รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

กรณีศึกษา เครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์: เตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนสารละลาย

Case Study: Scientific Testing Equipment: Electric Heater with Stirring System

โดย

นายวรวุฒิ บุญชัย 6223200002

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

หัวข้อโครงงาน	กรณีศึกษาเครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์: เตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนผสมสารละลาย Case Study: Scientific Testing Equipment: Electric Heater with Stirring System
ผู้จัดทำ	นายวรวุฒิ บุญชัย
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ	อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์นิเทศ

(อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว)

..... ผู้นิเทศ

(นายวรศักดิ์ วงศ์คุณทรัพย์)

..... กรรมการกลาง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... กรรมการกลาง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์นิเทศ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

ตามที่ นายวรวุฒิ บุญชัย ผู้จัดทำ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน ระหว่างวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เทคนิค ณ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด และได้รับมอบหมายจากผู้นิเทศ (พนักงานที่ปรึกษา) ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง กรณีศึกษาเครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์: เตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนสารละลาย

บัดนี้ การปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดแล้ว นายวรวุฒิ บุญชัย ผู้จัดทำ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ.....

(นายวรวุฒิ บุญชัย)

ผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่เทคนิค ณ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด ตั้งแต่ วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ ประสบการณ์การทำงานต่าง ๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด ที่ให้โอกาสผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1. ดร.อุดม ชนะสิทธิ์ ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
2. คุณวรศักดิ์ วงศ์คุณทรัพย์ ตำแหน่ง หัวหน้างาน
3. คุณนันท์ธกร เป็นสุข ตำแหน่ง ช่างเทคนิค
4. อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว อาจารย์นิเทศ

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้สนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

นายวรวุฒิ บุญชัย
ผู้จัดทำ
วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2567

ชื่อโครงการ : กรณีศึกษาเครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์: เตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนผสมสารละลาย

หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต

ผู้จัดทำ : นายวรวุฒิ บุญชัย 6223200002

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

หลักสูตร : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 1/2565

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจเล่มนี้นำเสนอประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ในการฝึกทักษะการเรียนรู้เครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นนำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทดสอบ โดยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่เทคนิคทางวิศวกรรม มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานการติดตั้งเครื่องมือการทดสอบต่าง ๆ และการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือทดสอบแก่ผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง และรวมถึงการให้บริการตรวจซ่อมบำรุงหลังการขาย โดยนำเสนอเครื่องทดสอบตัวอย่างในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา คือ เตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนผสมสารละลาย การศึกษาการทำงาน การใช้งาน การตรวจสอบและการซ่อมบำรุงรักษา ได้ถูกนำเสนอไว้อย่างสมบูรณ์ในรายงานสหกิจเล่มนี้

คำสำคัญ : เครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์, เตาไฟฟ้า, ระบบกวนผสมด้วยสนามแม่เหล็ก

Project Title:	Case Study Scientific Testing Equipment: Electric Heater with Stirring System
Credits:	5 Credits
By:	Mr. Worawoot Boonchai 6223200002
Advisor:	Mr. Jrukkrit Chankiew
Degree:	Bachelor of Engineering
Major:	Electrical Engineering
Faculty:	Engineering
Semester/Academic year:	1/2022

Abstract

This cooperative education report presented useful experiences in practicing skills in learning scientific testing tools from cooperative education work at U.P.V. Service Co., Ltd., a distributor of scientific products used in testing laboratories. Assigned to work as an engineering technician. Responsible for installing various testing tools. and provide training in the correct use of testing tools to service users. Including providing after-sales maintenance services. A sample testing machine used in cooperative education is presented as a case study. It is an electric stove with a solution stirring system. Operations, inspections and maintenance studies are fully presented in this cooperative report.

