Temperature Transducer Thermocouple G34/EV

Teeratus Rojananak

t0861246000@hotmail.com

Line ID : 0861246000

Conversion

	from Celsius	to Celsius
Fahrenheit	$[°F] = [°C] \times 9/5 + 32$	$[°C] = ([°F] - 32) \times 5/9$
Kelvin	$[K] = [°C] + 273.15$	$[°C] = [K] - 273.15$
Rankine	$[°R] = ([°C] + 273.15) \times 9/5$	$[°C] = ([°R] - 491.67) \times 5/9$
Delisle	$[°De] = (100 - [°C]) \times 3/2$	$[°C] = 100 - [°De] \times 2/3$
Newton	$[°N] = [°C] \times 33/100$	$[°C] = [°N] \times 100/33$
Réaumur	$[°Ré] = [°C] \times 4/5$	$[°C] = [°Ré] \times 5/4$
Rømer	$[°Rø] = [°C] \times 21/40 + 7.5$	$[°C] = ([°Rø] - 7.5) \times 40/21$

$$°F = °C \times {}^{9}\!/_{5} + 32$$

$$°C = (°F - 32) \times {}^{5}\!/_{9}$$

$$K = °C + 273.15$$

ความเป็นเชิงเส้น (linearity)

- คุณสมบัติของความเป็นเชิงเส้น คือ ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตของเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นเชิงเส้น หรือมักมีกราฟเป็นเส้นตรง คุณสมบัติควาเป็นเชิงเส้นยังแสดงถึงช่วงสูงสุดที่กราฟคุณสมบัติยังคงเป็นเชิงเส้นอยู่ หรือเรียกช่วงดังกล่าวนี้ว่า ช่วงในการปฏิบัติงาน (operating range) ของเซนเซอร์ โดยทั่วไปนิยมบอกในหน่วยของเปอร์เซ็นต์

ย่านการทำงาน Range

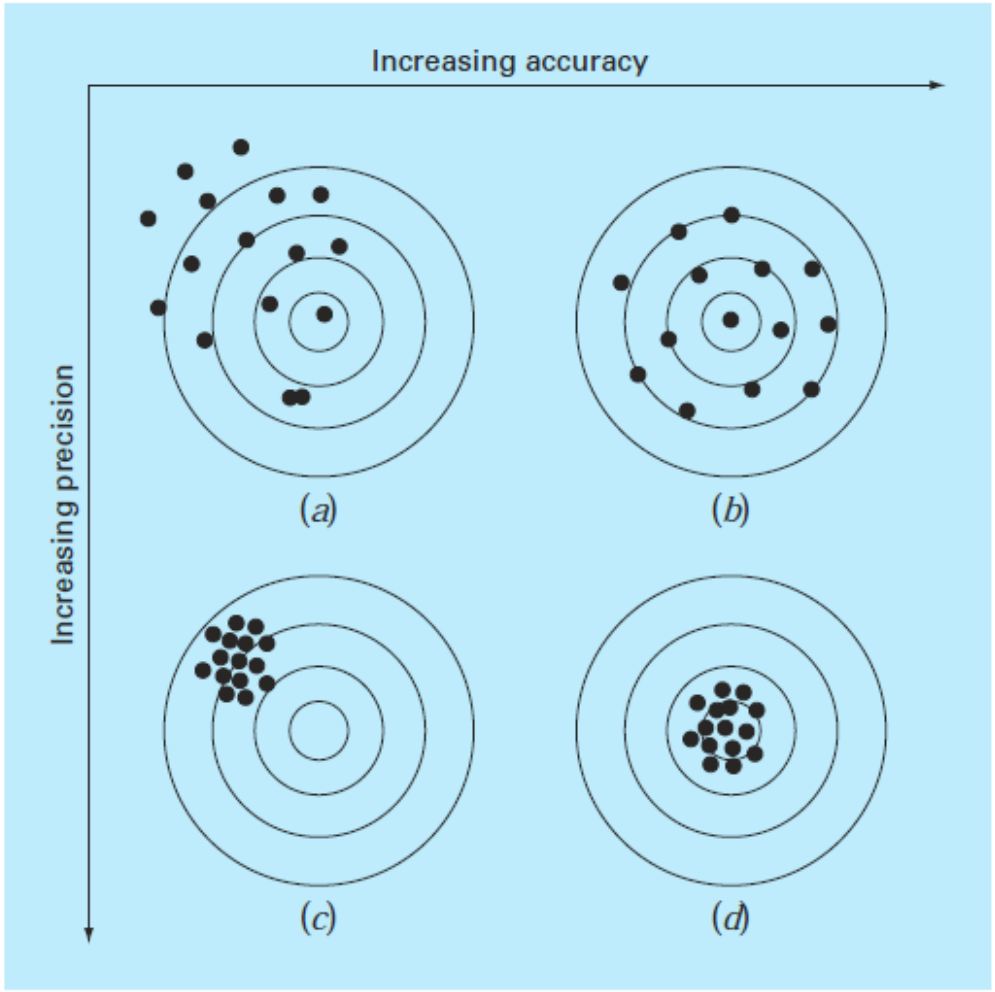
ความคลาดเคลื่อน (error)

ความคลาดเคลื่อน คือ ผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำไม้บรรทัดอันหนึ่งไปวัดความกว้างของหน้ากระดาษหนังสือ ได้เท่ากับ 210.5 mm (มิลลิเมตร) แต่ค่าความกว้างที่แท้จริงของหน้ากระดาษหนังสือ ก็คือ 209.9 mm ดังนั้นในกรณีนี้จะเห็นว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดมีค่าเท่ากับ (210.5-209.9 mm) = 0.6 mm เป็นต้น โดยทั่วไปค่าความคลาดเคลื่อนนี้นิยมบอกเป็นหน่วยของเปอร์เซ็นต์ และยังเป็นค่าบ่งชี้ถึงความแม่นยำของระบบการวัดนั้นอีกด้วย

ความแม่นยำ (accuracy)

