
IT CookBook, 핵심이 보이는 제어공학

[연습문제 답안 이용 안내]

- 본 연습문제 답안의 저작권은 한빛아카데미(주)에 있습니다.
- 이 자료를 무단으로 전제하거나 배포할 경우 저작권법 136조에 의거하여 최고 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처할 수 있고 이를 병과(併科)할 수도 있습니다.

Chapter 08 연습문제 답안

《객관식》

8.1 나

8.2 다

8.3 라

8.4 나

8.5 가

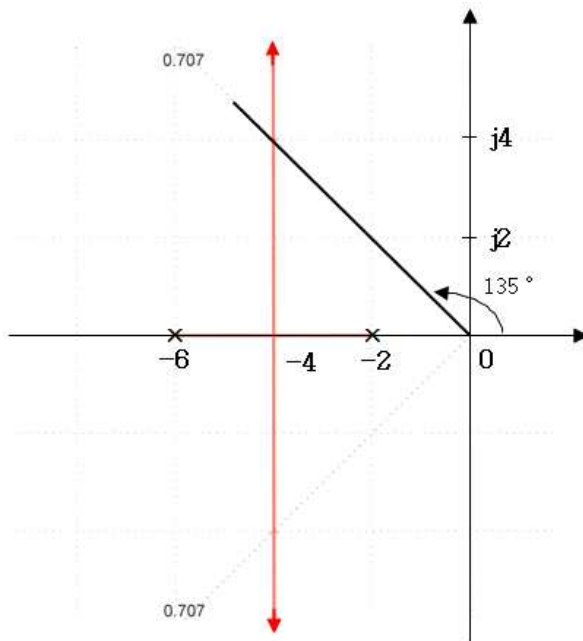
8.6 다

8.7 나

8.8 라

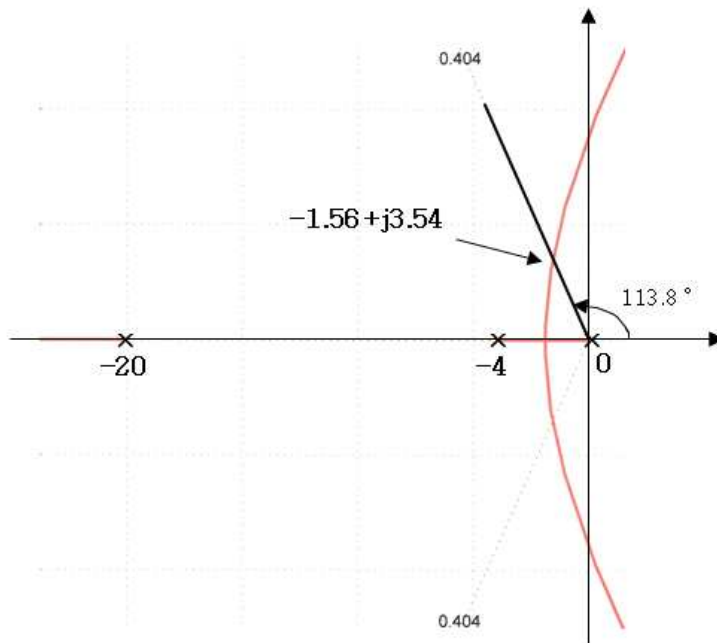
《주관식》

8.9



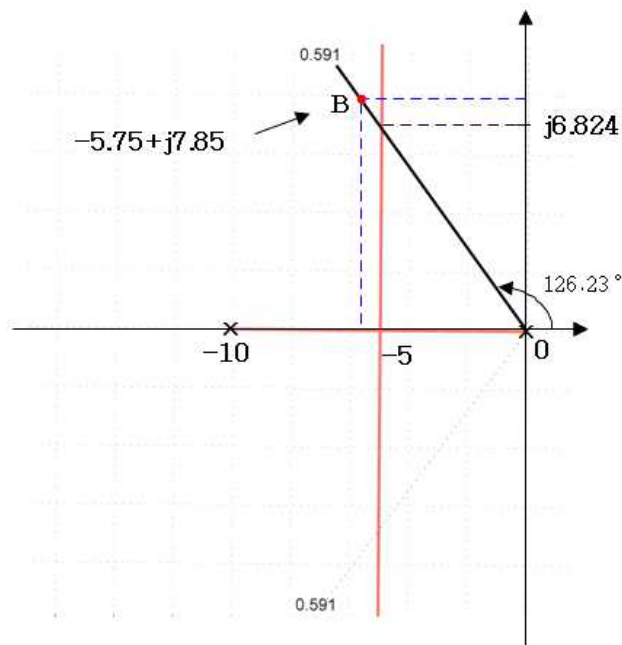
$$K = 20$$

8.10



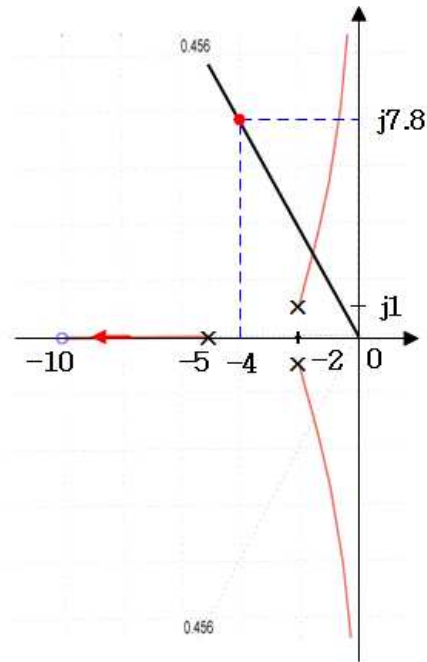
$$K \approx 15.6$$

8.11



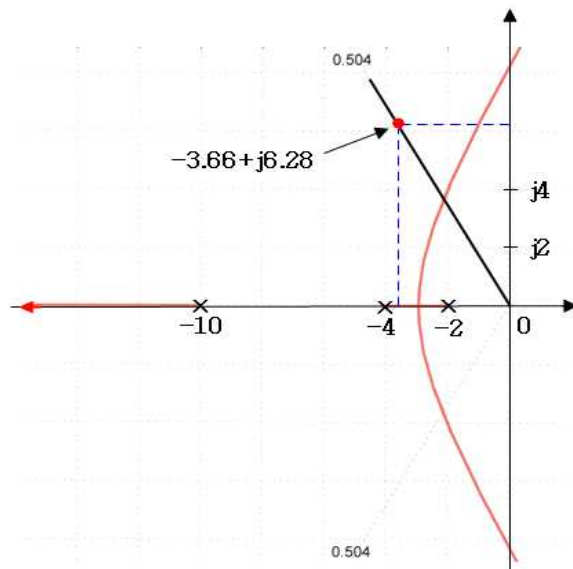
시스템에 추가할 미분제어기는 $G_z(s) = (s + 126)$ 와 같고, 그때의 이득정수 값은 $K \approx 0.72$ 가 된다.

