



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

Automation Temperature Control System

โดย

นายบุญส่ง ศรีกสิกรณ์ 6003200009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561

หัวข้อโครงการ ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ  
(Automation Temperature Control System)

รายชื่อผู้จัดทำ นาย บุญส่ง ศรีกลีกรณ รหัสนักศึกษา 6003200009

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชภูร

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชา  
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการการสอบโครงการ

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชภูร)

จรนจิ บุญชัย  
.....พนักงานที่ปรึกษา  
(คุณ วรวิทย์ บุญชัย)

Uli Su  
.....กรรมการกลาง  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

  
.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิ้มปะวัฒนะ)

## จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 9 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชภูรี

ตามที่ได้จัดทำ นาย บุญส่ง ศรีกลีกรณ นักศึกษาภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 15 พฤษภาคม 2562 ถึง 30 สิงหาคม 2562 ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงานวิศวกรรมโครงการ ณ บริษัท ยู. พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอรัล ซัพพลาย จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว นาย บุญส่ง ศรีกลีกรณ ผู้จัดทำ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นาย บุญส่ง ศรีกลีกรณ

นักศึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

## กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ยู. พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ชัฟ พลาย จำกัด ตั้งแต่วันที่ 15 พฤษภาคม 2562 ถึง 30 สิงหาคม 2562 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้ความรู้ และ ประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายระหว่างการปฏิบัติงานที่บริษัทแห่งนี้ รายงานสหกิจศึกษานับนี้สำเร็จลุล่วง ได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณวรวิทย์ บุญชัย ตำแหน่ง วิศวกรซ่อมบำรุง พนักงานที่ปรึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชภูรี อาจารย์ที่ปรึกษา และ
3. คุณปานัส ยั่งยืนสุข ผู้ช่วยตรวจทานโครงการและบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้ คำแนะนำช่วยเหลือในการทำรายงาน

ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการใช้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่ง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นาย บุญส่ง ศรีกสิกรณ์

วันที่ 9 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

## สารบัญ

| เรื่อง                                              | หน้า |
|-----------------------------------------------------|------|
| จดหมายนำส่งรายงาน                                   | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                                     | ข    |
| บทคัดย่อ                                            | ค    |
| กิตติกรรมประกาศ                                     | ง    |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>                                 |      |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์                                    | 1    |
| 1.3 ขอบเขตของโรงงาน                                 | 1    |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                       | 1    |
| <b>บทที่ 2 การทบทวนเอกสาร/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b> |      |
| 2.1 หลักการทำงานของ (Temperature Controller)        | 2    |
| 2.2 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล                           | 4    |
| 2.3 RTD ค่าความต้านทานของโลหะที่มีผลต่ออุณหภูมิ     | 6    |
| 2.4 การใช้งาน (Solid State Relay)                   | 6    |
| 2.5 ฮีตเตอร์ (Heater)                               | 7    |
| 2.6 ทอร์โมสแตท (thermostat)                         | 8    |
| <b>บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน</b>              |      |
| 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ                  | 39   |
| 3.2 ลักษณะการประกอบการ                              | 39   |
| 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร                        | 40   |
| 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย     | 41   |
| 3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา            | 42   |

## สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง                                          | หน้า |
|-------------------------------------------------|------|
| 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน                       | 42   |
| 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน                  | 43   |
| 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้                  | 44   |
| <b>บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน</b>                  |      |
| 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ | 46   |
| 4.2 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)  | 48   |
| 4.3 การทดลองการเติมน้ำใน Tank                   | 53   |
| 4.4 การทดลองวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิล        | 55   |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลรายงานและข้อเสนอแนะ</b>        |      |
| 5.1 สรุปผลโครงการ                               | 80   |
| 5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา               | 80   |
| บรรณานุกรม                                      |      |
| ภาคผนวก                                         |      |
| ประวัติผู้จัดทำ                                 |      |

## สารบัญรูป

| เรื่อง                                                                      | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 2.1 การทำงานพื้นฐานของ Temperature Controller                        | 2    |
| รูปที่ 2.2 เทอร์โมคัปเปิล                                                   | 4    |
| รูปที่ 2.3 ปรากฏการณ์ซีเบ็คของ K-type thermocouple เมื่อต่อกับเครื่องมือวัด | 5    |
| รูปที่ 2.4 Solid State Relay                                                | 7    |
| รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์                                                         | 8    |
| รูปที่ 2.6 เทอร์โมสแตท                                                      | 9    |
| รูปที่ 2.7 เทอร์โมมิเตอร์                                                   | 10   |
| รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งสถานประกอบการ                                      | 39   |
| รูปที่ 3.2 การบริหารองค์กร                                                  | 41   |
| รูปที่ 3.3 ไชควง หรือ สกรูไร                                                | 44   |
| รูปที่ 3.4 ไชควงเช็คไฟ                                                      | 44   |
| รูปที่ 3.5 คีมตัดสายไฟฟ้า                                                   | 44   |
| รูปที่ 3.6 สว่านไฟฟ้า                                                       | 45   |
| รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดไฟฟ้า หรือ มัลติมิเตอร์                             | 45   |
| รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ                      | 46   |
| รูปที่ 4.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ                                      | 47   |
| รูปที่ 4.3 ตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT                               | 48   |
| รูปที่ 4.4 ขั้วต่างๆ ของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT                  | 49   |
| รูปที่ 4.5 กรณี Process Value (PV) สูงกว่า Set Value (SV)                   | 51   |
| รูปที่ 4.6 ฮีตเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง                                         | 53   |
| รูปที่ 4.7 ขดลวดตัวนำแบบต่างๆ                                               | 54   |
| รูปที่ 4.8 เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการทดลอง                                   | 55   |

รูปที่ 4.9 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล

56

## สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง

หน้า

รูปที่ 4.10 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์

57





## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

42



|                        |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| หัวข้อโครงการ          | ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ      |
| หน่วยกิต               | 5 หน่วยกิต                       |
| โดย                    | นายบุญส่ง ศรีศิริกรณ์ 6003200009 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา       | ผศ.ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์           |
| ระดับการศึกษา          | ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)  |
| สาขาวิชา               | วิศวกรรมไฟฟ้า                    |
| คณะ                    | วิศวกรรมศาสตร์                   |
| ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา | 3/2561                           |

### บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้นำเสนอประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ประสบการณ์การทำงานนี้ได้รับจากการศึกษาและฝึกปฏิบัติงาน ณ บริษัท ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ซัพพลาย จำกัด ซึ่งได้กระทำขึ้นภายใต้การกำกับดูแลของบริษัทแห่งนี้ในระหว่างโครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยสยาม ระบบการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติทำได้โดยใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลยี่ห้อโอเมรอนรุ่น E5CWT-Q2K และใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิ โดยเทอร์โมคัปเปิลทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิของกระบวนการที่กำหนดและป้อนไปยังตัวควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นถอดรหัสนำไปเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหรือค่าที่ต้องการควบคุม ตัวควบคุมอุณหภูมิจะทำการสั่งปิด/เปิดฮีตเตอร์โดยอัตโนมัติตามผลการเปรียบเทียบนี้

คำสำคัญ: ตัวควบคุมอุณหภูมิ/เทอร์โมคัปเปิล/ฮีตเตอร์

**Project Title** : Automatic Temperature Control System  
**Credits** : 5 Units  
**By** : Mr. Boonsong Srikasikorn 6003200009  
**Advisor** : Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras  
**Degree** : Bachelor of Engineering  
**Major** : Electrical Engineering  
**Faculty** : Engineering  
**Semester/Academic Year** : 3/2018

### Abstract

This cooperative education report presented the work experiences on the automatic temperature control system. The work experience was gained through studying and practicing at U.P. Marketing General Supply Company Limited, which was performed under supervision of this company, during the cooperative education program of Siam University. The system for controlling temperature automatically was achieved by using Omron E5CWT-Q2K digital temperature controller. Thermocouple was used as temperature sensor. The thermocouple sensed the temperature of a given process and fed it to the temperature controller which then decoded it and compared it to a predetermined temperature value or set-point value. The temperature controller would automatically turn on/off the heater according to the comparison results.

**Keywords:** temperature controller, thermocouple, heater

Approved by



## สารบัญ

| เรื่อง            | หน้า |
|-------------------|------|
| จดหมายนำส่งรายงาน | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ   | ข    |
| บทคัดย่อ          | ค    |
| Abstract          | ง    |
| สารบัญ            | จ    |
| สารบัญรูป         | ช    |
| สารบัญตาราง       | ซ    |

### บทที่ 1 บทนำ

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ         | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ               | 1 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ      | 2 |

### บทที่ 2 หลักการทำงาน

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 2.1 Digital Temperature Controller | 3  |
| 2.2 เทอร์โมคัปเปิล                 | 5  |
| 2.3 RTD                            | 7  |
| 2.4 Solid State Relay              | 7  |
| 2.5 ฮีตเตอร์                       | 8  |
| 2.6 เทอร์โมสแตท                    | 9  |
| 2.7 เทอร์โมมิเตอร์                 | 11 |

### บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ              | 12 |
| 3.2 ลักษณะการประกอบการ                          | 13 |
| 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร                    | 14 |
| 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย | 15 |
| 3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา        | 16 |
| 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน                       | 16 |
| 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน                  | 17 |
| 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้                  | 18 |

## สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง                                                                           | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>บทที่ 4 ผลการปฏิบัติตามโครงการ</b>                                            |      |
| 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ                                  | 20   |
| 4.2 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)                                   | 22   |
| 4.3 การทดลองการเติมน้ำใน Tank                                                    | 27   |
| 4.4 การทดลองวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิล                                         | 29   |
| 4.5 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ที่ใช้                                                   | 31   |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>                                               |      |
| 5.1 สรุปผลของโครงการ                                                             | 32   |
| 5.2 ปัญหาในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา                                               | 32   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                                                                   | 32   |
| <b>บรรณานุกรม</b>                                                                | 33   |
| ภาคผนวก                                                                          | 34   |
| ภาคผนวก ก การนิเทศงานสหกิจศึกษา                                                  | 35   |
| ภาคผนวก ข การสอบโครงการสหกิจศึกษา                                                | 36   |
| ภาคผนวก ค การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ<br>โดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ | 39   |
| <b>ประวัติผู้จัดทำ</b>                                                           | 41   |

## สารบัญรูป

| เรื่อง                                                                            | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 2.1 การทำงานพื้นฐานของ Temperature Controller                              | 2    |
| รูปที่ 2.2 เทอร์โมคัปเปิล                                                         | 4    |
| รูปที่ 2.3 ปฏิกิริยาการขึ้นเบ้าของ K-type thermocouple เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด | 5    |
| รูปที่ 2.4 Solid State Relay                                                      | 7    |
| รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์                                                               | 8    |
| รูปที่ 2.6 เทอร์โมสแตท                                                            | 9    |
| รูปที่ 2.7 เทอร์โมมิเตอร์                                                         | 10   |
| รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งสถานประกอบการ                                            | 13   |
| รูปที่ 3.2 การบริหารองค์กร                                                        | 15   |
| รูปที่ 3.3 ไชควง หรือ สกรูไร                                                      | 18   |
| รูปที่ 3.4 ไชควงเช็คไฟ                                                            | 18   |
| รูปที่ 3.5 คีมตัดสายไฟฟ้า                                                         | 18   |
| รูปที่ 3.6 สว่านไฟฟ้า                                                             | 19   |
| รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดไฟฟ้า หรือ มัลติมิเตอร์                                   | 19   |
| รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ                            | 20   |
| รูปที่ 4.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ                                            | 20   |
| รูปที่ 4.3 ตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT                                     | 21   |
| รูปที่ 4.4 ขั้วต่างๆ ของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT                        | 22   |
| รูปที่ 4.5 กรณี Process Value (PV) สูงกว่า Set Value (SV)                         | 24   |
| รูปที่ 4.6 ฮีตเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง                                               | 26   |
| รูปที่ 4.7 ขดลวดตัวนำแบบต่างๆ                                                     | 27   |
| รูปที่ 4.8 เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการทดลอง                                         | 28   |
| รูปที่ 4.9 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล                                                  | 29   |
| รูปที่ 4.10 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์                                                  | 30   |