- ความแม่นยำเป็นค่าบ่งชี้ถึงความสามารถของเซนเซอร์ในการแสดงค่าเอาต์พุตว่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงของปริมาณที่ทำการวัดอยู่มากน้อยแค่ไหน ในทางปฏิบัติแล้วอุปกรณ์การวัดทุกชนิดจะเกิดค่าความคลาดคลื่อนในการวัดขึ้นเสมอ แต่จะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความแม่นยำของอุปกรณ์การวัดนั้น ซึ่งทั่วไปค่าความแม่นยำนี้อาจแสดงในเทอมของหน่วยในการวัด เช่น เทอร์โมมิเตอร์ตัวหนึ่งถูกกำหนดไว้ว่ามีค่าความแม่นยำเท่ากับ +0.2 C นั่นหมายถึงว่าหากนำเทอร์โมมิเตอร์นี้ไปทำการวัดอุณหภูมิแล้วแสดงค่าเท่ากับ 20.1 C แสดงว่าอุณหภูมิจริงที่ทำการวัดมีค่าอยู่ระหว่าง 19.9 C กับ 20.3 C ในบางครั้งความแม่นยำนี้อาจใช้บ่งชี้ถึงเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนของย่านการวัดของอุปกรณ์วัดตัวนั้นๆ อีกด้วย

FIGURE 3.2
An example from marksmanship illustrating the concepts of accuracy and precision. (*a*) Inaccurate and imprecise; (*b*) accurate and imprecise; (*c*) inaccurate and precise; (*d*) accurate and precise.



Speed of response

การหน่วงสัญญาณ (lag)

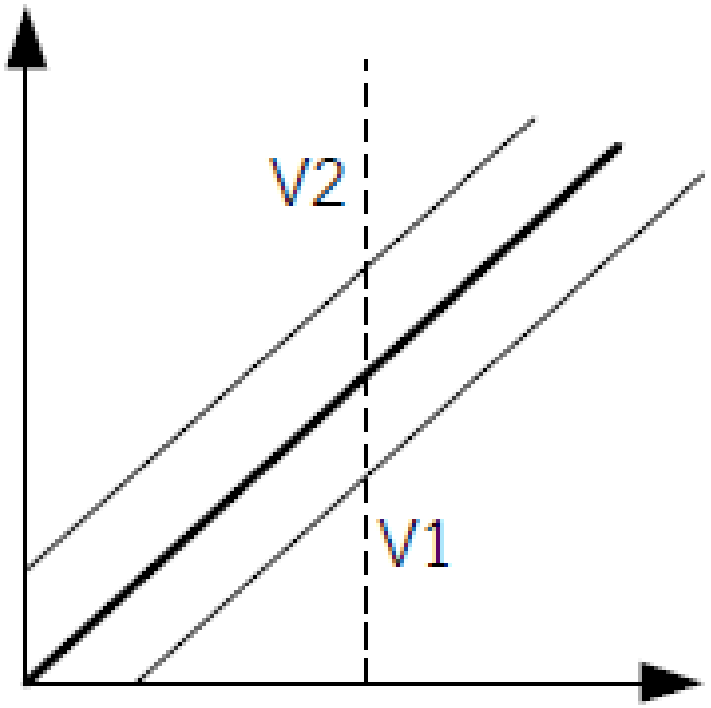
การหน่วงสัญญาณ คือ การล้าหลังของสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตที่ทำการวัด ทั่วไปมีหน่วยวัดเป็นวินาที (seconds) หรือเศษส่วนของวินาที ในการประยุกต์ใช้งานบางประเภท เช่น ในงานระบบควบคุมกระบวนการ การหน่วงสัญญาณเป้นข้อกำหนดสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากมีผลต่อสมรรถนะของระบบ

ความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ (repeatability หรือ reproducibility)

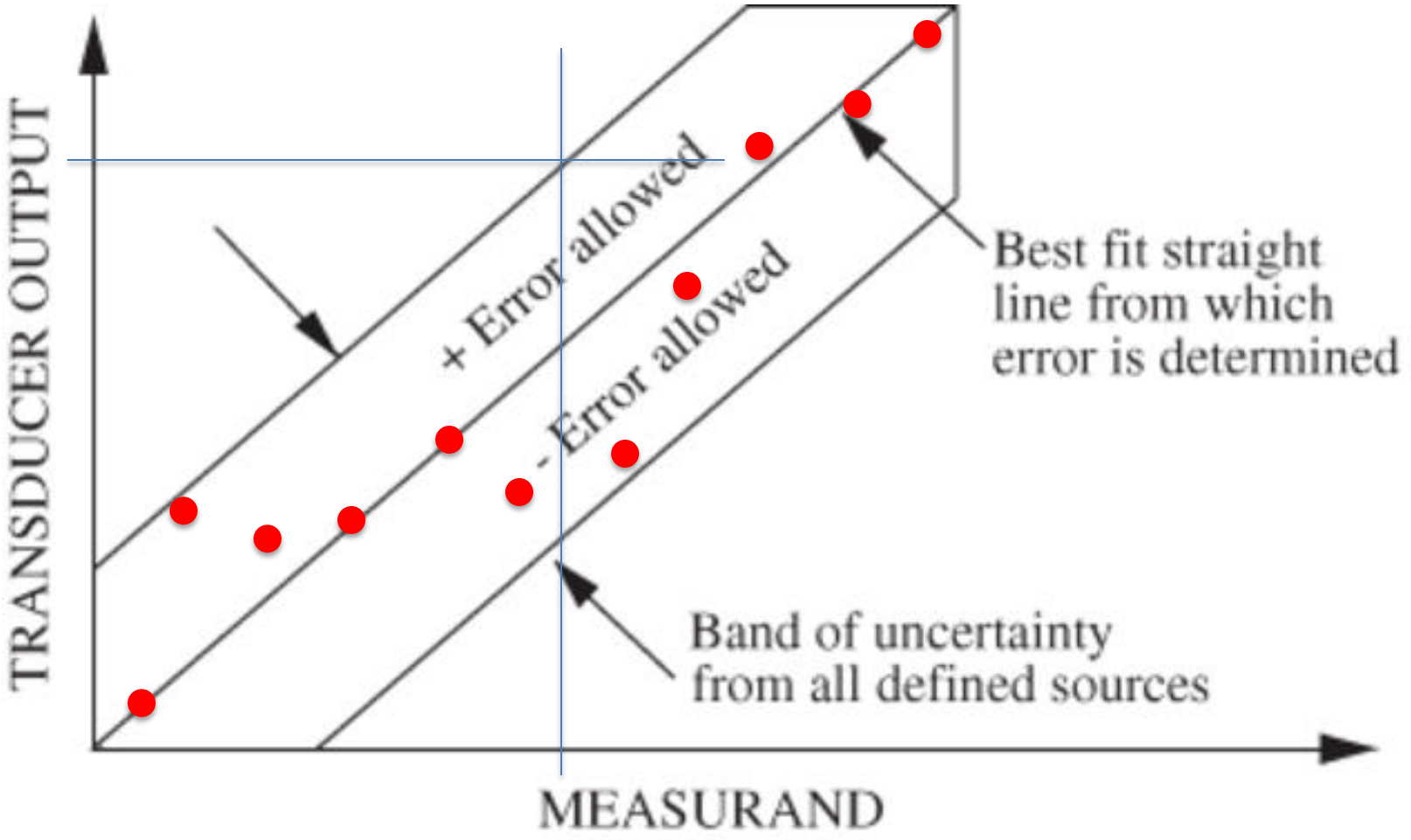
ความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ เป็นข้อกำหนดของความแน่นอน ซึ่งถูกระบุมาประจำตัวเซนเซอร์นั้นๆ โดยหมายถึงค่าความแน่นแนของเซนเซอร์ภายใต้เงื่อนไขในการวัดแบบเดิม ซึ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการแสดงค่าเอาต์พุตให้มีค่าเท่าเดิม เมื่อนำไปใช้งานในลักษณะการวัดปริมาณทางฟิสิกส์อินพุตค่าเดิมซ้ำกันหลายๆครั้ง อาจแสดงค่าเบอร์เซ็นต์สูงสุดของการอ่าน

