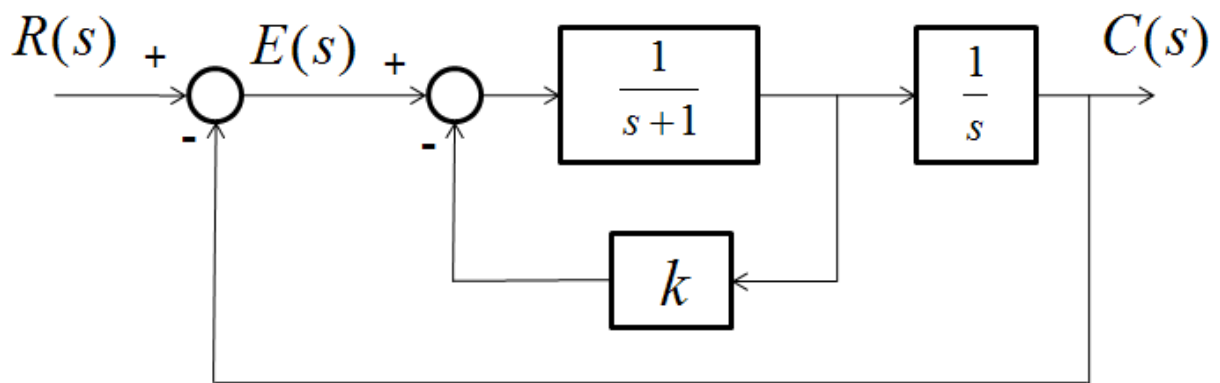


2013년도 제50회 변리사 제2차 국가자격시험 문제지

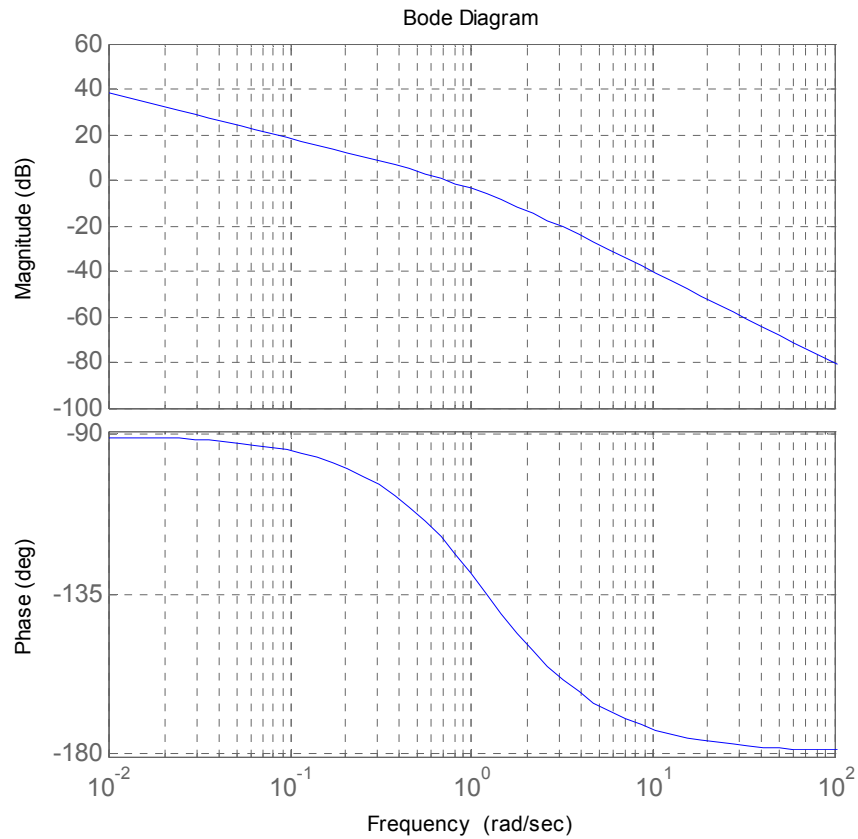
교시	시험과목	시험시간	수험번호	성명
2교시	제어공학	120분		

【 A-1 】 (30점)

어떤 되먹임제어시스템(feedback control system)의 블록선도가 다음과 같이 주어져 있다. 이 블록선도의 모든 전달함수는 SI 단위를 사용하고 있다.



- (1) 이 시스템의 개루프전달함수(open-loop transfer function) $C(s)/E(s)$ 는 파라미터 k 를 포함하고 있다. 이 시스템의 개루프전달함수에 대한 Bode선도가 아래 그림과 같이 주어져 있다. 이 Bode선도의 1.2 rad/sec에서 위상각은 -135° 이고, 1 rad/sec에서 크기(magnitude)는 -3.874 dB이라고 한다. 이 Bode선도로부터 파라미터 k 값을 구하시오. (10점)



