

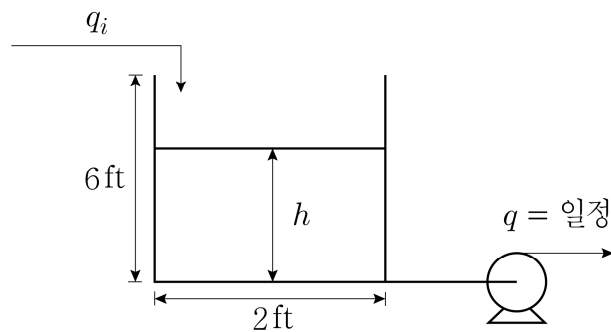
공정제어설계

2021년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 그림과 같이 펌프가 달린 액체 저장 시스템에서, 밀도가 일정한 액체가 원통형 탱크에 저장된다. 탱크의 직경은 2 ft이고 유량의 단위는 ft^3/min 이다. 액위와 유입 유량의 초기 정상상태 값은 $h_s = 2 \text{ ft}$, $q_{i,s} = 5 \text{ ft}^3/\text{min}$ 이다. $t = 0$ 에서 유입 유량이 $7 \text{ ft}^3/\text{min}$ 으로 계단변화할 때 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

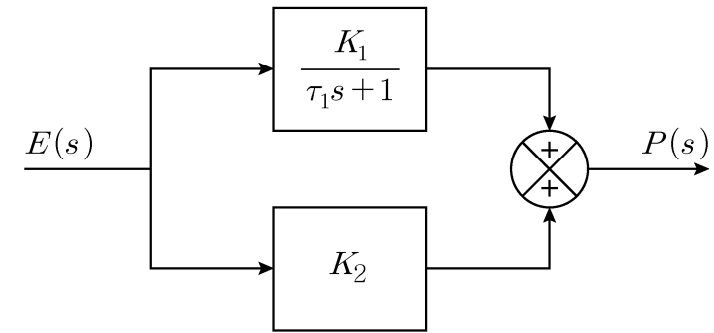


- 1) q_i , h , q 의 편차변수를 각각 $\bar{q}_i = q_i - q_{i,s}$, $\bar{h} = h - h_s$, $\bar{q} = q - q_s$ 라고 정의할 때 물질수지식으로부터 이 공정의 전달함수를 구하시오. (5점)
- 2) 탱크의 높이는 6 ft이다. 시간이 흐르면 탱크 내 액체가 넘칠 것인지 판단하고, 만약 넘친다면 넘치는 시간을 구하시오. (5점)

제 2 문. 다음은 비례-미분 제어기의 전달함수이다. 물음에 답하시오. (총 10점)

$$\frac{P(s)}{E(s)} = \frac{K_c(\tau_D s + 1)}{\alpha \tau_D s + 1}$$

- 1) 그림과 같이 위의 제어기가 두 개의 요소로 구성되어 있을 때, 제어기의 전달함수 $\frac{P(s)}{E(s)}$ 를 구하고, α 를 K_1 , K_2 를 이용하여 표현하시오. (5점)



- 2) K_c 와 K_1 의 관계를 α 를 이용하여 표현하고, $K_1 = -27$, $K_2 = 30$, $\tau_1 = 2$ 일 때, α 와 K_c , τ_D 를 구하시오. (5점)

제 3 문. 부피 V 가 일정한 CSTR 반응기 내에서 성분 A에 대한 1차 비가역 반응 (반응속도상수 $= k[\text{min}^{-1}]$)이 진행된다. 반응물 A의 유입 농도는 $C_f[\text{lbmol}/\text{ft}^3]$ 이며, 이와는 별도로 순수한 A를 $m[\text{lbmol}/\text{min}]$ 의 유속으로 연속적으로 공급한다. 유입되는 반응물과 유출되는 생성물의 부피 유속 $q[\text{ft}^3/\text{min}]$ 는 일정하게 유지되고 있고, C_f 와 m 이 시간에 따라 변화할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, CSTR 반응기 내 성분 A의 농도는 C 라 한다) (총 20점)

- 반응기 내의 A에 대한 물질수지식을 세우고, 각 항의 단위를 명시하시오. 그리고 정상상태에서 CSTR 반응기 내 성분 A의 농도(C_s)를 구하시오. (5점)
- C , C_f , m 의 편차변수를 각각 $\overline{C} = C - C_s$, $\overline{C_f} = C_f - C_{f,s}$, $\overline{m} = m - m_s$ 라고 정의할 때, 1)에서 구한 물질수지식에 대하여 편차변수로 표현된 전달함수를 구하고, m 이 일정할 때의 전달함수는 몇 차 공정인지 답하시오. (단, $\tau = \frac{V}{q+kV}$, $K_1 = \frac{q}{q+kV}$, $K_2 = \frac{1}{q+kV}$ 로 정의한다) (5점)
- 다음의 값을 이용하여 CSTR 반응기 내 성분 A의 정상상태 농도(C_s), 시간상수(τ), 이득상수 K_1 , 그리고 $\overline{m}(s)$ 에 대한 정상상태 이득을 계산하시오. (5점)

$$V = 300 \text{ ft}^3, q = 100 \text{ ft}^3/\text{min}, m_s = 1.0 \text{ lbmol}/\text{min}$$

$$C_{f,s} = 0.1 \text{ lbmol}/\text{ft}^3, k = 10 \text{ h}^{-1}$$

- 주어진 CSTR 반응기에서 유입 농도(C_f)의 변화에도 불구하고 농도 C 를 일정하게 제어하는 되먹임제어와 앞먹임제어의 블록선도를 그리시오. (단, 센서, 밸브, 제어기의 전달함수는 각각 G_t , G_v , G_c 이고, 제어기에 입력되는 설정값은 R 로 한다) (5점)

제 4 문. 전달함수가 $\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{s^2 + s - 2}$ 인 공정에서 $y(0) = 0$ 이며, 입력변수($x(t)$)가

$t = 0$ 일 때 2에서 3으로 변화였다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 전달함수를 분석하여 시스템의 안정성을 판별하시오. (3점)
- $y(t)$, $y(\infty)$ 를 구하고, 1)에서 판별한 시스템의 안정성과 일치하는지 비교하시오. (7점)

인사혁신처 시험출제과장