

# 원자로 열유체 실험 (6)

Department of Nuclear Engineering, Seoul National Univ.  
Hyoung Kyu Cho

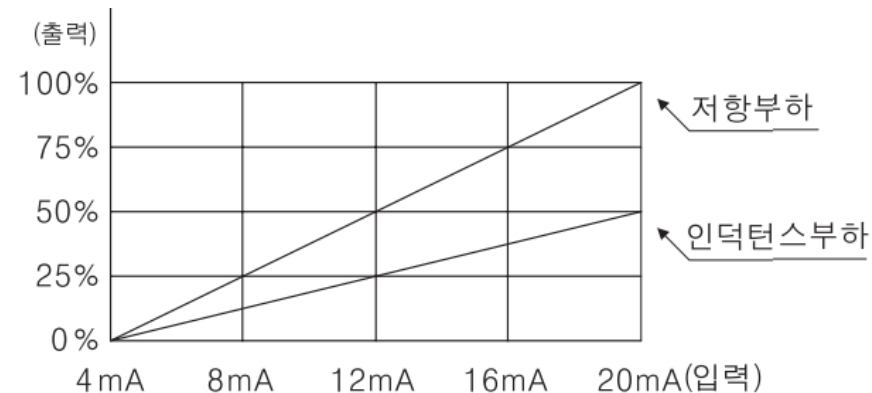
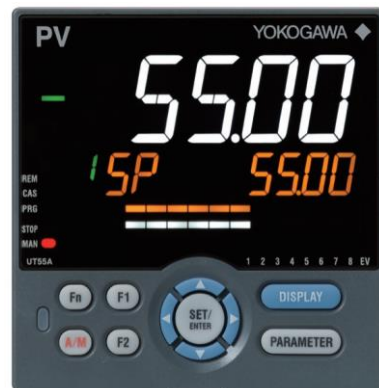
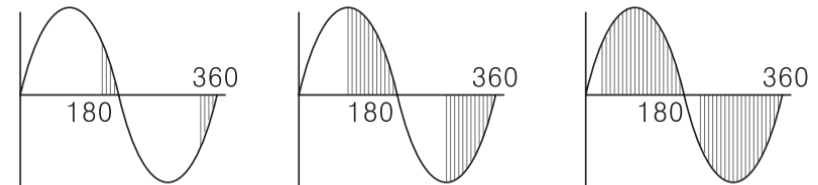
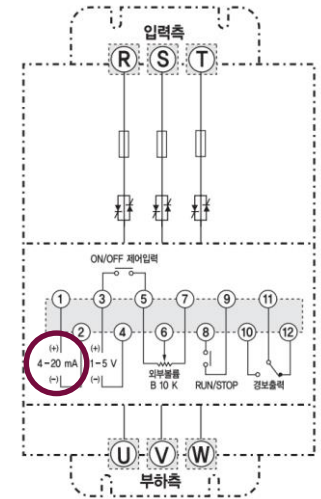
# 가열봉 출력 제어: 온도에 따른 전기출력 PID 제어

