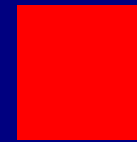


시스템 설계 개요



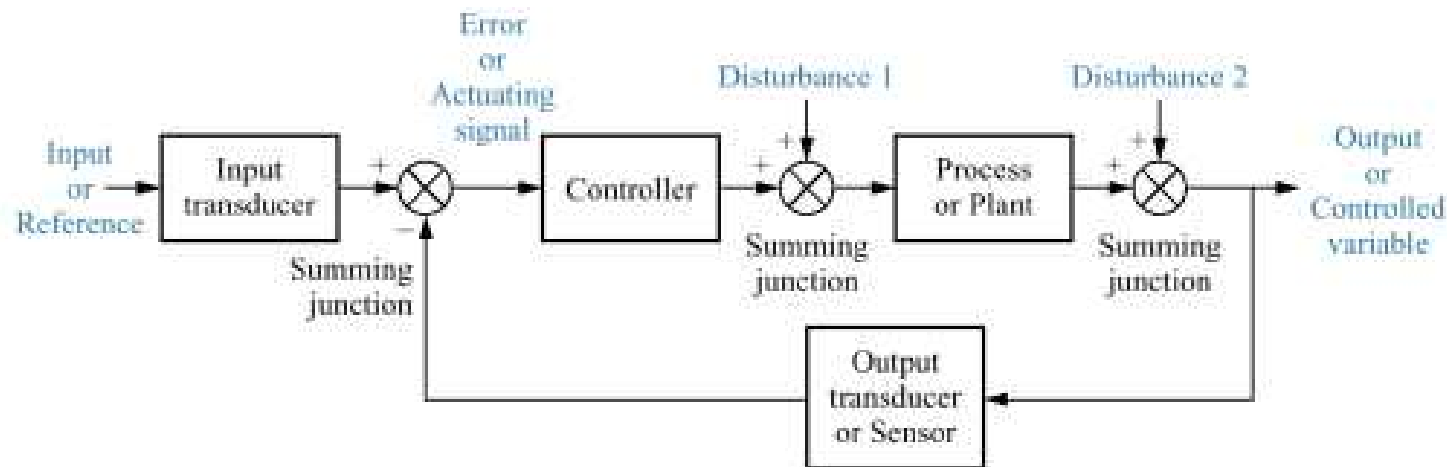
objectives

시스템 설계에서 다루고자 하는 내용

- Closed-loop (feedback control) systems
- Controller/Filter Design
- Linear System/Modelling
- Fourier Transform/Frequency Response

Closed-Loop /Feedback Control System

- Closed-loop (feedback control) systems
 - The plant output is incorporated:
 - Plant input and output transducers may be required.
 - More complex than open loop system, but
 - Transient response and steady-state error can be controlled more efficiently.