Keywords: scientific testing equipment, electric furnace, magnetic mixing system

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป	1
1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ฮีตเตอร์ (Heater)	3
2.2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)	6
2.3 มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส (Single Phase AC Motor)	15
2.4 โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric Sensor)	26
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	30
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	30
3.2 ลักษณะประกอบการ	30
3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานหน้าที่ได้รับมอบหมาย	31
3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	31
3.6 รูปแบบและการบริหารในองค์กร	31
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	32
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	33
4.1 ตัวอย่างการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงานซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer	33
4.2 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E12)	33
4.3 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E3)	37
4.4 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E6)	41
4.5 การดูแลบำรุงรักษาเครื่อง Hot Plate Stirrer	45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	47
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	47
5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน	47
5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	47
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	48
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้จัดทำ	63

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ หรือ Band Heater	3
รูปที่ 2.2 ฮีตเตอร์แบบจุ่ม หรือ Immersion Heater	4
รูปที่ 2.3 ฮีตเตอร์แบบท่อกลม/ครีบ หรือ Finned Heater	4
รูปที่ 2.4 ฮีตเตอร์แบบเส้น หรือ Cable Heater	5
รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์แบบอินฟราเรด หรือ Infrared Heater	5
รูปที่ 2.6 ฮีตเตอร์แบบแผ่น หรือ Strip Heater	6
รูปที่ 2.7 เซ็นเซอร์เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples Sensor)	7
รูปที่ 2.8 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิล	7
รูปที่ 2.9 ภาพ Mr.Thomas Johann Seebeck	8
รูปที่ 2.10 ปรากฏการณ์ผลจากซีเบค "Seebeck Effect"	8
รูปที่ 2.11 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ “Peltier Effect”	8
รูปที่ 2.12 ประเภทเซ็นเซอร์ RTD แบบต่างๆ	10
รูปที่ 2.13 กราฟเปรียบเทียบระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิล	10
รูปที่ 2.14 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ RTD/PT100 แบบ 3 สาย	11
รูปที่ 2.15 สูตรสมการและความหมาย RTD	11
รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบ เซนเซอร์ RTD ชนิดแผ่นฟิล์มบาง (Thin-Film Elements)	12
รูปที่ 2.17 ส่วนประกอบเซ็นเซอร์ RTD ชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements)	13
รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบเซนเซอร์ RTD ชนิดขดลวด (Coiled Elements)	14
รูปที่ 2.19 คาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)	15
รูปที่ 2.20 รูปสตาร์ทคาปาซิสเตอร์ (Start Capacitors)	16
รูปที่ 2.21 3uF 450VAC Run Capacitor	17
รูปที่ 2.22 5uF 450VAC Run Capacitor	17
รูปที่ 2.23 ดูอัลรันคาปาซิสเตอร์ (Dual Run Capacitor)	17

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.24 สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase Motor)	18
รูปที่ 2.25 โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor)	19
รูปที่ 2.26 สเตเตอร์ของสปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase Motor)	19
รูปที่ 2.27 ฝาปิดหัวท้าย (End Plate)	20
รูปที่ 2.28 สวิตช์แรงเหวี่ยง (Centricfugal Switch)	20
รูปที่ 2.29 ยูนิเวอร์แซล มอเตอร์ (Universal Motor)	21
รูปที่ 2.30 แกนเหล็กสเตเตอร์	22
รูปที่ 2.31 ขดลวดอาร์เมเจอร์	22
รูปที่ 2.32 คอมมิวเตเตอร์	22
รูปที่ 2.33 แปรงถ่านของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์	23
รูปที่ 2.34 รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)	23
รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบต่าง ๆ รีพัลชั่นมอเตอร์	24
รูปที่ 2.36 เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)	25
รูปที่ 2.37 ส่วนประกอบเช็ดเดดโพลมอเตอร์	26
รูปที่ 2.38 ประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse Reflective Optical Sensor)	27
รูปที่2.39 เซนเซอร์ประเภทตรวจจับโดยตรง	28
รูปที่ 2.40 ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (Retro Reflective Optical Sensor)	28
รูปที่ 2.41 เซนเซอร์ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ	29
รูปที่ 2.42 ประเภทลำแสงผ่านตลอด (Through Beam Optical Sensor)	29
รูปที่ 3.1 สถานประกอบการ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด	30
รูปที่ 3.2 แผนผังการบริหารงานในองค์กร	31
รูปที่ 4.1 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E12	33

