

การทดลองที่ 3

อุปกรณ์การตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

1. วัตถุประสงค์

- 1.1. เพื่อศึกษาถึงว่ามีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ชนิดต่างๆ
- 1.2. สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิไปใช้งานควบคุมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานได้

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

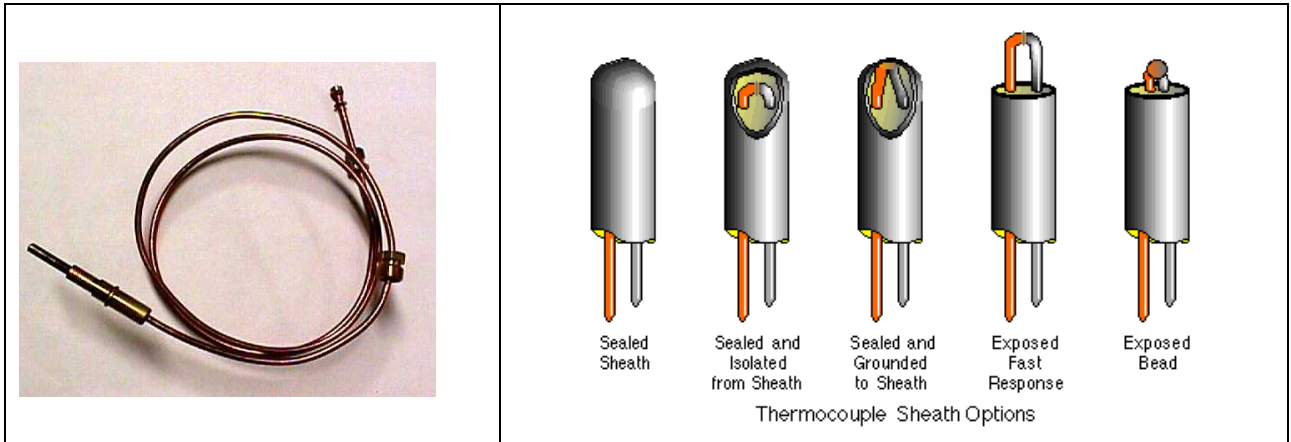
- 2.1. แผงทดลองแบบอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ
- 2.2. มัลติมิเตอร์

3. ทฤษฎีพื้นฐานเบื้องต้น

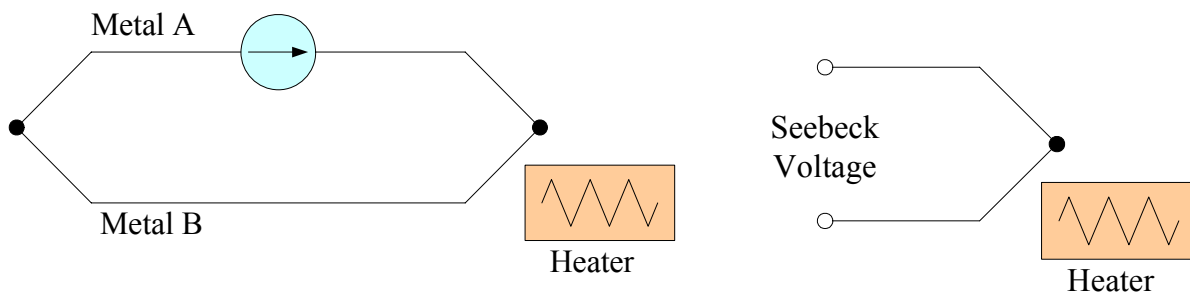
ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องสัมผัสกับอุณหภูมิ เช่น อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป เป็นต้น ในการควบคุมอุณหภูมิ สิ่งแรกที่จะต้องทำความรู้จัก คือ อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิออกมามากมาย แต่ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