## ❖ 계장 (계기장치)

- ✓ 디스플레이, 컨트롤러, 전력조정기, 릴레이
- ✓ 스위치, 퓨즈, 차단기

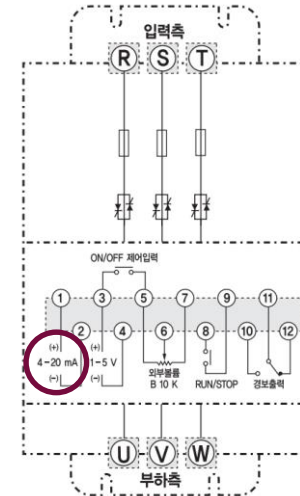
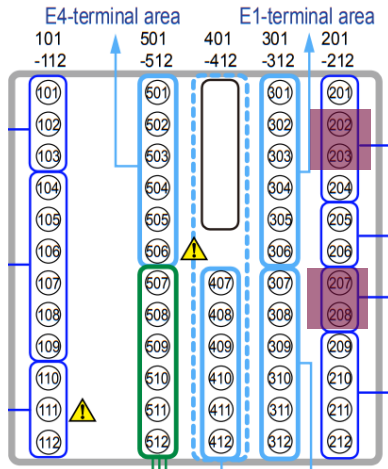
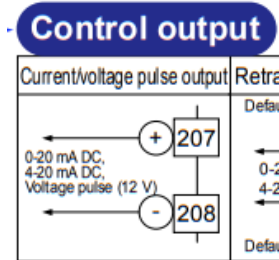
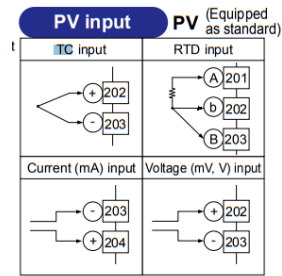
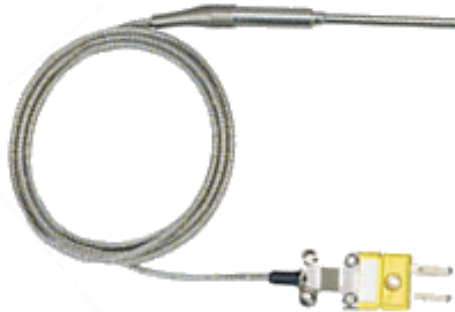
## ❖ 3상 전력조정기

- ✓ SCR(Silicon Controlled Rectifier)
- ✓ THYRISTOR
- ✓ 위상제어를 통한 출력 제어
- ✓ 4~20 mA 전류 제어
  - TC → 온도 제어기 → SCR



# 가열봉 출력 제어: 온도에 따른 전기출력 PID 제어

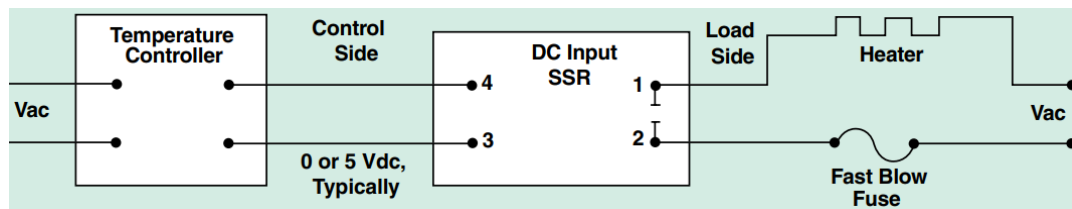
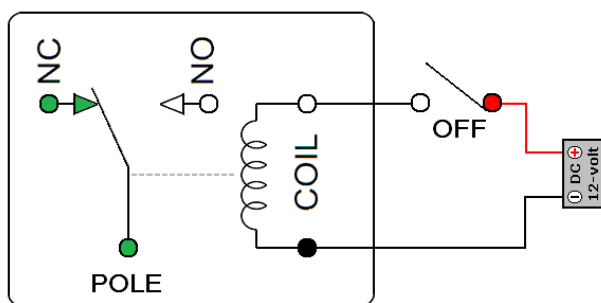
## ❖ 3상 전력조정기



# 가열봉 출력 제어: 온도에 따른 전기출력 on/off 제어

## ❖ Solid State Relay (SSR, 릴레이)

- ✓ 전류 → 코일 → 스위칭
- ✓ 구동 전압: ~DC 수 V
- ✓ 온도 제어 시 활용 가능



110V+ Goes to Relay



Red and Black Wires for Stock Spindle goes to Relay



# 유량 제어: 펌프 회전 수 PID 제어

## ❖ Invertor (인버터): 모터의 친구

✓ 사전적 정의: DC를 AC로 변환하는 장치

✓ Factory automation 정의

- 상용 전원에서부터 전력을 입력받아 자체 내에서 전압과 주파수를 가변시켜 모터에 공급함으로써 모터 속도를 제어하는 장치
- 전압과 주파수를 가변시켜 모터의 속도를 제어하는 장치

