

수감부를 리용하지 않는 준위조종체계설계에 대한 연구

리진성

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《통합생산체계와 무인조종체계를 확립하고 룝색생산방식을 비롯한 앞선 생산방법을 받아들이며 중요한 경제기술지표들을 세계선진수준에 올려세우고 부단히 개선해나가야 합니다.》
 (《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 48페이지)

선행연구들[1, 2]에서는 수위조종체계에 대한 각이한 설계방법들이 논의되었으며 그것을 실험실적환경이나 공정조종에서 광범히 응용하였다.

론문에서는 공정조종실험장치에서 수위조종체계의 한가지 수학적모형화와 조종기설계방법을 제기하고 그 유효성을 검증하였다.

1. 2수조체계의 한가지 수학적모형화

공정조종실험장치에서 2개의 탱크로 이루어진 수조의 구조를 그림 1에 보여주었다.

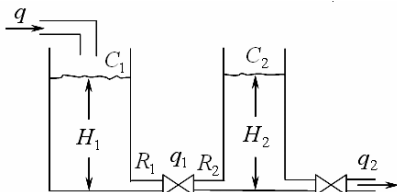


그림 1. 2수조체계

그림 1에서 q 는 수조 1의 입구류량, q_1 , q_2 는 수조 1, 2에서 나가는 출구류량, H_1 , H_2 는 수조 1, 2의 수위, R_1 , R_2 는 변 1, 2의 저항, C_1 , C_2 는 수조 1, 2의 자름면면적이다.

수조 1에서 류량변화는 다음과 같다.

$$f_1 = q - q_1 \quad (1)$$

이때 R =준위변화/류량변화를 고려하면 정상상태에서

$$q_1 = (H_1 - H_2) / R_1 \quad (2)$$

이다.

식 (2)의 양변을 라플라스변환하면 다음과 같다.

$$Q_1(s) = (H_1(s) - H_2(s)) / R_1 \quad (3)$$

한편 $C_1 = f_1 / \dot{H}_1$ 로부터 $f_1 = C_1 \dot{H}_1$ 이며 따라서 식 (1)로부터 $q - q_1 = c_1 \dot{H}_1$ 로 되며 이것의 양변을 라플라스변환하면

$$Q(s) - Q_1(s) = C_1 s H_1(s) \quad (4)$$

로 된다. 따라서 $H_1(s) = (Q(s) - Q_1(s)) / C_1 s$ 이다.

마찬가지 방법으로 수조 2에서 $R_2 = \frac{dH_2}{dq_2}$ 이므로 양변을 라플라스변환하면

$$R_2 = H_2(s) / Q_2(s).$$

수조 2에서 류량의 변화는 $C_2 \dot{H}_2 = q_1 - q_2$ 이므로 량변을 라플라스변환하면

$$Q_1(s) - Q_2(s) = C_2 s H_2(s) \quad (5)$$

로 된다. 이로부터 $H_2(s) = (Q_1(s) - Q_2(s)) / C_2 s$ 이다.

이상의 논의로부터 다음과 같은 구성도를 작성할수 있다.(그림 2)

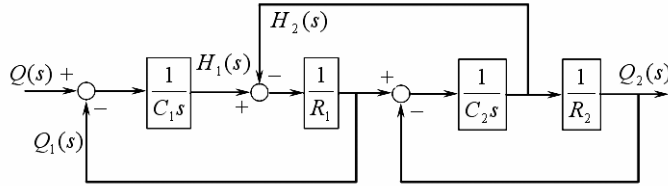


그림 2. 2수조체계의 블록구성도

2. 수감부를 리용하지 않는 수위조종체계의 설계와 Simulink모의

우에서 논의한 2수조체계에 대한 모의를 MATLAB Simulink를 리용하여 진행할수 있다.

모의실험을 위해 수조 1, 2의 차름면면적은 $C_1 = 0.04\text{m}^2$, $C_2 = 0.03\text{m}^2$, 관로저항은 $R_1 = R_2 = 100\text{s/m}^2$, 뿔프의 능력은 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 로 설정하였다.

2수조체계에서 매개 수조는 요구하는 수위를 넘지 말아야 하므로 상수값비교를 진행하여 턱값을 넘어서면 0을 내보내고 턱값보다 같거나 작으면 1을 내보내도록 모의를 진행하였다. 공정조종실험장치에서 수조의 높이는 40cm이며 수위한계값을 30cm로 정하였다.