5.3 ค่า % ความเป็นเชิงเส้นของ transducer

$$\text{Lin. (\%)} = \pm \frac{1}{2} \frac{|V2 - V1|}{Vf.s} 100$$



Determining the linearity of transducer



Linear regression

$$y = a_0 + a_1 x$$

$$a_0 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} {x_i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)}{n\left(\sum_{i=1}^{n} {x_i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

$$a_1 = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\left(\sum_{i=1}^{n} {x_i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

ผลจากการวัดความเร็วของลม y(m/sec) , ตามความสูงของอาคาร x(m) ที่ระดับต่างๆกัน

x	y
10	2.2
15	4.6
20	4.2
25	7
30	6.6
35	9.2

linear regression

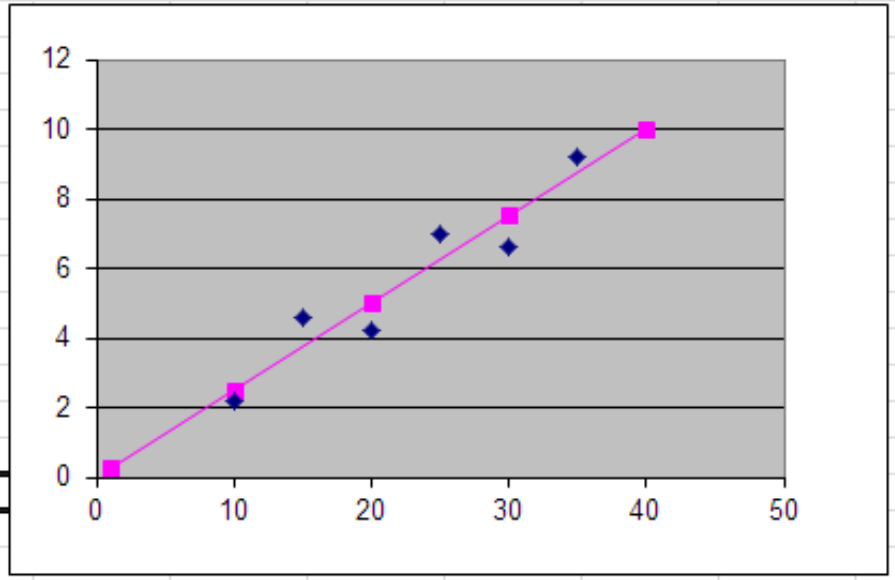
ผลจากการวัดความเร็วของลม y(m/sec) , ตามความสูงของอาคาร x(m) ที่ระดับต่างๆกัน

	x	y	x^2	x*y
	10	2.2	100	22
	15	4.6	225	69
	20	4.2	400	84
	25	7	625	175
	30	6.6	900	198
	35	9.2	1225	322
Sum	**135**	**33.8**	**3475**	**870**

n=	6
a0=	0.001904762
a1=	0.250285714

g(x)=a0+a1(x)

x	g(x)
1	0.25219
10	2.504762
20	5.007619
30	7.510476
40	10.01333



$$y = a_0 + a_1 x$$

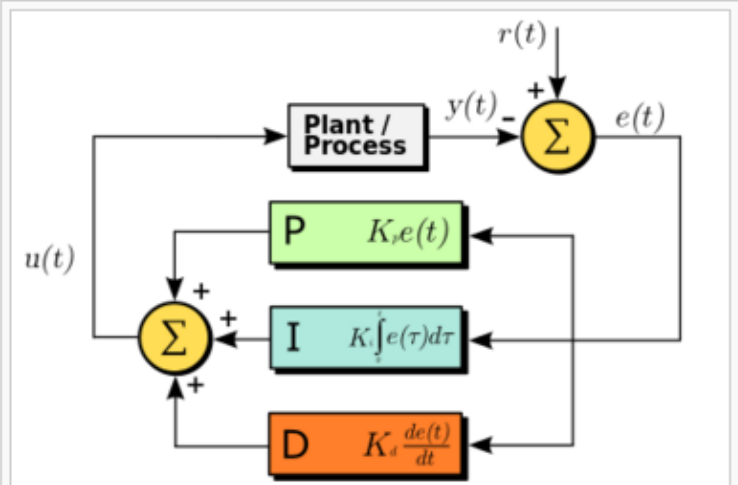
$$a_0 = \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i y_i)(\sum_{i=1}^{n} x_i)}{n(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}$$

$$a_1 = \frac{n(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)}{n(\sum_{i=1}^{n} x_i^2) - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}$$