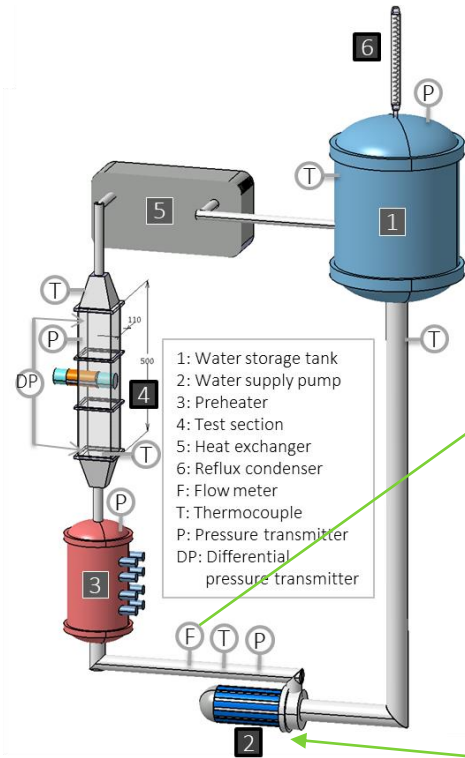
✓ 유량 조절

- 모터: 1800 rpm, 60 Hz
- 1 Hz → 30 rpm → 유량 변화



# 유량 제어: 펌프 회전 수 PID 제어

## ❖ Invertor control



4~20mA



Min, Max setting : 4 mA = 0 m/s  
20 mA = 5 m/s

Target setting : 1 m/s  
Measured value: 2 m/s

4~20mA : 자동제어  
PID 제어

4~20mA : 수동제어



4~20mA : 수동제어



# PID 제어

## ❖ 비례-적분-미분 제어기(Proportional-Integral-Differential control)

✓ 실제 응용분야에서 가장 많이 사용되는 대표적인 형태의 제어기법

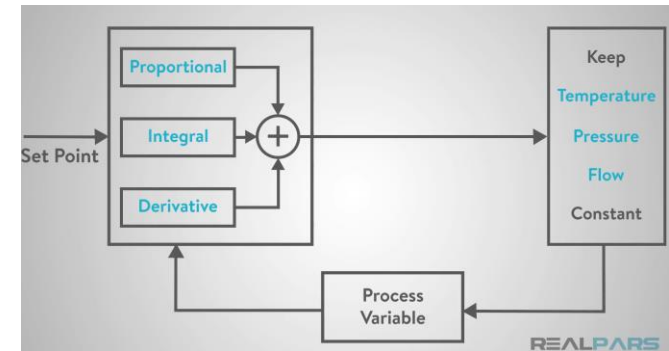
✓ 구성 (온도유지를 위한 출력제어)

- Feedback 제어기
- 설정값 (온도)
- 출력값 (온도)
- 제어값 (출력)

