

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

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

1) 모터 설계

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

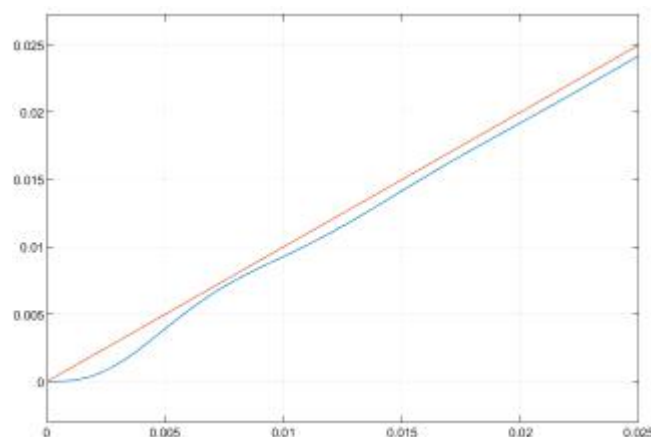
$$\zeta = 5.37, \omega_n = 67$$

2) Ki parameter

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

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

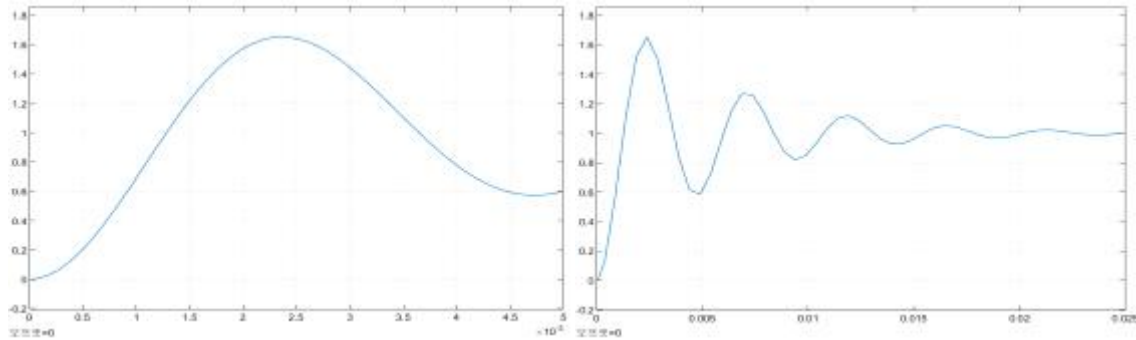
$$K_I = 0.4$$



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

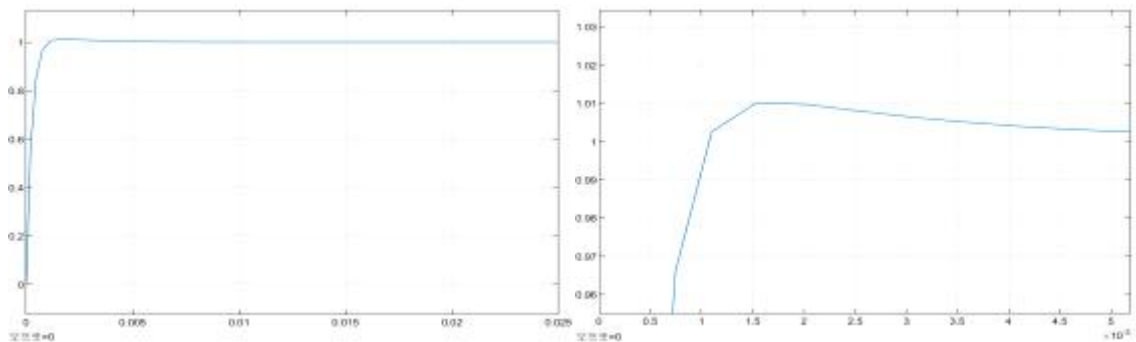
3) Kp parameter

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

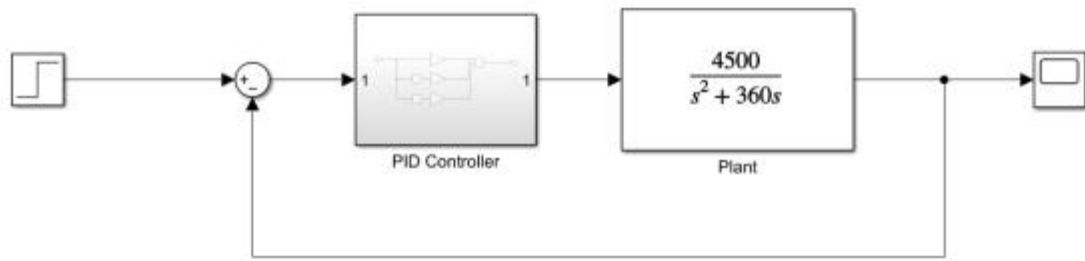


Kd = 0.91로 설정하여 위와같은 결과를 얻었다. 우측은 Overshoot를 잘 확인하기 위해 확대한 그림이다.

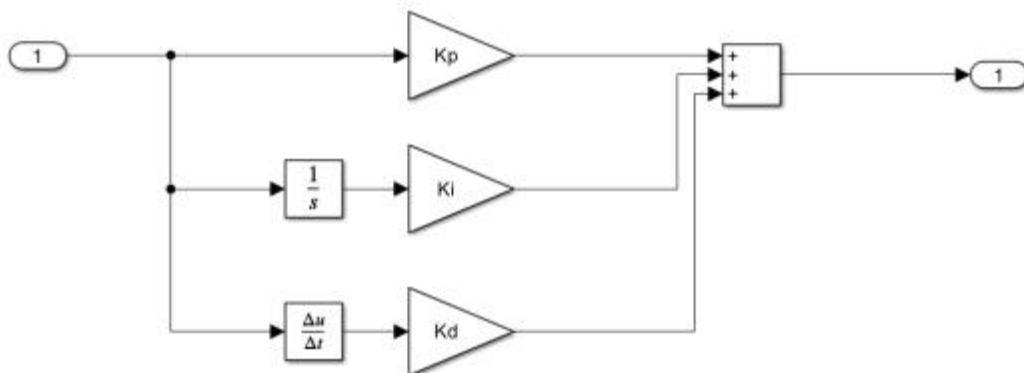
따라서 최종적인 PID 제어기의 전달함수는 아래와 같다.

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

Overview



PID Controller(Subsystem)



5) 고찰

우선 정상상태 오차 조건으로부터 K_i 파라미터를 설정하였다. 0.2 이하 정상상태 오차를 구현하면 되는 것이었지만 0.2보다 훨씬 작은 수치를 확인할 수 있었다. K_p 는 Rising time과 관련이 있는 파라미터이다. 따라서 2msec 이내의 rising time을 갖도록 조절하였는데 K_p 의 경우 요구되는 specification에 거의 근접하도록 제어특성을 설정한 것 같다. 가장 좋은 제어는 필요한 성능에서 너무 과도하지도, 부족하지도 않은 제어가 관건이라고 사료된다. 마지막으로 K_d 파라미터는 overshoot 1% 수준으로 원래의 요구 기준인 2%보다는 조금 더 제어된 형태 출력을 보이는 것을 확인할 수 있다. PID 제어기는 미분기와 적분기를 통하여 transfer function을 사용하지 않고 재구성하였다. 이렇게 제어기와 plant를 분리함으로써 제어 조건이 변경될 경우 controller 부분만 조절하여 원하는 제어특성을 얻을 수 있다.