3.1. เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

หลักการทำงานพื้นฐานของเทอร์โมคัปเปิ้ล คือ มีลวดตัวนำ 2 เส้น ซึ่งทำด้วยโลหะต่างชนิดกัน มาเชื่อมต่อปลายทั้ง 2 ข้างเข้าด้วยกัน ถ้าจุดปลายทั้ง 2 จุดมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเส้นลวดทั้ง 2 นี้ โดยปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้านี้ จะเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างๆ ของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง และถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออก จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ปลายด้านเปิด แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ถูกเรียกว่า “แรงดันซีเบค” ซึ่งเรียกตามชื่อนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ผู้ซึ่งค้นพบหลักการดังกล่าว



รูปที่ 1 ลักษณะของเทอร์โมคัปเปิ้ล



รูปที่ 2 การทำงานของเทอร์โมคัปเปิ้ล

$$\text{Seebeck Voltage} = \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค (Seebeck Coefficient) ซึ่งเป็นค่าคงที่มีหน่วยเป็น Volt/K ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์นี้เปลี่ยนแปลงตามชนิดโลหะ

ΔT คือ ผลต่างของอุณหภูมิ

เทอร์โมคัปเปิ้ลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิดได้แก่ แบบ B, R, S, J, K, T และ E ซึ่งแต่ละชนิดจะมีข้อแตกต่างกันทั้งในด้านคุณสมบัติ และการใช้งาน โดยข้อแตกต่างที่สำคัญได้แก่

- 1) ชนิดของโลหะที่ใช้
- 2) ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน
- 3) แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้
- 4) ลักษณะความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

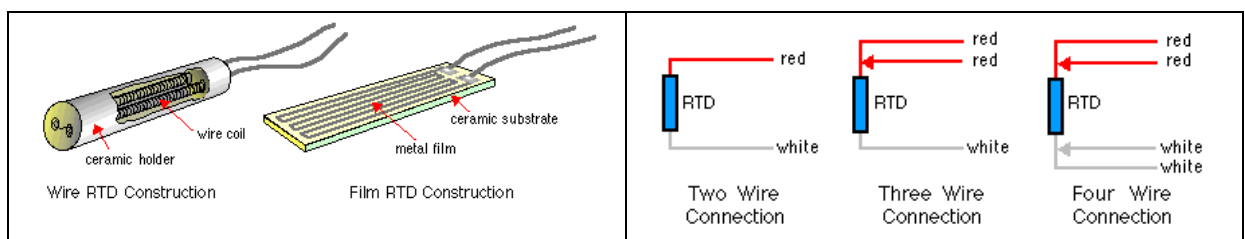
เทอร์โมคัปเปิลแบบ K เป็นชนิดที่ได้รับความนิยมสูงมากในปัจจุบัน ซึ่งเป็นเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ส่วนผสมของโครเมียม/อลูเมิล ซึ่งโลหะทั้ง 2 มีราคาไม่สูงมาก จึงทำให้เทอร์โมคัปเปิลแบบ K นี้มีราคาถูก นอกจากนี้ แรงดันที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิก็จัดได้ว่าสูงมากเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามค่าแรงดันที่กำเนิดขึ้นจากตัวเทอร์โมคัปเปิลนั้น ก็มีค่าอยู่ในช่วงของ mV เท่านั้น

3.2. ตัววัดอุณหภูมิแบบความต้านทาน (Resistance Temperature Detector, RTD)

หลักการทำงานของ RTD จะใช้ความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานไฟฟ้าของโลหะ ที่จะเพิ่มขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงวัดอุณหภูมิได้โดยการติดตั้งโลหะนั้นไว้ที่จุดวัด และวัดความต้านทานของโลหะนั้น ความต้านทานไฟฟ้าของโลหะส่วนใหญ่ โดยเฉพาะโลหะที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งในทางทฤษฎีจะถือว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) กับอุณหภูมิ ซึ่งเขียนเป็นสมการอย่างง่ายได้ดังนี้

