	ใบงานที่ 2	ครั้งที่ 3-4
	หน่วยที่ การตรวจวัดอุณหภูมิ(Temperature Measurement)	รวม 9 ชั่วโมง
เรื่องการวัดอุณหภูมิโดยใช้ PT100 (Platinum Resistance Thermometer)		จำนวน 90 นาที
ชื่อ.....ชั้น ..... วันที่ ...../...../255.....		

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ การวัดอุณหภูมิโดยใช้ PT100 (Platinum Resistance Thermometer)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียน เรียนจบแล้วสามารถ

1.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์แปลงค่าของอุณหภูมิให้อยู่ในรูปของค่าความต้านทาน

1.2 เพื่อสามารถนำเอา PT100 ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง

1.3 เพื่อสามารถแปลงค่าอุณหภูมิให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าได้

1.4 เพื่อสามารถคำนวณหาค่าของกระแสที่ไหลผ่าน PT100 ได้

2. ทฤษฎี

อาร์ทีดี (Resistance Temperature Detector) จัดเป็นทรานสดิวเซอร์อีกแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิโดยใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ วัสดุเหล่านี้ได้แก่แพลทินัม (Platinum) ทองแดง (Copper) และนิเกิล (Nickel) แต่โดยทั่วไปจะนิยมใช้อาร์ทีดีที่ทำมาจากแพลทินัมเนื่องจากแพลทินัมมีความเที่ยงตรงและมีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุด ซึ่งจะเรียกว่า PT100 (Platinum Temperature) โดยที่ตัวเลข 100 หมายถึง ที่อุณหภูมิ 0 oC ค่าความต้านทานภายในของอาร์ทีดีจะมีค่าเท่ากับ 100 โอห์ม ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานของเส้นลวดตัวนำกับอุณหภูมิสามารถจะคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$R_t = R_{ref}(1+ \alpha\Delta t)$$

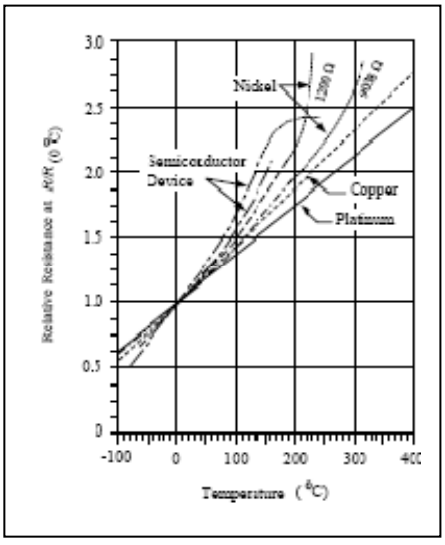
เมื่อ R_t คือค่าความต้านทานของ PT100 ที่อุณหภูมิ t $^{\circ}$C ใดๆ

R_{ref} คือค่าความต้านทานของ PT100 ที่อุณหภูมิอ้างอิง 0 ($^{\circ}$C) = 100 Ω

α คือสัมประสิทธิ์ค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิของ Platinum = 0.00392 Ω/Ω/ $^{\circ}$C

Δt คือค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ t $^{\circ}$C ใดๆ กับอุณหภูมิอ้างอิง

โลหะตัวนำโดยทั่วๆไปนั้น สัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นบวกกล่าวคือค่าความต้านทานของโลหะตัวนำจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่วัสดุบางอย่างเช่นคาร์บอน, เจอร์มันเนียม (Germanium) นั้นจะมีสัมประสิทธิ์ของค่าความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นลบนั่นคือค่าความต้านทานของวัสดุเหล่านี้จะลดลงถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปแล้วควรจะใช้วัสดุที่มีค่า α สูงเพราะหมายถึงว่าค่าความต้านทานของโลหะตัวนำจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อยก็ตาม ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปนี้สามารถจะวัดได้โดยใช้ Whetstone Bridge และปรับเทียบให้แสดงค่าเป็นค่าของอุณหภูมิได้ รูปที่ 1 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของโลหะตัวนำหลายๆ แบบเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานของแพลทินัม และทองแดงนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ ในขณะที่นิกเกิลนั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ค่อยจะเป็นเชิงเส้นนัก



