

공정제어설계

2019년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :                      성명 :

제 1 문. 증류탑의 압력을 20 psi로 일정하게 유지하기 위해서 탑상 응축기의 냉각수 유량을 조절한다. 그러나 냉각수의 유량이 1 m<sup>3</sup>/sec로 유지되다가 갑자기 0.9 m<sup>3</sup>/sec로 줄어들었을 때, 증류탑의 압력 변화는 2차 공정의 거동을 나타냈다. 600초 후 압력은 25 psi로 첫 번째 peak 값을 보여주었고, 1,800초에서 두 번째 peak가 나타났다. 이후 상당한 시간이 흐른 다음 증류탑의 압력은 24 psi로 일정하게 유지되었다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 이 공정의 이득(gain)을 구하시오. (3점)  
 2) 이 공정의 전달함수를 구하시오.

(단, 2차 공정의 전달함수는  $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K}{\tau^2 s^2 + 2\tau\zeta s + 1}$  다) (7점)

제 2 문. 전달함수로 표현되는 시스템과 관련하여 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

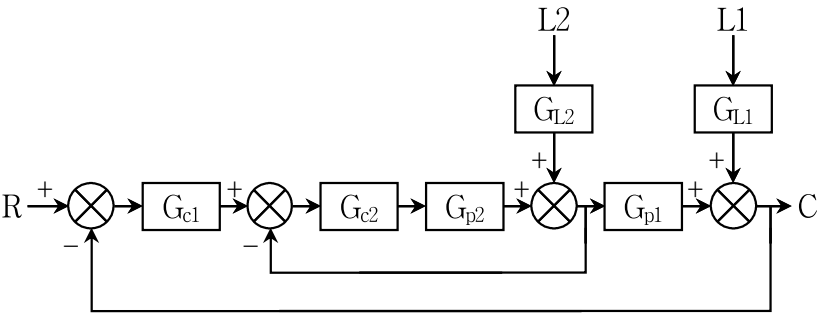
- 1) 입력  $u(t)$ 가 단위 임펄스로 주어질 경우, 출력  $y(t)$ 와 시간이 흘러서 정상상태에 도달했을 때의  $y(t \rightarrow \infty)$ 를 구하시오. (단, 초기에  $u$ 와  $y$ 는 각각 0이라고 가정한다) (6점)

$$\frac{Y}{U} = \frac{1}{(3s + 1)^2}$$

- 2) 만약 주어진 전달함수가 아래와 같이 변경되었을 경우  $y(t \rightarrow \infty)$ 를 구하시오. (4점)

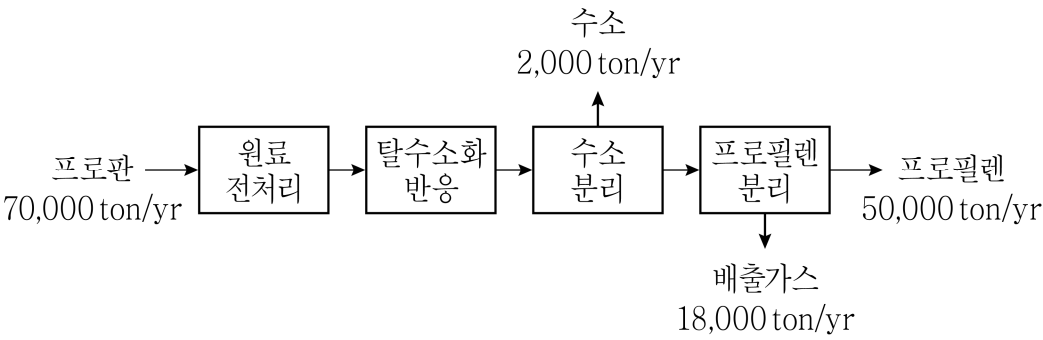
$$\frac{Y}{U} = \frac{1}{s(3s + 1)}$$

제 3 문. 다음 그림은 다단(cascade) 제어구조의 블록선도이다. 물음에 답하시오. (총 20점)



- 1) C를 R, L1, L2의 함수로 표시하시오. (10점)  
 2) 각각의 전달함수가  $G_{c1} = K_C \left(1 + \frac{1}{s}\right)$ ,  $G_{c2} = 1$ ,  $G_{p2} = \frac{2}{s + 1}$ ,  $G_{p1} = \frac{1}{s + 2}$ ,  $G_{L2} = \frac{3}{s + 1}$ ,  $G_{L1} = \frac{2}{s + 2}$ 로 주어질 경우, 그림의 제어시스템이 안정되기 위한 주제어기(master controller)의 이득  $K_C$  값의 범위를 구하시오. (5점)  
 3) L1과 L2에는 변화가 없고 설정치 R에 단위 계단변화가 도입되었을 때의 잔류편차(offset)를 구하시오. (5점)

제 4 문. 다음은 프로판의 탈수소화를 통해 프로필렌을 생산하는 공정의 개념도이다.  
연간 7만 톤의 원료 프로판을 이용해 5만 톤의 프로필렌과 2천 톤의 수소를  
생산하고, 18,000톤의 부산물을 배출하는 플랜트이다.



아래의 표는 제품의 생산비용과 매출액을 보여준다. 총 연간 생산비용(total production cost; TPC)은 원료비, 고정비, 에너지비용의 합으로 계산하며, 총 연간 매출액(annual sales revenue; ASR)은 수소와 프로필렌 판매액의 합으로 산출한다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

항목	연간 비용 [억 원/yr]	항목	연간 매출액 [억 원/yr]
원료비	300	수소	90
고정비	30	프로필렌	450
에너지비용	70		

1) 위 플랜트 건설 및 운영 프로젝트의 고정투자비(FCI)가 500억 원일 경우  
연간 순이익(net profit; NP)을 구하시오. (2점)

○ 연간 수익(gross profit; GP) = ASR - TPC - DC

○ 감가상각비(depreciation cost; DC) = FCI / PL

(단, 플랜트 수명기간(plant life; PL)은 10년으로 간주한다)

○ 연간 순이익(NP) = GP (1 - α)

(단, 법인세율 α는 0.2로 가정한다)

- 2) 투자수익률(return on investment; ROI)과 투자회수기간(payback period; PBP)을 구하시오. (5점)
- 3) 프로젝트의 투자적합성을 판정하시오. (단, 투자수익률이 20 % 이상이고 투자 회수기간이 5년 이하인 경우 해당 투자를 적합한 것으로 판단한다) (3점)

# 인사혁신처 시험출제과장