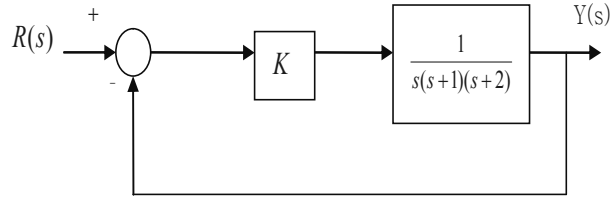


# 2010년도 제47회 변리사 제2차시험 문제지

시험과목	제어공학	수험번호	성명
------	------	------	----

【 A-1 】 (30점)

다음의 시스템에 대해 물음에 답하시오.



(1) Nyquist 안정성 판별법을 이용하여 위의 시스템을 안정화시키는 양수  $K$ 의 범위를 구하고 이 결과를 Routh-Hurwitz 안정성 판별법으로 검증하시오. (10점)

(2) Gain Margin이  $40dB$ 가 되도록 하는 양수  $K$  값을 구하시오. (10점)

(3) Phase Margin이  $60^\circ$ 가 되도록 하는 양수  $K$ 의 값을 구하시오. (10점)

【 A-2 】 (20점)

다음 그림과 같이 주어진 직류 서보 모터의 입력에 전압  $e_a$ 가 인가되었다. 다음 물음에 답하시오. (단, 지배방정식은 아래식과 같다.)

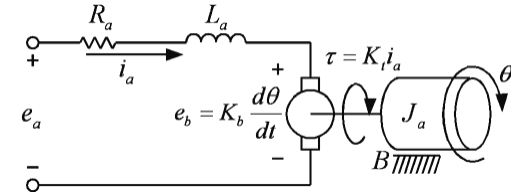
$$e_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + e_b$$

$$\tau = K_t i_a = J_a \frac{d^2\theta}{dt^2} + B \frac{d\theta}{dt}$$

(1) 모든 초기조건을 0이라 할 때 입력이  $e_a$ , 출력이  $\theta$ 일 때 블록선도를 그리고,

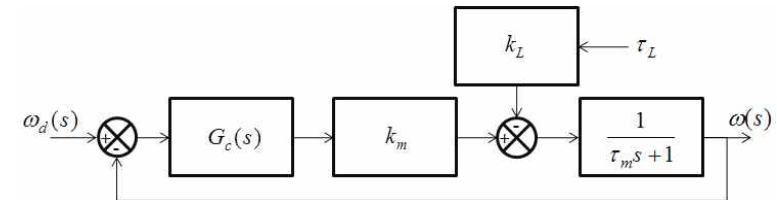
전달함수  $G(s) = \frac{\Theta(s)}{E_a(s)}$ 를 구하시오. (10점)

(2)  $e_a = A \cos \omega_0 t$  일 때 주파수 응답의 개념을 이용하여 정상 상태에서의 출력  $\theta(t)$ 를 구하시오. (단, 시스템은 안정하고 인덕턴스의 값은 무시하여  $L_a = 0$  이라고 놓는다.) (10점)



【 B-1 】 (30점)

다음은 외란을 갖는 전형적인 DC모터의 각속도 제어 시스템의 블록선도이다. 그림에서  $\omega_d$ ,  $\omega$ ,  $\tau_L$ 은 각각 원하는 각속도, 출력 각속도, 외란을 나타내며  $G_c(s)$ 는 제어기, 그리고 나머지 변수들은 모두 모터와 관련된 양의 상수들이다. 그림을 참조하여 각 문항에 답하시오.



(1) 위 폐루프 시스템에 대해 비례제어기(제어 이득  $k_p$ )를 이용할 때 출력각속도  $w(t)$ 를 구하여  $w(\infty)$ 를 구하고, 이를 최종값 정리에 의해 검증하시오. (단, 목표 각속도  $\omega_d = \omega_0 = \text{constant}$ 이고 외란은 없다고 가정한다.) (12점)

(2) 위 문항에서 비례 제어 이득이 커짐에 따라 시스템의 응답 특성이 빨라짐을 계단입력에 대한 시간 영역에서의 응답 특성과  $s$  평면상에서의 극점 변화를 통해 각각 증명하시오. (8점)

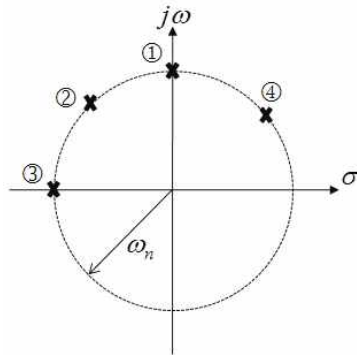
(3) 위 (1)번 문항에서 비례제어기를 이용하면 외란에 대한 영향을 감소시키는 효과를 얻을 수 있는데 이를 계단입력 시간응답과 주파수응답 관점에서 각각 설명하시오. 이때 일정한 외란( $\tau_L = \tau_0$ )이 작용한다고 가정하고  $\omega_d$ 는 0이라 하자. (단,  $k_p$ ,  $k_m$ 은 양의 값이다.) (10점)

【 B-2 】 (20점)

다음과 같은 전달함수( $\zeta, \omega_n$ 는 각각 댐핑비와 고유진동수이다)

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

의 극점은 댐핑비에 따라 아래 s-평면상에 도시된 것과 같이 다양한 위치에 놓일 수 있다. (단, 극점은  $\sigma$ 축에 대해 대칭 형태로 나타나지만 편의상 아래쪽 극점은 생략되어 있다.)



단위 계단 입력에 대해

- (1) 극점 위치가 ①, ②, ③의 위치에 있을 때 각각의 경우 댐핑비의 크기 혹은 범위와  $Y(s)$ 의 시간영역에서의 출력  $y(t)$ 를 각각 구하시오. (12점)

(참고,  $\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{s+a}{(s+a)^2+b^2}\right] = e^{-at} \cos bt$ ,  $\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{b}{(s+a)^2+b^2}\right] = e^{-at} \sin bt$ )

- (2) 극점 위치 ①, ②, ③, ④의 각 경우에 있어서  $y(t)$ 의 시간에 따른 변화 선도를 개략적으로 그리시오. (8점)