조종기는 상수값에 의한 비교를 리용하여 입구류량을 열기/닫기하는 방식으로 구성할수 있다. 이와 같은 조종기의 조작을 MATLAB Simulink의 적블록(product)를 리용하여 해결하였다. 따라서 입구류량은 조종기에 의하여 다음과 같이 제한된다.

$$Q = \text{입구류량} \times \text{상수값 1} \times \text{상수값 2}$$

웃식의 결과로부터 조종기는 수조의 수위가 설정값을 넘지 않도록 입구류량을 조절하며 지정된 설정값을 넘어서면 차단되면서 조종을 완료한다. 이러한 조종기설계의 Simulink 구성도는 그림 3과 같다.

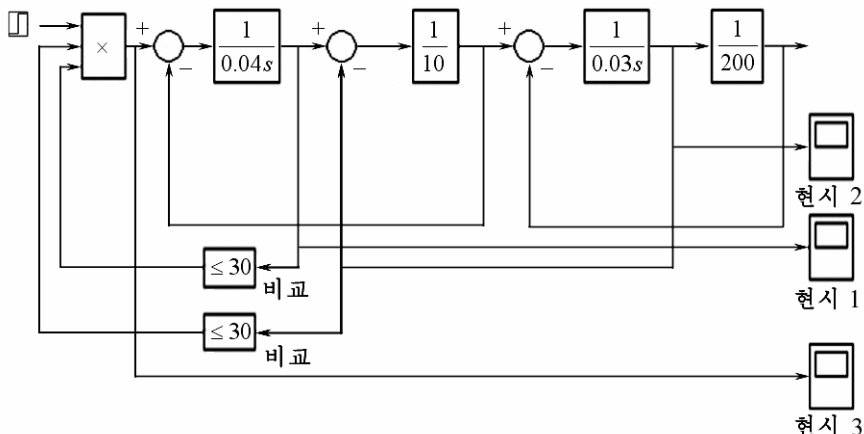


그림 3. 수위조종체계의 Simulink구성도

모형의 파라미터 R_1 , R_2 를 변화시키면서 요구하는 수위를 보장하도록 하였을 때 모의 결과는 그림 4와 같다.

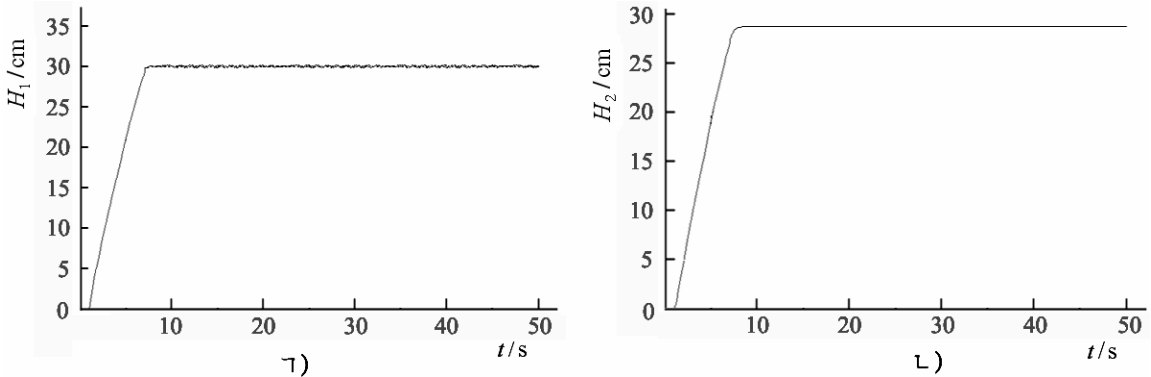


그림 4. $R_1=10s/m^2$, $R_2=200s/m^2$ 일 때 수위조종체계의 응답

ㄱ) 수조 1의 수위, ㄴ) 수조 2의 수위

그림 4에서 알수 있는바와 같이 수조 1의 수위는 변함이 없으나 수조 2의 수위는 설정값과 약간의 편차를 가진다. 이것은 입구쪽의 저항은 작게 하고 출구쪽의 저항은 될수록 크게 해야 한다는것을 말해준다.

이러한 조종기설계방법은 수감부설치가 곤란하거나 측정오차가 비교적 큰 대상들에서 쓰기 편리하다.

맺 는 말

공정조종실험장치에서 2개의 직렬연결된 수조체계의 수학적모형을 해석적으로 작성하고 MATLAB의 Simulink를 리용하여 조종기설계모의를 진행하였으며 모의실험을 통하여 제안한 방법의 효과성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김철진; 조종체계공학, 김일성종합대학출판사, 116~127, 주제97(2008).
- [2] K. Ogata et al.; Nahrain University, College of Engineering Journal(NUCEJ), 13, 1, 84, 2010.

주제105(2016)년 7월 5일 원고접수

Design for Level Control System without Sensor

Ri Jin Song

We designed the modeling of the tank level systems and controller design simulation by using MATLAB and verified its efficiency through the simulation.

Key words: process, level