

## 공정제어설계

2008년 시행 행정고등고시(기술직) 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 앞섬-뒤짐 요소(lead-lag element)의 전달함수가 아래와 같을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{\tau s + 1}{s + 1}$$

- 1) 입력  $X(s)$ 가 단위 계단입력일 때, 시간에 따른 출력  $y(t)$ 를 구하시오. (5점)
- 2)  $\tau$  값의 변화에 따른 계단응답의 개형을 그리시오. (5점)
- 3) 양의  $\tau$  값에 따른 전달함수에 대한 Bode 선도의 간략한 개형을 그리시오. (5점)

제 2 문. 전달함수가  $G(s) = \frac{K}{\tau s - 1}$ 로 주어지는 불안정한 공정의 제어를 설계하기 위해 직접합성법을 이용하려고 한다. 직접합성법에서 제어변수( $C$ )와 설정값( $R$ ) 사이의 바람직한 닫힌루프의 전달함수를  $(C/R)_d$ 로 표시한다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1)  $(C/R)_d$ 로  $\frac{1}{\lambda s + 1}$ 을 사용하는 경우 제어기의 전달함수를 구하시오. (5점)
- 2) 1)에서 구해진 제어기를 사용할 경우 발생하는 문제점을 설명하고, 그 해결방안을 제시하시오. (10점)

제 3 문. 증류탑 시스템에서 재비기 열량( $Q$ )과 Reflux( $R$ )의 변화에 따른 탑저 제품의 농도( $C$ )와 탑상 온도( $T$ )의 변화를 나타내는 전달함수행렬은 아래와 같다.

$$\begin{pmatrix} C(s) \\ T(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{11}(s) & g_{12}(s) \\ g_{21}(s) & g_{22}(s) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q(s) \\ R(s) \end{pmatrix}$$

여기서 중요한 품질변수인 탑저 제품의 농도( $C$ )는 직접 측정하기 어려워 탑상 온도( $T$ )와 조작변수인 재비기 열량( $Q$ )을 이용하는 추론제어기(Inferential controller)를 구성하고자 한다. 이 때 Reflux( $R$ )는 외란으로 작용하며 측정되지 않는다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 위 전달함수들을 이용하여 추론제어기를 구성하기 위한 농도 추정기(Estimator)의 식을 구하시오. (5점)
- 2) 위 증류탑 제어계의 블록선도를 그리시오. (5점)

제 4 문. 어느 회사에서 반도체 제조 공정에 사용하는 원료를 회분식 공정(batch process)으로 연간 1,000,000 kg 생산하고 있다. 각 회분(batch)별 제품 생산 단계는 원료 주입, 반응, 반응이 종료된 제품의 저장탱크로의 이송 등 3단계 과정으로 이루어진다. 이 회사에서 보유한 회분식 반응기는 한 개뿐이므로, 하나의 회분공정이 완전히 끝난 후에(원료 주입부터 저장탱크로의 이송까지) 다음 회분공정이 시작된다. 한 회분 당 제품 생산 소요시간은 회분 반응시간과 원료 주입 및 제품 이송 시간의 두 가지로 구분되며, 각각  $2P_b^{0.5}$  hr, 1.2 hr가 소요된다. 여기서  $P_b$ 는 회분 당 제품 생산량(kg)이다. 공정 가동 기간 동안의 반응기 운전비용은 시간 당 20,000원, 원료 주입 및 제품 이송 비용은 시간 당 15,000원이 각각 소요되는 것으로 추산되었다. 반응기에 대한 연간 고정비용은 회분의 크기에 따라 다음과 같이 변화한다.

$C_F = 500,000 P_b$ 원/년
-------------------------

기타 위에서 언급한 비용을 제외한 제반 운영비는 연간 250,000,000원이 소요된다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 연간 총 공정 운영비용을  $P_b$ 의 함수로 나타내시오. (4점)
- 2) 연간 총 공정 운영비용을 최소화하기 위한 회분 당 생산량 및 회분 당 생산시간을 구하시오. (3점)
- 3) 공정은 연간 300일, 하루 24시간 가동될 때 2)에서 구한 최적 조건으로 생산목표를 달성할 수 있는지 검토하고, 만약 불가능할 경우 대안을 제시하시오. (3점)

## 행정안전부 시험출제과장