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

16



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยทางมหาวิทยาลัยสยามต้องการมุ่งให้นักศึกษาจะต้องจบการศึกษาอย่างมีคุณภาพมีความสามารถที่จะประกอบวิชาในสายอาชีพสาขาของตนเองได้ แต่จากการเรียนการสอนภายในสถาบันการศึกษาที่เป็นการศึกษาที่เน้นความรู้แบบกว้างๆ หากสามารถให้ความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานตรงก็ได้อ้อมเป็นเองดีที่ให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะความรู้สามารถแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานได้และทำให้ได้รับประสบการณ์การทำงาน ทางด้านวิศวกรไฟฟ้าที่มีความรู้ด้านทฤษฎีและด้านการปฏิบัติ โดยความรู้ด้านทฤษฎีเพื่อให้นักศึกษาได้สามารถสอบผ่าน และได้ใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมจากสภาวิศวกร และความรู้ด้านการปฏิบัติเพื่อให้ศึกษาจากประสบการณ์ จึงได้ออกไปปฏิบัติงานกับสถานประกอบการระหว่างวันที่ 15 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 30 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

ผู้จัดทำได้ไปปฏิบัติสหกิจ คือ บจก.ยู.พี.มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอรัล ซัพพลาย จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ประกอบกิจการเป็นผู้ผลิตเครื่องดักและกำจัดแมลงและเป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เคมีภัณฑ์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ซึ่งเป็นสินค้าคุณภาพเหมาะสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และงานควบคุมตรวจสอบคุณภาพต่างๆที่ครอบคลุมไปถึงอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มอุตสาหกรรมปิโตรเลียมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมากมาย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้จัดทำ มาจัดทำเป็นโครงการเพื่อให้ผู้ที่สนใจได้นำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้และประยุกต์ใช้ต่อไป

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณลักษณะของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT

1.2.3 เพื่อศึกษาการทำงานของฮีตเตอร์ เทอร์โมคัปเปิล แม็กเนติกคอนแทคเตอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์

1.2.4 เพื่อศึกษาผลตอบแทนของระบบควบคุมกระบวนการทางความร้อน

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

1.3.2 ทดสอบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT

1.3.3 ทดสอบการทำงานของฮีตเตอร์ เทอร์โมคัปเปิล แม็กเนติกคอนแทคเตอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์

1.3.4 ทดสอบผลตอบแทนของระบบควบคุมกระบวนการทางความร้อน



#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1.4.1 ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของตัวควบคุม
- 1.4.2 ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะผลตอบสนองระบบควบคุมกระบวนการทางความร้อน
- 1.4.3 ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมมากขึ้น



## บทที่ 2

### หลักการทำงาน

#### 2.1 digital temperature controller

หลักการทำงานของ Temperature Controller หรือ ตัวควบคุมอุณหภูมิ นั้น มีหลักการทำงานเบื้องต้น คือ การวัดค่าสัญญาณอินพุต Input เข้ามา จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการแล้วประมวลผลในส่วนของ Processing เมื่อได้ค่าแล้ว ก็ส่งไปยังส่วนของเอาต์พุต Output เพื่อที่จะส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดใหญ่ต่อไป โดยสามารถดูได้จากรูปที่ 1



รูปที่ 2.1 การทำงานพื้นฐานของ Temperature Controller

จากรูปที่ 2.1 ที่แสดงการทำงานพื้นฐานของตัวควบคุมอุณหภูมินั้น จะเห็นได้ว่ามีตัวแปร หรือ อุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ SV , PV , Sensor Input , Control Signal Output , Actuator , Heating Device และ Process โดยรายละเอียดมีดังนี้

**SV (Set Value)** เป็นตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดค่าอุณหภูมิที่เราต้องการควบคุม ซึ่งจะกำหนดที่ Temperature Controller

**PV (Process Value)** เป็นตัวแปรที่เกิดจากการอ่านค่าอุณหภูมิที่เรา กำลังควบคุมอยู่ในกระบวนการผลิต ผ่านทาง Sensor Input

**Sensor Input** เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับ Feedback ค่าอุณหภูมิในกระบวนการผลิต เพื่อนำกลับมาประมวลผลใหม่ ตัวอย่างของ Sensor Input ได้แก่ Thermocouple, RTDs, Analog Signal

**Control Signal Output** เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการคำนวณของคอนโทรลเลอร์ PID, ON-OFF, Fuzzy เพื่อส่งสัญญาณ เช่น 4..20mA, 0-10VDC, Relay, SSR เพื่อไปควบคุม Actuator อื่นๆ

**Actuator** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณเอาต์พุต Control Signal Output เพื่อให้มีความสามารถในการควบคุมโหลดที่มีขนาดใหญ่ หรือ ใช้พลังงานมากได้ เช่น Magnetics Contactor, Solid State Relay, SCR Power Regulator, Solinoid Valve

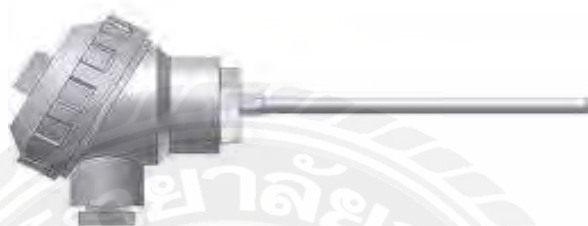
**Heating Device** อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความร้อนให้กับระบบ Process ซึ่งอุปกรณ์ Heating Device ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ขอลวดความร้อน Heater และไอน้ำ (Steam)

**Process** คือ กระบวนการ ที่เราต้องการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งปกติแล้วจะมีทั้งกระบวนการทำความร้อน Heating หรือกระบวนการทำความเย็น Cooling หรือทำทั้งร้อนและเย็น Heat/Cool Control โดยจะอธิบายกระบวนการเหล่านี้ในรูปของ โมเดลทางคณิตศาสตร์

ในการทำงานของ **Temperature Controller** นั้น จะเริ่มต้นที่การตั้งค่าที่ส่วนของ SV (Setting Value) ซึ่งเป็นการระบุว่าเราต้องการควบคุมอุณหภูมิที่กระบวนการผลิตเท่าไร เช่น ตั้งไว้  $500^{\circ}\text{C}$  จากนั้นตัวควบคุมอุณหภูมิ ก็จะทำการเปรียบเทียบ หรือ หาผลต่างระหว่างค่า PV กับ SV ซึ่งค่า PV จะได้จากการอ่านค่า Sensor Input ซึ่งถ้าค่า PV น้อยกว่า SV ก็จะสั่งให้ Control Signal Output จ่ายสัญญาณออกไปเพื่อเร่งให้ตัว Heater ทำงานให้ร้อนขึ้น เมื่ออุณหภูมิที่ค่า PV มากกว่า SV ก็จะทำการลดค่า Control Signal Output ลงเพื่อให้ Heater ทำงานน้อยลง โดยกระบวนการควบคุมนี้เป็น พื้นฐานการควบคุมหนึ่งที่เรียกว่า การควบคุมแบบ On-Off Control

## 2.2 เทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิล คือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิชนิดหนึ่ง ที่เกิดจากเชื่อมปลายของโลหะสองชนิดที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างปลายทั้งสองข้างของโลหะ จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric effect) ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังนั้นจึงได้นำค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้มาเป็นตัวแทนที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ ซึ่งปัจจุบันมีใช้งานกันอย่างกว้างขวางในชื่อ Thermocouple Sensor



รูปที่ 2.2 เทอร์โมคัปเปิล

Thermocouple นั้นมีหลากหลายชนิด ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ มากมาย เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละประเภทยังจะมีองค์ประกอบของโลหะ 2 ชนิด และมีมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิงที่แตกต่างกัน โดยในอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานตัวเทอร์โมคัปเปิลเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมินั้น มากกว่า 70% จะเป็นเทอร์โมคัปเปิลชนิด Type K เนื่องจากมีราคาไม่แพงมาก และ ยานการวัดอุณหภูมิครอบคลุมกับงานที่ใช้

จากที่กล่าวมานั้นท่านผู้อ่านคงได้ทราบถึงความหมายและเห็นถึงความสำคัญของ Thermocouple กันในเบื้องต้นแล้วใช่ไหมครับ ว่าเซ็นเซอร์ชนิดนี้คืออะไรและมีความสำคัญกับการทำงานอย่างไรบ้าง?

ซึ่งถ้าหากท่านผู้อ่านต้องการที่จะรู้จักกับ Thermocouple ให้มากขึ้นกว่านี้ ทาง Factomart.com ได้เตรียมบทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์ชนิดนี้ไว้อย่างครบถ้วน โดยเราจะเริ่มตั้งแต่ หลักการทำงาน และ รู้จักกับประเภทต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเลือกใช้ที่ดีให้มีความเหมาะสมกับประเภทของงาน จนไปถึงเรื่องของ การติดตั้ง โดยเราจะแนะนำถึงวิธีและปัจจัยต่างๆ ที่ควรคำนึงถึงเพื่อการติดตั้งที่ดี อีกทั้งยังมีตัวอย่าง การประยุกต์ใช้งาน จริงที่จะช่วยให้ท่านผู้อ่านมีความเข้าใจ และเกิดการเห็นภาพการทำงานได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญที่จะช่วยให้ท่านสามารถเลือกใช้ กลุ่มสินค้าของ Thermocouple ได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคตครับ

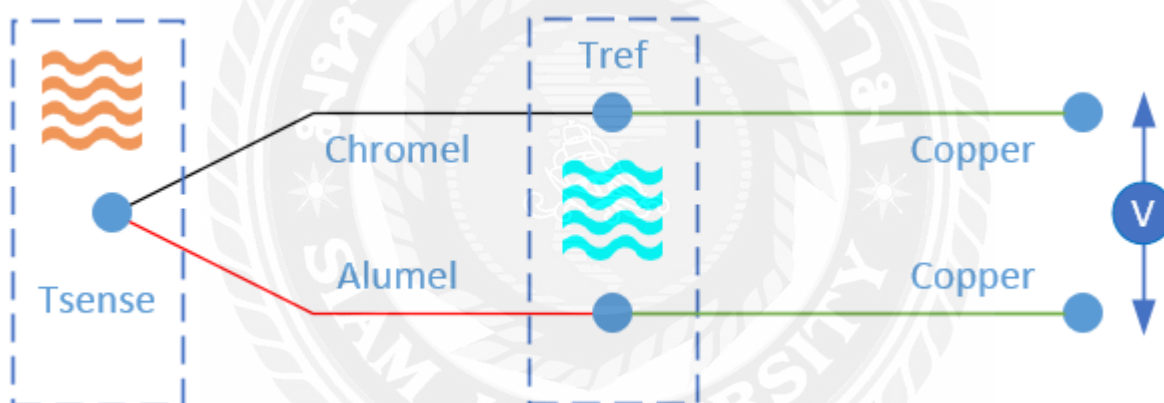
จากข้อมูลทั้งหมดคงทำให้ท่านผู้อ่านได้ทราบถึงหลักการในการทำงานของ Temperature Controller แล้วนะครับ โดยจะเห็นได้ว่าความสำคัญของหลักการการทำงานทั้งหมดนั้นมาจาก ตัวแปรและอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆ ซึ่งเป็นเบื้องหลังในการงานทั้งหมดของ Temperature Controller โดยทั้งหมดนี้

เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ท่านมีความเข้าใจถึงการทำงานของเทอร์โมเพอร์เรเจอร์คอนโทรลคืออะไร? และทางเราหวังว่าท่านผู้อ่านจะสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในการเลือก กลุ่มสินค้าเทอร์โมเพอร์เรเจอร์คอนโทรล ในงานของท่านได้อย่างถูกต้องนะครับ

หากท่านมี ข้อสงสัยเพิ่มเติม หรือ ต้องการเสนอแนะในส่วนใด สามารถส่งข้อความของท่านมาได้ในกล่องเสนอความคิดเห็นที่อยู่ทางด้านล่างนี้ได้ หรือ ติดต่อทาง Factomart.com ได้โดยตรงในทุกช่องทางการติดต่อของเราครับ

### Thermocouple มีหลักการวัดอุณหภูมิอย่างไร?

ในปี ค.ศ.1821 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน Thomas Johann Seebeck ได้ค้นพบว่า Thermocouple อาศัยหลักการทำงานของ Thermoelectric Effect เมื่อโลหะตัวนำสองชนิดที่เชื่อมกันเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิทั้งสองด้าน จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และ เมื่อมีสนามแม่เหล็กก็ทำให้เกิดกระแสไหลผ่านตัวนำ และ เกิดแรงดันไฟฟ้าตามมา ซึ่งแรงดันไฟฟ้านี้จะสามารถวัดแอมป์ได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวนำทั้งสอง และ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทั้ง 2 ด้าน  $T_{sense}$ ,  $T_{ref}$



รูปที่ 2.3 ปรากฏการณ์ซีเบ็คของ K-type thermocouple เมื่อต่อกับเครื่องมือวัด

จากรูปการเกิดปรากฏการณ์ ซีเบ็ค ของ K-type thermocouple chromel–alumel สามารถอธิบายได้ว่าถ้าต้องการหาค่าของอุณหภูมิ  $T_{sense}$  นั้นจะต้องรู้ค่าตัวแปร 3 ส่วน และสามารถคำนวณได้จาก

$$E(T_{sense}) = V + E(T_{ref}) \times Yields \times T_{sense} \quad (2.1)$$

$E(T)$  = คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิล

$V$  = แรงดันที่วัดได้

$T_{ref}$  = ค่าอุณหภูมิอ้างอิง

## 2.3 RTD

เซอร์ ฮัมฟรีย์ เดวี เป็นผู้ค้นพบว่า “ค่าความต้านทานของโลหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ” และอีก 50 ปีต่อมา เซอร์ วิลเลียม ซีเมนส์ ก็ได้ค้นพบว่า “เส้นลวดแพลตินัมสามารถใช้เป็นตัวกลางวัดอุณหภูมิได้” หลังจากนั้นเป็นต้นมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิจนกลายมาเป็นอุปกรณ์ที่เราใช้กันในปัจจุบัน ซึ่ง RTD เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ

RTD ทำจากโลหะที่มีความยาวค่าหนึ่ง ซึ่งที่  $0^{\circ}\text{C}$  จะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งตามที่กำหนด ลวดโลหะนี้จะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้ามีคุณสมบัติทนต่อความร้อน แกนสำหรับพันเส้นลวดส่วนใหญ่ทำมาจากสารประเภทเซรามิกหรือแก้ว หรือแพลตตินัมที่เคลือบด้วยเซรามิก ขดลวดนี้ต้องทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความสั้นสะเทือนเพราะเมื่อขดลวดได้รับความร้อนจะขยายตัวและเมื่อเย็นลงจะหดตัว โดยแกนที่ใช้พันขดลวดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงและสัมพันธ์กับการขยายตัวของเส้นลวด

RTD เป็นตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ หากอุณหภูมิมีค่าสูงค่าความต้านทานก็จะสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นไปตามสมการ

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

(2.2)

$R_t$  = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ  $t^{\circ}\text{C}$

$R_0$  = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$

$\alpha$  = สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ  $1^{\circ}\text{C}$

ค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของโลหะแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น แพลตินัมจะมีค่าเท่ากับ  $0.00392 \Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$  จากย่านอุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ถึง  $100^{\circ}\text{C}$ , นิกเกิล  $0.0063 \Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$ , ทองแดง  $0.00425 \Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$

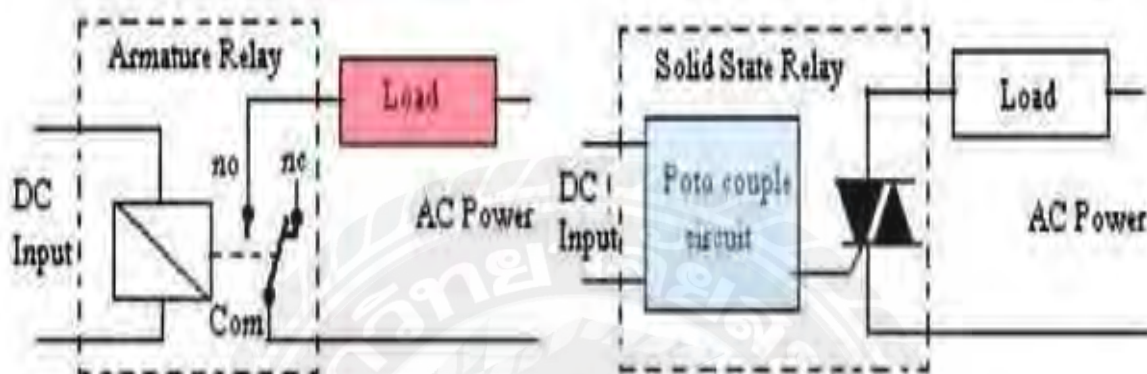
## 2.4 Solid State Relay

ในการใช้งาน Solid State Relay ให้ได้เต็มประสิทธิภาพนั้น คุณจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจถึงพื้นฐานของรีเลย์ชนิดนี้ โดยทาง Factomart ได้เตรียมบทความต่างๆ ที่จะมาช่วยเสริมความรู้ให้กับคุณได้เรียนรู้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของหลักการทำงาน ซึ่งจะเป็นพื้นฐานที่จะเพิ่มเติมความเข้าใจได้อย่างดี และนอกจากนี้เรายังมีเรื่องของการเลือกใช้ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญเช่นกัน นอกจากนี้เราจะบอกถึงวิธีการเลือกแล้วเรายังแนะนำถึงวิธีการประยุกต์ใช้ให้อีกด้วย



Solid State Relay จะมีการทำงานเมื่อมีสัญญาณ input ตามย่านของแรงดันควบคุมเข้ามา โดย รีเลย์ จะสั่งให้เอาต์พุตส่งสัญญาณ ON ออกไป และเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตตามย่านแรงดันเข้ามา รีเลย์ จะทำการหยุดส่งเอาต์พุตออกไป

ซึ่งภายในตัวรีเลย์นั้น จะประกอบไปด้วย เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เพื่อลดเสียงรบกวนที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานระยะยาว Solid State Relay



รูปที่ 2.4 Solid State Relay

ถ้าจะถามถึง ความแตกต่างระหว่าง Relay ทั่วไป และ SSR ในบางครั้งนั้นก็คงยากที่แยกและบอกถึงความแตกต่างได้ โดยในวันนี้ทางเราได้ทำการสรุปความแตกต่างของรีเลย์ทั้ง 2 ประเภทได้ ดังนี้

SSR ไม่มีส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส ดังนั้นเราจะไม่ได้ยินเสียงขณะทำงาน

ไม่เกิดปัญหาเรื่องฝุ่นเกาะหน้าสัมผัส สามารถทำงานได้เร็วมาก ขณะที่ Relay แบบแม่เหล็กไม่สามารถทำได้

ใช้พลังงานในการควบคุมต่ำ ใช้แรงดันในการควบคุมเป็นไฟกระแสตรง 3-32 VDC ดังนั้นจึงเหมาะกับการควบคุมโดยตรงจากวงจร Electronic Computer (PC) และ Microcontroller

## 2.5 ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์ (Heater) มีหลายหลายชนิดตามความเหมาะสมของงาน ชิ้นงานชนิดหนึ่งอาจจะสามารถใช้ฮีตเตอร์ได้หลายประเภท และคำถามอื่นๆ อีกมากมายซึ่งท่านอาจจะมีข้อสงสัย โดยท่านสามารถปรึกษา บริษัท สุพรีมไลน์ จำกัด ผู้ออกแบบและมีประสบการณ์ด้านฮีตเตอร์มายาวนาน และมีฮีตเตอร์จำหน่ายมากกว่า 24 ประเภท ซึ่งมีจำนวนประเภทของฮีตเตอร์มากกว่าผู้ผลิตรายอื่นในประเทศไทย



รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์ (Heater) เป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรม ที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง ลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้นลวดที่ใช้ผลิตฮีตเตอร์จะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง สำหรับลวดฮีตเตอร์ของ SPL เป็นลวด Kanthal (นิกเกิล : โครเมียม/80 : 20) จากประเทศสวีเดน ทนอุณหภูมิได้ถึง 1,250°C

ส่วนประกอบอื่นๆ ในการผลิตฮีตเตอร์ มีดังนี้

#### -ฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)

มีค่าความนำไฟฟ้าต่ำแต่ทำความร้อนดีมาก ทำหน้าที่กั้นกลางระหว่างลวดฮีตเตอร์กับปลอกโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสรั่ว (Leak Current) จากลวดฮีตเตอร์ออกไปยังผิวโลหะ **จุดสำคัญ คือห้ามมีความชื้นในฉนวนเด็ดขาดเพราะจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้น หากมีความชื้นแก้ไขได้โดยการอบในเตาอบ**

#### -Insulation Tester

เป็นเครื่องทดสอบความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์เพื่อให้แน่ใจว่าในการใช้งานจริงจะไม่มีกระแสรั่วจากลวดฮีตเตอร์สู่ผิวโลหะ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้ มาตรฐานของ SPL ได้กำหนดการทดสอบแรงดันที่ 1500 VAC และค่าความเป็นฉนวนต้องมากกว่า 500 MΩ

## 2.5 เทอร์โมสตัท

เทอร์โมสตัท (Thermostat) ที่วัดอุณหภูมิ ตัววัดอุณหภูมิ เทอร์โมสตัทความร้อน เทอร์โมสตัทควบคุมอุณหภูมิ เทอร์โมสตัทราคา เทอร์โมสตัทเตาอบ เทอร์โมสตัทมีก็แบบ เทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมสตัทดิจิตอล เทอร์โมสตัทแอร์บ้าน,เทอร์โมสตัทราคา

เทอร์โมสตัทคือ และมีหลักการทำงานอย่างไร thermostat เทอร์โมสตัทอุปกรณ์ตัดต่อความร้อนที่มีแผ่นความร้อนไบเมทัล เทอร์โมสตัทอยู่ภายในเมื่อความร้อนเกินที่ตั้งไว้แผ่นจะออกจากกัน และเมื่อ,เทอร์



