

Control Engineering

보상기 종류와 특성

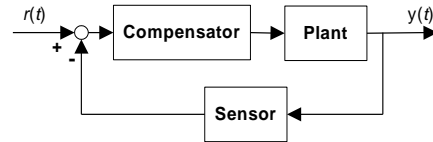
학습목표

- 보상기의 종류와 특성을 이해한다.
- 앞섬보상기, 뒤짐보상기, 뒤짐-앞섬보상기의 설계

보상기의 종류와 특성

1. 서론

■ 보상기(compensator)



보상기 종류

앞섬보상기, 뒤짐보상기, 뒤짐앞섬보상기 ...

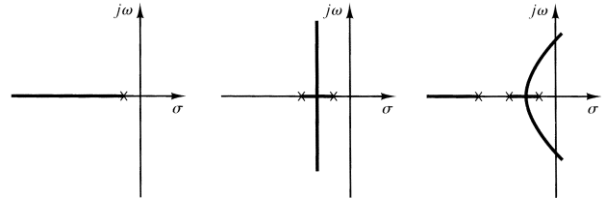
성능사양

시간영역: 상승시간, 최대오버슈트, 정착시간, ...

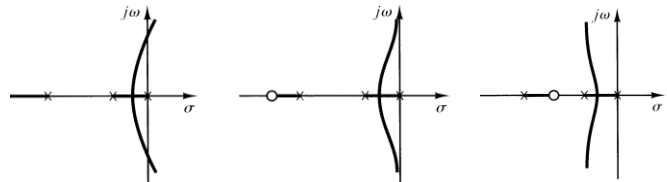
주파수영역: gain margin, phase margin,
bandwidth, resonant peak value, ...

■ 설계시 고려사항

개루프 전달함수에 극점을 추가하면 근궤적을 오른쪽으로 끌어당겨 시스템의 상대안정도가 낮아지며 정착속도가 느려진다. 반면에 개루프 전달함수에 영점을 추가하면 근궤적을 왼쪽으로 끌어당겨 더 안정하게 되고 정착속도가 빨라지게 된다.



극점 추가의 영향



영점 추가의 영향

■ 개루프 주파수응답으로부터 얻을 수 있는 정보

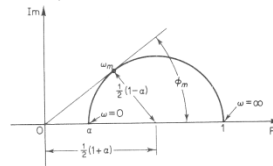
저주파수 영역: 페루프시스템의 정상상태 거동
 중주파수 영역(-1+0j 부근): 상대안정도
 고주파수 영역: 시스템의 복잡성

2. 앞섬보상기 (lead compensator)

- 저주파수 특성 (small e_{ss})을 악화시키지 않고 안정도 개선 (GM, PM 증가), 과도응답 개선 (응답속도 증가 등)
- 고주파 노이즈 영향 커질 수 있음
- 일종의 High-pass filter
- PD 제어와 유사
- 진상보상기라고도 함

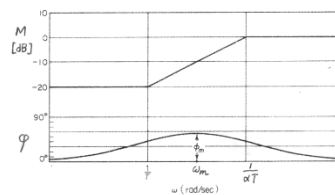
$$G_c(s) = K_c \frac{s+1/T}{s+1/\alpha T}, 0 < \alpha < 1 \quad (\text{or } \frac{s+b}{s+a}, a > b)$$

$$K_c = 1:$$



$$\sin \phi_m = \frac{(1-\alpha)/2}{(1+\alpha)/2} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$$

$$\therefore \phi_m = \sin^{-1} \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$$



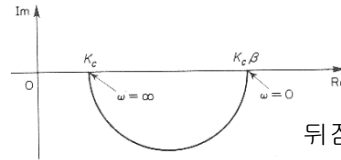
$$\log \omega_m = \frac{1}{2} \left(\log \frac{1}{T} + \log \frac{1}{\alpha T} \right)$$

$$\therefore \omega_m = \frac{1}{T\sqrt{\alpha}}$$

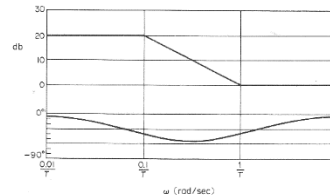
3. 뒤집보상기 (lag compensator)

- 고주파수 특성(good stability)을 악화시키지 않고 정상상태오차 개선, 고주파 노이즈 영향 억제
- 과도응답시간의 증가(응답속도 느려짐)
- 일종의 Low-pass filter
- PI 제어와 유사
- 지상보상기라고도 함

$$G_c(s) = K_c \frac{s+1/T}{s+1/\beta T}, \beta > 1 \quad (\text{or } \frac{s+b}{s+a}, a < b)$$



뒤집보상기의 극좌표선도



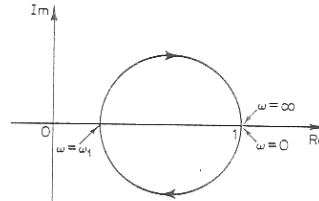
뒤집보상기의 Bode선도
($K_c = 1, \beta = 10$)

4. 뒤짐앞섬보상기 (lag-lead compensator)

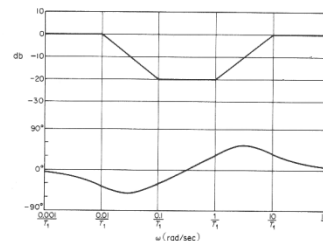
앞섬보상기와 뒤짐보상기의 장점을 취함

$$G_c(s) = K_c \frac{s+1/T_1}{s+1/\alpha T_1} \frac{s+1/T_2}{s+1/\beta T_2}, 0 < \alpha < 1, \beta > 1$$

뒤짐앞섬보상기의 극좌표선도 ($K_c = 1, \beta = 1/\alpha$)



뒤짐앞섬보상기의 Bode선도
($K_c = 1, \beta = 1/\alpha = 10, T_2 = 10T_1$)



참고: $\beta \neq 1/\alpha$ 인 뒤짐앞섬보상기 설계도 가능

다음 강의

Ziegler-Nichols Tuning Rule