Proportional-Integral-Derivative

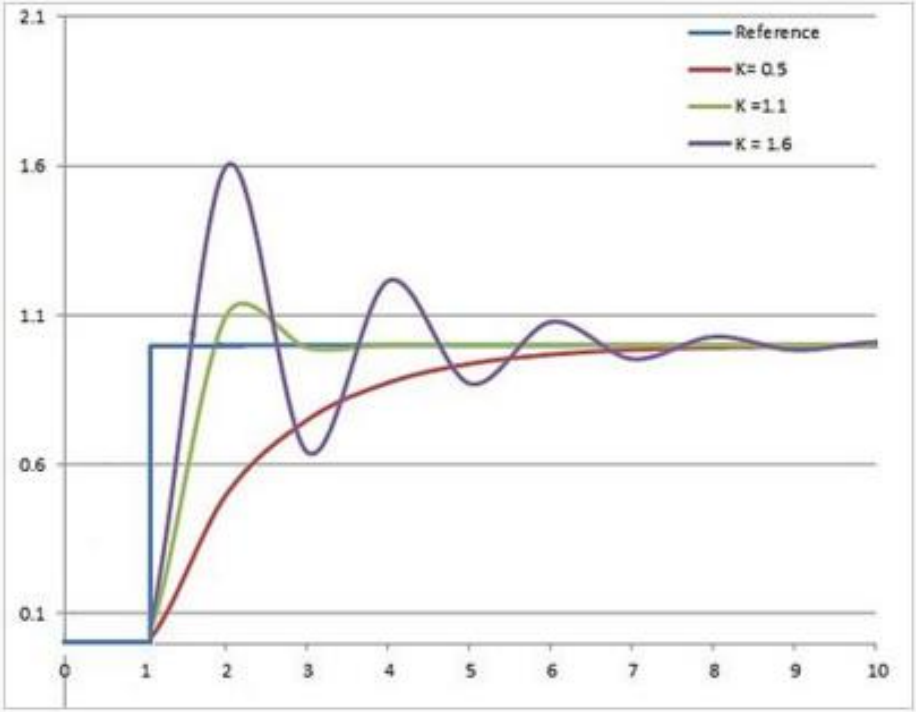
P-I-D

proportional–integral–derivative controller (PID controller)



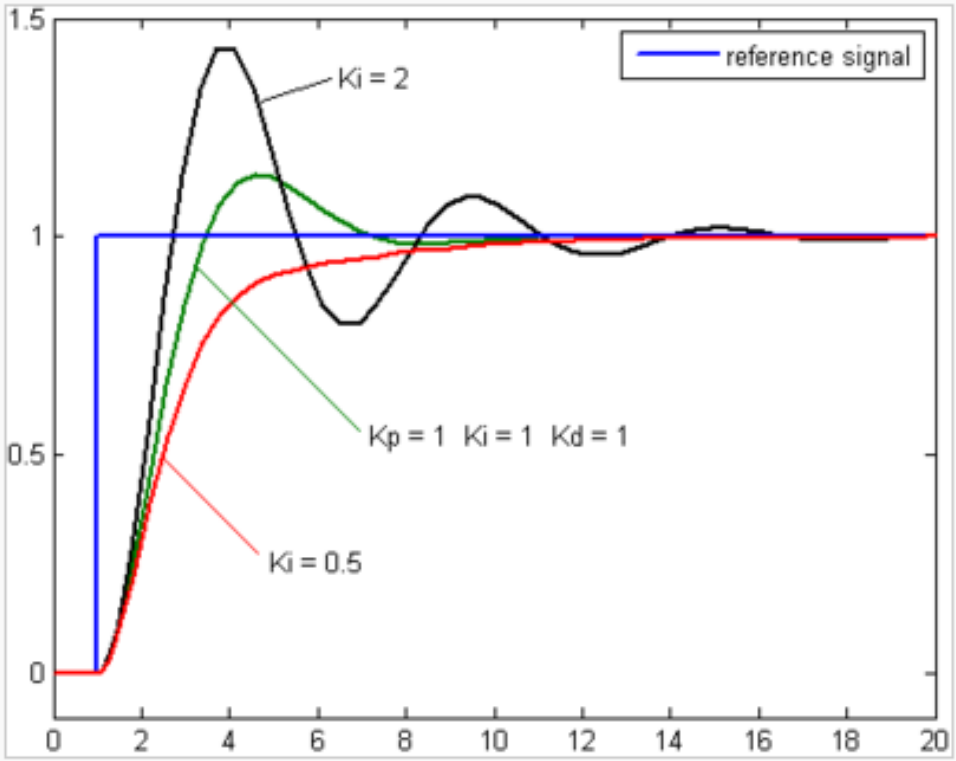
A block diagram of a PID controller in a feedback loop

Proportional term



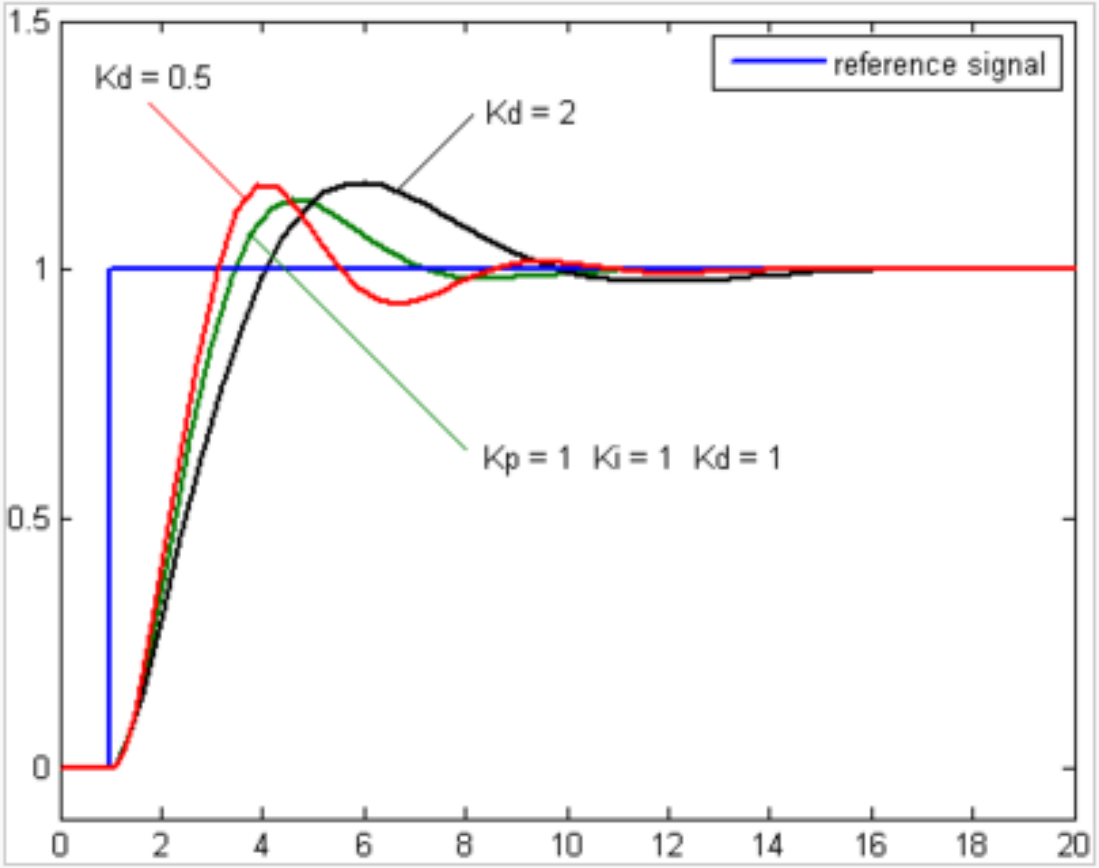
Plot of PV vs time, for three values of K_p (K_i and K_d held constant)