โมสต์ท เย็นลงจะต่อเหมือนเดิม มีทั้ง 3 ขาและ 2 ขา,เทอร์โมสต์ท มีทั้งแบบอนาล็อกและ , เทอร์โมสต์ทแบบดิจิตอลให้เลือกใช้ เทอร์โมสต์ทมีกี่แบบ เทอร์โมสต์ทราคา เทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมสต์ท thermostat มีหน้าจอแสดงผลด้านหน้า ,เทอร์โมสต์ท ตรวจสอบง่าย เทอร์โมสต์ท ความร้อน เทอร์โมมิเตอร์ ที่วัดอุณหภูมิ ตัววัดอุณหภูมิ,เทอร์โมสต์ทควบคุมอุณหภูมิ

เทอร์โมสต์ทคือ และมีหลักการทำงานอย่างไร thermostat เครื่องวัดอุณหภูมิจะวัดอุณหภูมิต่างๆ และใช้เพื่อเปิดใช้งานเตาเผาหรือเครื่องปรับอากาศ เทอร์โมสต์ทของคุณขึ้นอยู่กับค่าที่ตั้งค่าของเทอร์โมสต์ทดิจิตอล

เทอร์โมตัวแรกถูกประดิษฐ์ขึ้นในช่วงต้นศตวรรษที่ 17 โดยชาวดัตช์คอร์เนลิสดีเรเบลที่วางเครื่องลอยตัวอยู่ในเครื่องวัดอุณหภูมิปรอทและเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังกล่าวกับปลั๊กไฟบนเตาเผา เมื่อปรอทพุ่งขึ้นสู่ระดับหนึ่งแล้วการลอยตัวทำให้เกิดการอุดตันเพื่อปิด thermostats วันนี้จะพื้นฐานเดียวกันในสิ่งเดียวกัน แต่เทคโนโลยีมาไกลนานตั้งแต่นั้น สวิตช์ที่ทำงานด้วยความร้อน มีเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ทำให้สวิตช์เปิดหรือปิดทำเสร็จหรือขัดจังหวะวงจรไฟฟ้าที่ใช้ระบบทำความร้อนหรือระบายความร้อนของบ้านสามารถทำงานนี้ได้ทั้งแบบอัตโนมัติหรือผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เทอร์โมสต์ทที่ทันสมัยที่สุดซึ่งอาจเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับ Nest Learning-Thermostat เรียนรู้ถึงพฤติกรรมและความชอบของครอบครัวย่อยข้อมูลเหล่านี้และควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมโดยเฉพาะการเขียนโปรแกรมเอง เมื่อเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ภายในบ้านคุณสามารถจัดการจากระยะไกลได้จากสมาร์ทโฟนแท็บเล็ตหรือคอมพิวเตอร์แล็ปท็อป



รูปที่ 2.6 เทอร์โมสต์ท

## 2.7 เทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนหรืออุณหภูมิ ประดิษฐ์ขึ้นโดยอาศัยหลักการขยายตัวของของเหลวเมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อคายความร้อน ของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ คือปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์หรือปรอทได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆ เหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง

สาเหตุที่ใช้แอลกอฮอล์หรือปรอทบรรจุลงในเทอร์โมมิเตอร์เพราะของเหลวทั้งสองนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่น น้ำจะเกาะผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้วไม่ยอมกลับมาที่กระเปาะ

การอ่านเทอร์โมมิเตอร์ ต้องให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วอยู่ในระดับสายตา ถ้าเป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดบรรจุด้วยปรอท ให้อ่านตัวเลขบริเวณฐานของส่วนนูน ส่วนเทอร์โมมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ ให้อ่านตัวเลขบริเวณส่วนที่เว้าที่สุด

เทอร์โมมิเตอร์มีหลายแบบถ้าเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ถ้าเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบฟาเรนไฮต์ ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ สำหรับประเทศไทยนิยมใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส เทอร์โมมิเตอร์ที่นำมาใช้งาน จะวัดอุณหภูมิได้ต่ำสุดและสูงสุดก็องศาเซลเซียส หรือองศาฟาเรนไฮต์ ขึ้นอยู่กับการออกแบบ เพื่อนำไปใช้ให้ตรงกับลักษณะงาน เช่น ต้องการใช้วัดอุณหภูมิ 0 - 100 °C ก็อาจใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส ซึ่งวัดอุณหภูมิได้ต่ำสุด -10 °C และสูงสุด 110 °C เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีเทอร์โมมิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนหรืออุณหภูมิของร่างกาย เรียกเทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ว่า เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้



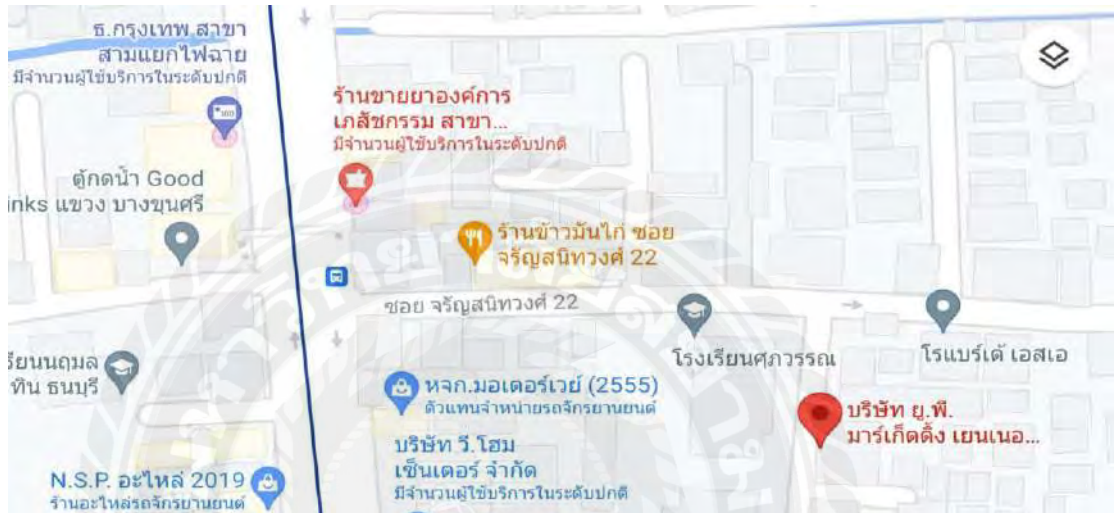
รูปที่ 2.7 เทอร์โมมิเตอร์

## บทที่ 3

### รายละเอียดการปฏิบัติงาน

#### 3.1 ชื่อ และ ที่ตั้งสถานประกอบการ

บจก.ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ซัพพลาย 138/11 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 22 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งสถานประกอบการ

#### 3.2 ลักษณะการประกอบการ

บจก.ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง จำกัด (มหาชน) เป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เคมีภัณฑ์ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ตามงานที่ได้รับจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างมอบหมายงานให้ทางบริษัทดำเนินการปรับแก้ไขแบบระบบต่างๆ เลือกวัสดุอุปกรณ์เสนอทางสำนักงาน ตลอดจนจัดการทำงานและควบคุมทีมงานที่ดำเนินการติดตั้งระบบต่างๆ ดังนี้

- ระบบ PLC
- วงจรควบคุมอุณหภูมิ
- จำหน่ายเครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
- เคมีภัณฑ์
- อุปกรณ์ทางการแพทย์

### 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร

#### ระบบสำนักงาน

1. กรรมการผู้จัดการบริษัท Managing Director
2. ผู้จัดการ Director
3. เลขา Secretary
4. ฝ่ายบัญชี Accounting
5. ฝ่ายจัดซื้อ Purchaser
6. ฝ่ายบุคคล Human Resource

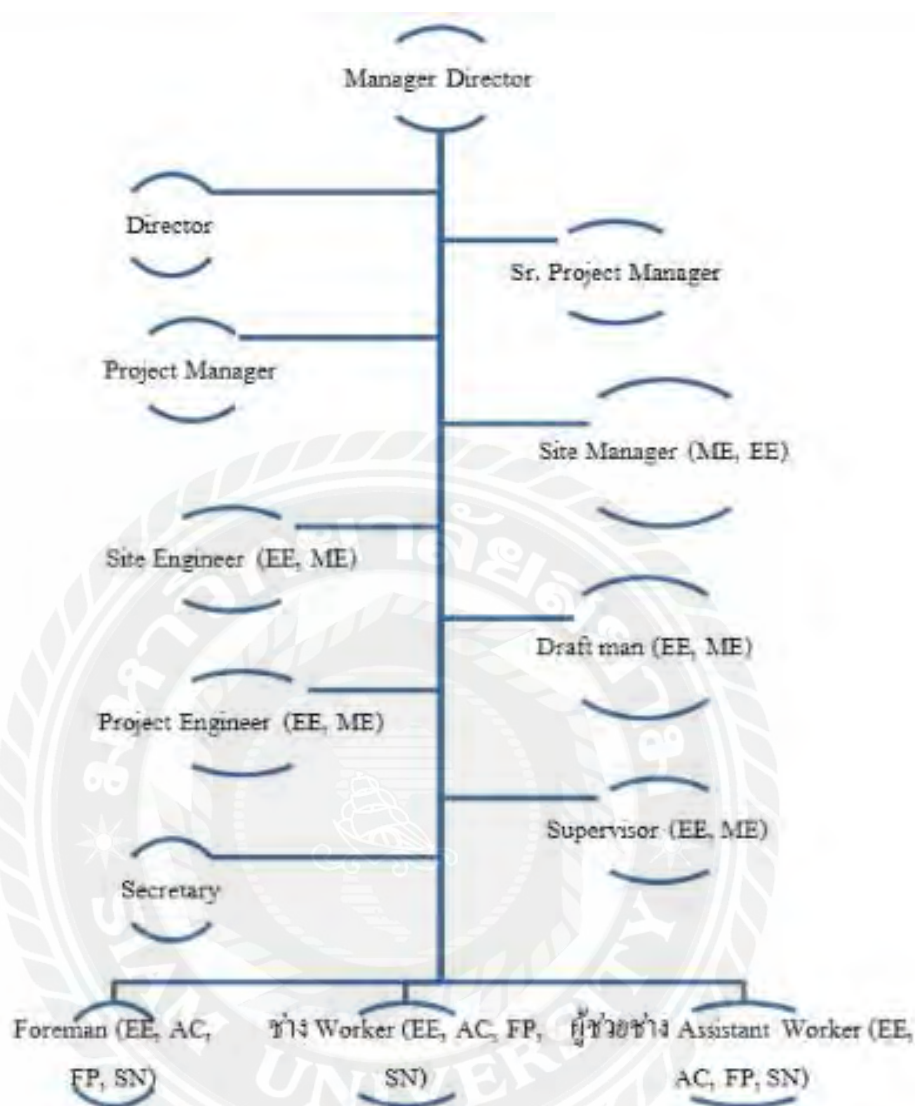
#### ระบบวิศวกรรม

1. Sr. Project Manager
2. Project Manager
3. Site Manager (EE,ME)
4. Project Engineer (EE,ME)
5. Site Engineer (EE,ME)
6. Supervisor (EE,ME)
7. Draft man (EE,ME)
8. Foreman (EE,AC,FP,SN)
9. Headman (EE,AC,FP,SN)
10. ช่าง Worker

