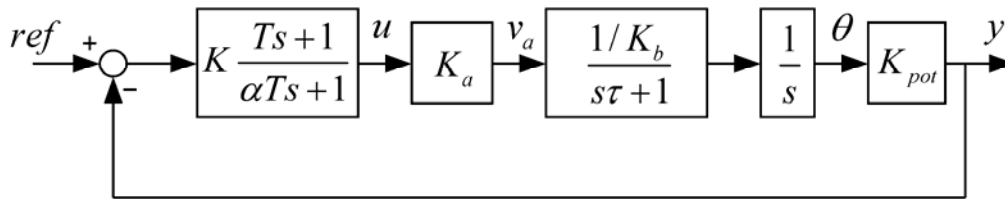


LAB : DC servo motor – Phase lead compensator

DC servo motor에 대해서 다음 그림과 같이 phase lead compensator 를 구현하고, step response를 구한다. 그리고, MATLAB simulation을 수행하여 실제 모터의 응답과 비교해 본다.



사용되는 모터의 전달함수는 다음과 같다.

$$\frac{\Theta(s)}{V_a(s)} = \frac{1/K_b}{s(\tau s + 1)} = \frac{42}{s(0.08s + 1)}$$

Pre-amp gain은 10 이고, power amp gain은 1 이므로, $K_a = 10$ 이다. Potentiometer 는 -90도와 90도 사이에서 15.5 volt가 변화하며, 기어의 감속 비는 56:1 이 이다. 따라서

$$K_{pot} = \frac{15.5}{56\pi} \text{ 이다.}$$

1. Lead compensator 없이 $K = 1$ 일 때의 phase margin을 bode plot을 그려서 계산해 보고, 시뮬레이션과 실제 실험에서 step response를 구한다.

2. Phase margin이 20도 정도 증가되도록 lead compensator를 설계한 후, bode plot으로부터 phase margin을 계산하고, 시뮬레이션과 실제 실험에서 step response를 구한다.

Note : Lead compensator의 구현

Lead compensator의 전달 함수는 다음과 같다.

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

이를 digital form으로 변형하기 위해서 다음과 같이 Tustine's Method 를 적용한다.

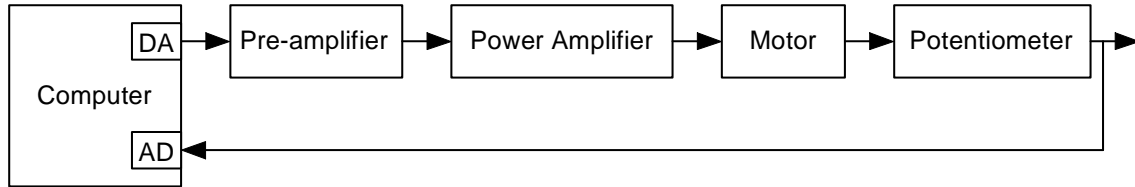
$$D(z) = \frac{U(z)}{E(z)} = K \frac{Ts+1}{\alpha Ts+1} \Big|_{s=\frac{2}{T_s} \frac{z-1}{z+1}} = K \frac{T \frac{2}{T_s} \frac{z-1}{z+1} + 1}{\alpha T \frac{2}{T_s} \frac{z-1}{z+1} + 1}$$

위의 전달 함수로부터 다음과 같이 digital lead compensator의 구현 식을 얻을 수 있다.

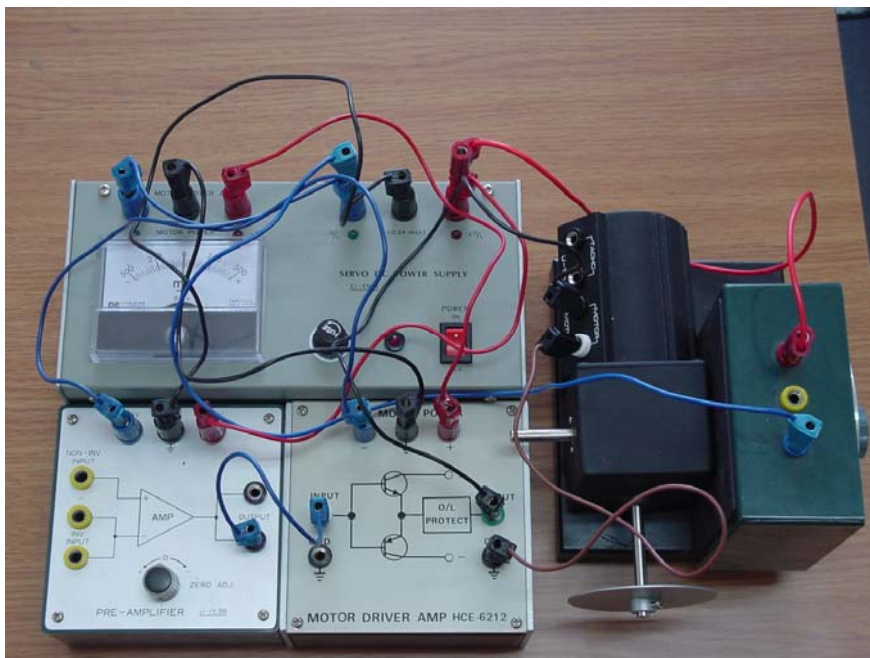
$$u(n) = \frac{1}{T_s + 2\alpha T} \left[K(T_s + 2T)e(n) + K(T_s - 2T)e(n-1) + (2\alpha T - T_s)u(n-1) \right]$$