Control System Example

■ TE cooler

- It converts the electrical energy to thermal energy.
- Model

$$\frac{dT}{dt} = -k(T(t) - T_i(t) - T_a(t))$$

- Solution

$$T(t) = T_i(1 - e^{-kt}) \quad \text{if } T_a = 0.$$

- TE Cooler



TEC Control

- Open Loop Control

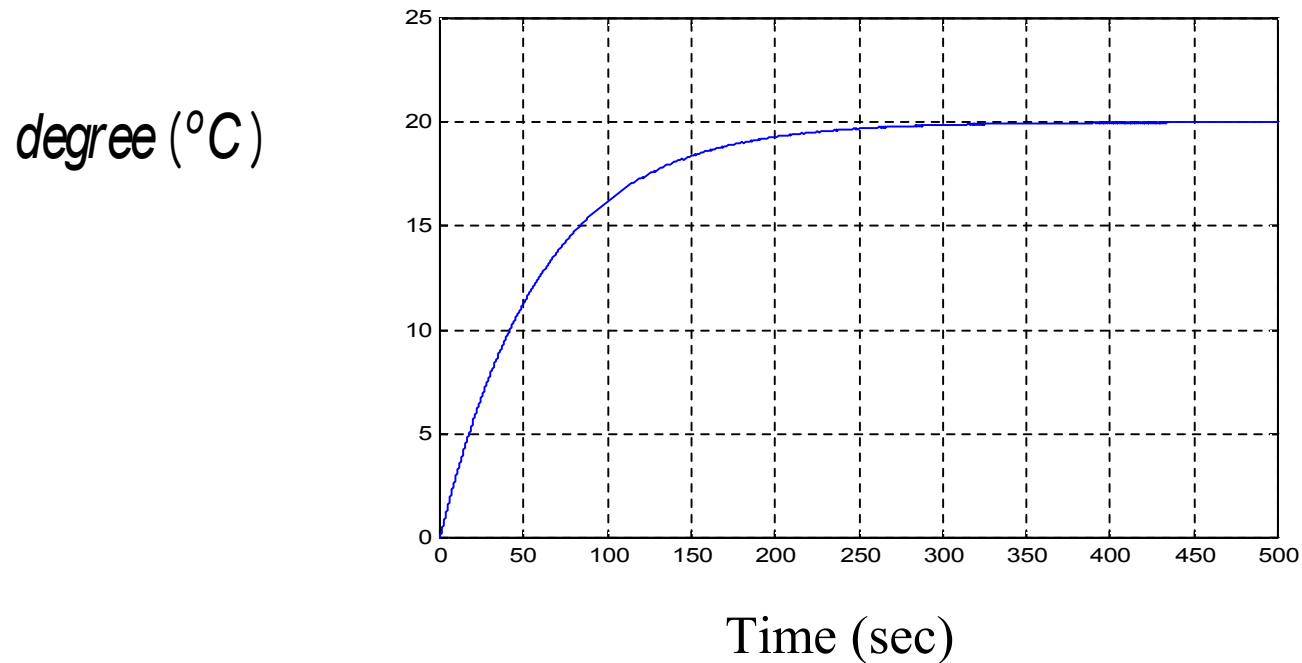
$$T_i(t) = T_S$$

- Feedback Control

$$T(t) = k_p (T(t) - T_S) + k_i \int_0^t (T(\tau) - T_S) d\tau$$