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.2 การตรวจวัดค่าความต้านทานของ RTD 34
รูปที่ 4.3 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิประเภท RTD แบบแผ่นฟิล์มที่ชำรุดไหม้ 34
รูปที่ 4.4 ใบแจ้งอาการเสียและอะไหล่ทดแทน 35
รูปที่ 4.5 ทำการเปลี่ยนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิใหม่ 35
รูปที่ 4.6 เซ็นเซอร์ RTD ตัวใหม่ 36
รูปที่ 4.7 ทดสอบการทำงานของเครื่องฯ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 36
รูปที่ 4.8 บรรจุภัณฑ์เครื่องพร้อมส่งมอบคืนให้ลูกค้า 37
รูปที่ 4.9 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E3 37
รูปที่ 4.10 การใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานฮีตเตอร์ 38
รูปที่ 4.11 สภาพฮีตเตอร์ที่ชำรุดกรอบแตก 38
รูปที่ 4.12 ทำการถอดเปลี่ยนฮีตเตอร์ 39
รูปที่ 4.13 ฮีตเตอร์แผ่นชุดใหม่ 39
รูปที่ 4.14 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าวามต้านทานฮีตเตอร์ 40
รูปที่ 4.15 Name Plate แสดงพิกัดทางไฟฟ้า 40
รูปที่ 4.16 ทดสอบการทำงานของเครื่อง 41
รูปที่ 4.17 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E6 41
รูปที่ 4.18 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าขดลวดมอเตอร์ 42
รูปที่ 4.19 สภาพมอเตอร์ที่ชำรุด 42
รูปที่ 4.20 ทำการถอดมอเตอร์ตัวที่ชำรุด 43
รูปที่ 4.21 มอเตอร์ตัวใหม่ทดแทน 43
รูปที่ 4.22 ค่าความต้าทานขดลวดมอเตอร์ที่ปกติ 44
รูปที่ 4.23 การทดสอบการทำงานของเครื่องก่อนส่งคืนลูกค้า 44

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.24 ปิดสวิตช์หลังเลิกใช้งานเครื่อง 45
รูปที่ 4.25 ถอดปลั๊กออกหลังเลิกใช้งาน 45
รูปที่ 4.26 จานกระเบื้องที่แตกเสียหายจากการกระทบอย่างแรง 46
รูปที่ 4.27 ระยะห่างการวางเครื่องจากเครื่องมืออื่นๆ 46
รูปที่ 4.28 ถอดทำความสะอาดภายในเครื่อง 47

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล 9

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน 32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติสถานประกอบการโดยสังเขป

บริษัท ยู.พี.วี.เซอร์วิส จำกัด เป็นบริษัทที่จำหน่ายสินค้าเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการการทดสอบต่าง ๆ การอบรม การฝึกปฏิบัติการการทดลอง และรวมถึงงานบริการหลังการขายซ่อมบำรุงที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือการทดสอบ ซึ่งนักศึกษาสหกิจจะต้องทำการออกแบบ ติดตั้งเครื่องมือ และให้การสาธิต ฝึกอบรมแก่ลูกค้าถึงวิธีการใช้งานที่ถูกต้องตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด การบำรุงรักษาหลังการใช้งานที่จะให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้อย่างคงทน ยาวนานตามอายุการใช้งานที่รับประกันจากผู้จำหน่ายได้

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องมือทดสอบทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับนานาชาติเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปจะนิยมนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ผู้จำหน่ายสินค้าเหล่านี้โดยทั่วไปจะนำเข้ามาดำเนินการธุรกิจ ซึ่งจะประสบปัญหาด้านการซ่อมบำรุงรักษาหรือการซ่อมแซมเมื่อเสียหาย เพราะขาดเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคที่สามารถปฏิบัติได้โดยตรง อีกทั้งระบบการทำงานของอุปกรณ์ภายในและอะไหล่ชิ้นส่วนต่าง ๆ บางชิ้นไม่มีจำหน่ายภายในประเทศ

บริษัท ยู.พี.วี.เซอร์วิส จำกัด เป็นบริษัทตัวแทนจำหน่ายสินค้าเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์ระดับชั้นนำ มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมงานปฏิบัติการการทดสอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีฝ่ายบริการตรวจซ่อมบำรุง การแก้ไขความเสียหายที่อาจเกิดจากการทำงานมายาวนาน การใช้งานที่ผิดวิธี ซึ่งบริษัทฯ สามารถติดต่อบริษัทผู้ผลิตได้โดยตรงในการจัดหาอะไหล่ชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อการซ่อมแซม ดังนั้น จึงมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคฝ่ายบริการตรวจซ่อมบำรุงและนักศึกษาสหกิจที่เข้าร่วมจากสถาบันต่าง ๆ มาบูรณาการการเรียนรู้และนำสู่การปฏิบัติในงานจริง โดยมุ่งเน้นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนปานกลาง เพื่อความเหมาะสมกับระยะเวลาดำเนินงาน