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (2)$$

เมื่อ R_t คือ ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ t °C
 R_0 คือ ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ 0 °C
 α คือ สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ t °C



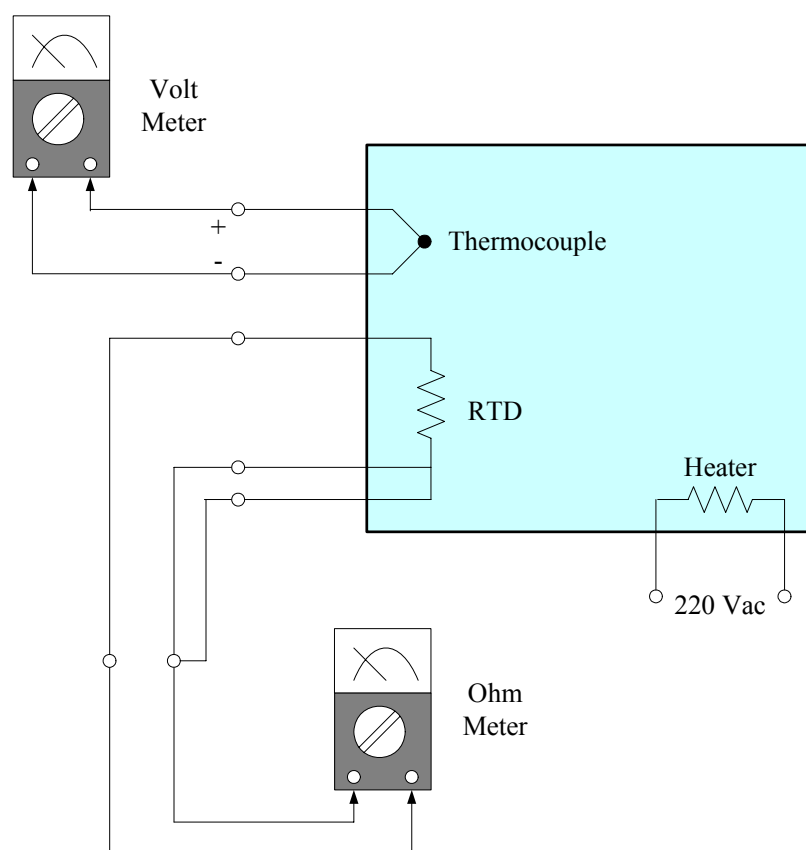
รูปที่ 3 ลักษณะและการต่อวงจรของตัว RTD

ในทางปฏิบัติ ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานต่ออุณหภูมิจะไม่เป็นเชิงเส้นตรง ซึ่งจะต้องใช้สมการที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โลหะที่นิยมนำมาทำตัวต้านทาน คือ ทองคำขาว ทองแดง และนิเกิล โดยทองคำขาวเป็นโลหะที่ได้รับความนิยมสูงสุด เพราะมีช่วงการวัดอุณหภูมิที่กว้าง มีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความ

ด้านทานสูง มีความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานต่ออุณหภูมิเป็นเชิงเส้น แม้ว่าราคาของทองคำขาวจะแพง แต่ปริมาณที่นำมาใช้นั้นมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4. ขั้นตอนการปฏิบัติการตัวตรวจจับอุณหภูมิ

1. ติดตั้งแผงทดลองพร้อมต่อวงจรดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรสำหรับทดลองอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ

2. ตั้งย่านการวัดแรงดันของมัลติมิเตอร์ที่ต่อกับเทอร์โมคัปเปิ้ล (Meter 1) ให้อยู่ในย่าน mV
3. ตั้งย่านการวัดความต้านทานของมัลติมิเตอร์ที่ต่อกับ RTD (Meter 2) ให้อยู่ในย่าน m Ω
4. ป้อนไฟเข้ากับแผงทดลองเพื่อให้งาน (ป้อนเข้ากับ Heater)
5. อ่านค่าที่ได้จากมิเตอร์ 1 และ 2 ตามระยะเวลาที่กำหนด พร้อมบันทึกค่าลงตารางที่ 1