Integral term



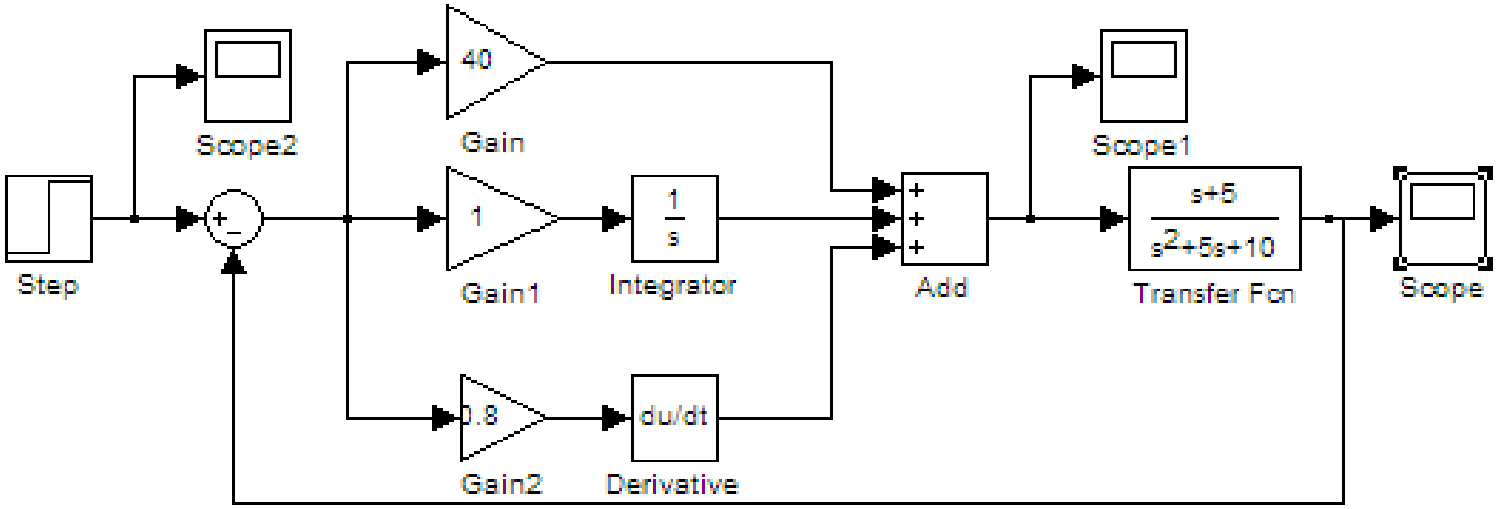
Plot of PV vs time, for three values of K_i (K_p and K_d held constant)

Derivative term

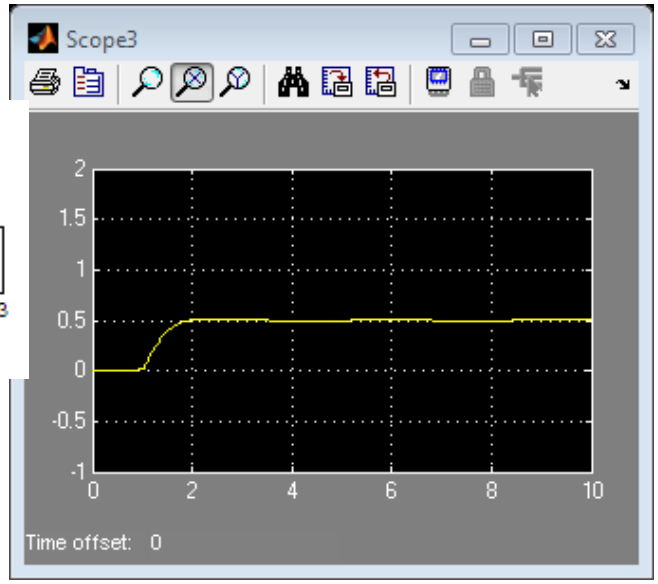


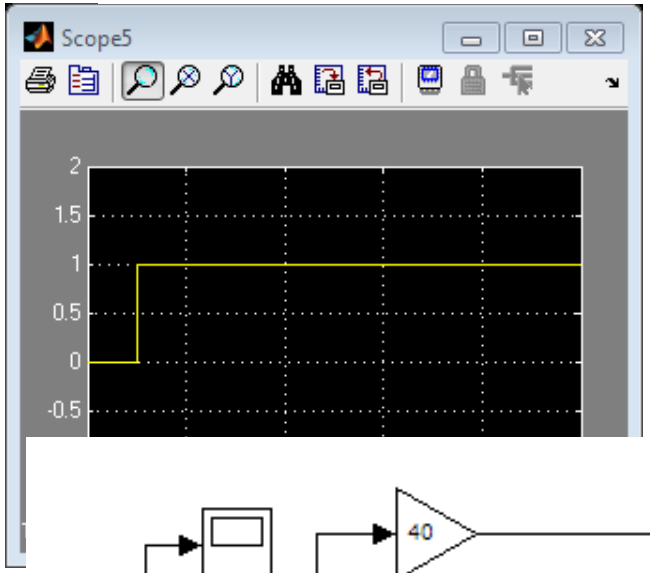
Plot of PV vs time, for three values of K_d (K_p and K_i held constant)

