

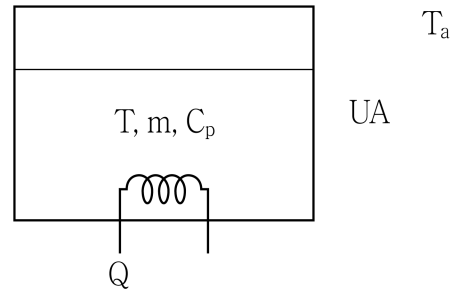
공정제어설계

2022년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

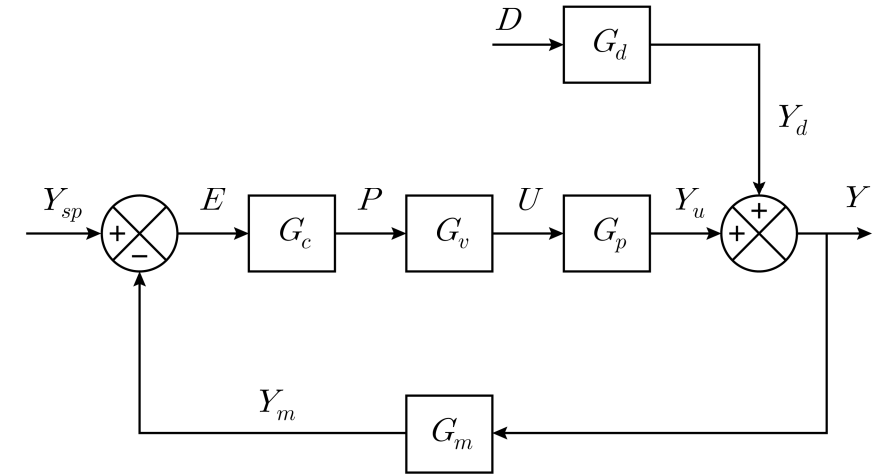
제 1 문. 다음 그림과 같은 가열 탱크에서 10 kg의 물을 가열하고 있다. 탱크 내 물의 온도와 대기 온도는 각각 T 와 T_a 이다. 유입 열량 Q (kW)는 조절 가능하며, 가열 탱크에서 대기로 열손실이 발생한다. 열손실의 UA 는 2 kW/K이며, 대기 온도 T_a 는 25 °C로 일정하다. 물음에 답하시오. (단, U 는 탱크의 총괄 열전달계수이고, A 는 탱크의 열전달 면적이다) (총 15점)



- 1) 가열 탱크 내 물의 질량은 m 이고, 물의 질량당 비열이 C_p 일 때, 위 시스템의 에너지 수지식을 유도하시오. 이때 물의 양과 비열은 일정하다고 가정한다. (3점)
- 2) 정상상태에서 물의 온도가 50 °C라고 할 때, 유입 열량을 구하시오. (5점)
- 3) 1)의 에너지 수지식에 편차변수를 도입하여 유입 열량과 물의 온도 사이의 전달함수를 구하시오. (7점)

제 2 문. 다음 그림과 같은 제어시스템이 존재한다.

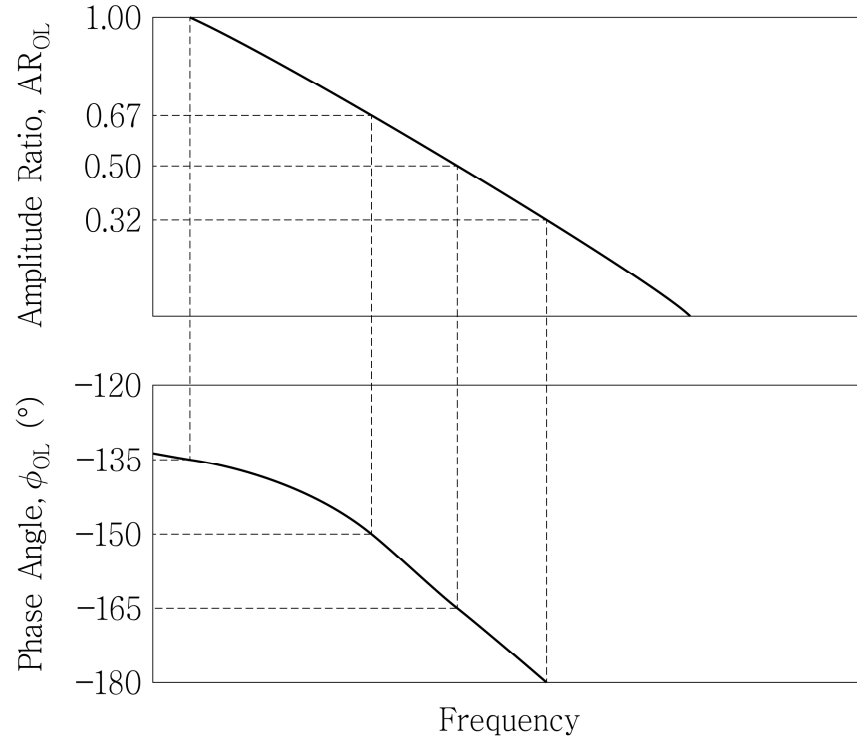
(총 13점)



- 1) Y_{sp} 와 D 에 대한 Y 의 전달함수를 구하시오. (2점)
- 2) $G_c = 1$, $G_v = 2$, $G_d = G_p = \frac{2}{s(s+4)}$, $G_m = 1$ 일 때, Y_{sp} 에 단위가 1인 계단 입력 신호가 발생하는 경우 Y 를 구하시오. (단, 외란은 없는 것으로 가정한다) (4점)
- 3) 2)에서 구한 Y 를 이용하여 $y(t)$ 를 구하고, $y(\infty)$, $y(0.5)$ 의 값을 구하시오. (7점)

제 3 문. 양의 이득값을 갖는 어떤 공정의 전달함수를 G_p , 응답센서의 전달함수를 G_m , 제어밸브의 전달함수를 G_v 라 할 때 $G_v G_p G_m$ 의 Bode 선도에는 아래 그림과 같다. 해당 공정에 비례제어기를 적용하려고 할 때, 다음 물음에 답하시오.

(총 12점)



- 비례제어기의 이득을 2로 설정할 경우, 이득여유(gain margin) 및 위상여유(phase margin)를 구하시오. (6점)
- 위상여유가 30° 이상 45° 이하일 때 예상되는 이득여유의 범위를 구하시오. (6점)

제 4 문. 배치공정(batch process)을 이용해 제품을 생산하려 한다. 2022년 초 고정 투자비 5,000백만 원, 당해 말부터 원료비 연간 100백만 원/배치, 유틸리티 연간 60백만 원/배치, 폐기물처리비 연간 23백만 원/배치로 대략적인 비용이 추산되며, 매출액 연간 220백만 원/배치가 예상된다. 초기 생산일정계획(scheduling) 시나리오는 연간 22배치의 생산이 가능할 것으로 추정되며, 본 프로젝트의 생산기간 10년에 대해, 내부 기준수익률(hurdle rate)은 세전 연이율 15%이다. 다음 식을 참고하여 물음에 답하시오. (총 10점)

$$\text{연금총액의 현재가치 } P = A \left\{ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times \frac{1}{(1+i)^n} \right\}$$

(단, i 는 이율, A 는 매회 연금액, n 은 연금 횟수를 의미한다)

- 이 공정이 수익성이 있는지 순현재가치(Net Present Value)를 구해 판별하시오. (5점)
- 이 공정이 수익성을 갖기 위해서는 연간 최소 몇 개의 배치가 수행되어야 하는가? (5점)

인사혁신처 시험출제과장