

모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

**1. 제어기에 대하여 다음을 설명하시오 (15)**

- 1) 비례제어기 (P-controller) 의 전달함수를 쓰고 특징, 장단점 등을 설명하시오.
- 2) 비례-적분제어기 (PI-controller) 의 전달함수를 쓰고 특징, 장단점 등을 설명하시오.
- 3) 비례-적분-미분 제어기 (PID-controller) 의 전달함수를 쓰고 특징, 장단점 등을 설명하시오.

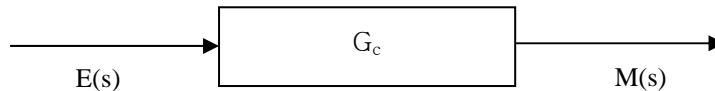
**2. 1차공정에서 시상수 ( $\tau$ ) 와 이득상수 (K) 을 실험적으로 구할 수 있는 가장 간단한 방법은 계단입력변화에 따른 공정의 동특성을 실험하는 것이다 (10).** 1차공정에서 크기 A 의 계단입력에 대한 출력함수는 다음과 같다.

$$Y(t) = AK(1 - e^{-t/\tau})$$

- 1) 이득상수 (K) 는 어떻게 구할 수 있는가?
- 2) 시간상수 ( $\tau$ ) 는 어떻게 구할 수 있는가?

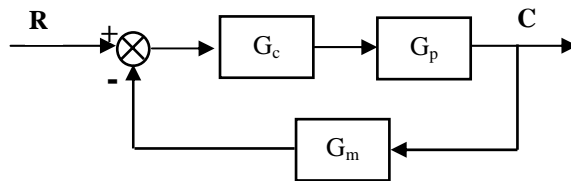
**3. 다음과 같은 제어기 블록선도가 있다 (20).** 입력함수는 오차함수이고, 다음과 같은 PID 제어기가 설치되어 있다.

$$G_c = \frac{M(s)}{E(s)} = K_c \left( 1 + \frac{\alpha}{\tau_I s} + \tau_D s \right)$$



- 1) 공정의 특성상 제어기 인자  $\alpha$  를 매우 작게 유지할 시킨다면, 즉,  $\lim_{\alpha \rightarrow 0} G_c$  은 어떻게 표현되는가?
- 2)  $\alpha$  를 매우 작게 유지할 때, 오차  $E(t)$  의 단위계단 변화에 대한 제어기의 응답  $M(t)$  는?
- 3) 위에서 주어진  $E(t)$  와  $M(t)$  를 그래프로 표현하시오.
- 4) 이 제어기에 대하여 설명하시오.

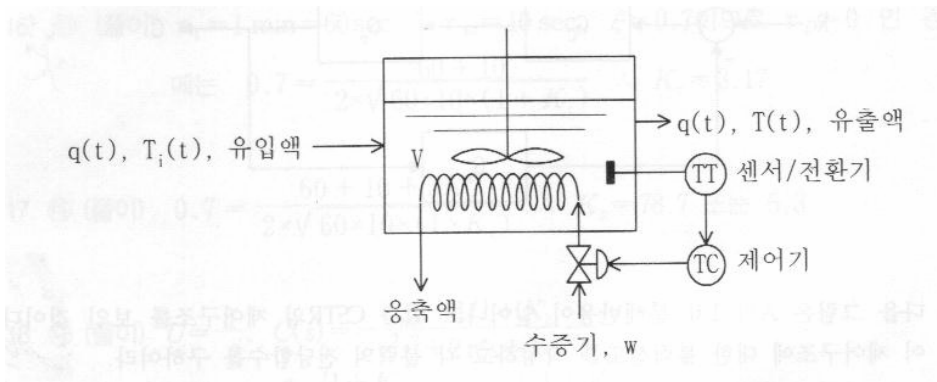
**4. 다음 그림과 같은 Feedback 제어시스템이 있다. (25).**



위 블록선도에서  $G_c = K_c = 1.5$ ,  $G_p = \frac{4}{(s+1)(2s+1)}$ ,  $G_m = 1$  이다.

- 1) 총괄전달함수를 구하시오.
- 2) 이 시스템은 다음 3가지 overdamped, critically-damped 또는 underdamped system 중 어떤 것인지 고르고, 그 이유를 밝히시오.
- 3) 설정치 (R) 가 크기 2 의 계단변화에 따른 offset (잔류편차) 를 구하시오.
- 4) 2차공정에서 계단변화에 따른 진동주기는  $T = \frac{2\pi\tau}{\sqrt{1-\zeta^2}}$  이다. 이 시스템에 대한 진동주기를 구하시오.
- 5) 이 feedback 제어시스템은 비례제어기를 이용하기 때문에 잔류편차가 생긴다. 그렇다면, 잔류편차를 없앨 수 있도록 하려면 어떤 제어기를 사용해야 하는지 쓰고, 제시한 제어기를 이용하여 잔류편차가 "0" 이 됨을 증명하시오.

5. 다음 그림은 연속교반 가열공정을 보인것이다 (30).



탱크내의 액체는 수증기에 의해 가열되며, PID 제어가 이용되고 있다. 정상상태 유량은  $q_s=15ft^3/min$  이고, 정상상태 유입액의 온도는  $T_{is}=100^\circ F$  이다. 제어기를 이용하여 유출액의 온도  $T$  를  $150^\circ F$  로 유지하고자 한다.

유입액의 유량과 유출액의 유량은 같고, 공정의 부피  $V = 100ft^3$  이다. 유입액의 밀도는  $\rho = 65.5lb/ft^3$  이고, 비열은  $C_p = 0.91BTU/lb/^\circ F$  로서 일정하다.

센서 및 전환기의 전달함수는 1차공정으로 표현되며, 시상수  $\tau_m = 0.75min$ , 이득상수  $K_m = 1$  이다. 수증기 제어밸브의 전달함수 또한 1차공정으로 표현되며, 밸브시상수  $\tau_v = 0.2min$ , 밸브이득상수  $K_v = 1.2$  이다.

포화 수증기로부터 탱크로 공급되는 열은  $Q = \lambda \cdot w$  이고, 여기에서 수증기 잠열  $\lambda = 1000 \frac{Btu}{lb}$  이고,  $w$  (lb/min) 는 수증기의 질량유속이다. 제어밸브로부터  $w$  는 조절된다.

- 1) 수증기 유량 제어부분을 제외한 부분의 공정을 모델링하여 유입액의 온도변화에 따른 유출액의 온도변화를 나타내는 공정의 전달함수 ( $G_p$ ) 를 구하시오. 이 전달함수에서 시상수와 이득상수는 얼마인가 (단위도 명시할 것)?
- 2) feedback 제어시스템을 포함하는 전체 블록선도를 그리고, 흐름선에 정보를 표시하시오.
- 3) 위에서 그린 전체 블록선도에서 각각의 블록에서의 전달함수를 위에서 주어진 정보를 바탕으로 모두 쓰시오.
- 4) 이 feedback 제어시스템의 총괄전달함수를 구하시오.
- 5) 위에서 구한 총괄전달함수에서 유입액의 온도가 일정하게 유지되고, 설정치만 변화한다고 한다. 이때 총괄전달함수를 주어진 전달함수 정보를 이용하여 구하고, 몇차 공정인지 밝히시오.
- 6) 만일 PID 제어기로부터 제어밸브쪽으로 크기 1000 의 계단변화가 도입되었다면, 최대 필요한 수증기의 질량유속은 얼마인가?