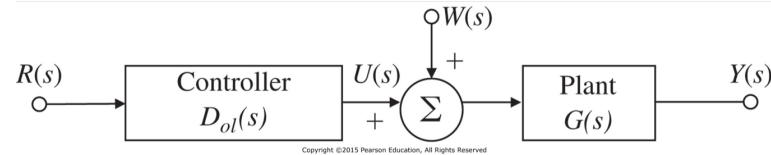


5 기타: 타 교재 (Kuo 교재 + Ogata 교재) 1장 내용

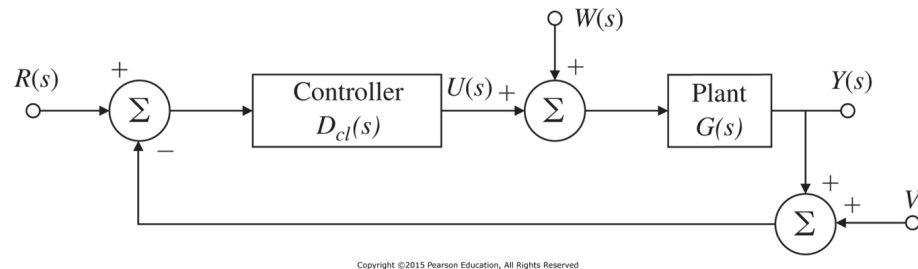
1 개루프 (open-loop) 제어시스템과 폐루프 (closed-loop) 제어시스템 비교

- 개루프 제어시스템



1. 외적 외란(disturbance)이나 시스템 매개변수 변화에 대처할 능력이 없다.
2. 안정도(stability)가 주관심사 아니기 때문에 구성하기 쉽다.
3. 입력을 미리 알고 있고, 외란이 없는 시스템에서 사용하는 것이 바람직하다.
4. 비용을 줄이고 소모 에너지를 줄이기 위해서는 개루프 시스템을 사용한다.

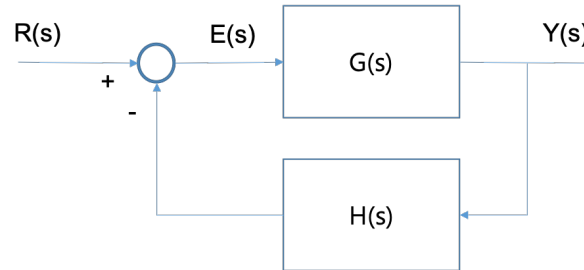
- 폐루프 제어시스템



1. 되먹임을 사용함으로써 시스템의 응답이 외적 외란이나 시스템 매개변수의 변화에 둔감(insensitive)해진다.
2. 비교적 덜 정확하고 덜 비싼 부품으로도 주어진 플랜트를 정확하게 제어할 수 있다.
3. 안정도(stability)가 아주 중요한 문제이다. 오차를 지나치게 보정해 주면 동일한 진폭의 진동이나 진폭이 커지는 진동을 유발할 수 있다.
4. 개루프 시스템보다 부품수가 많으므로 값이 비싸지고 에너지 소모가 더 많다.

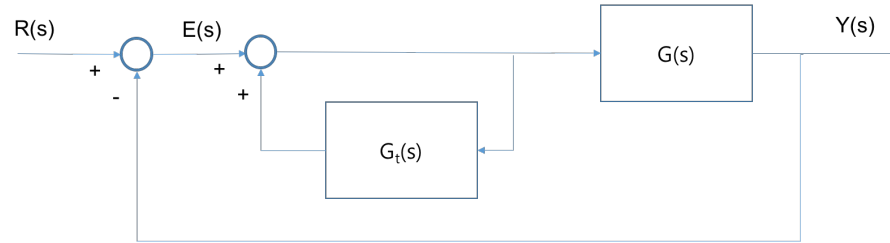
2 피드백(되먹임)의 효과 : 피드백은 안정도(stability), 대역폭(bandwidth), 루프이득(loop gain), 임피던스(impedance), 및 감도(sensitivity)에 영향을 준다.

1. 음의 되먹임(negative feedback)을 사용하여 어떤 주파수 범위에서 이득을 증가시키거나 감소시킬 수 있다.



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} = \frac{\text{Feedforward Path Gain}}{1 + \text{Loop Gain}}$$

2. 양의 되먹임(positive feedback)에 의한 루프이득 증가: 내부 루프에 양의 되먹임을 사용하여, 앞먹임 이득(feedforward path gain)을 매우 큰 값으로 증가시킬 수 있다.