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาการทำงานเครื่องทดสอบเตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนผสมสารละลาย

1.3.2 เพื่อศึกษาการซ่อมบำรุงเครื่องทดสอบเตาไฟฟ้าพร้อมระบบกวนผสมสารละลาย

1.3.3 เพื่อฝึกทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้จากการศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.3.4 เพื่อฝึกทักษะการวิเคราะห์หาจุดเสียหายในระบบเพื่อการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 สามารถเรียนรู้ระบบการผลิตความร้อนด้วยไฟฟ้าให้แก่สารละลายเพื่อการทดสอบทางวิทยาศาสตร์

1.4.2 สามารถเรียนรู้ระบบกวนผสมสารละลายแบบอาศัยสนามแม่เหล็กเพื่อการทดสอบทางวิทยาศาสตร์

1.4.3 สามารถวิเคราะห์หาความเสียหายของเครื่องทดสอบทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.4.4 สามารถให้คำแนะนำการใช้งานที่ถูกต้องและปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีทักษะในการค้นหาความรู้กับเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ประเภทอื่น ๆ ได้ด้วยตัวเองยิ่งขึ้น

1.5.2 มีทักษะในการซ่อมบำรุงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ประเภทอื่น ๆ ได้ด้วยตัวเอง

1.5.3 สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาเพื่อใช้ในการทำงานต่อไปในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฮีตเตอร์ (Heater)

อุปกรณ์ผลิตความร้อนหรือฮีตเตอร์ (Heater) ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายประเภท หลายแบบซึ่งแยกตามการใช้งานให้เหมาะสมต่องาน ฮีตเตอร์ที่นิยมใช้มีหลายแบบ ดังนี้

2.1.1 ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ หรือ Band Heater

ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสามารถให้ความร้อนได้คงที่สม่ำเสมอ และถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวที่อยู่ในท่อได้ดี และในงานฉีดขึ้นรูปพลาสติกชนิดต่าง ๆ โดยมีหลายขนาดที่แตกต่างกัน ฮีตเตอร์รัดท่อให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อ เช่น หัวฉีดพลาสติก และงานฉีดขึ้นรูปพลาสติกต่าง ๆ โดยที่ขนาดที่ต่างกัน ตัวถังฝาปิดด้านนอกจะทำเป็นแผ่นสแตนเลสหรือเหล็ก และสามารถเลือกขนาดพิกัดกำลังให้เหมาะสมกับการใช้งาน

รูปที่ 2.1 ฮีตเตอร์แบบรัดท่อ หรือ Band Heater

2.1.2 ฮีตเตอร์แบบจุ่ม หรือ Immersion Heater

เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่น หม้อต้มน้ำ หรืออุ่นน้ำมันให้กับของเหลวต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับทุกงานอุตสาหกรรมที่มีการอุ่นหรือต้มของเหลว และยังสามารถใช้อุ่นหรือต้มของเหลวที่

มีความเหนียวข้นได้ดี เช่น อุ่นกาวยางมะตอย การติดตั้งฮีตเตอร์สามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังหรือหม้อต้ม แล้วใส่ตัวฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไปได้โดยตรง โดยต้องติดตั้งตัวฮีตเตอร์ให้ขนานกับพื้นถังหรือหม้อต้ม และควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์บางส่วนหรือทั้งหมดโผล่พ้นระดับของเหลวได้ เนื่องจากจะทำให้ส่วนของโลหะที่อยู่เหนือของเหลวนั้นร้อนจัดจนเกินไปเพราะไม่สามารถถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวได้ จึงมีผลทำให้อายุการใช้งานฮีตเตอร์นั้นสั้นลง

รูปที่ 2.2 ฮีตเตอร์แบบจุ่ม หรือ Immersion Heater

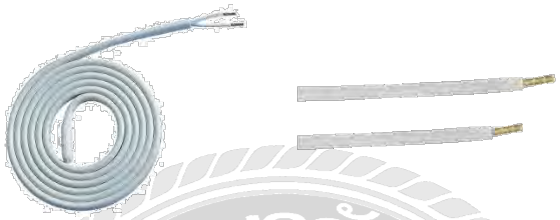
2.1.3 ฮีตเตอร์แบบท่อกลม/ครีบ หรือ Finned Heater

