
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 05 연습문제 답안

《객관식》

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 5.1 Ⓐ | 5.2 Ⓒ | 5.3 Ⓓ | 5.4 Ⓒ | 5.5 Ⓐ |
| 5.6 Ⓒ | 5.7 Ⓐ | 5.8 Ⓒ | 5.9 Ⓒ | 5.10 Ⓒ |
| 5.11 Ⓓ | 5.12 Ⓒ | 5.13 Ⓐ | | |

《주관식》

5.14 $c(t) = 10.96 e^{-0.5t} - 11.7 e^{-2t} \sin(4t + 69.4^\circ)$

5.15 $y(t) = 0.1 - 0.1054 e^{-t} \sin(3t + 71.57^\circ)$

5.16 $e_o(t) = 100 - 11.7 e^{-3.82t} + 1.71 e^{-26.18t}$

5.17 시정수 $= \frac{1}{0.5} = 2[\text{sec}]$

상승시간 $\approx 2.2 \times \text{시정수} = 2.2 \times 2 = 4.4 [\text{sec}]$

5.18 무제동

5.19 과제동

5.20 임계제동

5.21 부족제동

5.22 $s_1 = -5 + j5\sqrt{7}$

$$s_1 = -5 - j5\sqrt{7}$$

감쇠비 : $\zeta = \frac{5}{\sqrt{200}} \doteq 0.354$

고유주파수 : $\omega_n = \sqrt{200} \doteq 14.14$

첨두값시간 : $T_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} = \frac{\pi}{14.14 \sqrt{1-0.354^2}} \doteq 0.24[\text{sec}]$

지연시간 : $T_d \doteq \frac{1+0.7\zeta}{\omega_n} = \frac{1+0.7 \times 0.354}{14.14} = 0.088[\text{sec}]$

상승시간 : $T_r \doteq \frac{0.8+2.5\zeta}{\omega_n} = \frac{0.8+2.5 \times 0.354}{14.14} = 0.12[\text{sec}]$

정정시간 : $T_s \doteq \frac{4}{\zeta\omega_n} = \frac{4}{0.354 \times 14.14} = 0.8[\text{sec}]$

백분율 오버슈트 : $\%OS = e^{-(\zeta\pi/\sqrt{1-\zeta^2})} \times 100 = 30.45[\%]$

5.23 (a) $c(t) = 1 - e^{-4t} \cos \sqrt{84} t - \frac{4}{\sqrt{84}} e^{-4t} \sin \sqrt{84} t$
 $= 1 - \frac{5}{\sqrt{21}} e^{-4t} \sin(\sqrt{84} t + 66.4^\circ)$

(b) $c(t) = 1 - 0.83 e^{-10t} - 0.999 e^{-4t} \sin(\sqrt{84} t + 9.8^\circ)$

(c) $c(t) = 5 + 10.06 e^{-4t} \sin(\sqrt{84} t - 29.8^\circ)$

5.24

(a) $(s+2)^2(s+3) = 0$

$$s_1 = -2, s_2 = -2, s_3 = -3$$

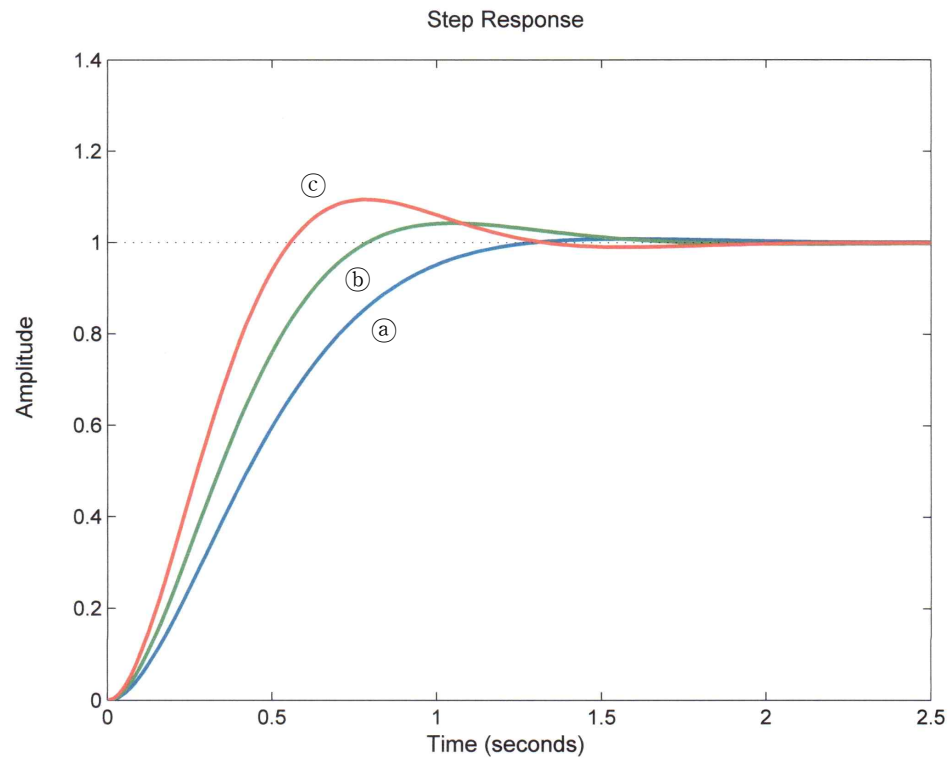
(b) $\Phi(t) = \begin{bmatrix} e^{-2t} & te^{-2t} & 0 \\ 0 & e^{-2t} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-3t} \end{bmatrix}$