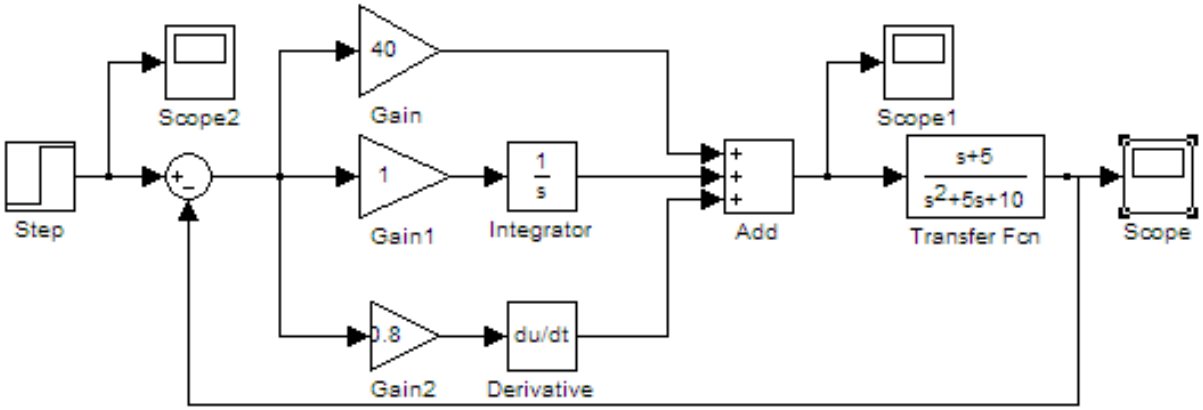
Open loop vs Close loop

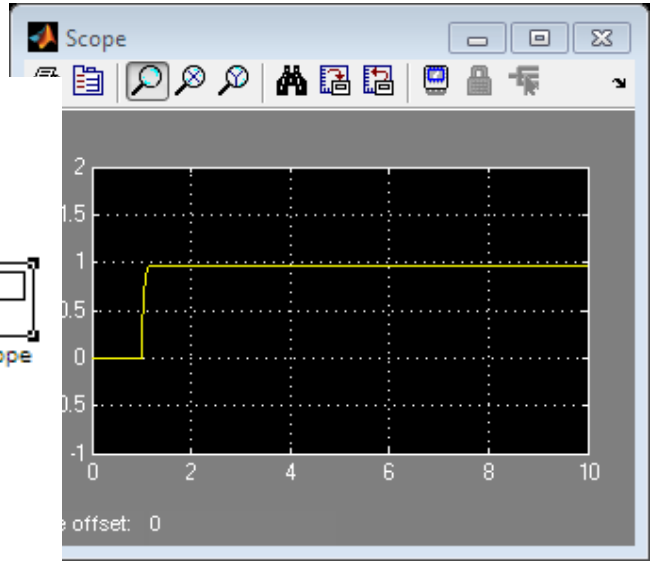


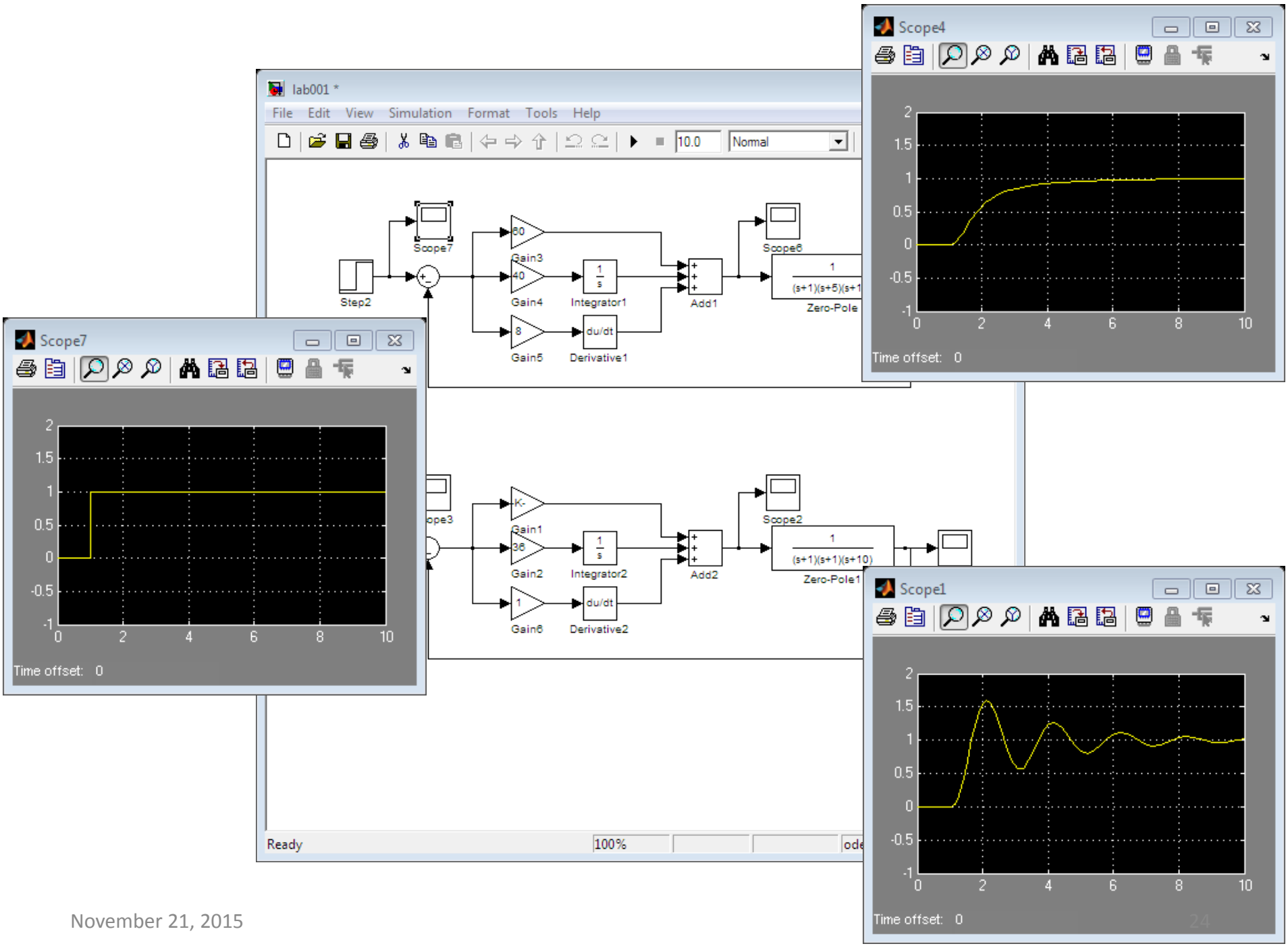
Scope5
Step1
s+5
s2+5s+10
Transfer Fcn1
Scope3