ฮีตเตอร์แบบท่อกลม/ครีบ (Finned Heater) เป็นฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อนกับชิ้นงานโดยหลักการนำพาความร้อน นิยมใช้งานในตู้อบหรืองานที่ต้องการให้ความร้อนกับอากาศภายในห้อง เช่น งานอบชิ้นงานอุตสาหกรรมยานยนต์ งานอบชิ้นส่วนพลาสติก งานอบไม้ งานอบเส้นใยผ้า งานที่ต้องการลดความชื้นในระบบทำความเย็น เป็นต้น

รูปที่ 2.3 ฮีตเตอร์แบบท่อกลม/ครีบ หรือ Finned Heater

2.1.4 ฮีตเตอร์แบบเส้น หรือ Cable Heater

ฮีตเตอร์แบบเส้น เป็นฮีตเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่มีใช้ในภาคอุตสาหกรรมทั่วไป โดยมีลักษณะคล้ายสายไฟฟ้าที่สามารถดัดโค้งงอไปมาได้ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากที่จะนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น หรือติดตั้งตามหลังคาที่พักอาศัยเพื่อทำการละลายน้ำแข็ง และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกหลายประเภท



รูปที่ 2.4 ฮีตเตอร์แบบเส้น หรือ Cable Heater

2.1.5 ฮีตเตอร์แบบอินฟราเรด (Infrared Heater)

ฮีตเตอร์แบบอินฟาเรด (Infared Heater) คือ อุปกรณ์ที่สามารถให้ความร้อนแก่ชิ้นงานโดยวิธีการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งแตกต่างจากฮีตเตอร์ในรูปแบบอื่นๆ จึงเหมาะสำหรับการใช้งานให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ หรืองานอบไล่ความชื้น เช่น ใช้ในงานอบฟิล์มหด งานบรรจุหีบห่อ งานขึ้นรูปพลาสติก งานห่อหุ้มซีลฝาครอบ งานซีลคอขวด หรือใช้ในกระบวนการถนอมอาหาร เป็นต้น อีกทั้งการแผ่รังสีความร้อนยังสามารถควบคุมได้ง่าย ให้ความร้อนที่คงที่และสม่ำเสมอ โดยไม่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองและมลภาวะ

รูปที่ 2.5 ฮีตเตอร์แบบอินฟราเรด (Infrared Heater)

2.1.6 ฮีตเตอร์แบบแผ่น (Strip Heater)

ฮีตเตอร์แบบแผ่น (Strip Heater) คือ อุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นแผ่น เหมาะสำหรับงานให้ความร้อนทั่วไป เช่น เครื่องบรรจุหีบห่อ งานให้ความร้อนกับมีดตัดพลาสติก งานอุ่นภาชนะเครื่องขายเครื่องดื่มร้อนแบบอัตโนมัติ งานเตาอบแบบต่างๆ เป็นต้น

รูปที่ 2.6 ฮีตเตอร์แบบแผ่น (Strip Heater)

2.2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) คือ เซ็นเซอร์วัดหรือตรวจจับระดับอุณหภูมิในบริเวณที่ต้องการ ใช้สังเกตความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่กำหนดไว้กับอุณหภูมิจริงในปัจจุบัน เพื่อควบคุมกระบวนการทำความร้อนและทำความเย็นทางอุตสาหกรรม หรือภายในห้องปฏิบัติการ

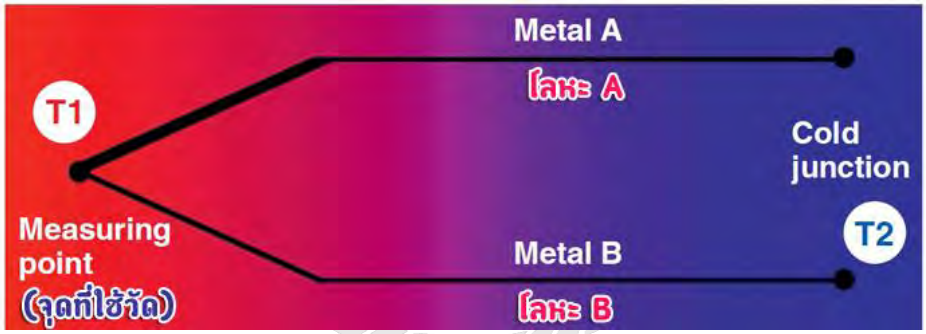
ประเภทของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ในกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม มีหลายประเภทโดยส่วนมากจะเลือกใช้ตามลักษณะของงาน ดังนี้

