

HW) 자기의 모터식을 사용하여 다음의 사양을 모두 만족시키는 PID 제어를 설계하고, 시뮬 링크로 결과를 보여라.

- parabolic input에 대한 정상상태 오차  $\leq 0.2$
- $t_r \leq 2msec$
- unit input에 대한 max. overshoot  $\leq 2\%$

### 1) 모터 설계

$$G_P(s) = \frac{4500}{s(s+360)}$$

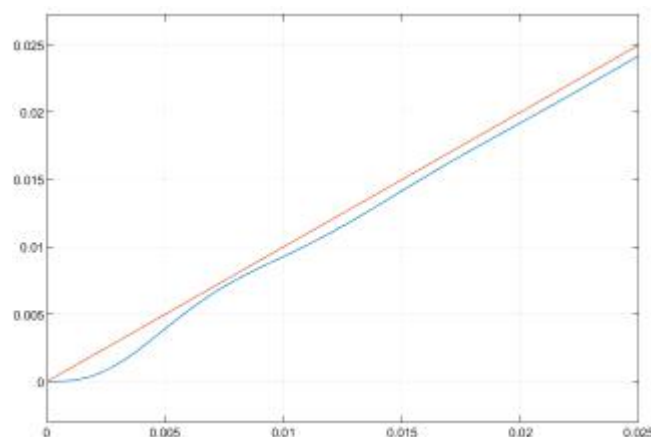
$$\zeta = 5.37, \omega_n = 67$$

### 2) Ki parameter

parabolic input에 대한 정상상태 오차가 0.2 이하여야 하므로 최종값 정리에 의해,

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{\frac{1/s^3}{1 + \frac{K_P s + K_D s^2 + K_I}{s}} \frac{4500}{s^2 + 360s}}{\leq 0.2}$$

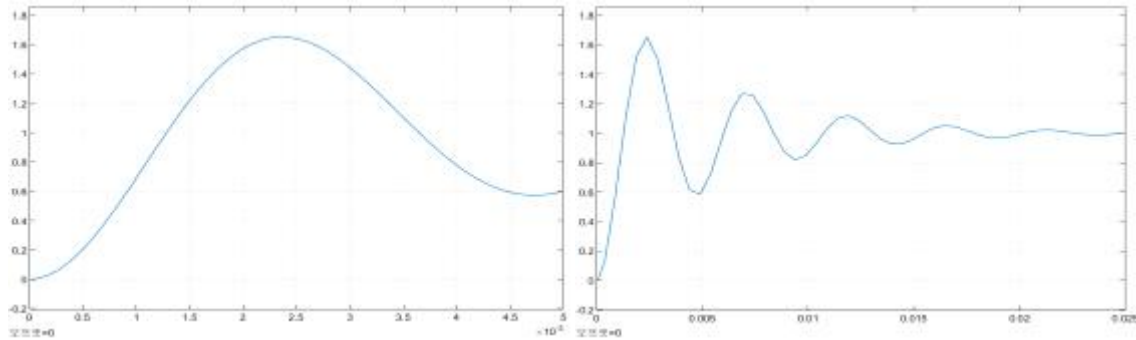
$$K_I = 0.4$$



parabolic input에 대한 출력을 보면,  $e_{ss}$ 가 0.2보다 훨씬 작다는 것을 알 수 있다. 따라서 파라미터가 잘 설정되었다고 판단할 수 있다.