실험에 사용될 실험 장치의 사용 방법은 다음과 같다.

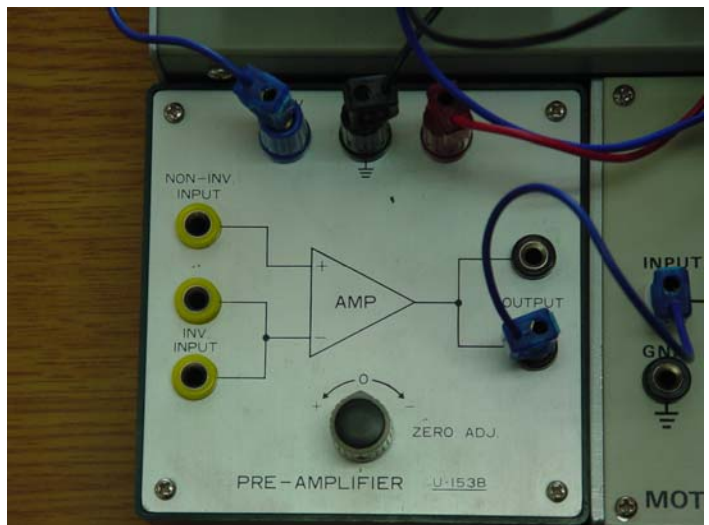
모터 실험 시스템의 기본 적인 구성은 다음 그림과 같다.



다음 그림은 각 장치들의 연결 상태를 보여준다.



- Pre-amplifier의 신호 입력 단자에 아무것도 연결하지 않은 상태에서, 모터 전원을 켜고, pre-amplifier의 zero adjust를 조절하여, zero adjust 값에 따라서 모터가 정방향 혹은 역방향으로 움직임을 관측한다. 그리고, zero adjust 값을 조절하여 모터의 움직임이 없게 되는 값으로 설정한다.
- DA converter의 출력을 pre-amplifier의 신호 입력 단자에



연결한후, pre-amplifier의 zero adjust 을 조절하여 모터의 움직임이 없도록 한다.

- Potentiometer의 출력에 오실로스코프나 디지털 멀티 미터를 연결하여 출력 전압 값을 측정하는 상태에서, DA converter로 plus 전압을 출력 시킨후, potentiometer의 출력 전압값이 증가하는 것을 확인한다. 만약, DA converter에서 plus 전압이 나올 때 potentiometer의 출력 전압이 감소 한다면, potentiometer에 연결된 +15 Volt 와 -15 Volt 전압을 서로 바꿔서 연결하도록 한다.
- Potentiometer의 출력을 AD converter의 입력 단자에 연결한다. 이때, AD converter의 입력 범위는 ± 10 Volt 이나, potentiometer의 출력값의 범위는 ± 15 Volt 임을 유의하여, potentiometer의 출력값이 AD converter의 입력 범위를 초과하지 않는 범위에서 모터를 동작 시키도록 한다.
- Potentiometer 자체의 이론 상의 gain은 한바퀴 회전에 -15 Volt에서 +15 Volt까지 변화하므로, $\frac{30}{2\pi}$ Volt/radian 이다. Potentiometer는 감속 gear를 통하여 모터의 축에 연결이 되어 있으므로, gear의 감속비를 N ($N = 56$)이라고 했을 때, potentiometer gain 은 $K_{pot} = \frac{30}{N \cdot 2\pi}$ 와 같이 구할 수 있다. 그러나, 실제 potentiometer의 유효 측정 각도는 2π 에 못 미칠 수 있으므로, 실제 측정 값은 이와 차이가 있을 수 있음에 유의 한다.

제출 결과물:

1. Lead compensator 없이 $K = 1$ 일 때의 bode plot, 시뮬레이션과 실제 실험의 step response.
2. 설계된 Lead compensator를 적용한 bode plot, 시뮬레이션과 실제 실험의 step response.