#### ระบบรักษาความปลอดภัย

1. Safety Officer
2. Site secretary

การบริหารขององค์กรประกอบด้วย



รูปที่ 3.2 การบริหารองค์กร

### 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ได้รับมอบหมายให้ทำงานตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า (Assistant Site Engineer) โดยมีหน้าที่ทำชิ้นงานตามแบบที่ผู้ว่าจ้างต้องการโดยมีช่างออกแบบออกแบบงานให้ศึกษาโดยจะให้คำปรึกษาแนะนำการใช้เครื่องมือและวัสดุต่างๆ ให้ในการทำชิ้นงานมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและไม่ให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานและทรัพย์สินของทางบริษัทเพื่อให้ชิ้นงานเป็นไปตามข้อกำหนดที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้



### 3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา (Job Supervisor)

ชื่อ : นาย วรวุฒิ บุญชัย

ตำแหน่ง ช่างเทคนิค

แผนงานที่ทำงาน : ไฟฟ้า

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ : 0965437677



### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 14 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 30 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

| ที่ | หัวข้อ                            | พ.ศ. 2562 - 2564 |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|-----|-----------------------------------|------------------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|--|--|
|     |                                   | ม.ค.             | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. |  |  |
| 1   | ศึกษาทฤษฎี<br>สหกิจศึกษา          |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|     |                                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
| 2   | ปฏิบัติงาน<br>สหกิจศึกษา          |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|     |                                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
| 3   | ค้นคว้าหาข้อมูล                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|     |                                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
| 4   | จัดทำโครงการ                      |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|     |                                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
| 5   | สอบประเมินผล<br>และส่งเล่มโครงการ |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |
|     |                                   |                  |      |       |       |      |       |      |      |      |      |  |  |



เวลาที่วางแผนไว้

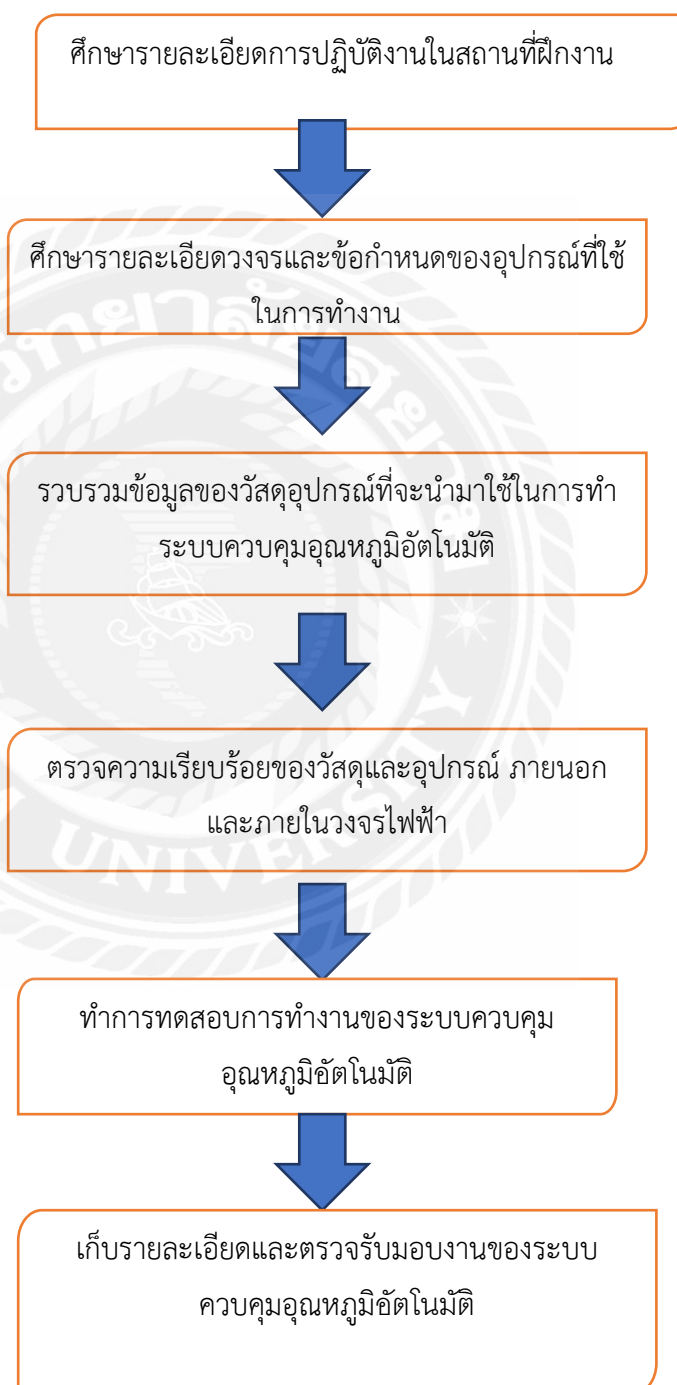


เวลาดำเนินการ

### 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

บจก.ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ชัฟฟลาย เป็นผู้รับเหมาออกแบบชิ้นงานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

วิธีการดำเนินงานประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้



### 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. ไส้ควง หรือ สกรูไร



รูปที่ 3.3 ไส้ควง หรือ สกรูไร

2. ไส้ควงเช็คไฟ



รูปที่ 3.4 ไส้ควงเช็คไฟ

3. คีมตัดสายไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 คีมตัดสายไฟฟ้า



4. ส่วนไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 ส่วนไฟฟ้า

5. เครื่องมือวัดไฟฟ้า หรือ มัลติมิเตอร์



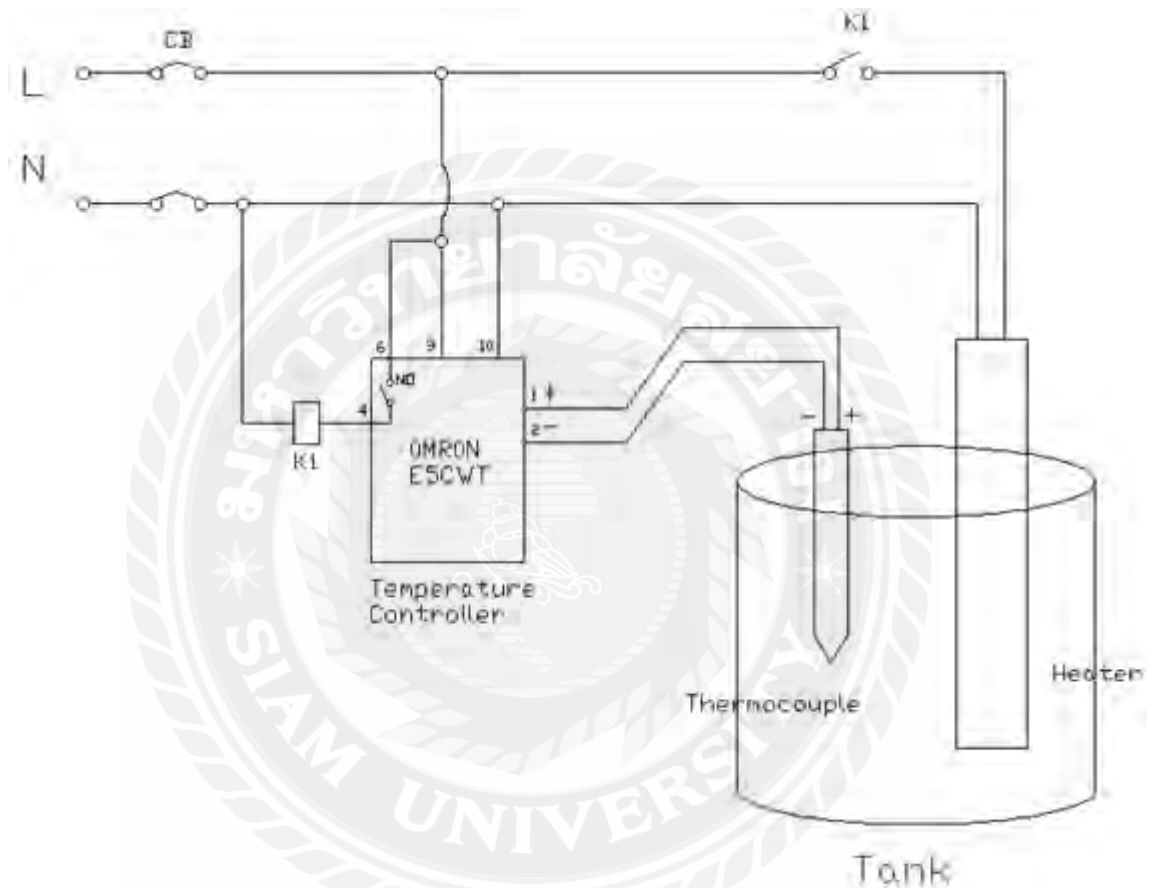
รูปที่ 3.7 เครื่องมือวัดไฟฟ้า หรือ มัลติมิเตอร์

## บทที่ 4

### ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

#### 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

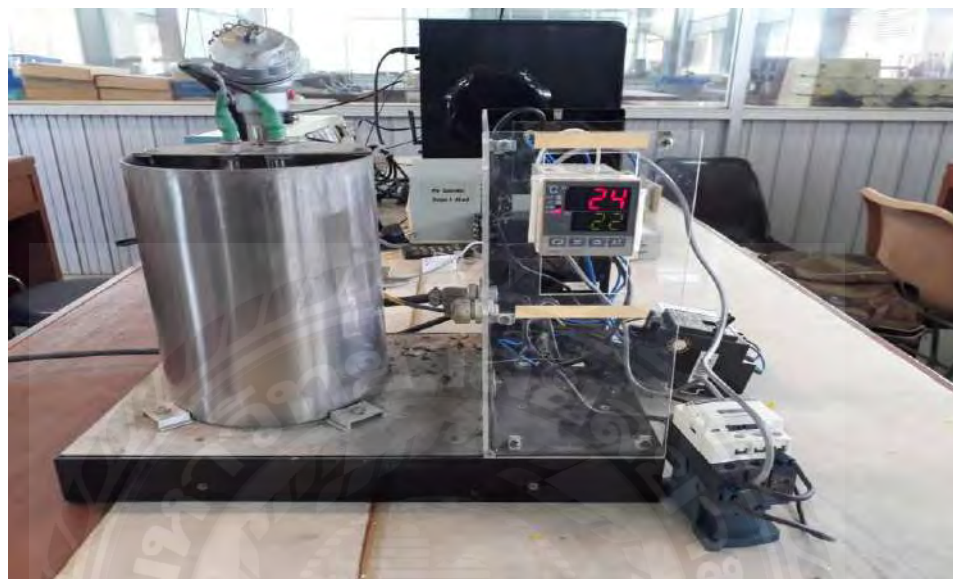
ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติของโครงการนี้แสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

จากบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในรูปที่ 4.1 ประกอบด้วย ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) ฮีตเตอร์ เทอร์โมคัปเปิล แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ เมื่อเทอร์โมคัปเปิลรับอุณหภูมิจากฮีตเตอร์แล้วเอาต์พุตของเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าเป็นแรงดัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลทำให้แรงดันที่ได้รับมีค่ามากขึ้น แล้วจะส่งไปยังตัวควบคุมอุณหภูมิ แล้วจะรับรู้ได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่วัดได้มีค่าเป็นกิโลกรัมเซลเซียส พร้อมทั้งแสดงอุณหภูมิที่วัดได้ไปยังจอแสดงผลที่หน้าจอในส่วนด้านบนเป็น PV (Process Variable) และนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ในส่วนด้านล่างเป็น SV (Set Value) ถ้า PV (อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิล) ต่ำกว่า SV (อุณหภูมิที่ต้องการ)