(c) $y(t) = \frac{25}{12} - \frac{3}{2}te^{-2t} - \frac{7}{4}e^{-2t} - \frac{1}{3}e^{-3t}$

(d) $y(2\text{sec}) = 2.007697$

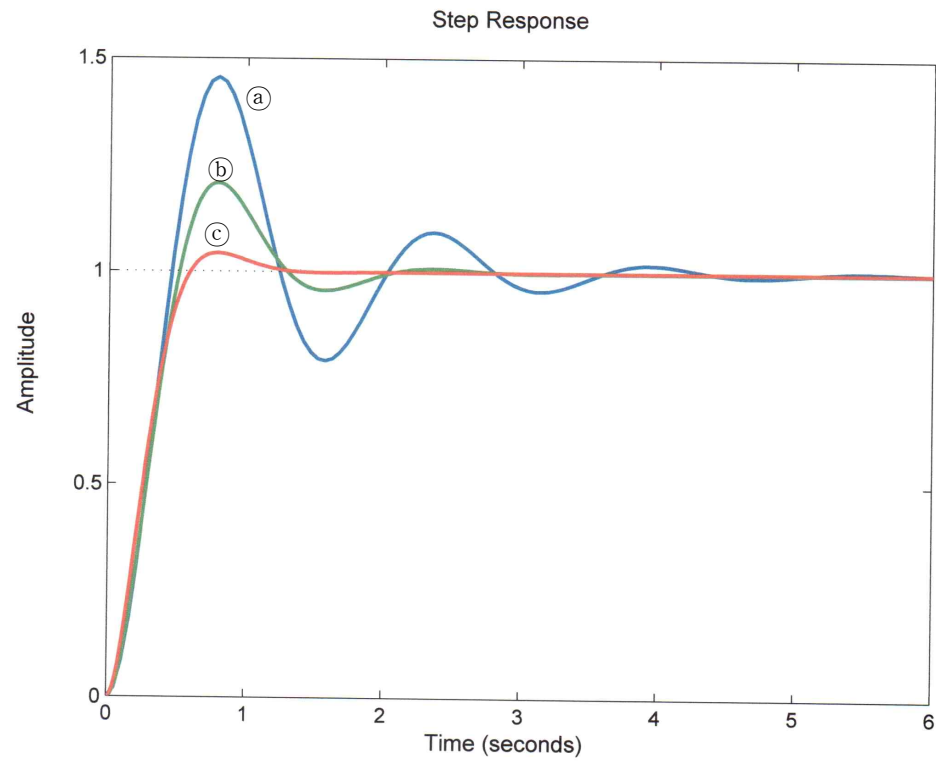
(시간간격 $T=0.05[\text{sec}]$ 로 한 답이며, 시간간격의 값에 따라 정답이 다를 수 있다)

5.25



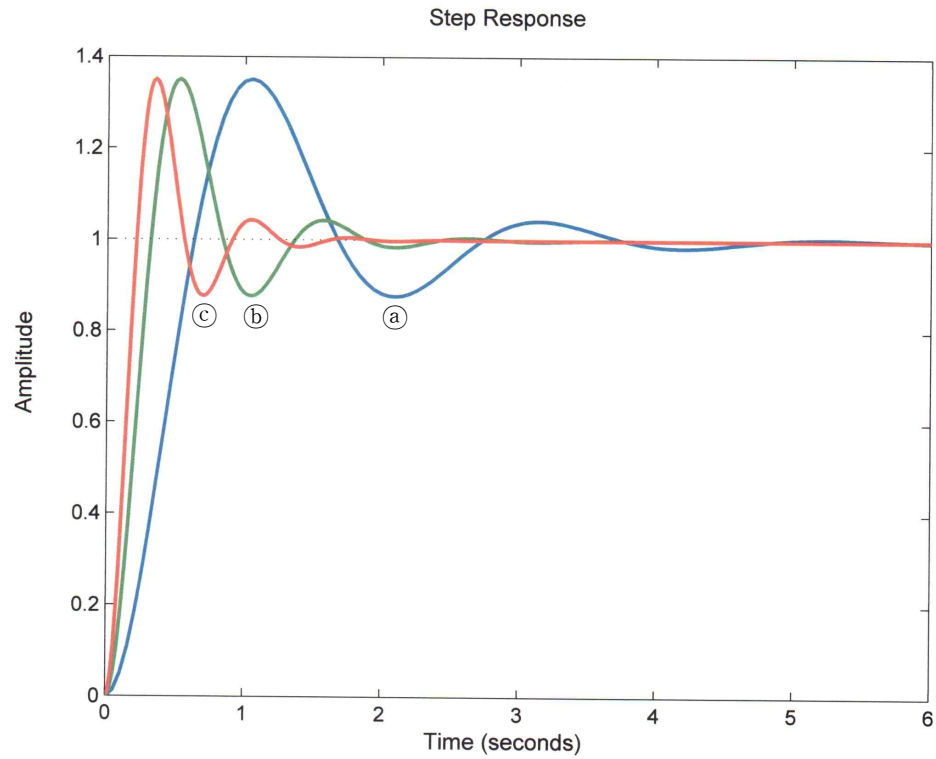
그림에서 알 수 있는 바와 같이 특성방정식의 근의 실수부 값은 고정되고 허수부 값만 증가하는 경우, 그 시스템의 계단함수응답의 상승시간은 빨라지고, 진동주기는 짧아지며, 백분율오버슈트는 증가함을 알 수 있다. 그러나 정정시간에는 변화가 없다.