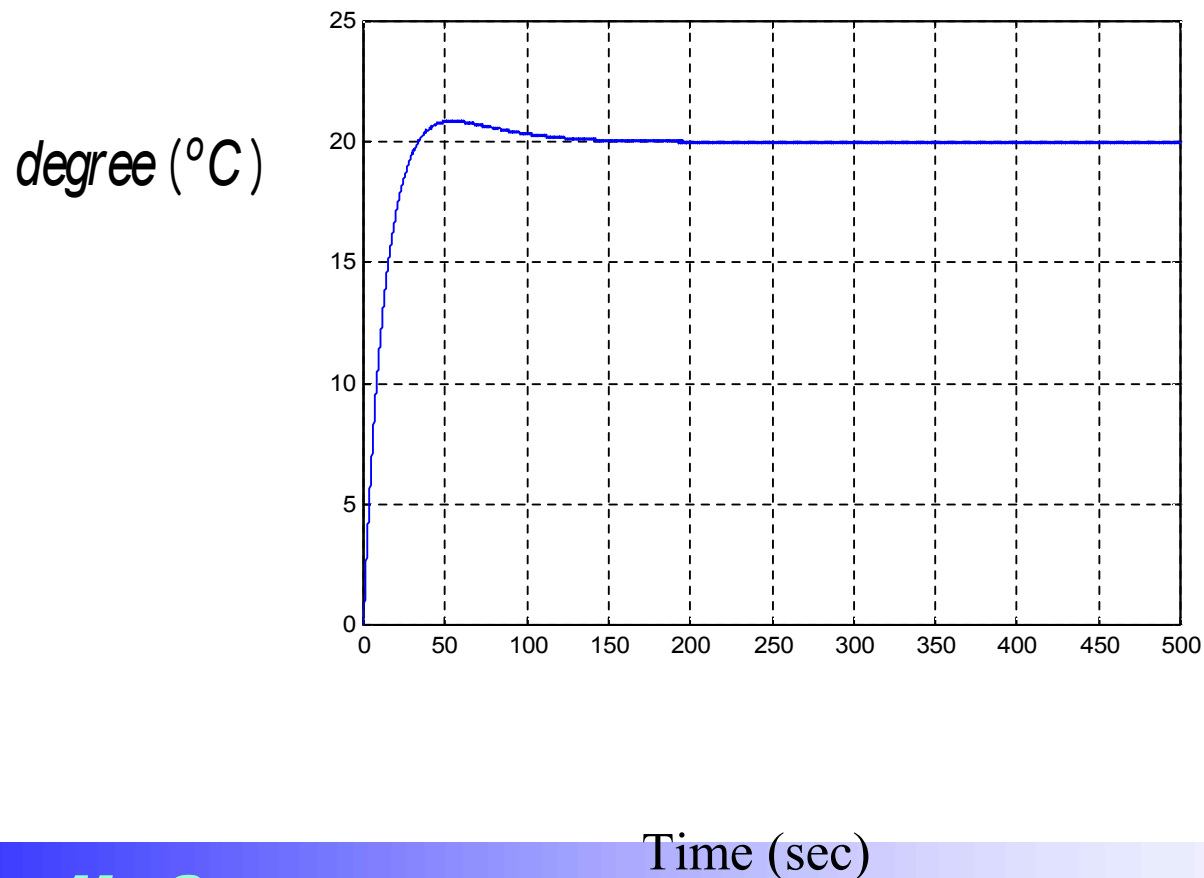
TEC

- Performance : Open Loop Control
- Settling time 300 seconds is relatively slow.
- It is necessary to improve the temperature controllability.



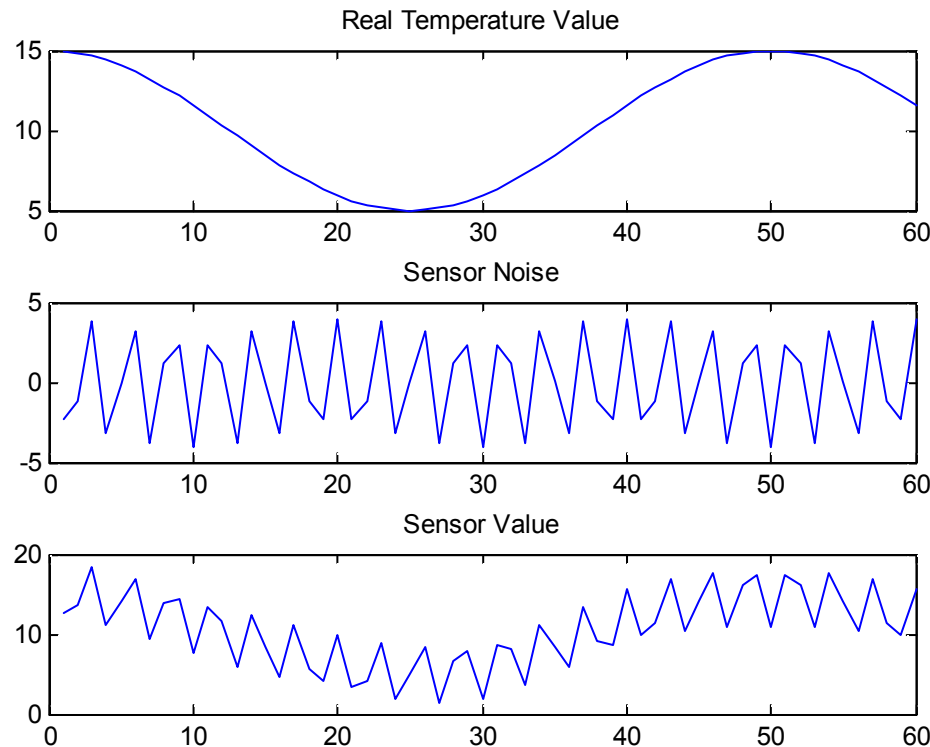
TEC

- Performance : Closed Loop Syste.
- The settling time is improved to less than 50 seconds.
- It is necessary to develop closed loop system