Scope3
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
0
2
4
6
8
10
Time offset: 0


Scope5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5

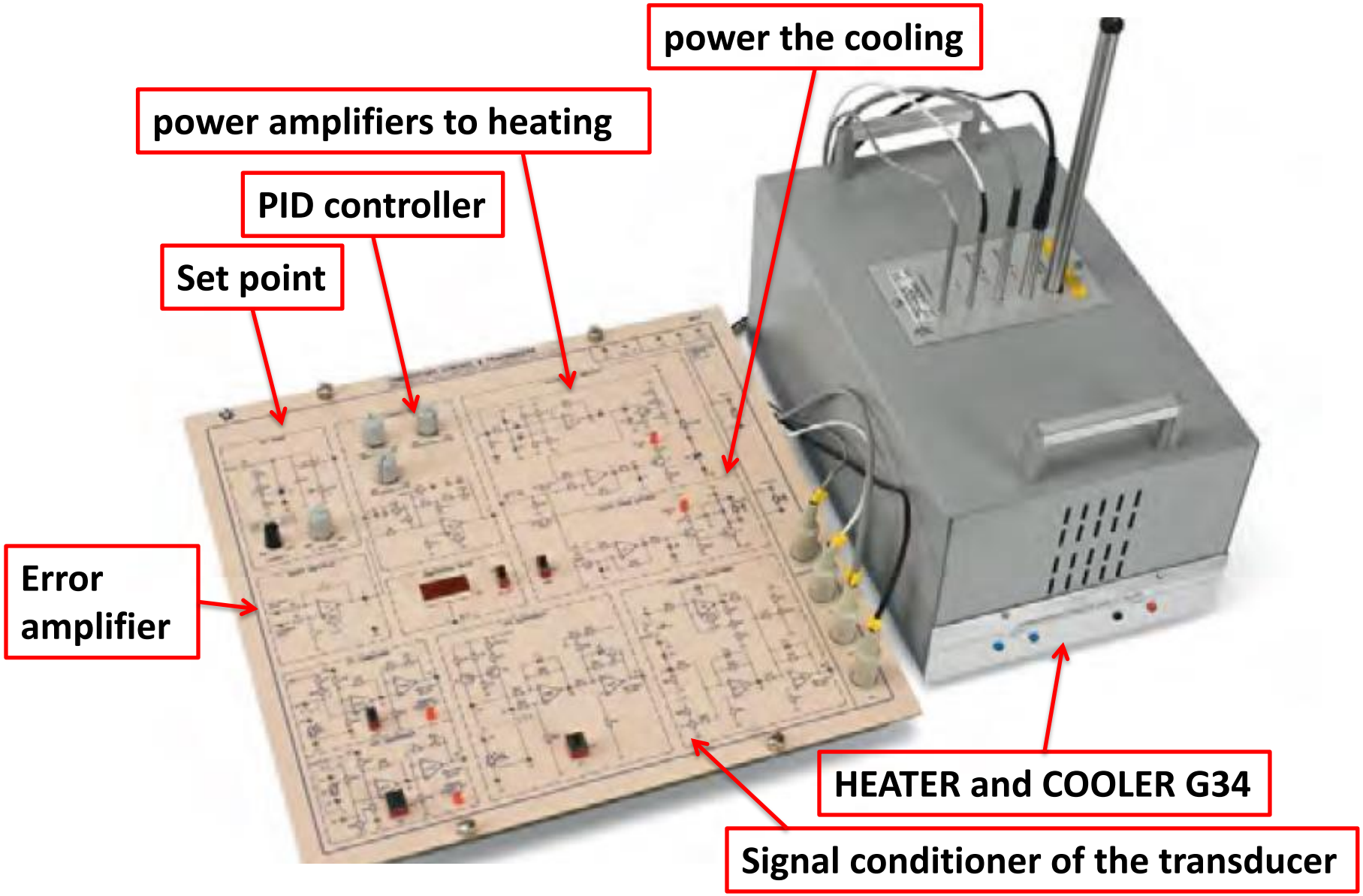

Step
Scope2
40
Gain
1
Gain1
1
s
Integrator
0.8
Gain2
du/dt
Derivative
Add
Scope1
s+5
s2+5s+10
Transfer Fcn
Scope


Scope
2
1.5
1
0.5
0
0.5
-1
0
2
4
6
8
10
offset: 0


lab001 *
File Edit View Simulation Format Tools Help
10.0
Normal
Scope7
Step2
60
Gain3
40
Gain4
8
Gain5
1/s
Integrator1
du/dt
Derivative1
Add1
Scope6
1
(s+1)(s+5)(s+1
Zero-Pole
Scope4
Time offset: 0
Scope7
Time offset: 0
ope3
K-
Gain1
36
Gain2
1
Gain6
Integrator2
Derivative2
Add2
Scope2
1
(s+1)(s+1)(s+10)
Zero-Pole1
Scope1
Time offset: 0
Ready
100%

The main circuits of the board mod. G34/EV are:

- **Set point;**
- **Error amplifier;**
- **Signal conditioner of the transducer;**
- **PID controller;**
- **TRIAC power amplifiers to power the heating elements;**
- **BJT bipolar transistor amplifier to power the cooling**


power the cooling
power amplifiers to heating
PID controller
Set point
Error amplifier
HEATER and COOLER G34
Signal conditioner of the transducer

PROCEDURE:

1. Connect the transducers to module G34 inserting the DIN cables into the related plugs.

2. Insert the required transducer and the mercury thermometer into the related holes of unit TY34.

3. Connect HEATER and COOLER terminals of G34 to HEATER and COOLER Terminals of TY34.

4. Set Temperature meter switch at TH(THERMOCOUPLE).

5. Connect the output of the SET-POINT block terminal 2 to the set-point input of the ERROR AMPLIFIER block terminal 3 and Temperature meter input 10.