8.12



$G_c(s) = G_D(s) \times G_I(s) = \frac{(s + 8.6)(s + 0.1)}{s}$ 이고, 이때 이득정수 값은 $K \approx 5.67$ 이 된다.

8.13

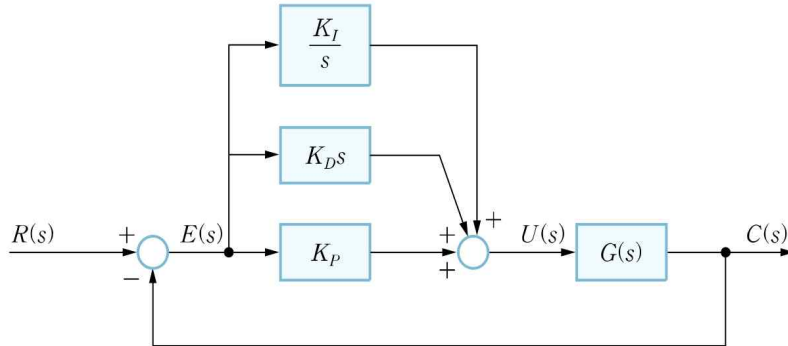


$$G_c(s) = G_D(s) \times G_I(s) = \frac{(s + 7.85)(s + 0.1)}{s}$$

$$K \approx 4.86$$

8.14 전달함수가 다음과 같은 PID제어기를 구현한다.

$$G_c(s) = \frac{4.86(s + 7.85)(s + 0.1)}{s}$$



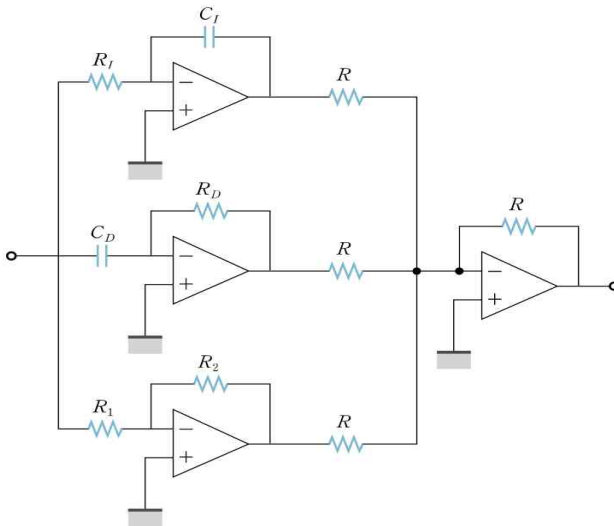
위의 그림과 같은 PID제어기의 전달함수는 다음과 같이 표시되고

$$G_c(s) = \frac{4.86(s + 7.85)(s + 0.1)}{s}$$

를 갖기 위해서는 이득정수들이 아래 같은 값을 가져야 한다.

$$K_P \doteq 38.69, K_D \doteq 4.86, K_I \doteq 3.82,$$

연산증폭기를 이용하여 실제 구현하면, 다음 그림과 같이 된다.

