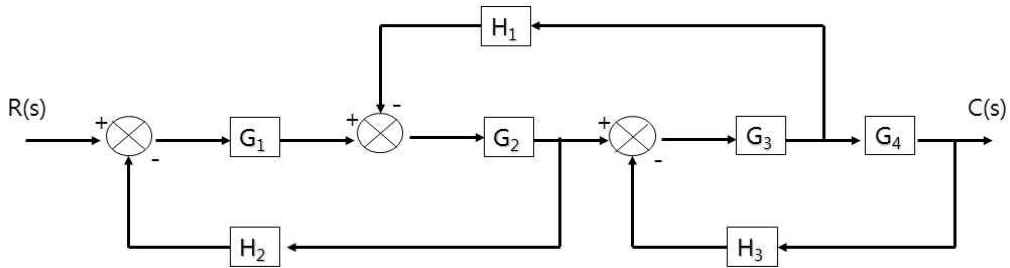


그림 1

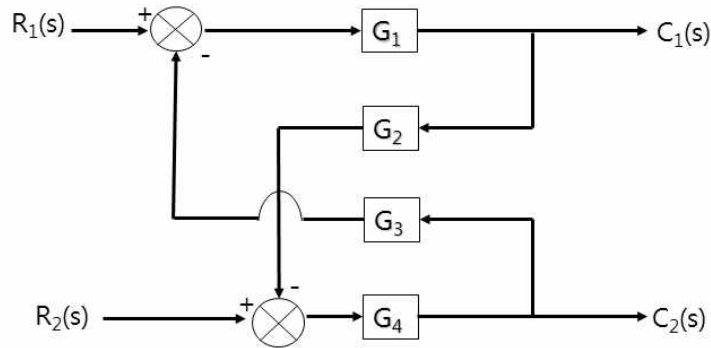
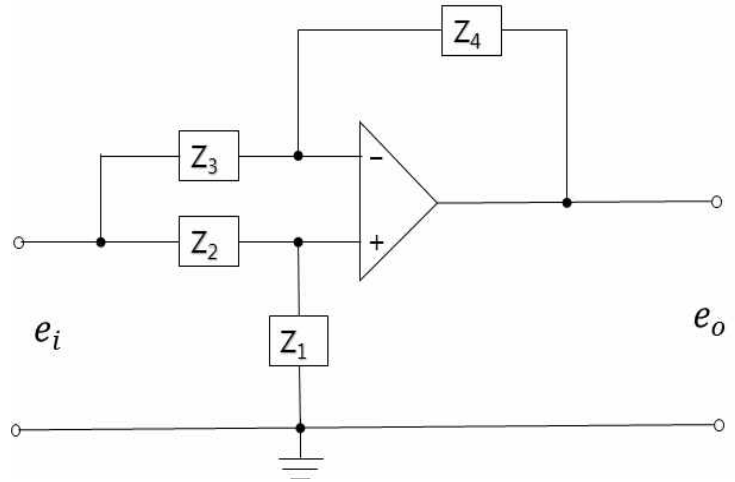
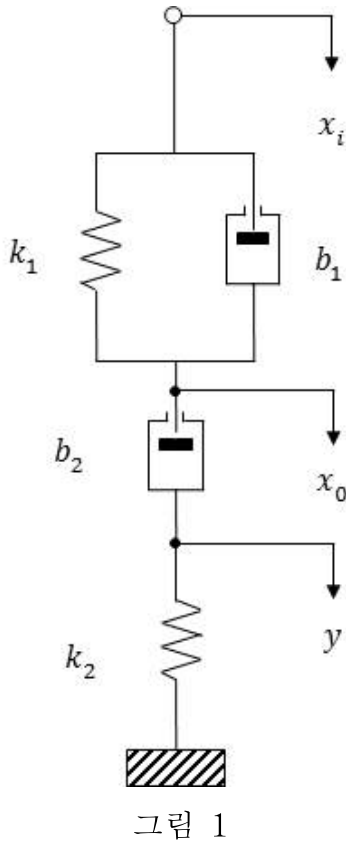