2.2.1 เซ็นเซอร์แบบเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples Sensor)

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิหรือเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความร้อนหรืออุณหภูมิให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) Thermocouple ประกอบด้วยลวดโลหะตัวนำ 2 ชนิดที่แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม นำมาเชื่อมปลายทั้ง 2 เข้าด้วยกัน โดยเรียกปลายนี้ว่า Measuring point หรือ Hot junction (T1) (จุดวัดอุณหภูมิ) ซึ่งเป็นจุดที่ใช้

วัดอุณหภูมิ และจะมีปลายอีกข้างหนึ่งของลวดโลหะปล่อยว่าง ซึ่งเรียกว่า Cold junction (T2) (จุดอ้างอิง) ซึ่งหากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิง มีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบในปี ค.ศ.1821 โดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน

รูปที่ 2.7 เซ็นเซอร์เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples Sensor)



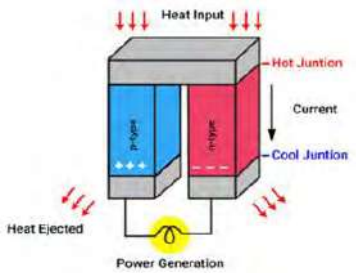
รูปที่ 2.8 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิลทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโลหะ 2 ชนิดที่ว่า เมื่อปลายลวดโลหะหรือโลหะผสม 2 ชิ้นที่ไม่เหมือนกันเชื่อมติดกัน ถ้าอุณหภูมิที่ปลายลวดด้านที่เชื่อมกัน แตกต่างกับปลายลวดด้านที่เหลือ จะเกิดความต่างศักดิ์ไฟฟ้าเกิดขึ้น มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์ (μV) หรือ มิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck Effect ตามชื่อ Mr. Thomas Johann Seebeck ซึ่งเป็นผู้ค้นพบปรากฏการณ์นี้

รูปที่ 2.9 ภาพ Mr.Thmas Johann Seebeck
นักฟิสิกส์ชาวเยอร์มันผู้ค้นพบ Seebeck Effect ในปี ค.ศ.1821

รูปที่ 2.10 ปรากฏการณ์ Seebeck Effect

ระบบพลังงานย้อนกลับของ Seebeck Effect คือ เมื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าไปในวงจรเทอร์โมคัปเปิล จะทำให้เกิดอุณหภูมิที่เย็นที่ Cold Junction และอุณหภูมิสูงขึ้นที่ Hot Junction เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “Peltier Effect”



รูปที่ 2.11 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ “Peltier Effect”

2.2.2 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) มีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิด เช่น Type K, Type J, Type R ฯลฯ ทำจากลวดโลหะวัสดุคนละประเภทแตกต่างกัน จึงมีช่วงวัดระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันด้วย เทอร์โมคัปเปิลแบ่งออกได้เป็น 8 ชนิด โดยเรียกว่า Type ตัวอย่างเช่น เทอร์โมคัปเปิล Type k, เทอร์โมคัปเปิล Type J, Type N เป็นต้น ดังแสดงในตารางแสดงค่าความต่างศักดิ์ไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล ดังต่อไปนี้

ตารางที่2.1 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล

Type	ชนิดลวดเทอร์โมคัปเปิล	ค่าความผิดพลาดตามมาตราฐานของ	ช่วงวัดอุณหภูมิ (°C)	ค่าความผิดพลาด (°C)
K	NiCr-NiAl (NiCr-Ni) นิกเกิลโครเมียม-นิกเกิลอลูมิเนียม (นิกเกิลโครเนียม-นิกเกิล)	IEC 60584 Part 2	-40 - +1,000	±1.5
N	NiCrSi-NiSi นิกเกิลโครเมียมซิลิกอน-นิกเกิล ซิลิกอน	ASTM E230	0 - +1,260	±1.1
J	Fe-CuNi ไอรอน-คอปเปอร์นิกเกิล	IEC 60584 Part 2	-40 - +750	±1.5
E	NiCr-CuNi นิกเกิลโครเมียม-คอปเปอร์นิกเกิล	ASTM E230	-40 - +870	±1.0
T	Cu-CuNi คอปเปอร์-คอปเปอร์นิกเกิล	IEC 60584 Part 2	-40 - +350	±1.0
R	Pt13% Rh-Pt แพลทินัม 13% โรเดียม-แพลทินัม	IEC 60584 Part 2	0 - +1,600	±1.0
S	Pt10% Rh-Pt แพลทินัม 10% โรเดียม - แพลทินัม	ASTM E230	0 - +1,480	±0.6
B	Pt30% Rh-Pt6% Rh แพลทินัม 30%โรเดียม-แพลทินัม 6% โรเดียม	IEC 60584 Part 2	600 - +1,700	±4.0