รูปที่1 ค่าความต้านทานสัมพัทธ์ (R_t /R_{ref}) ต่ออุณหภูมิของโลหะบางชนิด

เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 DC-Power supply unit ± 12 V / 3A

3.2 Heater Power amplifier

3.3 TY34/EV

3.4 Measurement indicator

3.5 RTD PT100 resistance probe

3.6 Pane frame

3.7 Set of connecting leads, 1 mm2

3.8 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

3.9 ความต้านทานค่า 100Ω และ 194Ω

ลำดับขั้นการทดลอง

4.1 การปรับเทียบของการปรับสภาพสัญญาณสำหรับทรานสดิวเซอร์อุณหภูมิแบบThermoresistance

4.1.1. นำเอากรอบแก้วออก

4.1.2. ต่อแหล่งจ่ายให้กับเครื่อง

4.1.3. เปิด (open) สวิทช์ I2 และต่อทรานสดิวเซอร์ RTD เข้าโมดูล

4.1.4. ใช้ Ammeter วัดที่จุดต่อ 25กับจุดต่อ 23

4.1.5. ใช้ Ammeter วัดที่จุดต่อ 26 กับจุดต่อ 24 จนได้กระแสเท่ากับจุดต่อ 25กับจุดต่อ 23

4.1.6. ปลดทรานสดิวเซอร์ RTD ที่เข้าโมดูลออก

4.1.7 ปิด (close) สวิทช์ I2

4.1.8 ต่อความต้านทาน 100 Ω ที่จุดต่อ 23 กับ Ground

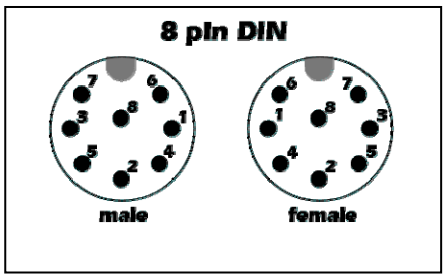
4.1.9 ต่อจุดต่อ 24 กับ Ground

4.1.10. ปรับTrimmer RV2 จะกระทั่งแรงดันเอาท์พุทของ IC2 เท่ากับ 0V

4.1.11 ใส่ความต้านทาน194 Ω แทนความต้านทาน 100 Ω

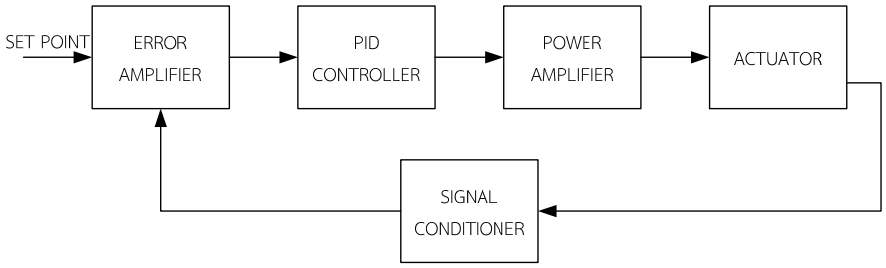
4.1.12 ปรับ RV3 จนกระทั่งแรงดันเอาท์พุทของ IC2 เท่ากับ 8V

4.2 ใช้ Ohm-meter วัดความต้านทานระหว่างขั้วต่างๆ ของ RTD temperature probe บันทึกผลลงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ค่าความต้านทานระหว่างขั้วของ RTD temperature probe

ขั้วต่อของ RTD	ความต้านทาน(kΩ)