6. Connect the output of the ERROR AMPLIFIER 5 to the input of the PID Controller 6.

7. Connect the output of the PID CONTROLLER 9 to the input of the HEATER AMPLIFIER 11

8. Connect the output of the THERMOCOUPLE CONDITIONNER 33 to the ERROR AMPLIFIER Feedback input 4.

9. Set up the connection of the power supply with the console.

10. Short Jack 7 & 8. Set potentiometers p2 and p3 on the PID CONTROLLER to the halfway position

11. Connect the multi meter to the output of the signal conditioner, and set to 20V DC.

12. Starting from ambient temperature (temperature of the surrounding), adjust the Set-Point knob in order to increase the temperature of the oven in 100C steps

(i.e. bring the voltage on jack 2 to a value which corresponds to ambient temperature, then increase this voltage by a quantity which corresponds to a 100C temperature increase). Measure the output voltage of the signal conditioner as soon as the temperatures stabilized. The reference

temperature is given by a precision mercury thermometer (Centigrade Scale)

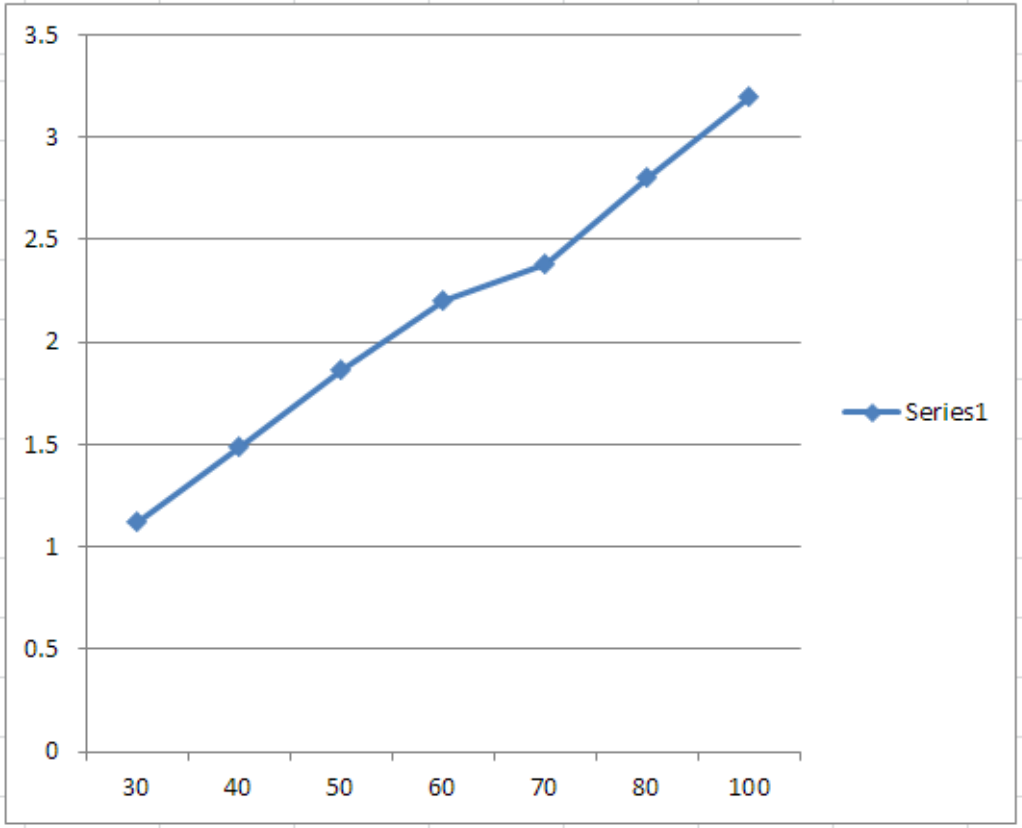
13. N.B. Be careful to avoid exceeding the maximum temperature that the transducer can withstand (175C). For safety, do not exceed 150C.(**ระวังอุณหภูมิห้ามเกิน** 150C)

14. Make a table listing the values measured and use these measurements to plot a graph with the temperature on the x-axis and the output voltage of the transducer on the y-axis

S.No.	Temp (C)	output (V) THERMO COUPLE CONDITIONNER 33
1	30	
2	40	
3	50	
4	60	
5	70	
6	80	
7	90	
8	100	
9	110	
10	120	
11	130	

thermocouple

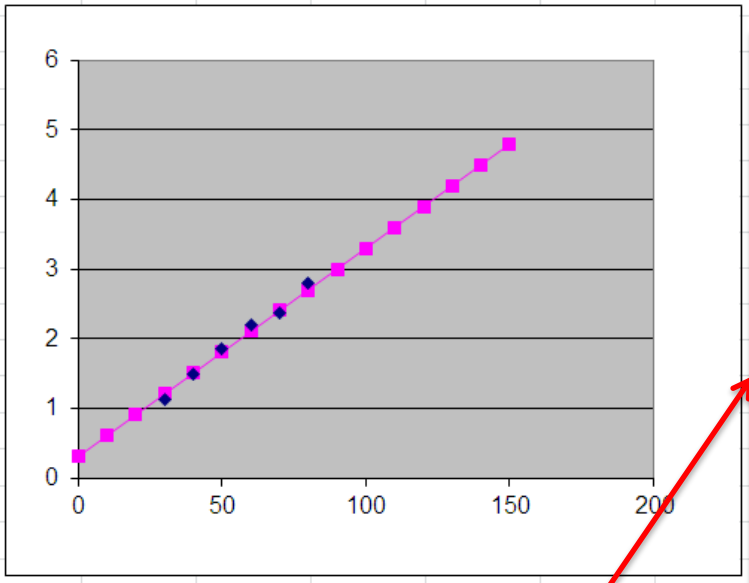
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		ผลการทดลอง Thermocouple (PID Enable)										
2												
3		Temp C	V tp 33									
5		30	1.12									
6		40	1.49									
7		50	1.86									
8		60	2.2									
9		70	2.38									
10		80	2.8									
11		100	3.2									
12												
13												
14												
15												
16												
17												



linear regression FileName:lab_thermocouple_PID_010_linear regression.xls

ในการทดลองวัดความแรงดัน y(volt) , ตามอุณหภูมิ x(Celsius) ที่ระดับต่างๆกัน

	x	y	x^2	x*y
	30	1.12	900	33.6
	40	1.49	1600	59.6
	50	1.86	2500	93
	60	2.2	3600	132
	70	2.38	4900	166.6
	80	2.8	6400	224
	100	3.2	10000	320
Sum	**430**	**15.05**	**29900**	**1028.8**
n=	7			
a0=	0.311926			
a1=	0.029922			



g(x)=a0+a1(x)

x	g(x)
0	0.3119
10	0.6111
20	0.9104
30	1.2096
40	1.5088
50	1.808
60	2.1073
70	2.4065
80	2.7057
90	3.0049
100	3.3041
110	3.6034
120	3.9026
130	4.2018
140	4.501
150	4.8002

ผลจากการทดลอง

ผลจากการคำนวณ