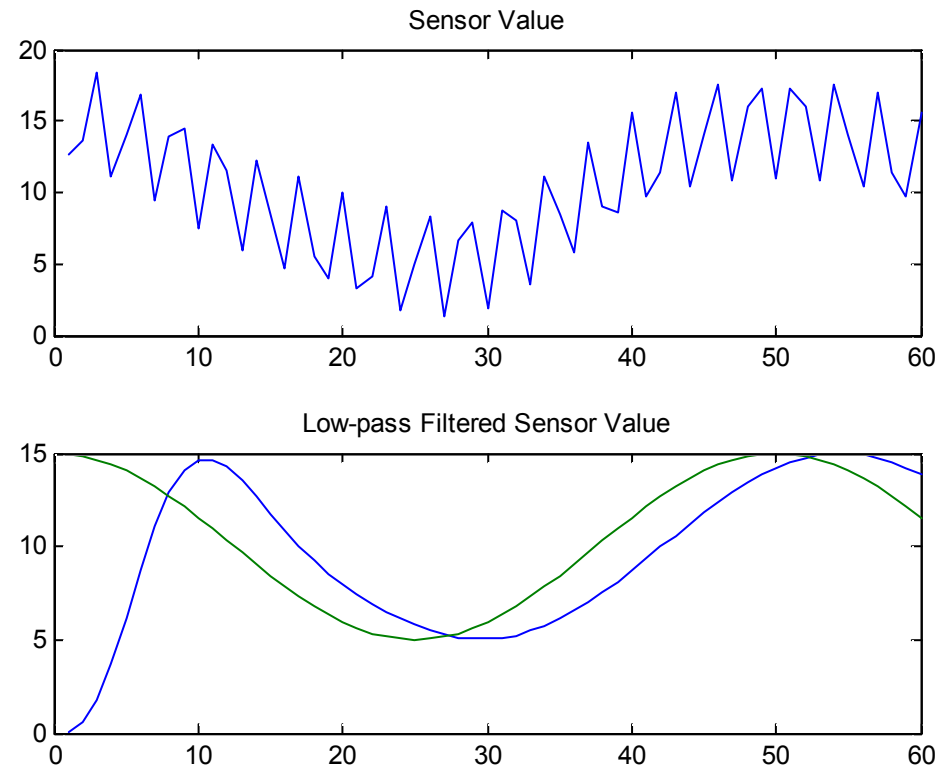
Filtering Example

- Temperature Sensor Signal consists of original temperature signal and sensor noise.
- It is necessary to design filters to reject sensor noise and obtain temperature signal.



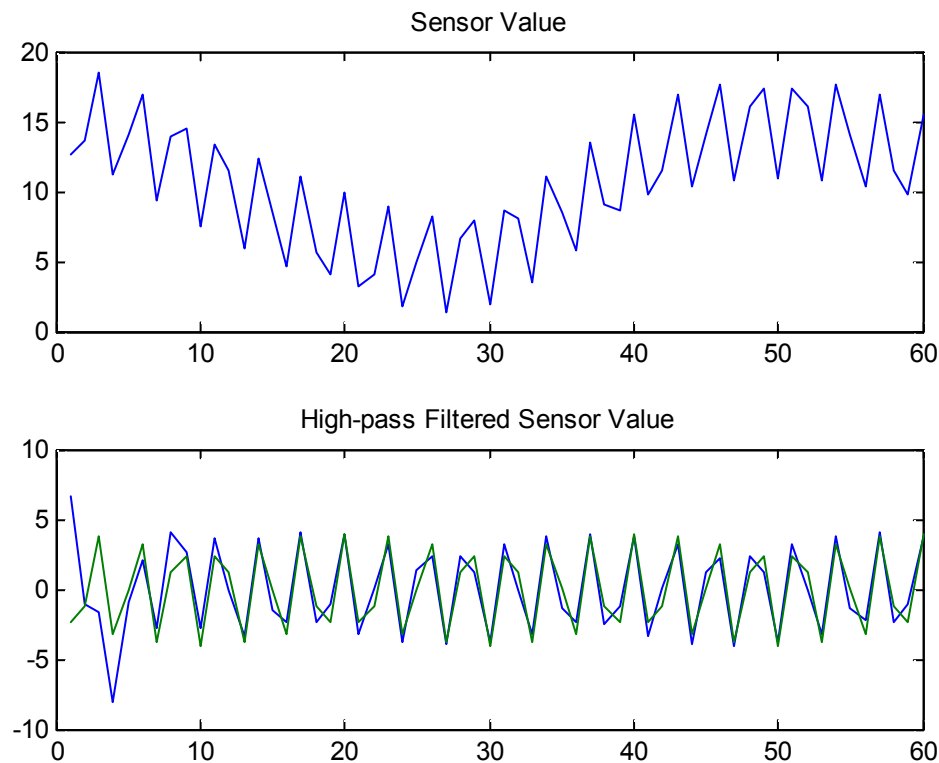
Filtering Example

- Filtered Temperature Sensor Signal is the same as the original signal in the steady state except a delay caused by the filter dynamics.