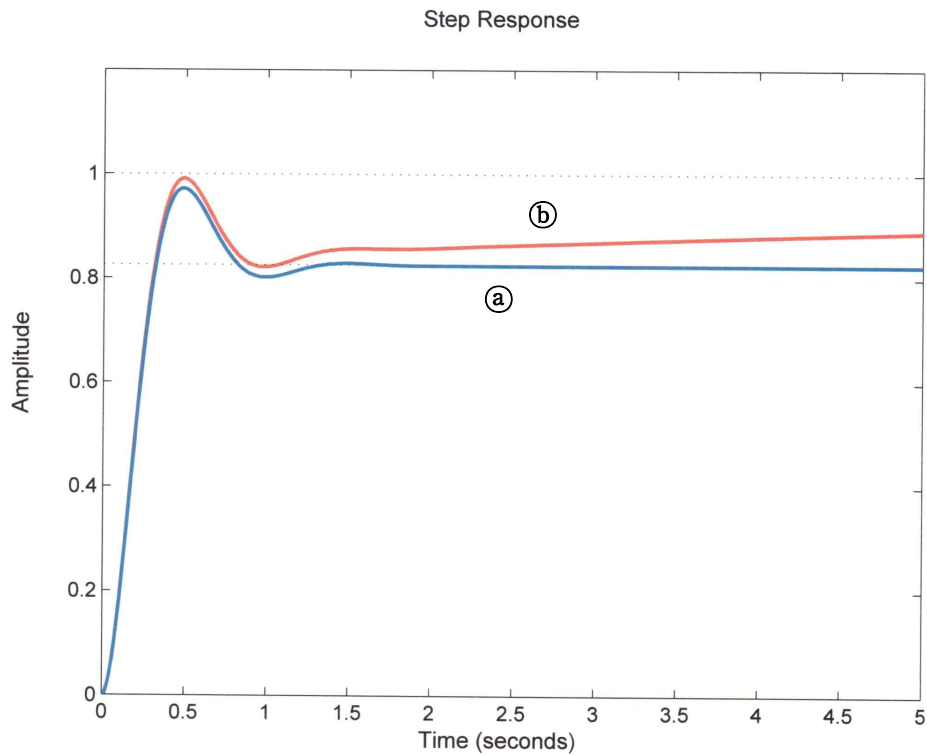


$$R_1 = 100[\Omega], \quad R_2 = 3.869[k\Omega],$$

$$R_D = 486[k\Omega], \quad C_D = 10[\mu F]$$

$$R_I = 26.2[k\Omega], \quad C_I = 10[\mu F]$$

8.15



▶ 과도응답특성을 만족하기 위하여 미분제어기만 설치하였을 때, 이득정수는 $K=4.83$ 이며, 이 때 개루프 전달함수와 폐루프 전달함수는 다음과 같다.

$$G_D(s)G(s)H(s) = \frac{4.83 \times 10 (s + 7.85)}{(s + 2)(s + 4)(s + 10)}$$

$$\begin{aligned} M(s) &= \frac{\frac{4.83 \times 10 (s + 7.85)}{(s + 2)(s + 4)(s + 10)}}{1 + \frac{4.83 \times 10 (s + 7.85)}{(s + 2)(s + 4)(s + 10)}} \\ &= \frac{48.3 (s + 7.85)}{(s + 2)(s + 4)(s + 10) + 48.3 (s + 7.85)} \\ &= \frac{48.3 s + 379.155}{s^3 + 16s^2 + 116.3s + 459.155} \end{aligned}$$

그리고 이 시스템에 대한 단위계단응답은 그림의 (a)번 그림과 같으며, 17.7[%]의 백분율 오버슈트와 0.4835[sec]의 침투값시간을 나타낸다. 그러나 17.4[%]의 정상상태오차를 나타내고 있음을 알 수 있다.

▶ 정상상태오차를 0으로 하기 위하여 적분제어기를 더 추가하였을 때, 이득정수는 $K=4.86$ 이 되며, 이때 개루프 전달함수와 폐루프 전달함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 G_D(s)G_I(s)G(s)H(s) &= \frac{4.86(s+7.85)(s+0.1)}{s} \times \frac{10}{(s+2)(s+4)(s+10)} \\
 &= \frac{48.6(s+7.85)(s+0.1)}{s(s+2)(s+4)(s+10)} \\
 &= \frac{48.6s^2 + 386.37s + 38.15}{s^4 + 16s^3 + 68s^2 + 80s} \\
 M(s) &= \frac{\frac{48.6s^2 + 386.37s + 38.15}{s^4 + 16s^3 + 68s^2 + 80s}}{1 + \frac{48.6s^2 + 386.37s + 38.15}{s^4 + 16s^3 + 68s^2 + 80s}} \\
 &= \frac{48.6s^2 + 386.37s + 38.15}{s^4 + 16s^3 + 116.6s^2 + 466.37s + 38.15}
 \end{aligned}$$

그리고 이 시스템에 대한 단위계단응답은 그림의 (b)번 그림과 같으며, 정상상태오차가 0이 됨을 알 수 있다.