그림 2

- (1) 그림 1의 블록선도 시스템에서 블록선도를 간략화(변형)하는 방법을 사용하여 전달함수 $\frac{C(s)}{R(s)}$ 를 구하시오. (8점)
- (2) 그림 1의 시스템에 단위 계단 입력이 인가될 때, 강제 응답과 고유 응답을 각각 구하시오. 이때 블록선도의 인자들은 다음과 같다.
 $(H_1(s) = 1, H_2(s) = 1, H_3(s) = 1, G_1(s) = \frac{1}{s+2}, G_2(s) = 1, G_3(s) = 1, G_4(s) = \frac{1}{s+5})$ (6점)
- (3) 그림 2는 두 개의 입력과 두 개의 출력을 가진 시스템이다. 전달함수 $C_1(s)/R_1(s)$, $C_1(s)/R_2(s)$, $C_2(s)/R_1(s)$, $C_2(s)/R_2(s)$ 를 각각 구하시오. (단, $R_1(s)$ 에 대한 출력을 구할 때 $R_2(s)$ 는 0으로 가정하고, $R_2(s)$ 에 대한 출력을 구할 때는 $R_1(s)$ 는 0으로 가정한다.) (8점)
- (4) 문항(3)의 전달함수 $C_1(s)/R_1(s)$, $C_1(s)/R_2(s)$, $C_2(s)/R_1(s)$, $C_2(s)/R_2(s)$ 에 대한 각각의 단순화된 블록선도를 그리시오. (8점)

【 문제-2 】 (20점)

다음과 같이 주어진 기계시스템과 OP-AMP 시스템에 대해 물음에 답하시오.



- (1) 그림 1의 기계시스템에서 전달함수 $\frac{X_o(s)}{X_i(s)}$ 를 구하시오. (단, k_1, k_2 는 스프링상수, b_1, b_2 는 점성마찰계수를 나타내고, 변위 x_i, x_o, y 는 각각의 정상상태 위치로부터 측정된다고 가정한다.) (8점)
- (2) 그림 2의 OP-AMP 시스템에서 전달함수 $\frac{E_o(s)}{E_i(s)}$ 를 복소임피던스 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 를 사용하여 구하시오. (8점)
- (3) 그림 2에서 Z_1 의 구성요소는 $C=1\mu F$ 인 커패시터이고, Z_2, Z_3, Z_4 는 $R_2=100\text{ k}\Omega$, $R_3=200\text{ k}\Omega$, $R_4=200\text{ k}\Omega$ 인 저항이다. 이 경우 전달함수 $\frac{E_o(s)}{E_i(s)}$ 를 구하시오. (4점)

【 문제-3 】 (30점)

다음과 같은 단위 피드백 폐루프 제어시스템에 관하여 물음에 답하시오.

$G(s) = \frac{5}{(s+a)(s+b)}$, $K > 0$ 이며, 그림 2는 이 시스템의 근궤적(root locus)이다.

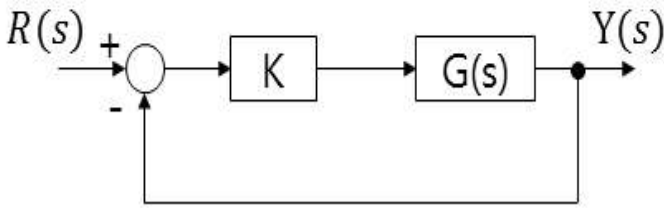


그림 1

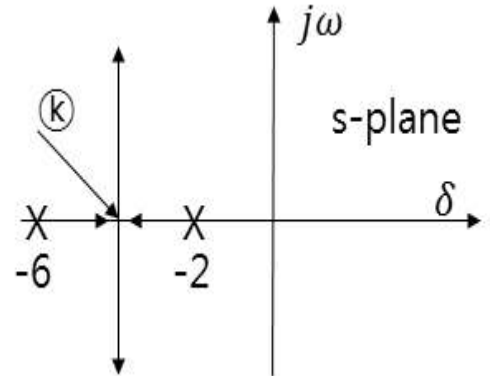


그림 2

- (1) 상기 시스템에 대한 상태 공간 표현식을 구하시오. (단, K 값은 그림 2의 ① 지점(실수축 이탈점)에 해당하는 값이고, $x(t)$ 는 상태변수, $r(t)$ 는 입력, $y(t)$ 는 출력이다.) (7점)

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Br(t), \quad y(t) = Cx(t)$$

단, $x(t) = [x_1(t) \ x_2(t)]^T = [x_1(t) \ \dot{x}_1(t)]^T$, 출력 $y(t) = x_1(t)$ 이다.

