

자동제어

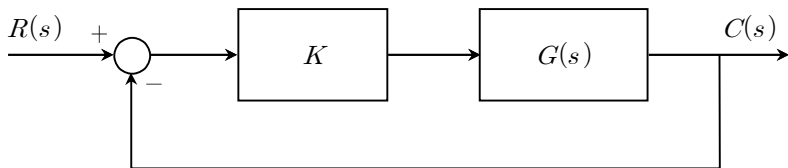
2013년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음과 같이 주어지는 폐루프(closed loop) 시스템에 대해 물음에 답하시오.

(총 10점)



- 1) 개루프 전달함수(open loop transfer function)는 아래와 같다. 개루프 전달함수의 안정성을 판별하시오. 또한 불안정하다면 불안정 근이 몇 개인지도 구하시오.

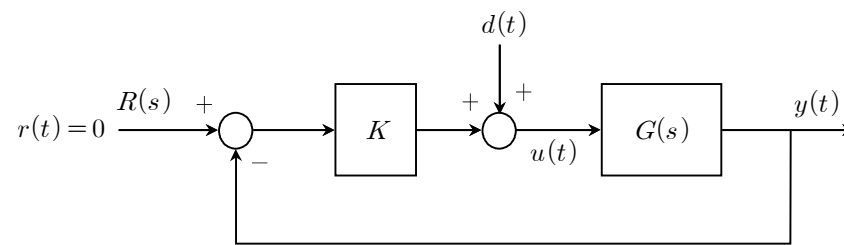
(3점)

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 4s^2 + 6s - 1}$$

- 2) 폐루프 전달함수(closed loop transfer function)를 구하시오. (3점)
- 3) 폐루프 전달함수의 극점이 모두 s 평면에서 $s = -1$ 왼편에 위치하도록 하는 K 값의 범위를 결정하시오. (4점)

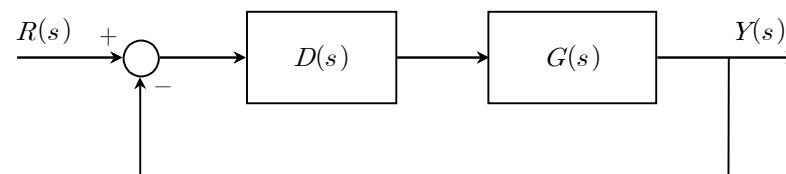
제 2 문. 플랜트(plant)의 전달함수가 $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2s+1}{s^3+4s^2+3s+8}$ 인 시스템을 비례

제어기로 피드백 제어하는데 비례제어계수가 $K=2$ 로 정해졌다. 이 시스템의 입력 $u(t)$ 에 $5\sin 2t$ 의 외란 $d(t)$ 가 들어오고 있을 때, 이 외란에 의한 정상상태 출력(steady state response) $y_{ss}(t)$ 를 구하시오. (6점)



제 3 문. 아래의 시스템에서 $D(s) = K+2s$ 이고 $G(s) = \frac{1}{s(s^2+11s+8)}$ 일 때, 다음

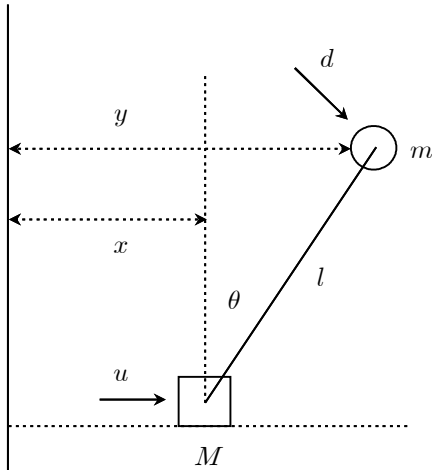
물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) K 의 변화에 따른 폐루프 시스템의 근궤적을 그리시오. 이 때 근궤적에서 점근선의 교차점, 허수축과의 교차점, 이탈점(breakaway point)을 구하시오. (5점)
- 2) 폐루프 시스템이 안정하기 위한 K 의 범위를 구하시오. (3점)
- 3) $K=10$ 일 때, 이득여유(gain margin)를 구하시오. (2점)

제 4 문. 다음의 카트 - 진자(cart - pendulum) 시스템을 고려하자. 질량이 M 인 카트(cart)는 평면 위를 x 방향으로만 움직인다. 질량과 탄성이 없고 길이가 l 인 막대(bar)가 질량이 m 인 볼(ball)과 카트를 연결한다. 입력은 카트에 가해지는 수평력 u 와 볼에 진자의 수직으로 가해지는 힘 d 로 구성된다. y 를 볼의 수평 위치라고 하면, $y = x + l \sin \theta$ 이다. 이 시스템의 운동 방정식은 다음과 같다. 다음 물음에 답하시오. (총 12점)

$$\begin{aligned} (M+m)\ddot{x} + ml(\ddot{\theta}\cos\theta - \dot{\theta}^2\sin\theta) &= u \quad (*) \\ m(\ddot{x}\cos\theta + l\ddot{\theta} - g\sin\theta) &= d \end{aligned}$$



- 1) $u = d = 0$ 일 때, 위 비선형식 (*)의 평형점을 모두 구하시오. (3점)
- 2) $\theta = 0$ 인 평형점에서 비선형식 (*)를 선형화하시오. (3점)
- 3) 2)에서 구한 선형식에 대해서 개루프시스템의 특성식을 구하고, 안정도를 판정하시오. (3점)
- 4) u 에서 y 까지의 전달함수를 구하시오. (3점)

제 5 문. 우주공간에서 물체의 운동 제어에 관한 다음 물음에 답하시오.

(총 12점)

- 1) 질량이 m 인 물체가 우주공간 무중력 상태에서 운동하는 경우 변위를 $y(t)$, 힘을 $u(t)$ 라고 할 때, 시스템의 운동 방정식을 구하시오. (2점)
- 2) 입력을 u , 출력을 y , x_1 을 물체의 변위 y , x_2 를 물체의 속도 \dot{y} 라고 정의하여 1)에서 구한 운동방정식의 상태방정식과 출력방정식을 구하시오. (3점)
- 3) 상태변수 피드백 $u(t) = -K_1x_1 - K_2x_2 + r$ 을 사용할 경우, 폐루프 극점을 모두 -1 에 위치시키는 제어이득 K_1 과 K_2 의 값을 구하시오. 또한 $x_1 = 1, x_2 = 0$ 이 최종적으로 원하는 제어 상태일 경우, 적절한 상수 r 값을 구하시오. (3점)
- 4) 물체의 질량이 1,000 kg인 경우, 3)에서 구한 제어를 사용하는 경우를 고려한다. 이 때 물체의 질량이 100 kg ~ 5,000 kg 범위에서 변할 때, 이 시스템의 응답특성의 변화에 대하여 설명하시오. (4점)

안전행정부 시험출제과장