ตัวควบคุมอุณหภูมิจะสั่งให้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับฮีตเตอร์ จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำที่วัดได้เป็น PV เท่ากับที่ตั้งไว้เป็น SV ตัวควบคุมอุณหภูมิจะสั่งให้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ตัดกระแสไฟฟ้าออกจากฮีตเตอร์ และสามารถแสดงระบบการทำงานของโครงการได้ ดังรูปที่ 4.2



(ก) อุณหภูมิที่ตั้งไว้ 22 °C



(ข) อุณหภูมิที่ตั้งไว้ 30 °C

รูปที่ 4.2 ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.2 เป็นการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติที่สร้างขึ้น ขั้นตอนแรกเติมน้ำในถังสแตนเลสที่จะทดสอบ จากนั้นเปิดสวิทช์ แล้วตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการในเครื่องควบคุมอุณหภูมียี่ห้อ OMRON รุ่น E5CWT มีค่าเป็น  $22^{\circ}\text{C}$  ดังรูปที่ 4.2 (ก) ซึ่งในขณะนั้นอุณหภูมิของน้ำแสดงผลที่หน้าจอมีค่าเป็น  $24^{\circ}\text{C}$  จากนั้นรอนจนกระทั่งอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าเท่ากับที่ตั้งไว้ ส่วนในรูปที่ 4.2 (ข) ได้ทำการกำหนดอุณหภูมิที่ต้องการทดสอบไว้ที่  $30^{\circ}\text{C}$  ในทำเดียวกันกับการณข้างต้น นั่นคืออุณหภูมิของน้ำมีค่าเป็น  $24^{\circ}\text{C}$  จากนั้นรอนจนกระทั่งอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าเท่ากับที่ตั้งไว้

#### 4.2 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)

ตัวควบคุมอุณหภูมิที่ได้นำมาใช้ในโครงงานนี้เป็นของ OMRON รุ่น E5CWT ดังรูปที่ 4.3

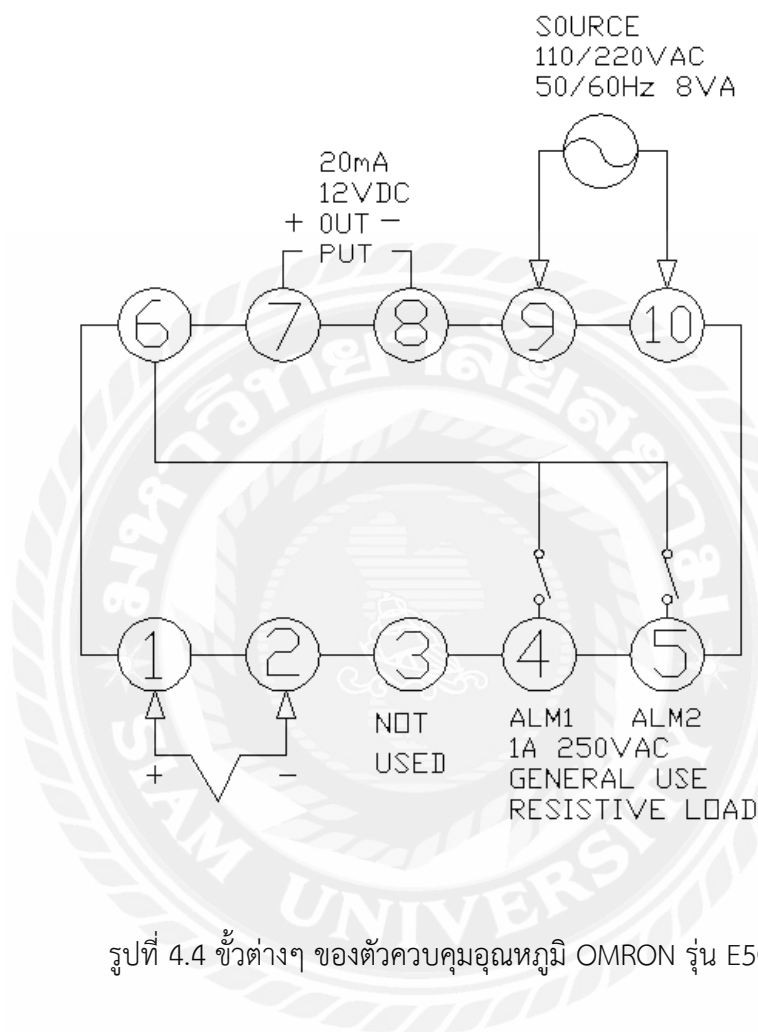


รูปที่ 4.3 ตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT

ตัวควบคุมอุณหภูมิ คือ คอนโทรลเลอร์ประเภทหนึ่ง มีหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติโดยไม่จำเป็นต้องใช้คนเพื่อเฝ้าอุณหภูมิ เช่น การควบคุมอุณหภูมิของกาต้มน้ำไฟฟ้า โดย temperature จะทำงานโดยอาศัยองค์ประกอบด้วยกันอยู่ 3 ส่วน คือ ส่วนอินพุต (INPUT), ส่วนประมวลผล (PROCESSING), และส่วนเอาต์พุต (OUTPUT) ซึ่งแต่ละส่วนจะทำงานสัมพันธ์กันจะขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปไม่ได้

ข้อต่างๆ ของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.4 โดยที่:

- ขั้ว 9 และ 10 เป็นขั้วไฟเลี้ยง 220 VAC
- ขั้ว 1 เป็นแรงดันไฟฟ้าบวกจากเทอร์โมคัปเปิล
- ขั้ว 2 เป็นแรงดันไฟฟ้าลบจากเทอร์โมคัปเปิล
- ขั้ว 4 และ 6 เป็นหน้าสัมผัส NO



รูปที่ 4.4 ขั้วต่างๆ ของตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT

หลักการทำงานของ **Temperature Controller** หรือ ตัวควบคุมอุณหภูมิ นั้น มีหลักการทำงานเบื้องต้น คือ การวัดค่าสัญญาณอินพุต Input เข้ามา จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการ แล้วประมวลผลในส่วนของ Processing เมื่อได้ค่าแล้ว ก็ส่งไปยังส่วนของเอาต์พุต Output เพื่อที่จะส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

จากรูปที่ 4.1 - 4.4 จะเห็นได้ว่ามีตัวแปร หรือ อุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ SV , PV , Sensor Input , Control Signal Output , Actuator , Heating Device และ Process โดยรายละเอียดมีดังนี้

(1) SV (Set Value) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดค่าอุณหภูมิที่เราต้องการควบคุม ซึ่งจะกำหนดที่ Temperature Controller

(2) PV (Process Value) เป็นตัวแปรที่เกิดจากการอ่านค่าอุณหภูมิที่เรา กำลังควบคุมอยู่ในกระบวนการผลิต ผ่านทาง Sensor Input

(3) Sensor Input เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับ Feedback ค่าอุณหภูมิในกระบวนการผลิต เพื่อนำกลับมาประมวลผลใหม่ ตัวอย่างของ Sensor Input ได้แก่ Thermocouple, RTDs, Analog Signal

(4) Control Signal Output เป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการคำนวณของคอนโทรลเลอร์ PID, ON-OFF, Fuzzy เพื่อส่งสัญญาณ เช่น 4.- 20mA, 0-10VDC, Relay, SSR เพื่อไปควบคุม Actuator

(5) Actuator เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณเอาต์พุต Control Signal Output เพื่อให้มีความสามารถในการควบคุมโหลดที่มีขนาดใหญ่ หรือ ใช้พลังงานมากได้ เช่น Magnetics Contactor, Solid State Relay, SCR Power Regulator, Solenoid Valve

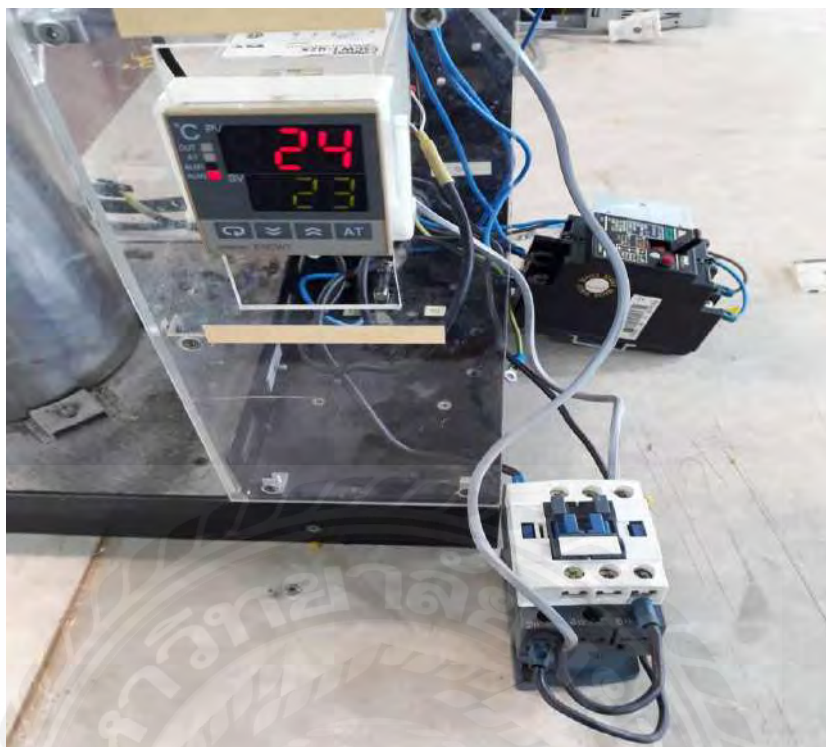
(6) Heating Device อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความร้อนให้กับระบบ Process ซึ่งอุปกรณ์ Heating Device ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ขอลวดความร้อน Heater และไอน้ำ (Steam)

(7) Process คือ กระบวนการ ที่เราต้องการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งปกติแล้วจะมีทั้งกระบวนการทำความร้อน heating หรือกระบวนการทำความเย็น cooling หรือทำทั้งร้อนและเย็น Heat/Cool Control โดยจะอธิบายกระบวนการเหล่านี้ในรูปของ โมเดลทางคณิตศาสตร์

ในการทำงานของ เครื่องควบคุมอุณหภูมิ นั้น จะเริ่มต้นที่การตั้งค่าที่ส่วนของ SV (Setting Value) ซึ่งเป็นการระบุที่เราต้องการควบคุมอุณหภูมิที่กระบวนการผลิตเท่าไร เช่น ตั้งไว้  $500^{\circ}\text{C}$  จากนั้น ตัวควบคุมอุณหภูมิ ก็จะทำการเปรียบเทียบ หรือ หาผลต่างระหว่างค่า PV กับ SV ซึ่งค่า PV จะได้จากการอ่านค่า Sensor Input ซึ่งถ้าค่า PV น้อยกว่า SV ก็จะทำให้ Control Signal Output จ่ายสัญญาณออกไปเพื่อเร่งให้ตัว Heater ทำงานให้ร้อนขึ้น เมื่ออุณหภูมิที่ค่า PV มากกว่า SV ก็จะทำให้การลดค่า Control Signal Output ลงเพื่อให้ Heater ทำงานน้อยลง โดยกระบวนการควบคุมนี้เป็น พื้นฐานการควบคุมหนึ่งที่เรียกว่า การควบคุมแบบ On-Off Control