4.3 ต่อ RTD temperature probe เข้ากับอินพุตของ RTD. CONDITIONER

4.4 ต่อเอาต์พุตของ SET POINT เข้ากับอินพุตของ PID CONTROLLER

4.5 ต่อเอาต์พุตของ PID CONTROLLER เข้ากับอินพุตของ HEATER POWER AMPLIFIER

4.6 ต่อเอาต์พุตของ HEATER POWER AMPLIFIER เข้ากับเตาอบ

4.7 ต่อเอาต์พุตของ COOLER POWER AMPLIFIER เข้ากับ TY34/EV

4.8 ต่อเอาต์พุตของ RTD. CONDITIONER เข้ากับอินพุตป้อนกลับ (FEEDBACK INPUT) ของ ERROR AMPLIFIER

4.9 ต่อวงจรจุด 5 และ 6 ปรับ P1 DER. และ P2 PROP.ของ PID CONTROLLER ไว้ตำแหน่งกึ่งกลาง

4.10 ต่อมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เอาต์พุตของ RTD. CONDITIONER ย่านวัด 20VDC

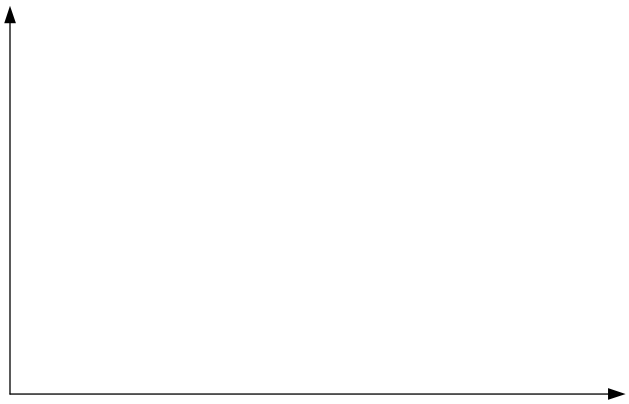
4.11 ต่อแหล่งจ่าย AC 24 Volts เข้ากับ TEMPERATURE CONTROL & TRANSDUCERS

4.12 ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น และวัดแรงดันไฟฟ้าขึ้นไปเรื่อยๆ จนถึง 150 $^{\circ}$C ตามลำดับ บันทึกผลลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จาก RTD temperature probe

อุณหภูมิ($^{\circ}$C)	เอาต์พุตจาก RTD. CONDITIONER (Volt)
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	
110	
120	
130	
140	
150	

4.13 วาดกราฟจากตารางโดยให้แกน X เป็นอุณหภูมิ แกน Y เป็นแรงดันเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์



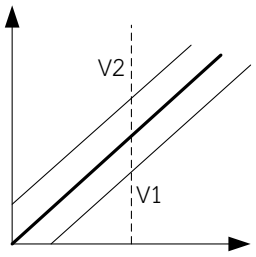
5. คำนวณค่าความเป็นเชิงเส้นของ RTD temperature probe ในรูปของ %

5.1 จากกราฟข้อ 4 เส้นที่ประมาณค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดเรียกว่าเส้นตรงที่เหมาะสม (best fit straight line for the transducer) วาดเส้นสองเส้นขนานกันโดยมีระยะห่างเท่าๆกันประกบเอาไว้ เส้นตรงที่สร้างขึ้นมาทั้งสองเส้นจะต้องครอบคลุมค่าข้อมูลทั้งหมด

5.2 ลากเส้นตรงขนานกับแกน Y จุดตัดที่เกิดขึ้นกับเส้นทั้งสองคือ V1 และ V2

5.3 ค่า % ความเป็นเชิงเส้นของ transducer จะได้ตามสมการดังนี้

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



5.4 ค่าที่ได้จากการทดลอง .....

