

【 문제-1 】 (30점)

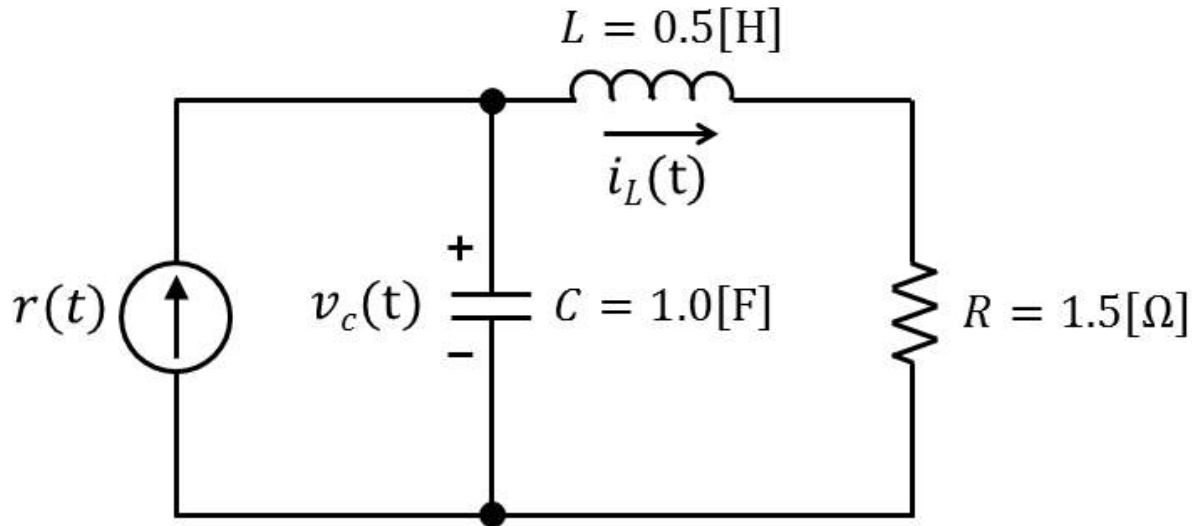
단위 부궤환(unity negative feedback)을 가지는 시스템의 개루프 전달함수 $G(s) = \frac{Y(s)}{E(s)}$ 가 다음과 같을 때, 물음에 답하시오. (단, 입력 신호 $u(t)$ 는 단위계단함수이고, 오차신호 $e(t) = u(t) - y(t)$ 이다.)

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\zeta\omega_n)}$$

- (1) 폐루프 전달함수 $\frac{Y(s)}{U(s)}$ 를 구하시오. (5점)
- (2) $0 < \zeta < 1$ 일 때, 오차신호 $e(t)$ 를 ζ, ω_n 의 함수로 구하시오. (5점)
- (3) $0 < \zeta < 1$ 일 때, 최대 오버슈트와 퍼센트 최대 오버슈트(percent maximum overshoot)를 각각 ζ 의 함수로 구하시오. (10점)
- (4) $0 > \zeta > -1$ 인 경우와 $\zeta < -1$ 인 경우의 각각에 대하여 s-평면상에 특성 방정식의 근의 위치를 도시하시오. (10점)

【 문제-2 】 (20점)

그림과 같은 전기시스템에 관해 다음 물음에 답하시오. (단, 상태 변수 $\mathbf{x}(t) = [v_c(t) \ i_L(t)]^T$ 이고, $v_c(0) = 1[V]$, $i_L(0) = 0[A]$, 그리고 $r(t)$ 는 전류원이다.)



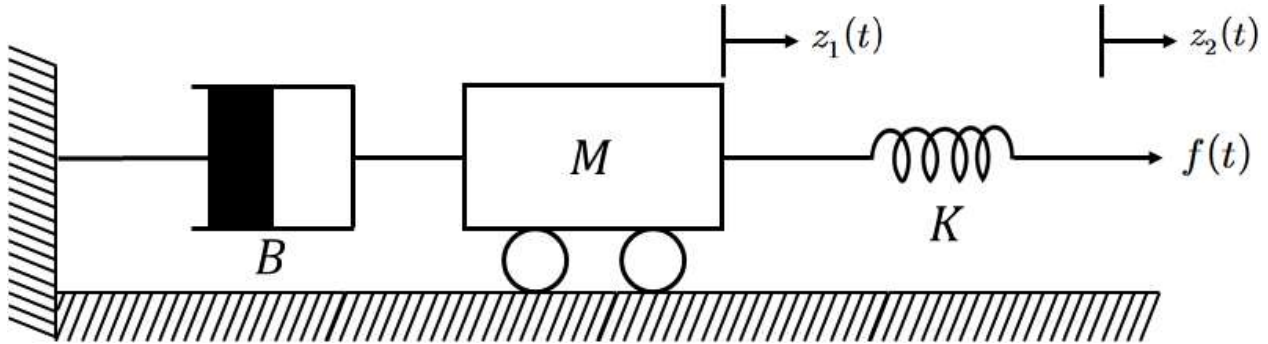
- (1) 주어진 시스템을 아래의 상태방정식으로 표현하고자 한다. 행렬 A, B와 상태 전이행렬(state transition matrix) $\Phi(t)$ 를 각각 구하시오. (10점)