ตารางที่ 1

เวลา (นาทื)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Meter 1 (mV)								
Meter 2 (mΩ)								

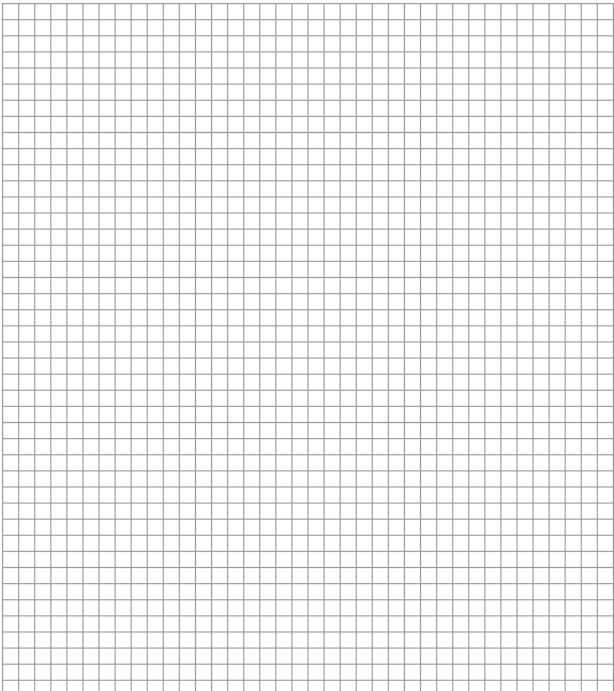
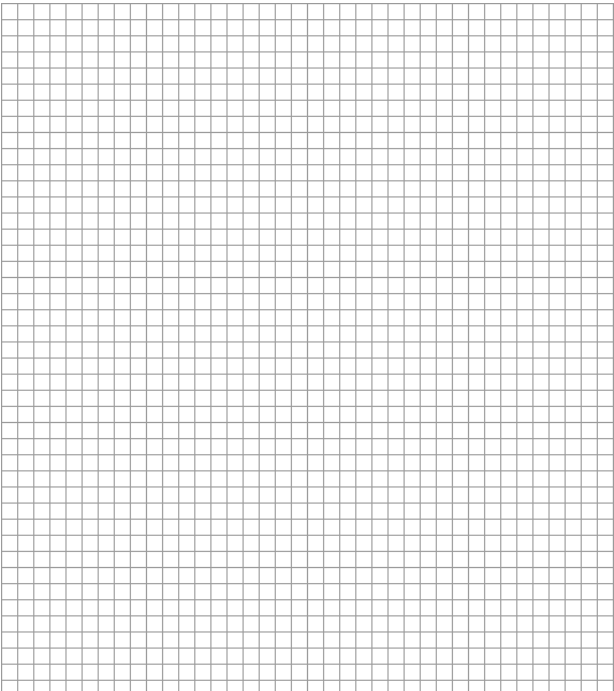
6. ปลดสายไฟที่ Heater ออก เพื่อให้ Heater หยุดการทำงาน
7. อ่านค่าที่ได้จากมิเตอร์ 1 และ 2 ตามระยะเวลาที่กำหนด พร้อมบันทึกค่าลงตารางที่ 2

ตารางที่ 2

เวลา (นาทื)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
Meter 1 (mV)												
Meter 2 (mΩ)												

8. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 1 และ 2 มาเขียนกราฟ โดยกำหนดให้แกน x เป็นเวลา และแกน y เป็นปริมาณที่วัดได้

9.

เทอร์โมคัปเปิ้ล	RTD
	

10. จากกราฟที่ได้ การเปลี่ยนแปลงในช่วงเพิ่มอุณหภูมิและช่วงลดอุณหภูมิจึงมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเชิงเส้นหรือไม่ จงอธิบายลักษณะของกราฟที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลองอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....