5.26



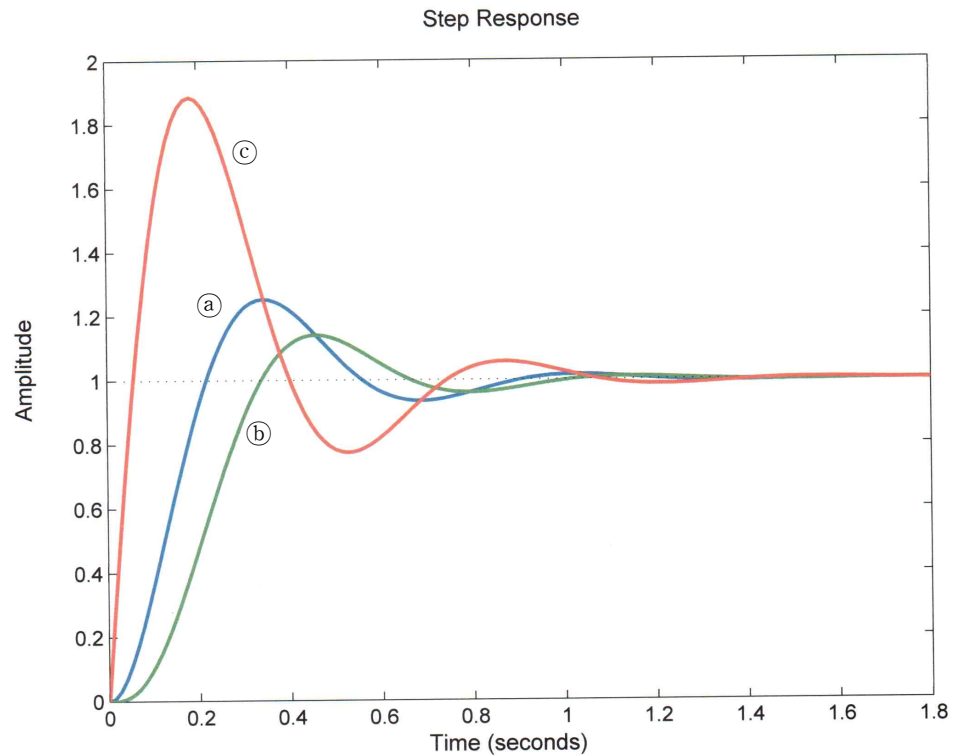
그림에서 알 수 있는 바와 같이 특성방정식 근의 허수부 값은 고정되고 실수부 값만 증가하는 경우, 그 시스템의 계단함수응답의 침투값시간엔 변화가 없으며, 진동주기는 같으나, 백분율오버슈트는 감소하며, 정정시간도 감소함을 알 수 있다.

5.27



그림에서 보는 바와 같이, 감쇠비 ζ 는 일정하게 고정하고, 고유주파수 ω_n 만 증가시킨 경우, 즉 (-)실수축과 일정한 각도를 유지하는 대각선 방향을 따라 특성방정식의 근을 이동시켰을 때, 백분율오버슈트는 변함이 없으나, 침투치시간, 상승시간, 정정시간 등 응답속도는 빨라진다.

5.28



일반적으로 극점이 추가되면 시스템이 불안정해지고, 영점이 추가되면 안정해지는 경향이 있으나, 항상 그렇다고 단정할 수는 없으며, 어떤 극점과 영점이 추가되느냐에 따라 많이 달라진다. 그림에서 보는 바와 같이 허수축에서 멀리 떨어져 있는 극점은 시스템의 응답에 큰 영향을 미치지 않으며, 허수축에 가까운 영점은 큰 영향을 미침을 알 수 있다.