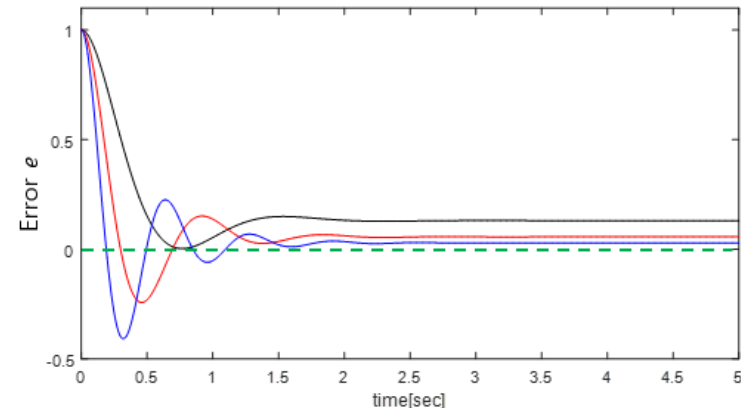
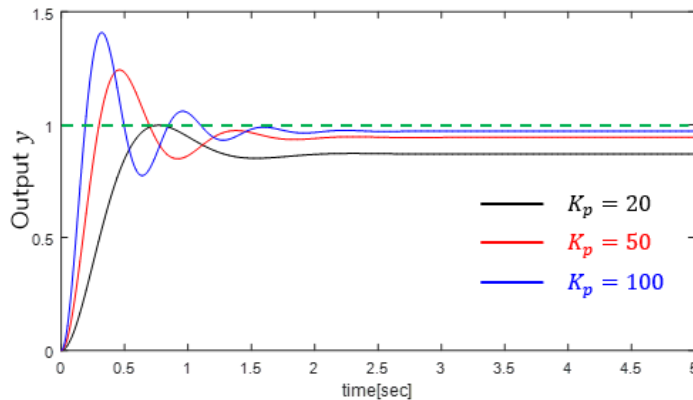
## ✓ 비례 제어 (P)

- Error에 비례하게 출력 조작

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t)}{dt}$$



$$u(t) = k_p e(t)$$



# PID 제어

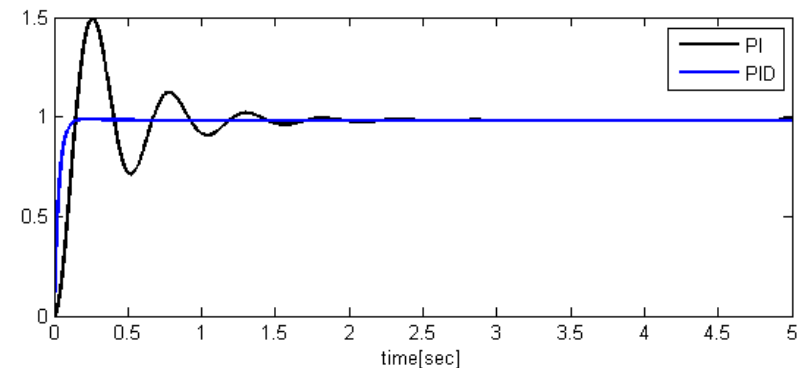
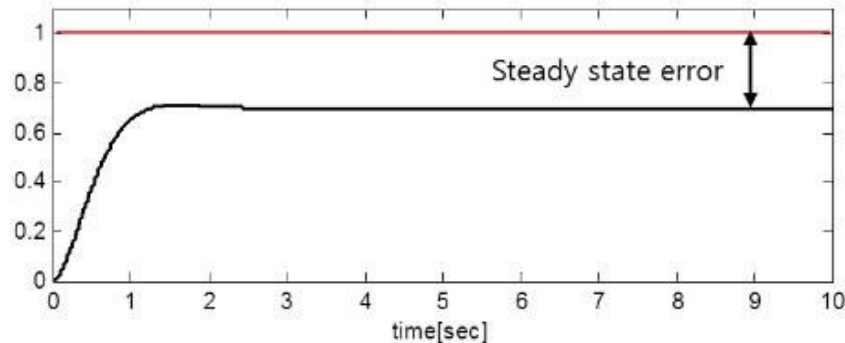
## ❖ 비례-적분-미분 제어기(Proportional-Integral-Differential control)

### ✓ 비례-적분 제어 (PI)

- 적분 제어기는 error를 적분하여 제어 입력  $u$ 를 생성

### ✓ 비례-적분-미분 제어 (PID)

- 적분 제어기의 단점: error가 0 이더라도 적분의 성질에 의해 누적된 과거 오차가 너무 많아 시스템의 입력 값이 과도하게 출력
- 제어값의 기울기로 P 제어 조절
  - error의 미분값이 음수인 경우: error가 가파르게 변화할수록 D 증가, 출력 완화





- ❖ 비례-적분-미분 제어기(Proportional-Integral-Differential control)

