

2012년도 제49회 변리사 제2차 국가자격시험 문제지

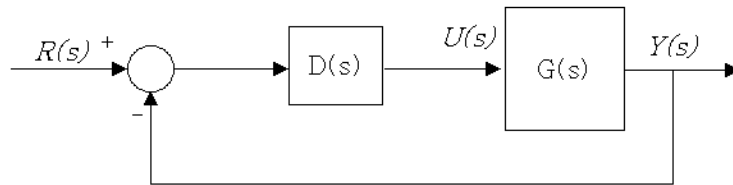
교시	시험과목	시험시간	수험번호	성명
2교시	제어공학	120분		

【 A-1 】 (30점)

직선운동을 하는 크레인(플랜트)에 대한 수학적 모델을 아래와 같은 미분방정식으로 나타낼 수 있다.

$$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) = u(t)$$

여기서 m 은 크레인의 질량이며 $u(t)$ 는 제어입력으로 크레인에 가해지는 구동력이고, $y(t)$ 는 출력으로 크레인의 변위이다. 또한 $c\dot{y}(t)$ 는 주행저항으로 속도에 비례(비례상수 $c > 0$)한다고 가정한다. 이 크레인에 대하여 아래 그림과 같은 크레인 위치 제어시스템을 만들고자 한다.

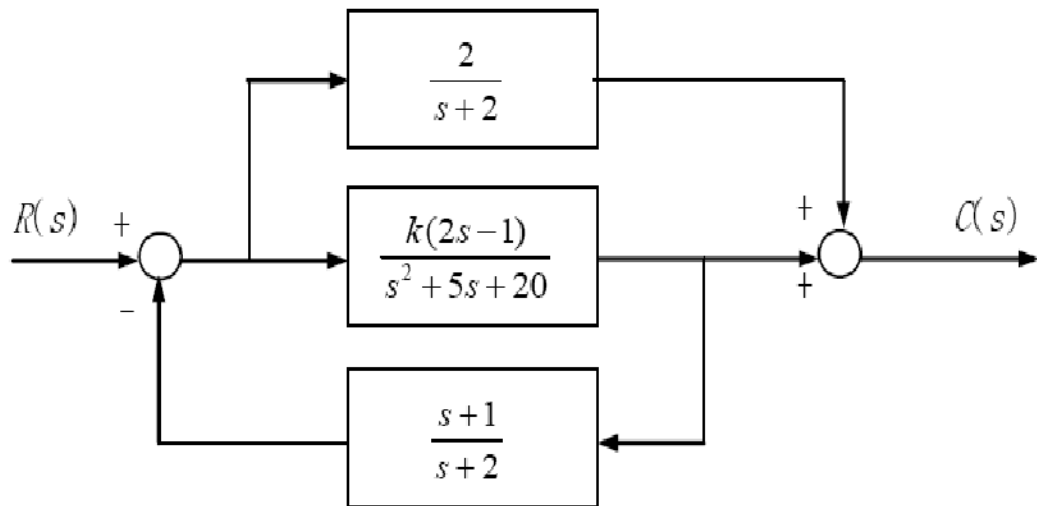


다음 질문에 답하십시오.

- (1) 플랜트에 대한 상태공간 모델 $\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$ 및 $y(t) = Cx(t)$ 를 구하십시오. (단, 상태변수는 $x_1(t) = \dot{y}(t)$, $x_2(t) = y(t)$ 및 상태벡터 $x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$ 로 정의한다.) (5점)
- (2) 이 플랜트의 제어가능성(Controllability) 및 관측가능성(Observability)을 판단하십시오. (10점)
- (3) (1)번 문제에서 구한 상태공간 행렬 A , B , C 를 이용하여 전달함수 $G(s) = Y(s)/U(s)$ 를 구하십시오. (5점)
- (4) 위 그림과 같은 제어시스템에서 제어기 $D(s)$ 를 비례제어기(제어이득 K)로 사용한 경우 전체전달함수 $T(s) = Y(s)/R(s)$ 를 구하고, 단위계단입력 $[r(t) = 1, t \geq 0]$ 에 대한 정상상태오차를 구하는 과정을 유도하고 그 값을 구하십시오. (10점)

【 A-2 】 (20점)

제어시스템의 블록선도(block diagram)가 다음과 같이 주어져 있다.



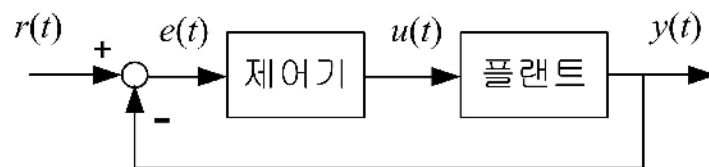
- (1) 이 제어시스템의 폐루프전달함수(closed-loop transfer function) $T(s) = C(s)/R(s)$ 를 구하시오. (10점)
- (2) Routh-Hurwitz 안정도 판별법을 이용하여 이 시스템이 안정할 양수 k 의 범위를 구하시오. (10점)

【 B-1 】 (30점)

물리시스템(플랜트)의 입력신호 $u(t)$ 와 출력신호 $y(t)$ 사이의 수학적 모델이 다음과 같은 미분방정식으로 주어져 있다.

$$\frac{d^3y}{dt^3} + 2\frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dy}{dt} = u(t)$$

$y(t)$ 를 제어하기 위하여, PI 제어기 $u(t) = K\left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau\right] (T_i > 0)$ 로 다음과 같은 제어시스템을 구성하였다.

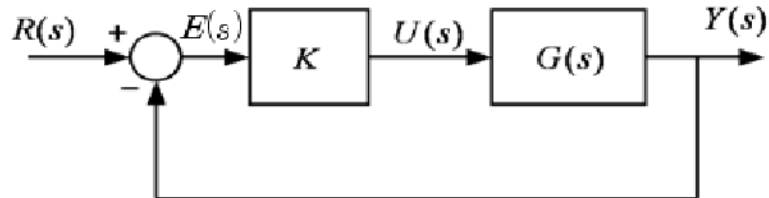


다음 질문에 답하시오.

- (1) 플랜트의 전달함수 $G(s) = Y(s)/U(s)$ 와 폐루프전달함수(closed-loop transfer function) $T(s) = Y(s)/R(s)$ 를 구하시오. (단, 전달함수 분모의 최고차항 계수가 1이 되게 할 것). 여기서 $Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\}$ 이고 $R(s) = \mathcal{L}\{r(t)\}$ 이다. (10점)
- (2) 이 시스템이 안정하기 위한 K 와 T_i 의 조건을 구하시오. (5점)
- (3) $K=1$ 일 때 $K_i (=1/T_i)$ 에 대한 근궤적(root locus)을 그리고, 이탈점(Break-points)을 구하시오. 이 근궤적으로부터 T_i 가 시스템의 안정도(stability)에 미치는 영향을 설명하시오. (15점)

【 B-2 】 (20점)

다음의 제어시스템에 대하여 $G(s) = \frac{1}{(s-0.5)(s+2)^2}$ 로 주어져 있다.



다음 질문에 답하시오.

- (1) 나이퀴스트 선도(Nyquist plot)를 그리고, 나이퀴스트 안정성 판별법을 이용하여 제어시스템이 안정하기 위한 K 의 범위를 구하시오. (단, $K > 0$) (15점)

- (2) $R(s) = 1/s$ 및 $K = 5$ 일 때 정상상태오차를 구하시오. (5점)