ตัวอย่างการทำงานของระบบควบคุมในรูปที่ 4.5 ในกรณีที่ค่า Process Value (PV) สูงกว่า Set Value (SV) ตัวควบคุมอุณหภูมินี้จะทำการส่งสัญญาณไปสั่งให้แม็กเนติกคอนแทคเตอร์หยุดจ่ายไฟให้กับ Heater ส่งผลทำให้อุณหภูมิของระบบลดลง





รูปที่ 4.5 กรณี Process Value (PV) สูงกว่า Set Value (SV)

ข้อควรระวังในการใช้งานอย่างปลอดภัย

เพื่อให้เครื่องควบคุมทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและป้องกันความเสียหายของเครื่อง

ควบคุมควรปฏิบัติตามดังนี้

1) ไม่ควรติดตั้งเครื่องควบคุมในสถานที่เหล่านี้

.บริเวณที่ใกล้ที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดความร้อน

.อยู่ในบริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของของเหลว หรือน้ำมัน

.บริเวณที่แสงแดดส่องถึงโดยตรง

.บริเวณที่มีฝุ่นหรือก๊าซกัดกร่อน (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซซัลไฟด์ และ แอมโมเนีย)

.บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมาก

.บริเวณที่มีเป็นน้ำแข็ง หรือ มีการควบแน่น

.บริเวณที่มีความสั่นสะเทือน

2) ใช้งานและเก็บรักษาเครื่องควบคุมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดในขอบเขตการทำงานทั้งอุณหภูมิและความชื้น

แวดล้อม การติดตั้งเครื่องควบคุมหลายๆตัวใกล้กันคือติดตั้งอยู่เหนือกัน ความร้อนจากการทำงานภายในจะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องควบคุมสั้นลง ดังนั้นควรติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อระบายความร้อนจากเครื่องควบคุม

3) เพื่อที่จะระบายความร้อน ไม่ควรมีสิ่งปิดกั้นรอบๆเครื่องควบคุมหรือปิดกั้นช่องระบายความร้อนในเครื่องควบคุม

4) ตรวจสอบการต่อสายและความถูกต้องของขั้วต่อต่างๆ

5) ไม่ควรต่อสายในเทอร์มินอลที่ไม่ได้ใช้งาน

6) เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวน ไม่ควรเดินสายของเครื่องควบคุมรวมกับสายไฟขนาดใหญ่ที่มีกระแสไหลมากอาจใช้สายชีลด์หรือเดินสายแยกท่อกับสายไฟนั้นติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากหรือตัวกรองสัญญาณรบกวนกับอุปกรณ์ ที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มอเตอร์, หม้อแปลง, โซลินอยด์, คอยล์ แมคเนติก หรืออุปกรณ์อื่นๆที่มีขดลวดเป็นส่วนประกอบ) ในกรณีที่ใช้ตัวกรองสัญญาณรบกวน (Noise Filer) กับแหล่งจ่ายไฟ การติดตั้งตัวกรองสัญญาณให้ใกล้กับเครื่องควบคุมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ต้องจัดช่องว่างระหว่างเครื่องควบคุมกับอุปกรณ์ที่จ่ายความถี่สูงๆ หรือไฟกระชาก

7) ใช้เครื่องควบคุมภายใต้พิคัดของแหล่งจ่ายไฟและโหลด

8) ต้องแน่ใจว่าแรงดันไฟเลี้ยงต้องอยู่ในพิคัดภายใน 2 วินาทีจากการจ่ายให้กับเครื่องควบคุม

9) ต้องแน่ใจว่าเครื่องควบคุมต้องได้รับการ Warm – up 30 นาทีก่อนการใช้งาน

10) เมื่อทำฟังก์ชัน Auto Tuning (AT) ต้องจ่ายไฟให้กับโหลด (เช่น ฮีตเตอร์) ในเวลาเดียวกันหรือก่อนจ่ายไฟให้กับเครื่องควบคุมถ้าจ่ายไฟให้กับเครื่องควบคุมก่อนโหลดค่า PID ที่ได้จากการทำ Auto tuning จะไม่เป็นค่าที่เหมาะสมกับระบบนั้น

11) หยุดการจ่ายไฟฟ้าทุกครั้งก่อนถอดวงจรภายในเครื่องควบคุมออกมาจากโครง (Case) ระวังอย่าแตะต้องถูกอุปกรณ์ภายในขณะใส่กลับต้องระวังอย่าให้อุปกรณ์ภายในถูกกับโครงเช่นกัน



12) การออกแบบควรคำนึงถึงว่าเอาต์พุตของเครื่องควบคุมจะเริ่มทำงานเมื่อจ่ายไฟให้เครื่องควบคุมแล้ว 2 วินาที

13) เอาต์พุตจะไม่ทำงานถ้าเปลี่ยนระดับการตั้งค่าในบางระดับควรระวังตรงจุดนี้ด้วย

14) ในการติดตั้งโมดูลการ์ดควรอ้างอิงจากคู่มือที่มากับโมดูลนั้น

15) เมื่อต้องต่อสายเทอร์โมคัปเปิลเพื่อขยายความยาวต้องใช้สายชดเชย (Compensating Wire)

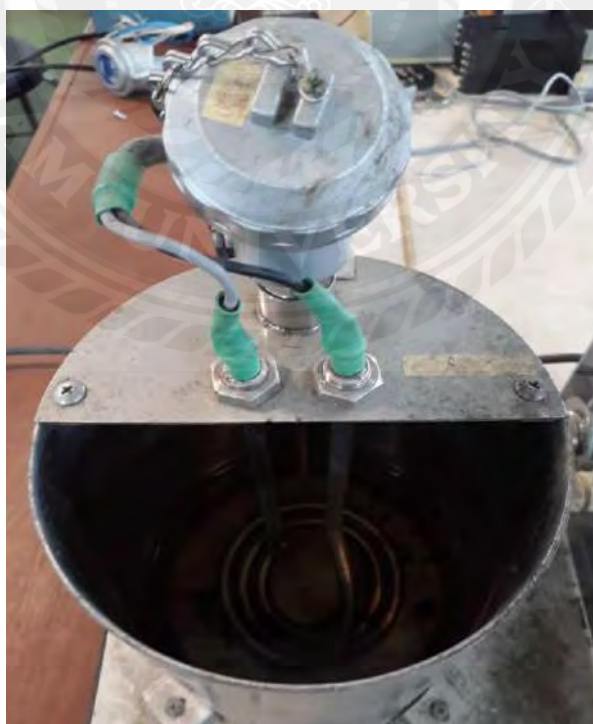
เฉพาะชนิดเทอร์โมคัปเปิลนั้น ๆ เมื่อต้องต่อสาย RTD เพิ่มเติมต้องใช้สายที่มีความต้านทานต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้และความต้านทานของแต่ละสายต้องเท่ากัน

16) ควรติดตั้งเครื่องควบคุมแนวตั้งเท่านั้น (ไม่ตะแคง)

17) เมื่อค่าที่วัดผิดพลาดไปจากอุณหภูมิจริง สามารถตั้งค่าชดเชยได้โดยใช้ฟังก์ชันการชดเชยค่าที่วัดได้

18) กรณีสงสัยในการใช้งานต้องปรึกษาหรือขอคำแนะนำเพิ่มเติมในการใช้งานเครื่องควบคุม

#### 4.3 การทดลองการเติมน้ำใน Tank



รูปที่ 4.6 ฮีตเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.7 ขดลวดตัวนำแบบต่าง ๆ

ฮีตเตอร์ มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีการแสไหลผ่านขดลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทาน จะทำให้ลวดตัวนำร้อน และถ่ายเทความร้อนให้กับโหลด ดังนั้น ลวดตัวนำความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติที่ทนความร้อนได้สูงสำหรับการผลิตฮีตเตอร์ โดยส่วนใหญ่ในตัวฮีตเตอร์จะมีผงฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ (ยกเว้นฮีตเตอร์อินฟราเรด, ฮีตเตอร์รัดท่อและฮีตเตอร์แผ่น) อยู่ภายใน เพื่อทำหน้าที่กั้นระหว่าง ขดลวดตัวนำกับผนังโลหะของฮีตเตอร์ ซึ่งผงฉนวนนี้จะมีคุณสมบัตินำความร้อนได้ดีมาก แต่จะมีค่าความนำทางไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นข้อควรระวัง คือ ห้ามมีความชื้นในผงฉนวนนี้เด็ดขาด เพราะจะทำให้มีค่าความนำทางไฟฟ้าสูงขึ้น และอาจจะทำให้ฮีตเตอร์เกิดการลัดวงจรได้ หากพบว่าฮีตเตอร์มีความชื้น สามารถแก้ไขโดยการนำฮีตเตอร์ไปอบเพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวฮีตเตอร์ ฮีตเตอร์ที่ดีควรผ่านการทดสอบหาความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์ เพื่อให้แน่ใจว่าในการนำไปใช้งาน จะไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลจากขดลวดตัวนำ ดังนั้นมาตรฐานการทดสอบความเป็นฉนวนของฮีตเตอร์ควรจะไม่ต่ำกว่า 1,500 VDC และค่าความเป็นฉนวนต้องไม่ต่ำกว่า 500 เมกะโอห์ม

#### 4.4 การทดลองวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิล

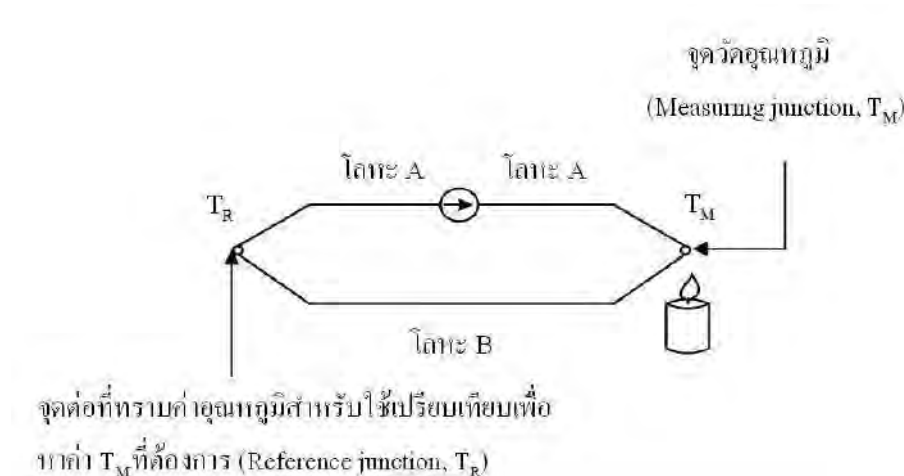


รูปที่ 4.8 เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการทดลอง

**เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple)** เป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) หรือ เซนเซอร์ (sensor) วัดอุณหภูมิ (temperature) ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟฟ้า จัดเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทแอคทีฟ (active transducer) สามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้เองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างจุดสองจุด โดยไม่จำเป็นต้องกระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอก เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูง สามารถใช้งานได้โดยตรงในรูปของเครื่องมือวัด (instrument) หรือการส่งสัญญาณทางด้านเอาต์พุตให้กับระบบควบคุม ซึ่งปรากฏการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับเทอร์โมคัปเปิล คือ ปรากฏการณ์ซีเบ็ค (seebeck effect)