Filtering Example

- Filtered Noise Signal is well estimated using filters.



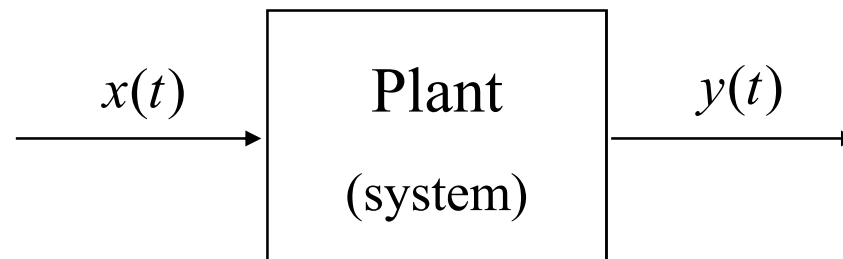
주파수 영역에서의 시스템 해석

- 주파수 영역 해석

시스템의 입력신호가 어떤 주파수의 정현파신호들로 이루어져 있는지 구하고, 이들 각각의 정현파신호에 대한 출력이 어떻게 되는지 구함으로써 시스템을 해석한다.

- 선형시스템의 입력이 일정 주파수의 정현파인 경우 시스템의 출력신호는 동일한 주파수의 정현파 출력신호를 갖는다.

- System Input/Output



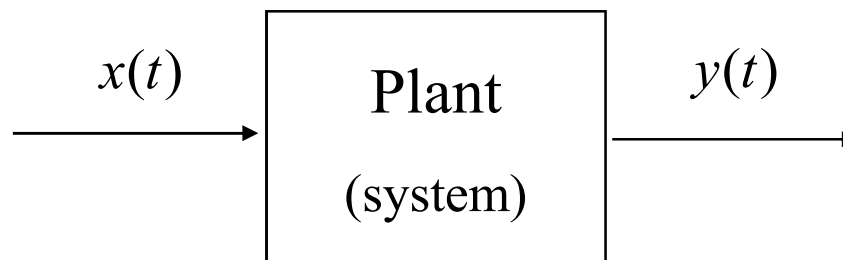
주파수 영역에서의 시스템 해석

- 푸리에 변환

푸리에 변환을 이용하여 시스템의 입력신호가 어떤 주파수의 정현파신호들로 이루어져 있는지, 각각의 정현파신호의 Magnitude 와 phase 는 얼마인지 구한다.

- System Input : Spectrum Representation

$$x(t) = \sum_{k=1}^N A_k \cos(2\pi f_k t + \varphi_k)$$



주파수 영역에서의 시스템 해석

- System Input : Spectrum Representation

$$x(t) = \sum_{k=1}^N A_k \cos(2\pi f_k t + \varphi_k)$$

A_k : Magnitude, φ_k : phase

- 푸리에 변환

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$x(t) \xleftrightarrow{FT} X(j\omega)$$

- 크기와 위상은 푸리에계수 $X(j\omega)$ 로 부터 구할 수 있다.

주파수 영역에서의 시스템 해석

- System Input : Spectrum Representation

$$x(t) = \sum_{k=1}^N A_k \cos(2\pi f_k t + \varphi_k)$$

- System Output 은 입력 신호를 구성하는 정현파신호의 주파수는 변함이 없고, 선형시스템의 동작에 의하여 그 크기와 위상만 변화한다.

$$y(t) = \sum_{k=1}^N h(f_k) A_k \cos(2\pi f_k t + \varphi_k + \phi(f_k))$$

- 출력신호의 크기 변화

출력신호를 보면 그 크기는 입력신호의 크기 A_k 가 $h(f_k)A_k$ 로 변화

- 출력신호의 크기 변화

출력신호를 보면 그 위상은 입력신호의 위상 φ_k 가 $\phi(f_k)$ 로 변화

주파수 영역에서의 시스템 해석

- 주파수 응답

선형 시스템에서 입력신호를 구성하는 각각의 주파수의 정현파 신호들에 대하여 선형시스템에 의한 동일한 주파수의 정현파 출력신호에 대한 크기 변화 $h(f_k)$ 와 위상 변화 $\phi(f_k)$ 를 알아내는 것

- Magnitude Response : $h(f_k)$

- Phase Response : $\phi(f_k)$