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\frac{G(s)}{1-G_t(s)}}{1 + \frac{G(s)}{1-G_t(s)}} = \frac{G(s)}{1 - G_t(s) + G(s)} \quad \text{if } |G_t(s)| \approx 1, \quad \text{then } \frac{Y(s)}{R(s)} \approx 1 \quad (1)$$

3. 매개변수 변화 민감도 감소

- 제어시스템에서 되먹임을 사용하는 주목적은 매개변수 변화와 원치않는 외란에 대한 시스템의 감도(sensitivity)를 감소시키는 것이다.
- 개루프 시스템에 대해서

$$Y(s) + \Delta Y(s) = [G(s) + \Delta G(s)]R(s) \qquad \Delta Y(s) = \Delta G(s)R(s) \qquad (2)$$

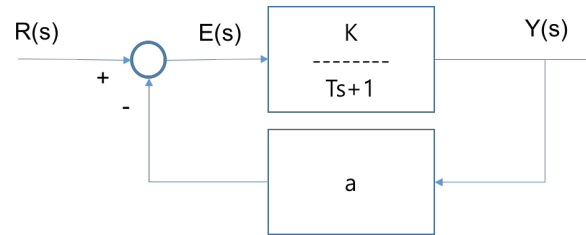
- 폐루프 시스템에 대해서

$$Y(s) + \Delta Y(s) = \frac{G(s) + \Delta G(s)}{1 + G(s) + \Delta G(s)}R(s) \qquad \Delta Y(s) = \frac{\Delta G(s)}{1 + G(s) + \Delta G(s)}R(s) \qquad (3)$$

만약에 $|1 + G(s)| \gg |\Delta G(s)|$, 매개변수의 변화 $\Delta G(s)$ 는 폐루프 시스템의 경우 민감도 감소한다.

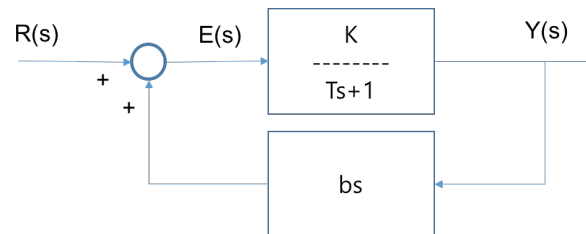
4. 되먹임에 의한 시정수 변화

- 음의 되먹임을 추가하면 시정수(time constant)는 감소한다.: $T \rightarrow \frac{T}{aK+1}$.



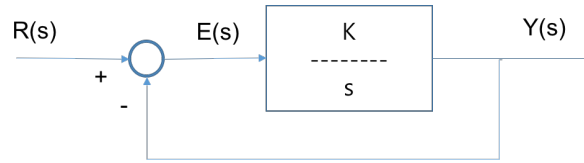
$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\frac{K}{Ts+1}}{1 + \frac{aK}{Ts+1}} = \frac{K}{Ts + (aK + 1)}$$

- 양의 되먹임을 적절히 추가하면 시정수는 0이 되거나 매우 작은 값이 될 수 있다.: $T \rightarrow T - Kb \geq 0$.



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\frac{K}{Ts+1}}{1 - \frac{bKs}{Ts+1}} = \frac{K}{(T - bK)s + 1}$$

5. 적분의 제거: 적분 주위에 되먹임 루프를 추가하면 적분기가 1차 저주파통과필터로 변경된다.



$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K/s}{1 + K/s} = \frac{K}{s + K}$$

- 6. 되먹임의 단점: 되먹임제어를 사용하면 시스템의 부품수는 증가하고, 복잡해지고, 불안정해 질 수 있다.
- 7. 외란 및 잡음에 대한 피드백의 영향 : 루프이득을 증가시키면 이면 외란이나 잡음에 대한 영향을 줄일 수 있다.

3 피드백 제어시스템 분류

1. (선형 제어시스템 대 비선형 제어시스템) - 모든 물리 시스템은 비선형이다. 그러나 시스템 변수들의 변화범위가 넓지 않은 경우에는 작은 변화 범위내에서 시스템을 선형화할 수 있다.
 - 선형시스템 (linear system) - 중첩(superposition)의 원리가 적용되는 시스템
 - 비선형시스템 (nonlinear system) - 중첩(superposition)의 원리가 적용되지 않는 시스템
2. (시불변 제어시스템 대 시변 제어시스템)
 - 시불변 시스템 (time-invariant system) - 시스템 매개변수가 시간에 따라 변하지 않는 시스템. 이 시스템의 응답은 입력이 들어오는 시간에 무관하다.
 - 시변 시스템 (time-varying system) - 시스템 매개변수들이 시간에 따라 변하는 시스템. 이 시스템의 응답은 입력이 들어오는 시간에 따라 달라진다.
3. (연속시간 제어시스템 대 이산시간 제어시스템)
 - 연속시간 시스템 (continuous-time system) - 모든 시스템 변수들이 연속시간 t 의 함수로 표시되는 시스템
 - 이산시간 시스템 (discrete-time system) - 변수들 중 일부가 일정한 순간에서만 알려지는 제어 시스템
 - 샘플치 시스템 (sampled data system) - 샘플러를 이용하여 특정한 순간에만 간헐적으로 정보를 받음
 - 디지털 시스템 (digital system)
4. (SISO 제어시스템 대 MIMO 제어시스템)
 - SISO 시스템 - 1개의 입력과 1개의 출력을 가지는 시스템
 - MIMO 시스템 - 여러개의 입력과 여러개의 출력을 가지는 시스템
5. (집중 매개변수 제어시스템 대 분포 매개변수 제어시스템)
 - 집중 매개변수 시스템 - 상미분 방정식에 의해 표현되는 시스템
 - 분포 매개변수 시스템 - 편미분 방정식에 의해 표현되는 시스템