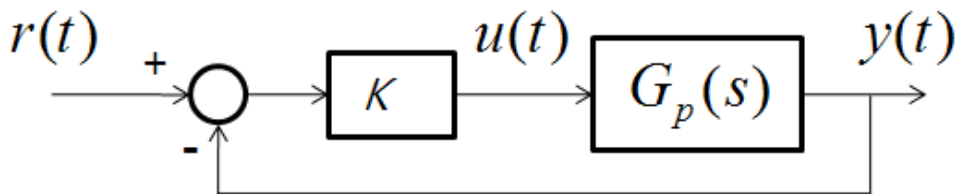
- (2) 이 k 값을 가진 폐루프시스템(closed-loop system)에 대해, 이 폐루프시스템의 대역폭(bandwidth)을 소수점 둘째자리까지 구하시오. (단, 이 폐루프시스템에서 대역폭은 크기가 -3 dB 인 주파수임) (10점)
- (3) 이 k 값을 가진 폐루프시스템에 대해 단위임펄스응답(unit impulse response)을 구하시오. 그리고 단위임펄스응답에서 $c(t)$ 값이 5번째로 0 이 되는 시간을 소수점 둘째자리까지 구하시오. (단, $c(t)$ 값이 첫 번째로 0 이 되는 시간을 $t=0$ 으로 가정함) (10점)

【 A-2 】 (20점)

어떤 물리시스템(플랜트)의 입력신호 $u(t)$ 와 출력신호 $y(t)$ 는 수학적으로 다음과 같은 관계식을 가지고 있다.

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} + 2x(t) &= u(t) \\ \frac{d^2w}{dt^2} + \frac{dw}{dt} + w(t) - x(t) &= 0 \\ \frac{dy}{dt} - w(t) &= 0\end{aligned}$$

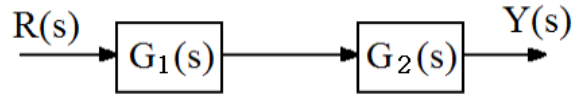
- (1) 이 물리시스템의 출력 $y(t)$ 를 제어하기 위하여, 비례제어기를 가진 되먹임제어 시스템(feedback control system)을 다음과 같이 구성하였다. 이 폐루프시스템이 안정할 K 값의 범위를 Routh-Hurwitz 안정판별법(Routh-Hurwitz stability criterion)을 이용하여 구하시오. (12점)



- (2) 위 블록선도에서 비례제어기 K 대신에 비례미분제어기 $K + K_d s$ 로 교체했다고 하자. 상기 교체에 따라, 시스템을 안정하게 하는 K 의 범위에 미치는 K_d 의 영향을 Routh-Hurwitz 안정판별법을 이용하여 논하시오. 그리고 이로부터 일반적으로 미분동작(D action)이 제어시스템의 안정도(stability)에 미치는 영향을 기술하시오. (8점)

【 B-1 】 (30점)

다음에 주어진 제어시스템을 고려하시오. (단, 여기서 a, b, c 는 실수임)



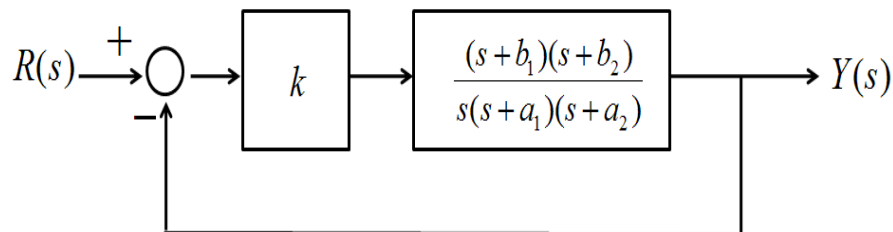
$$G_1(s) = \frac{1}{s+a} \quad , \quad G_2(s) = \frac{s+c}{s+b}$$

- (1) 전달함수 $G(s) = Y(s)/R(s)$ 를 구하시오. (5점)
- (2) 상기 시스템을 $\dot{x} = Ax + Br, y = Cx$ 형태의 2가지 상태공간모델 (state space model)로 표현하고, 각각에 대하여 A, B, C 를 이용해서 전달함수 $G(s)$ 를 구하시오. (단, $x = [x_1 \ x_2]^T$ 임) (13점)
- (3) 문제 (2)에서 구한 2가지 상태공간모델 각각에 대하여 가제어성(controllability)을 만족하는 a, b, c 조건을 구하시오. (6점)
- (4) 문제 (2)에서 구한 2가지 상태공간모델 각각에 대하여 가관측성(observability)을 만족하는 a, b, c 조건을 구하시오. (6점)

【 B-2 】 (20점)

다음에 주어진 폐루프제어시스템을 고려하시오.

(단, a_1, a_2, b_1, b_2 는 서로 다른 양의 실수이고, $k \geq 0$ 이다.)



- (1) 상기 폐루프제어시스템이 k 값에 관계없이 항상 실수근 (real pole 혹은 real root)만을 갖도록 a_1, a_2, b_1, b_2 를 이용하여 근궤적(root-locus)을 스케치하시오. (8점)
- (2) k 값에 따라 상기 폐루프제어시스템이 복소수근 (complex pole 혹은 complex root)을 가질 수 있도록 a_1, a_2, b_1, b_2 를 이용하여 서로 다른 두 개의 근궤적(root-locus)을 스케치하시오. (12점)