เทอร์โมคัปเปิลประกอบด้วยเส้นลวดโลหะตัวนำต่างชนิดสองเส้นต่อเข้าด้วยกัน [การเชื่อมต่อจุดวัดนี้จะส่งผลต่อช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของการอ่านค่า] ปลายข้างหนึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือรอยต่อร้อน (measuring junction หรือ hot junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรอื่นๆ เพื่อแสดงผล เรียก รอยต่อเย็น (cold junction) ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิง (reference junction) ที่จุดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยเมื่อบริเวณจุดวัดอุณหภูมิได้รับความร้อน ในขณะที่รอยต่อเย็นมีอุณหภูมิคงที่ ความต่างศักย์ระหว่างรอยต่อร้อนและรอยต่อเย็นที่เกิดขึ้น จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิลและอุณหภูมิที่จุดวัด

ลักษณะวงจรของเทอร์โมคัปเปิลแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรของเทอร์โมคัปเปิล

กำหนดให้  $T_M$  คือจุดวัดอุณหภูมิ และ  $T_R$  คือจุดต่อที่ทราบค่าอุณหภูมิ โดยทั่วไป เทอร์โมคัปเปิลที่นำไปใช้งานอยู่ในรูปของชุดเทอร์โมคัปเปิล (sheath thermocouple) บางครั้งเรียกว่า ปลอกโลหะหรือโพรบ (probe) หรือติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (thermowell) โดยติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (Connecting head/Junction box/Terminal box) (บางครั้งเรียกว่า หัวกะโหลก) ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถป้องกันน้ำและฝุ่นละอองได้ วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื่อมต่อ ได้แก่ อะลูมิเนียมอัลลอยด์ เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป และเบคาไลต์ (Bakelite) เหมาะสำหรับการใช้งานภายใต้อุณหภูมิสูงพิเศษ เป็นต้น โดยเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหรือช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ ได้แก่ การเชื่อมต่อจุดวัด ชนิดของวัสดุทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและเทอร์โมคัปเปิล การติดตั้ง และชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น

#### 4.5 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ที่ใช้



รูปที่ 4.10 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์

แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของ หน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อ วงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ ระบบ ควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแม็กเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบ หลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring) โดยเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากกลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะ สร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กขณะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะ เปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้า ไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลของโครงการ

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 15 เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 30 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 กับ บริษัท บจก.ยู.พี.มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ซัพพลาย ได้ปฏิบัติงานคือ ระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติโดยทำการศึกษาวิธีการทำงานของระบบต่างๆ ได้ผลตามที่ต้องการ โดยการคิดวิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหาที่ปรึกษาจากอุปสรรคที่ได้ประสบ หากแก้ไขยังไม่ได้ให้นำข้อสงสัยมาปรึกษากับพนักงานที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา สิ่งที่ได้จัดทำได้รับจากการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ได้เรียนรู้การวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ
- มีความเข้าใจในการปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาการติดตั้งเครื่องได้อย่างถูกต้อง
- มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายมาปฏิบัติงาน
- สามารถติดต่อประสานงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้
- สามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้

#### 5.2 ปัญหาในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- 5.2.1 การผิดพลาดในการทำงานเนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์
- 5.2.2 การผิดพลาดจากความรู้ที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม จนทำให้งานเกิดปัญหาล่าช้า

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ฟังคำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงหรือพนักงานในบริษัทอย่างตั้งใจแล้วนำมาปฏิบัติงาน
- 5.3.2 รู้จักค้นคว้าหาข้อมูลในสิ่งที่ไม่รู้เช่น สอบถามพี่เลี้ยง หรือ ค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น



## บรรณานุกรม

ดิจิคีย์อิเล็กทรอนิกส์. (ม.ป.ป.). โซลิดสเตตรีเลย์. เข้าถึงได้จาก

[https://www.digikey.co.th/th/products/filter/relays/183?utm\\_adgroup](https://www.digikey.co.th/th/products/filter/relays/183?utm_adgroup)

บริษัท กรีนอีฟ จำกัด. (ม.ป.ป.). ตัวควบคุมอุณหภูมิ OMRON รุ่น E5CWT. เข้าถึงได้จาก

<http://www.green-eve.com/16851719/>

บริษัท เจริญวิทย์ ซัพพลาย จำกัด. (2563). ฮีตเตอร์. เข้าถึงได้จาก

<http://www.chalernwitsupply.com/products/heater.html?gclid>

บริษัท ดับบลิว อาร์ แอนด์ ดับบลิว. (ม.ป.ป.). เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการทดลอง. เข้าถึงได้จาก

<http://www.wrw.co.th/index.php?page=contact>

บริษัท นีโอนิกส์ จำกัด. (ม.ป.ป.). เทอร์โมมิเตอร์. เข้าถึงได้จาก <https://www.neonics.co.th>

บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (ม.ป.ป.). แม็กเนติกคอนแทคเตอร์. เข้าถึงได้จาก

<https://mall.factomart.com/contact-us/>

หจก. เคซีโอโตเมชั่น. (ม.ป.ป.). เทอร์โมสแตท. เข้าถึงได้จาก [http://www. http://www.factory-heater.com/](http://www.factory-heater.com/)







ภาคผนวก ก

การนิเทศงานสหกิจศึกษา



## ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

138/11 ซ.จรัญสนิทวงศ์ 22 ถนน.จรัญสนิทวงศ์ แขวง.บ้านช่างหล่อ

เขต.บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700 เบอร์โทรศัพท์. 0-2412-1460,0-2412-3006

## ชื่อคณาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชภูร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัคคี่

## นักศึกษาสหกิจศึกษา

1. นาย บุญส่ง ศรีกลีกรณ์ รหัสนักศึกษา 6003200009

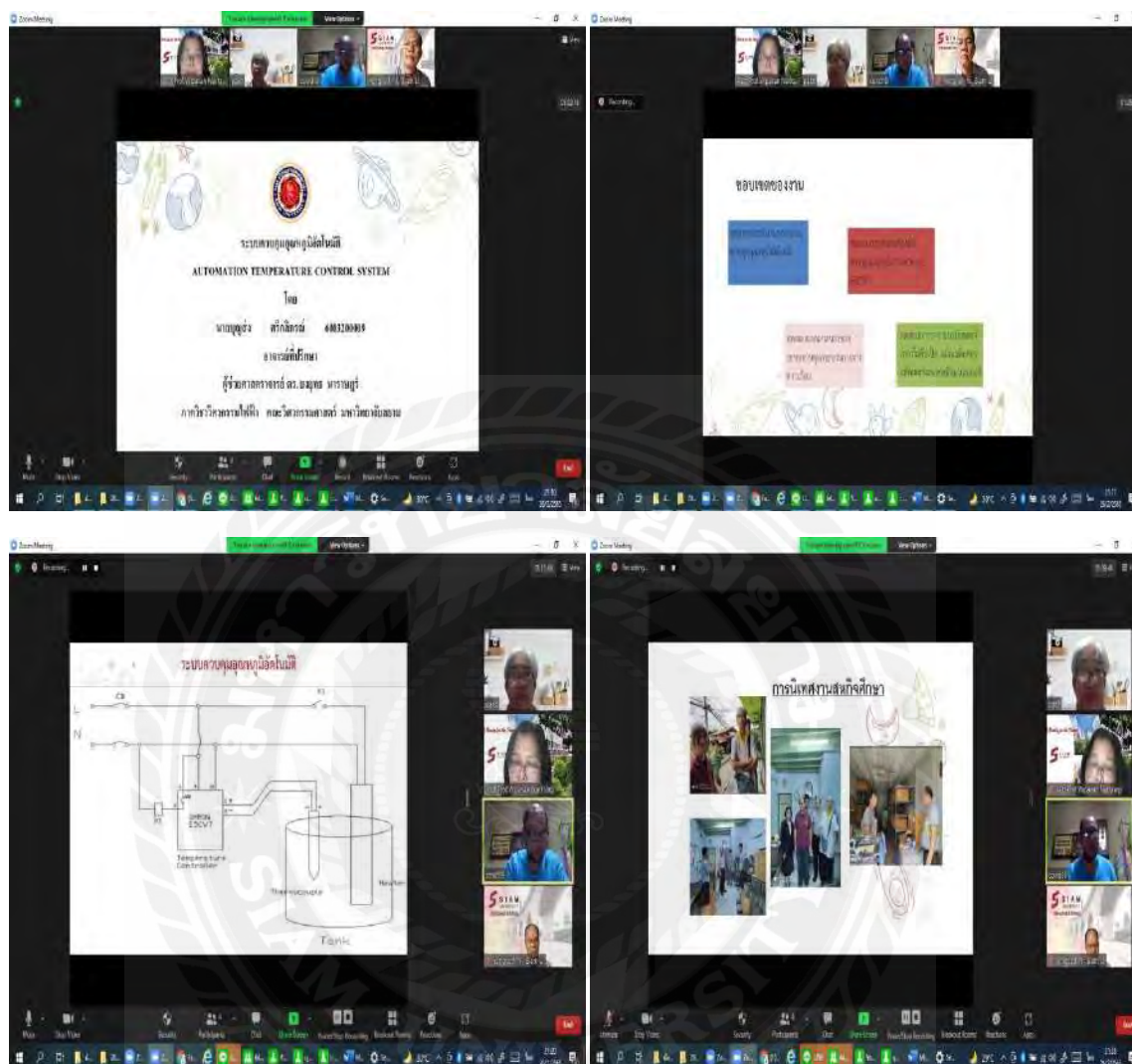
นิเทศงานสหกิจศึกษา บริษัท บจก.ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง เยนเนอร์ล ซัพพลาย



รูปที่ 1 การนิเทศงานสหกิจศึกษา



## การสอบโครงงานสหกิจศึกษา ผ่าน Program Zoom เนื่องจากสถานการณ์ Covid - 19



รูปที่ 2 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา ผ่าน Program Zoom

### ภาคผนวก ค

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขรวิสุทธิ์



## Plagiarism Checking Report

Created on Mar 4, 2022 at 10:49 AM

### Submission Information

| ID      | SUBMISSION DATE         | SUBMITTED BY          | ORGANIZATION    | FILENAME              | STATUS    | SIMILARITY INDEX |
|---------|-------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------|------------------|
| 2429072 | Mar 4, 2022 at 10:49 AM | boonsong.sin@siam.edu | มหาวิทยาลัยสยาม | บุญส่ง_6003200009.pdf | Completed | 0.60 %           |

### Match Overview

| NO. | TITLE                                                                                                                                                                                                            | AUTHOR(S)                | SOURCE                                         | SIMILARITY INDEX |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| 1   | เทอร์โมมิเตอร์                                                                                                                                                                                                   | วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี | Wikipedia                                      | 0.80 %           |
| 2   | การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนสำหรับการวัดอุณหภูมิภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยใช้ PT100 เป็นกรณีศึกษา, Error analysis of temperature measurement under different environmental conditions : a study on PT100. | ชรัณนัย แสงวดีเพ็ญ       | สภามหาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 0.60 %           |



## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นาย บุญส่ง ศรีกสิกรณ์  
 รหัสนักศึกษา 6003200009  
 เกิด 25 พฤษภาคม 2538  
 ที่อยู่ 48/21 หมู่ 5 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย  
 จ.นนทบุรี 11130  
 โทรศัพท์ 0849399773  
 E-mail boonsong.sin@siam.edu  
 ประวัติการศึกษา  
 ปวช. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม  
 ปวส. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม  
 ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า(วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม