



센서의 원리 및 응용

# 센서를 이용한 제어 응용

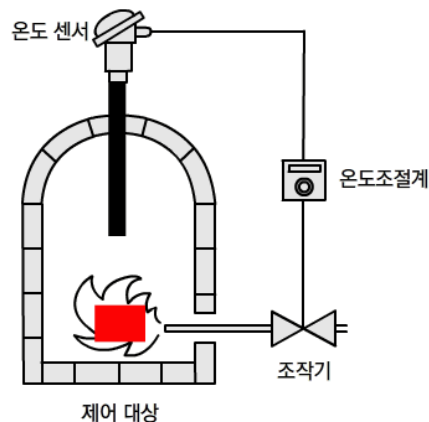


한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

## ▣ 온도 제어의 기본 이해

### 1. 온도 제어란?

- 온도 제어(Temperature- Control) : 실내의 온도나 기기 등의 일정한 온도를 유지시켜 주기 위해 사용하는 제어 방식
- 우리 생활을 비롯해 제조 공정에서 일정한 온도를 유지시켜주어야 하는 식품 분야나 금속 도금, 석유화학 등의 산업분야에 널리 적용(예 : 김치 냉장고, 에너지를 절약하는 보일러 등)
- 외부의 기후에 상관없이 일정한 온도를 자동으로 유지하는 시스템
  - 보일러에 붙어 있는 온도센서를 이용해 미리 설정한 최적 온도에 가깝게 유지시켜 주기 위해 보일러를 작동시키거나 혹은 냉수 유입을 통해 온도를 떨어뜨려 유지시켜주는 등의 작업을 자동으로 수행
- 온도 제어의 목표 : 온도의 변화에 대해 제어 온도가 충실히 따라가도록 하는 것
- 온도를 제어하기 위한 기본 구성 : 제어 대상, 온도 센서, 조작기, 온도 조절기
  - 온도 센서 : 온도를 전기적 신호로 변환시키는 소자를 파이프 관으로 보호한 구조이며 이 소자를 일정한 온도로 유지시키고자 하는 부분에 설치해 사용함
  - 온도 조절기 : 온도 센서의 전기적 신호를 받아 설정 온도와 비교하여 조작기에 조절신호를 보내는 기기
  - 조작기 : 전기로 등을 가열하거나 냉각하는 조작기기  
(예 : 전자 개폐기, 솔레노이드 밸브 등)



[온도 제어의 기본 구성]

## ■ 온도 제어의 기본 이해

### 2. 온도 제어를 위한 제어 방식

시퀀스(Sequence) 제어	피드백(Feedback) 제어
미리 설정된 순서에 따라 제어의 각 단계를 순차적으로 진행 (제어 동작이 출력과 무관)	제어 결과(제어량)를 입력 측으로 되돌려 목표 값과 비교 후 차이에 비례하는 정정 동작 신호를 제어계에 보내 오차 수정
= 개루프 제어(Open Loop Control)	= 폐루프 제어(Closed Loop Control)

### 3. 온도 제어의 종류

#### 1) 목표 값에 따른 분류

정치 제어	추치 제어
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 목표 값이 시간적 변화와 관계없이 일정하게 제어</li> <li>• 프로세스 제어에 많이 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 목표 값이 시간에 따라 변하는 것을 목표 값에 제어량을 추종하도록 하는 제어</li> <li>• 추종제어, 프로그램 제어, 비율제어 등</li> </ul>

#### 2) 제어 대상에 따른 분류

프로세스(Process) 제어	서보(Servo) 제어
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도, 압력, 유량, 농도, 레벨 등 공정제어의 제어량으로 하는 제어</li> <li>• 일반적으로 응답속도가 느리다는 단점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제어량이 목표값을 따라가도록 하는 요구 성능, 안전기준과 함께 관리하는 절차</li> <li>• 피드백 제어의 일종</li> </ul>

## ▣ 온도 제어의 기본 이해

### 4. 이상적인 온도 제어

- 온도 제어에서 제어 결과 : 대상물체를 제어하여 얻어진 제어량(온도 변화의 결과)
- 이상적인 온도 제어 : 전원투입 시의 첫 동작이나 설정온도의 변경 등 목표 값의 변화에 대하여 제어 결과가 이상적인 응답에 가깝게 도달할 수 있는 시간을 나타냄
- 현실적으로 제어 대상, 온도 검출부, 조작부 등이 시간적인 지연이 있기 때문에 제어부는 늦게 돌아온 제어온도에 대하여 정정동작을 행함  
→ 오버슈트, 사이클링이 발생
- 제어 동작의 응답성을 작게 하면 목표 온도까지의 도달시간이 길게 되고, 사이클링이 감소되지 않고 크게 됨
- 이상적인 온도 제어를 위한 고려사항

#### 오버슈트(Over shoot), 헌팅(Hunting) 없는 것

- 헌팅 폭이 작을수록 좋은 제어
- 전원 투입 시의 과도한 양의  $E_h$ 인 오버슈트가 발생하지 않도록 하는 것이 좋은 제어

#### 응답성, 안정성 좋은 것

- 설정값이 변화 되면 그 변화에 대응하여 온도가 즉시 설정값에 추종하는 것을 응답성이 좋다고 함
- 외란 등에 의하여 실제온도에 어떠한 변화가 있으면 그것에 따른 과도 상태(헌팅)을 빠르게 없애 정상 상태로 안정시키는 것을 "안정성"이라 함

#### 오프셋(Offset, 정상편차) 없는 것

- 오프셋 : 정상 상태에 있어서의 실제 온도와 설정 값과의 차

#### 과도 상태와 정상 상태

- 과도 상태 : 외란의 영향이나 설정값의 변경 등으로 실제온도가 흔들리는 초기의 과도 시기
- 정상 상태 : 과도 시기가 지나면 어떠한 일정 값으로 안정되는 상태

