

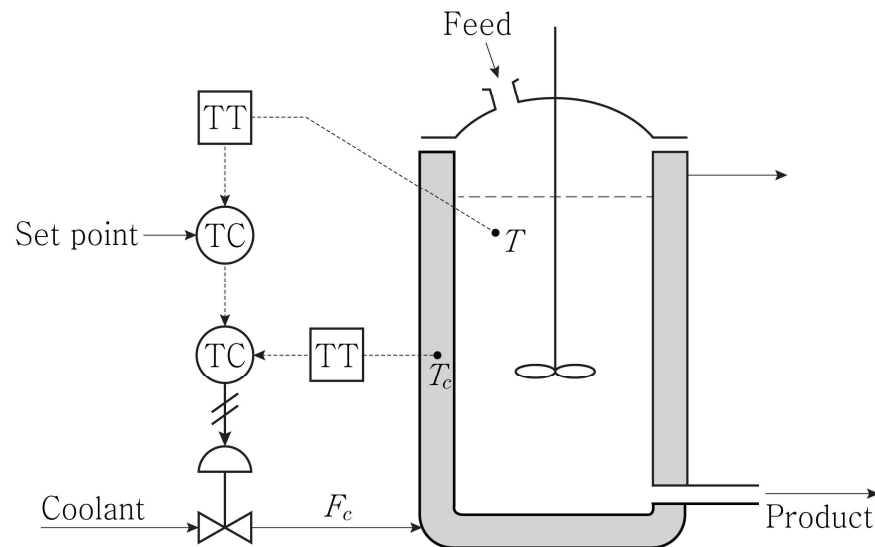
# 공정제어설계

2020년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

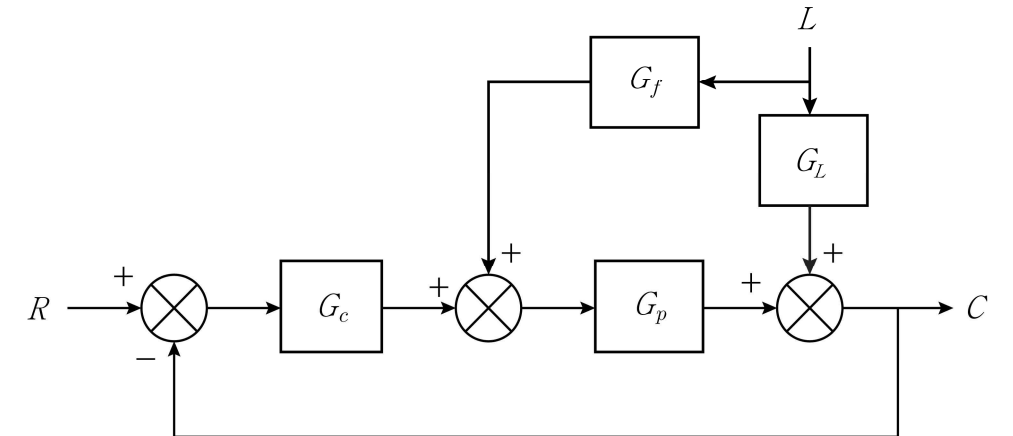
제 1 문. 아래 그림과 같이 반응기 내부 액체의 온도( $T$ )를 일정하게 유지하기 위해, 다단제어(cascade control) 시스템을 설계하였다. 반응기 내부 반응은 발열반응이며, 생성된 열은 반응기 주위의 자켓을 통해 흐르는 냉매에 의해 제거된다. 반응기 제어 시스템에서 발생 가능한 외란은 공급 냉매 온도이고, 제어밸브로 조절 가능한 변수는 냉매유속  $F_c$ 이다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



TT: 온도센서(temperature sensor) 및 신호전달장치(transmitter)  
 TC: 온도 제어기(temperature controller)

- 1) 그림에서 주 제어루프(primary or master control loop)와 종속 제어루프(secondary or slave control loop)의 기능을 각 제어루프의 제어변수와 조작 변수를 제시하여 설명하시오. (4점)
- 2) 1)에서 주 제어루프와 종속 제어루프를 위해 통상적으로 사용되는 되먹임(feedback) 제어기의 종류를 각각 제안하고, 그 이유를 서술하시오. (3점)
- 3) 위와 같은 다단제어 시스템이 일반적인 단일 루프 제어 시스템보다 우수한 성능을 가지는 원리를 설명하시오. (3점)

제 2 문. 다음은 앞먹임(feedforward)/되먹임(feedback) 제어구조이다. 물음에 답하시오. (총 15점)



$$G_P = \frac{1}{(s+1)(2s+1)}, \quad G_L = \frac{1}{(s+1)(3s+1)}, \quad G_c = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$$

- 1) 외란  $L$ 의 영향을 완벽하게 제거할 수 있는 이상적인 앞먹임 제어기의 전달함수  $G_f$ 를 구하시오. (5점)
- 2) 되먹임 제어기의 적분 상수  $\tau_I = 0.1$ 인 경우, 제어 시스템이 안정하도록 제어기 이득  $K_c$ 의 범위를 Routh 판별법(Routh criterion)을 이용하여 구하시오. (10점)

제 3 문. 전달함수  $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s+1}$ 로 표현되는 공정을 PI제어기  $G_c(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$ 로 제어할 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 계측기(sensor)와 제어밸브의 전달함수는 이득(gain)이 1이며 동특성을 무시할 수 있을 때, 설정값(setpoint,  $R$ )과 공정응답(response,  $Y$ )간의 전달함수  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 를 구하시오. (5점)
- 2) 위 닫힌 제어계가 극값(pole)으로  $-3$ 과  $-4$ 를 갖도록 PI제어기의  $K_c$ 와  $\tau_I$  값을 구하시오. (5점)

제 4 문. 아래의 전달함수를 가지고 있는 계에 크기가 1인 계단입력이 주어졌을 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 시간단위는 분(min)으로 한다) (총 15점)

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

- 1) 상승시간(rise time)을 구하시오. (6점)
- 2) 첫 피크(peak)까지 도달하는 시간을 구하시오. (3점)
- 3) 오버슈트(overshoot)를 구하시오. (3점)
- 4) 감쇄비(decay ratio)를 구하시오. (3점)

## 인사혁신처 시험출제과장