

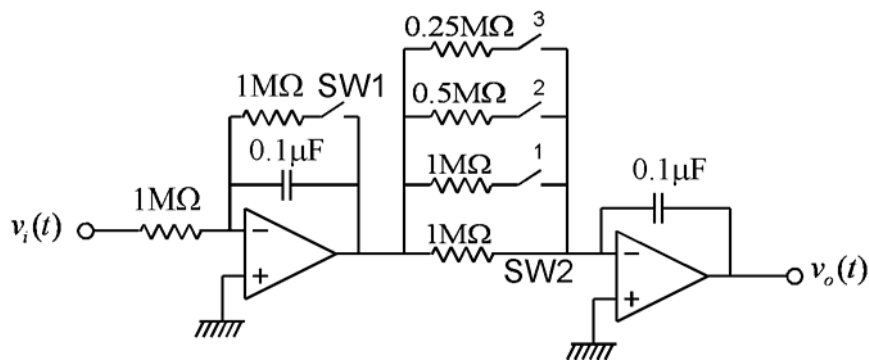
# Lab\_Lead\_Lag

## Real-Time Digital Control of Dynamic Simulator: Lead/Lag Compensator

---

### Description

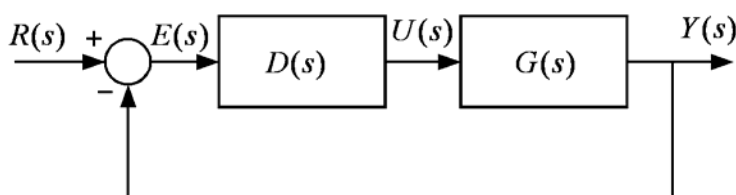
이 실험에서는 다음 그림에 주어진 Dynamic Simulator 에 대해서 lead compensator 와 lag compensator 를 적용해 본다.



실험용 보드에는 시뮬레이터의 동적 특성을 변화시키기 위해서 DIP 스위치가 2 개 있으며, 2 점 스위치가 SW1, 4 점 스위치가 SW2 이다. 실험 시작 전에 SW1 의 1 번은 ON 상태로 SW2 는 모두 OFF 상태로 놓는다. 이 시스템의 전달 함수는 다음과 같다.

$$G(s) = \frac{10}{s(0.1s+1)}$$

이 시스템에 대해서 다음 그림과 같이 제어 시스템을 구성한다.



제어기는 전달 함수가 다음과 같은 lag compensator 와 lead compensator 를 적용한다.

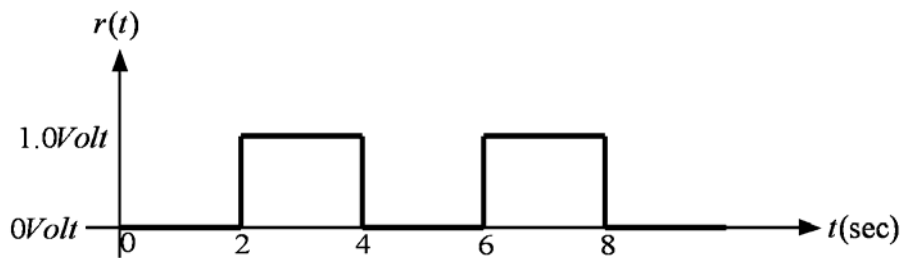
$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K \frac{Ts + 1}{\alpha Ts + 1}$$

디지털 식으로 바꾸기 위해서, 위의 식에 다음을 대입하여 디지털 제어기의 식을 구한다.  
아래의 식에서  $\Delta t$  는 sampling period 이다.

$$s \leftarrow \frac{z-1}{\Delta t}$$

$$D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = K \frac{Ts + 1}{\alpha Ts + 1} \Bigg|_{s=\frac{z-1}{\Delta t}} = K \frac{T \frac{z-1}{\Delta t} + 1}{\alpha T \frac{z-1}{\Delta t} + 1} = K \frac{T(z-1) + \Delta t}{\alpha T(z-1) + \Delta t}$$

이 제어 시스템의 타입은 1 이므로 단위 계단 입력에 대한 정상 상태 오차는 0 이다. 단위 경사 명령 입력에 대해서는 정상 상태 오차가 2%가 되도록 하기 위하여  $K=5$  로 정한다. 실험에서 명령 입력  $r(t)$  는 다음과 같은 함수를 프로그램에서 발생 시켜서 시뮬레이터 출력에서 단위 계단 응답을 관측할 수 있도록 한다.



또한 처음 한 주기(0 에서 4 초)사이의 구간의 시스템 응답을 파일에 저장하여 호스트 컴퓨터에서 MATLAB 을 이용하여 응답 그래프를 그릴 수 있도록 한다.

SW2 에 의한 시스템 동적 특성의 변화는 다음과 같다.

- SW2 의 1 번 ON:  $G(s) = \frac{20}{s(0.1s + 1)}$
- SW2 의 1 번과 2 번 모두 ON:  $G(s) = \frac{40}{s(0.1s + 1)}$

- SW2의 1번, 2번과 3번 모두 ON:  $G(s) = \frac{80}{s(0.1s+1)}$
- 

## Experiment

**Experiment 1.**  $K=5$ 의 상수만으로 구성된 제어를 적용했을 때의 보드 선도를 그려서 위상 이득을 구하고, MATLAB을 이용하여 단위 계단 응답을 구해본다. 그리고, 실험을 수행하여 실험에서 얻은 단위 계단 응답과 MATLAB에서 얻은 결과를 비교해 본다. MATLAB 시뮬레이션은 첨부된 파일을 이용한다.

**Experiment 2.**  $K=5$ 로 정하고, 위상 이득이 55도 이상이 되도록 lag compensator를 설계하여 보드 선도를 그려서 위상 이득을 구하고, MATLAB을 이용하여 단위 계단 응답을 구해본다. 그리고, 실험을 수행하여 실험에서 얻은 단위 계단 응답과 MATLAB에서 얻은 결과를 비교해 본다.

**Experiment 3.** 제어기는 **Experiment 2**에서 설계한 제어를 그대로 적용하여, SW2의 1,2,3,을 차례로 ON 했을 때의 시뮬레이션 응답과 실험 응답을 구하여 시스템의 동적 특성 변화에 따른 응답의 변화를 관찰한다.

**Experiment 4.**  $K=5$ 로 정하고, 위상 이득이 55도 이상이 되도록 lead compensator를 설계하여 보드 선도를 그려서 위상 이득을 구하고, MATLAB을 이용하여 단위 계단 응답을 구해본다. 그리고, 실험을 수행하여 실험에서 얻은 단위 계단 응답과 MATLAB에서 얻은 결과를 비교해 본다. 이 경우에는 제어 출력 값이 DA 컨버터의 출력 값의 범위인 +/-10 Volt를 초과한다. 이러한 경우에 대해서 프로그램에서 어떻게 처리해야 하는지를 고려하여 적용하시오.

**Experiment 5.** 제어기는 **Experiment 4**에서 설계한 제어를 그대로 적용하여, SW2의 1,2,3,을 차례로 ON 했을 때의 시뮬레이션 응답과 실험 응답을 구하여 시스템의 동적 특성 변화에 따른 응답의 변화를 관찰한다.

---

## Additional Information

제어 공학 학부 교재

첨부된 MATLAB 파일: lab\_lead.m

---