---

## ▣ 온도 제어의 기본 이해

### 5. 제어 대상 특성 고려하기

- 최적의 온도 제어를 위해 고려해야 할 제어 대상 특성

#### 열 용량 (Thermal Capacity)

- 히터 용량 : 히터의 가열하는 힘의 정도를 나타내는 것
- 열 용량 : 히터가 가열하는 물체의 열적인 크기를 표시하는 것

---

#### 정특성 (Static Characteristic)

- 일정값으로 안정된 상태에서의 입력과 출력과의 관계를 나타낸 것
- 정상 상태 시 요소 특성

---

#### 동특성 (Dynamic Characteristic)

- 어떠한 현상이 시간적 변화에 대한 제어대상의 특성을 나타낸 것
- 과도 상태 시 요소 특성

---

#### 외란 (Disturbance)

- 안정된 상태에서 온도를 변화시키는 외적 작용  
예) 항온조의 출입구 개폐 등의 현상



센서의 원리 및 응용

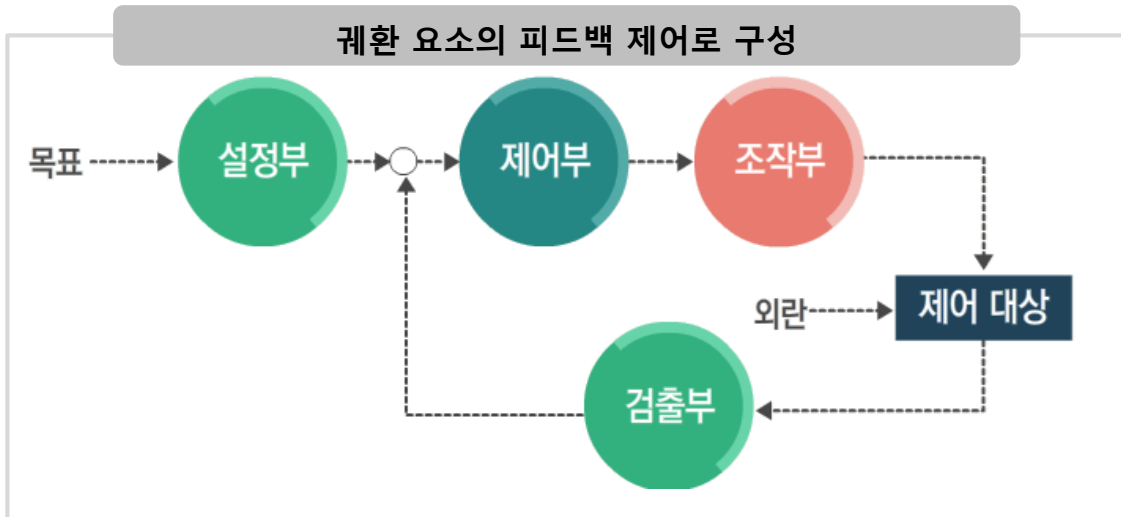
# 센서를 이용한 제어 응용



한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

## ■ PID를 이용한 온도 제어 시스템

### 1. 온도 제어 시스템의 구성



- 검출부 : 온도를 전기신호로 변환하는 소자를 파이프 관으로 보호한 구조이며 이 소자를 온도 검출하고자 하는 위치에 설치해 사용
- 조작부 : 전기로 등을 가열 또는 냉각하는 기기  
(예: 히터 등에 통정하는 전류를 단속하는 전자 개폐기, 연료의 공급, 정리를 행하는 밸브 등)
- 설정부와 제어부 : 온도 조절기이며, 측온체의 전기신호를 받아 목표 온도와 비교해 조작기에 조절신호를 보내는 기기





## ■ PID를 이용한 온도 제어 시스템

### 2. 온도 제어 동작의 종류

#### 3) PID 동작

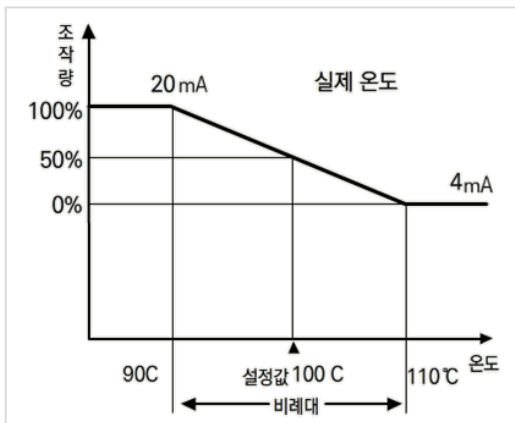
- 비례(Proportional)동작에 적분(Integral)동작 및 미분(Derivative)동작을 부가한 동작
- 시간지연을 갖는 제어대상에도 우수한 제어효과를 나타내는 방식

종 류	장 점	단 점
P(비례) 동작	·작은 오버슈트와 헌팅	·오프셋(offset) 발생 ·긴 과도 상태
I(적분) 동작	·오프셋(offset) 제거	·P동작에 비해 제어계가 안정되기까지 소요시간이 김
D(미분) 동작	·빠른 응답속도	·비례동작과 함께 사용
PID 동작	·양호한 제어 특성	·PID 파라미터 설정 요구

### 3. PID 동작 제어

#### 1) 비례동작(P동작)

- 설정치에 대해서 비례대를 갖고 조작량이 편차에 비례하는 동작



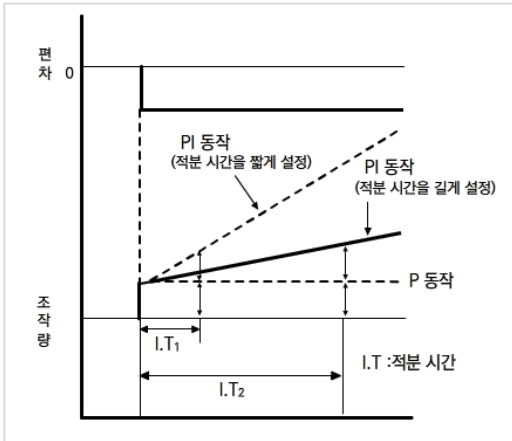
- 현재 온도가 비례대보다 낮으면 조작량은 100%
- 비례대 안에 있으면 조작량은 편차에 비례해서 서서히 작아짐
- 설정치와 현재 온도가 일치하면 조작량은 50%  
→ ON/OFF 동작에 비교하여 보다 헌팅이 작고 부드러운 제어를 할 수 있음

## ■ PID를 이용한 온도 제어 시스템

### 3. PID 동작 제어

#### 2) 적분 동작(I동작)

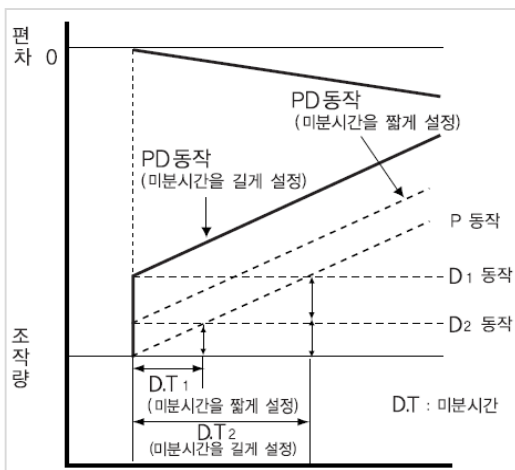
- 오프셋(offset)을 줄이면서 제어의 안정성을 높이기 위해 편차의 크기를 적분하여 조작량에 더하는 동작



- 설정값과 측정값의 편차의 크기와 편차가 생긴 시간에 둘러싸인 면적(적분값)의 크기에 비례하여 출력됨
- 설정값과 측정값에 편차가 있는 한 편차를 없이 하도록 동작하여 오프셋을 없게 함
- 적분효과가 크게 되면 헌팅이 발생되기 쉽고, 안정이 되지 않는 경우가 있음

#### 3) 미분 동작(D동작)

- 제어 편차가 검출되면 그 편차가 변화하는 속도에 비례(미분값에 비례)하여 조작량을 가감하도록 수정 동작을 하는 것

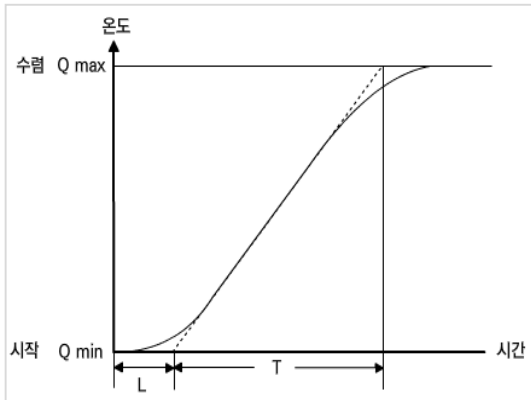


- 비례동작(P)이나 적분 동작(I)은 제어 결과에 대한 수정 동작이므로 응답이 늦게 됨
- 응답 특성을 개선시키기 위해서는 편차가 커지는 것을 사전에 방지
- 편차가 변화하는 속도에 비례하여 조작량을 가감하도록 수정 동작 수행

## ■ PID를 이용한 온도 제어 시스템

### 4. PID 정수의 조정 방법

- 비례대, 적분시간, 미분시간의 각 정수를 알맞은 값으로 조정해야 함
- 스텝 응답 법

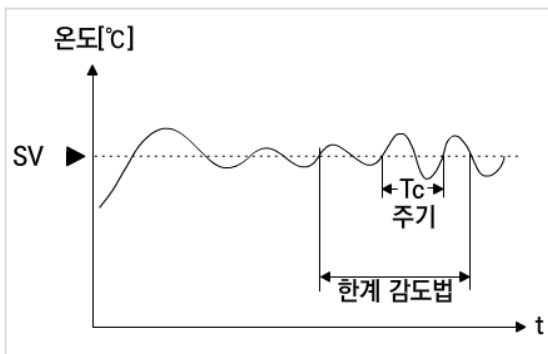


- 스텝 입력 : 어떤 시간까지 "0"으로, 그 시간 이후에는 일정값을 가진 입력
- 스텝입력에 의한 응답을 스텝응답 (Step Response) 또는 초기응답 (Initial Response)이라고 함

조절계로 제어 대상에 대한 스텝에 조작량을 주어 그 반응을 기록계로 기록

지연시간과 시정수, 시작 시점, 수렴시점을 구해 PID 정수를 구함

- 한계 감도법



- PID 정수
  - $P = 1.7 \times P_c$
  - $I = 0.5 \times T_c$
  - $D = 0.125 \times T_c$
  - \* $P_c$  : 비례대,  $T_c$  : 주기
- 제어대상에 비례 제어만을 이용하여 지속 진동이 나타나도록 비례대 P값 변경