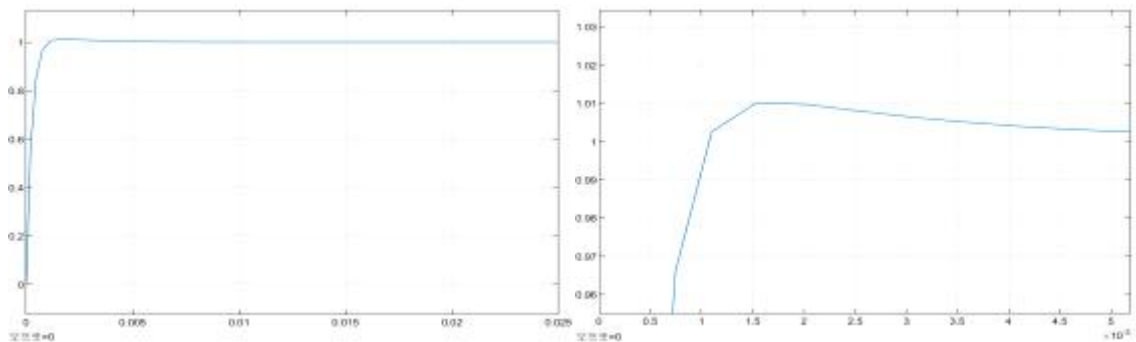
### 3) Kp parameter

Rising time이 2msec 이하가 되어야 하므로 Kp = 0에서 점차 증가시키며 적절한 값을 찾아본다.



Kp = 400으로 설정하여 위와 같은 결과를 얻었다. 좌측은 rising time을 잘 관찰하기 위한 0msec에서 5msec 사이의 구간이고, 우측은 25msec까지의 출력이다.

### 4) Kd parameter

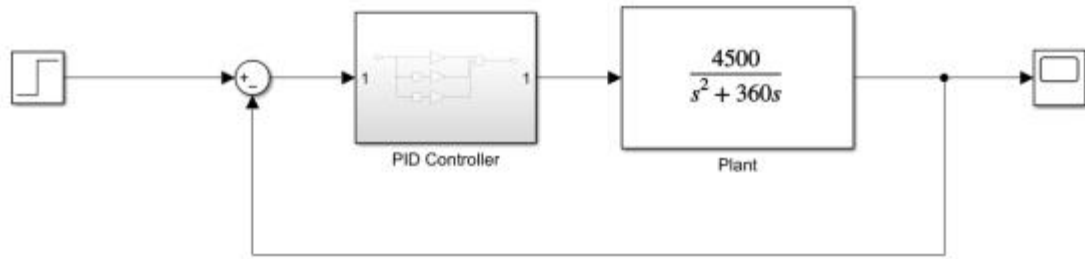


Kd = 0.91로 설정하여 위와같은 결과를 얻었다. 우측은 Overshoot를 잘 확인하기 위해 확대한 그림이다.

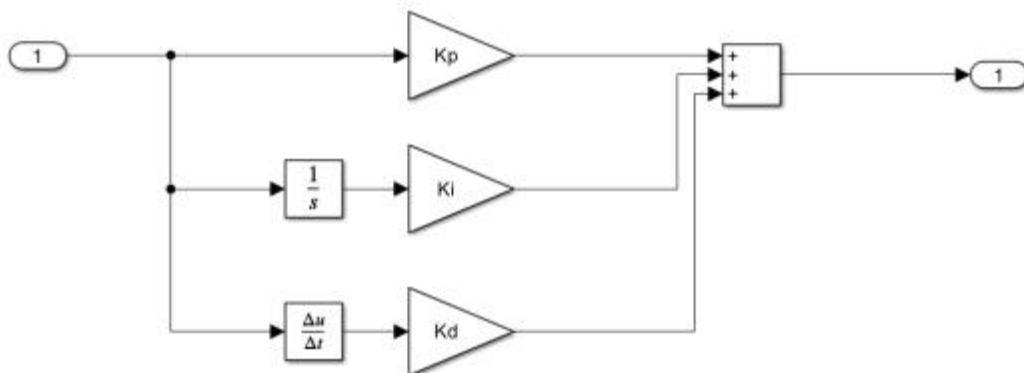
따라서 최종적인 PID 제어기의 전달함수는 아래와 같다.

$$G_c(s) = 400 + 0.91s + \frac{0.4}{s}$$

## Overview



## PID Controller(Subsystem)



### 5) 고찰

Plant의 전달함수만 관찰하고 바로 제어를 구상할 수는 없기에 최종값 정리를 통해 첫 번째 파라미터를 설정하고 나머지 파라미터는 0부터 조금씩 증가시켜가며 적절한 출력으로 이어지는 값을 찾아나갔다. 설정한 파라미터를 통한 출력값  $ess$ , rising time, overshoot 모두 적절한 수준임을 확인하였다.

실제 제어과정에서 과도한 제어가 개입될 경우 낭비되는 리소스를 생각하여 최대한 조건과 근접하게 구현하려고 고심하였다.