$$\frac{d\mathbf{x}(t)}{dt} = \mathbf{A} \mathbf{x}(t) + \mathbf{B} r(t)$$

- (2) $\mathbf{x}(t)$ 를 구하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

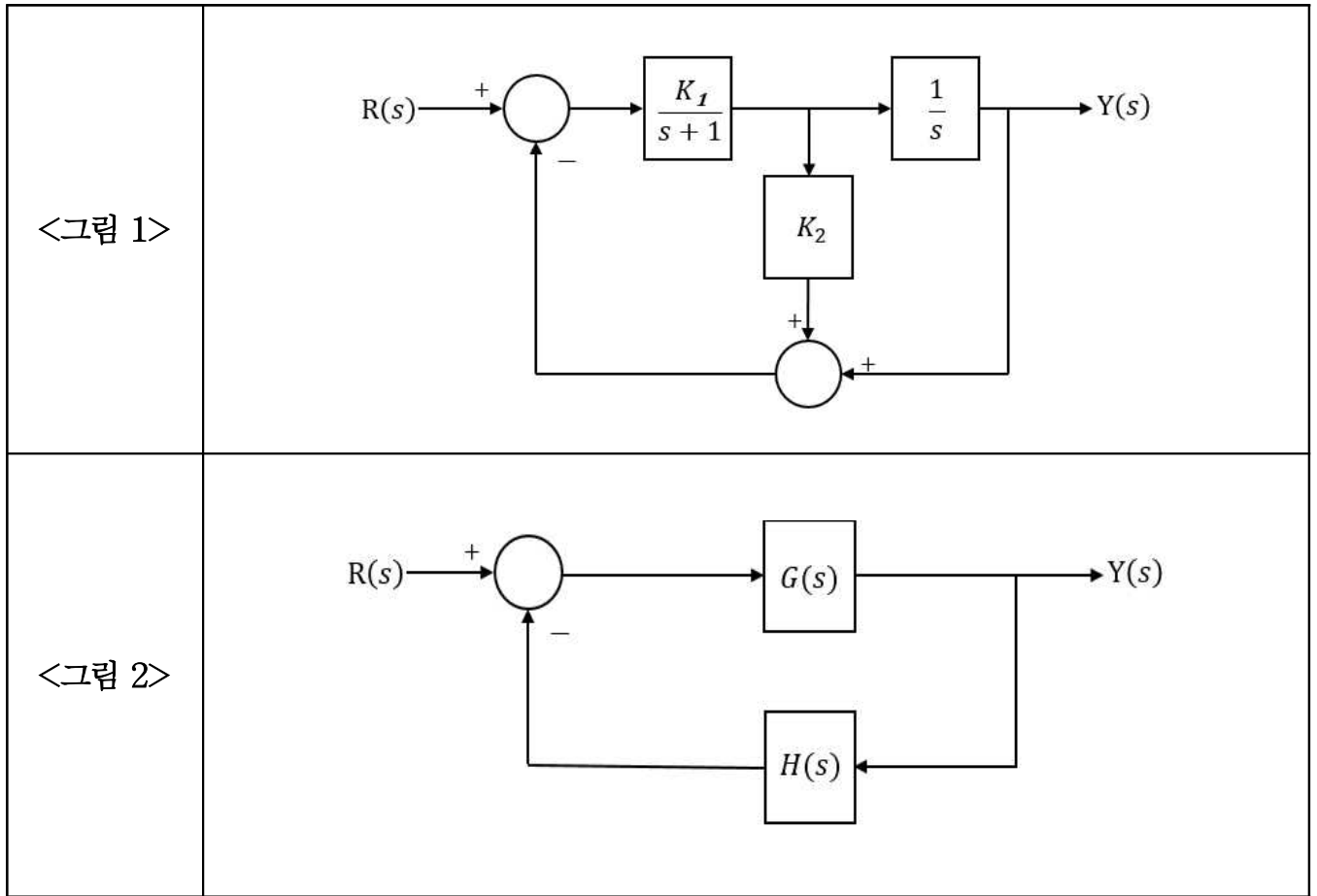
그림과 같은 기계시스템(댐퍼-질량-스프링 시스템)에 대하여 다음 물음에 답하십시오. (단, $z_1(t)$ [m], $z_2(t)$ [m]는 스프링의 양 끝점에 지정한 변위, $f(t)$ [N]는 스프링에 가해지는 힘, B [N/m/s]는 점성 댐핑 계수, M [kg]은 질량, K [N/m]는 스프링 상수이고, 모든 초기조건은 0으로 가정한다.)



- (1) $\frac{Z_1(s)}{Z_2(s)}$ 를 구하십시오. (8점)
- (2) 전달함수 $\frac{Z_1(s)}{F(s)}$ 와 $\frac{Z_2(s)}{F(s)}$ 를 각각 구하십시오. (12점)
- (3) 입력을 $f(t)$, 출력을 $z_1(t)$ 로 하는 전체 시스템(B , M , K 모두 포함)의 신호흐름선도(signal-flow graph)를 도하십시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

아래의 <그림 2>는 <그림 1>의 간략화된 블록선도이다. 다음 물음에 답하시오.



- (1) <그림 1> 블록선도의 전달함수 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 와 <그림 2>의 $G(s)$, $H(s)$ 를 각각 구하시오. (6점)
- (2) 물음 (1)에서 구한 전달함수의 고유주파수가 $10[\text{rad/s}]$ 에서 임계 감쇠 (critical damping)의 특성을 가질 경우, K_1 과 K_2 를 각각 구하시오. (8점)
- (3) 입력 신호 $r(t)$ 가 단위 계단 함수일 때, 물음 (2)에서 구한 K_1 과 K_2 를 이용하여 시간 영역의 출력 $y(t)$ 와 $y(t)$ 의 정상상태(steady state) 값을 각각 구하시오. (6점)