6. การคำนวณค่าคงตัวเวลาของ Temperature transducer

6.1 ถอด RTD temperature probe transducer ออก

6.2 ปรับ SET POINT ที่อุณหภูมิ 100 °C

6.3 ต่อ RTD temperature probe เข้ากับอินพุต

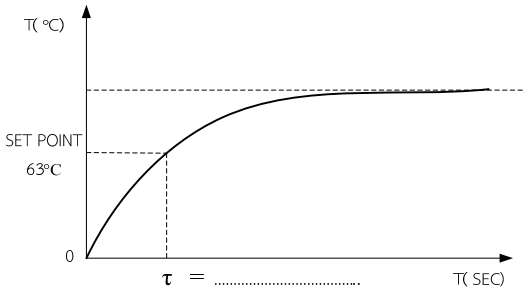
6.4 ต่อมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เอาต์พุตของ RTD. CONDITIONER ย่านวัด 20VDC

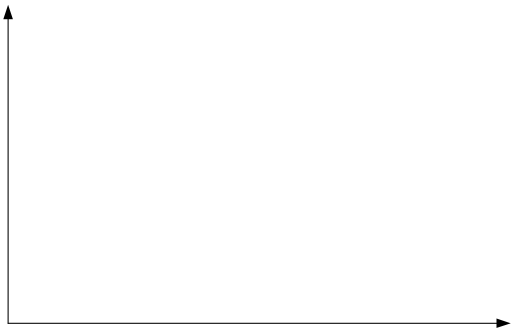
6.5 ต่อเอาต์พุตของ HEATER POWER AMPLIFIER เข้ากับเตาอบ

6.6 ต่อเอาต์พุตของ COOLER POWER AMPLIFIER เข้ากับ TY34/EV

6.7 อ่านค่าอุณหภูมิสัมพันธ์กับเวลาบันทึกในตาราง time/ temperature

6.8 เขียนกราฟที่ได้ที่ time constant τดังตัวอย่าง





7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

8. คำถามหลังการทดลอง

จงคำนวณคุณลักษณะของกระบวนการทางอุณหภูมิ

8.1 ต่อเอาต์พุตของ SET POINT (2) เข้ากับ HEATER POWER AMPLIFIER (11)

8.2 ต่อเอาต์พุตของ HEATER & COOLER POWER AMPLIFIER เข้ากับ TY34/EV

8.3 ปรับ Potentiometer ของ SET POINT ไปที่ตำแหน่งสูงสุด 8 V.

8.4 เตรียมตารางที่ 3

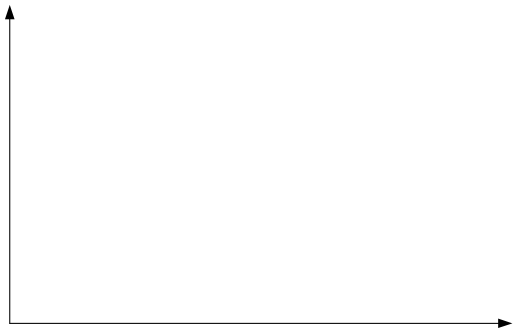
8.5 ต่อแหล่งจ่าย $\pm$ 12 Volts เข้ากับ G34/EV

8.6 ต่อแหล่งจ่าย AC. 24 Volts เข้ากับ G34/EV

8.7 บันทึกข้อมูลลงตารางที่ 3

ตารางที่ 3

N	T (min)	อุณหภูมิ(°C)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		



8.8 วาดกราฟเวลา(นาที)กับอุณหภูมิ (°C)

8.9 เตรียมตารางที่ 4 เหมือนตารางที่ 3

8.10 ปรับ Potentiometer ของ SET POINT ไปที่ตำแหน่งศูนย์

8.11 ตั้งสวิตช์ที่ COOLER POWER AMPLIFIER ไปที่ MAN

8.12 บันทึกข้อมูลลงตารางที่ 4 โดยอ่านข้อมูลเป็นคาบเช่น 1 นาที

8.13 วาดกราฟเวลา(นาที)กับอุณหภูมิ (°C)

ตารางที่ 4

N	T (min)	อุณหภูมิ(°C)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9