- (2) 문항(1)에서 초기 조건 $x(0) = [0 \ 1]^T$ 일 때, $r(t) = 2u_s(t)$ 에 대한 출력 $y(t)$ 를 구하시오. (단, $u_s(t)$ 는 단위 계단 입력을 의미하며, $r(t)$ 는 입력이다.) (9점)
- (3) 문항(1)에서 구한 상태방정식을 대각화(diagonal, or almost diagonal)하기 위해 신호흐름선도를 작성하려 한다. 아래의 신호흐름선도의 미완성 부분을 완성하고 상태방정식과 출력방정식을 벡터-행렬 형태의 식으로 구하고, 작성된 신호흐름선도를 이용하여 가관측성(observability) 여부를 설명하시오. (9점)



- (4) 문항(1)에서 구한 상태 공간 표현식에 아래의 새로운 상태 변수를 적용한 상태 공간 표현식을 구하시오. (5점)

$$z(t) = [z_1(t) \ z_2(t)]^T = [x_1(t) \ 2x_1(t) + x_2(t)]^T$$

$$\dot{z}(t) = \bar{A}z(t) + \bar{B}r(t), \quad y(t) = \bar{C}z(t)$$

【 문제-4 】 (20점)

다음 시스템에 관하여 물음에 답하시오.

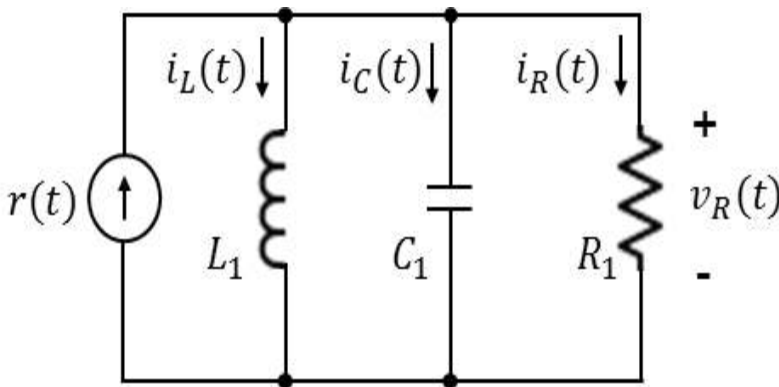


그림 1

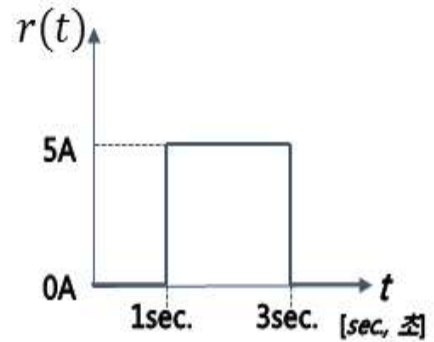


그림 2

- (1) 상기 시스템에 관하여 상태방정식과 출력방정식을 벡터-행렬 형태의 식으로 구하시오. (단, 상태 변수 $x(t) = [v_R(t) \ i_L(t)]^T$, 출력 $y(t) = i_R(t)$ 이며, $t=0^-$ 에서의 전류 및 전압 초기치는 모두 영(0)이다. $R_1 = 0.5 [\Omega]$, $L_1 = 1 [H]$, $C_1 = 1 [F]$ 이며, $r(t)$ 는 입력이다.) (8점)

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Br(t), \quad y(t) = Cx(t)$$

- (2) 문항(1)의 시스템 행렬 A 에 대한 e^{At} 를 구하시오. (5점)
- (3) 출력 $y(t)$ 를 수식으로 표현하고, $t=4$ 초에서의 출력 값을 구하시오. (단, 소수점은 넷째자리에서 반올림하여 셋째자리까지 구하시오. 입력 $r(t)$ 는 전류원으로 파형은 그림 2와 같다.) (7점)