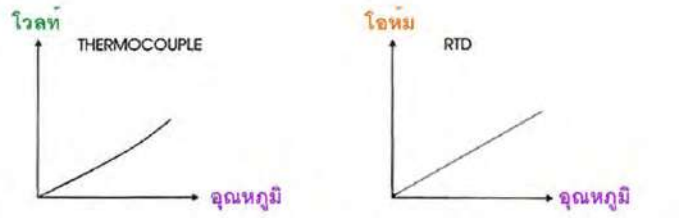
2.2.3 เซ็นเซอร์ RTD (Resistance Temperature Detectors)

RTD ย่อมาจาก Resistance Temperature Detectors คือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแปรผันตามความต้านทาน โดยที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปตามระดับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

และมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบ PRT ซึ่งย่อมาจาก Platinum Resistance Thermometers (Pt) คือเซนเซอร์วัดอุณหภูมิประเภทความต้านทานซึ่งแปรผันตามอุณหภูมิเช่นกัน ซึ่งใช้ลวดความต้านทานเป็นวัสดุ Platinum เช่น Pt 100 โอห์ม, Pt 500 โอห์ม และ Pt 1,000 โอห์ม ซึ่งจะมีค่าความต้านของหัววัดที่ 0 องศาเซลเซียส เป็น 100 โอห์ม, 500 โอห์ม และ 1,000 โอห์ม ตามลำดับ โดย Pt 500 โอห์ม จะวัดได้ละเอียดกว่า Pt 100 โอห์ม และ Pt 1,000 โอห์ม จะวัดได้ละเอียดกว่า Pt 500 โอห์ม

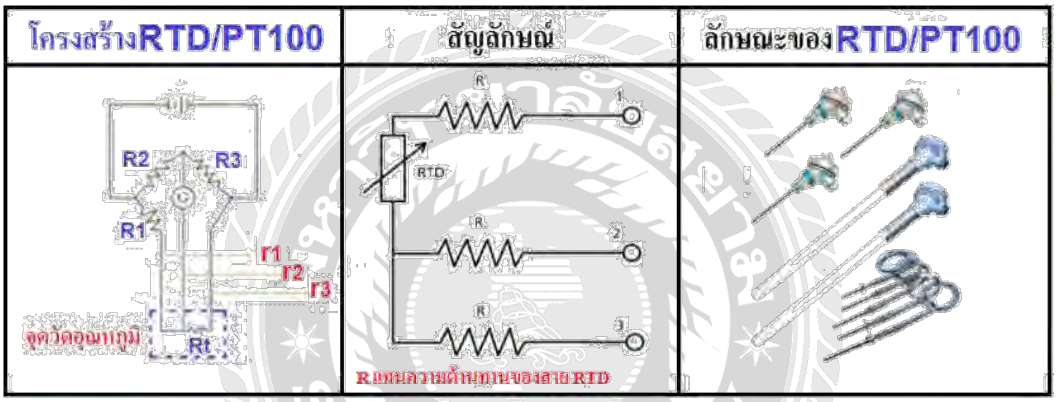
รูปที่ 2.12 ประเภทเซ็นเซอร์ RTD แบบต่างๆ

หัววัดอุณหภูมิแบบ Pt 100 คือ หัววัดอุณหภูมิแบบความต้านทานของลวด Platinum ข้างในเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิตามมาตรฐานของ IEC 751 หรือ ITS-90 ซึ่งหัววัด RTD Pt 100 วัดได้ละเอียด และแม่นยำกว่าเทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 2.13 การเปรียบเทียบระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิล

หลักการทำงานของ RTD/PT100 วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของลวดโลหะ ซึ่งที่ 0 องศาเซลเซียส จะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งตามที่กำหนด เช่น RTD/PT100 จะมีค่า 0 องศาเซลเซียส ที่ 100 โอห์ม โดยลวดโลหะนี้จะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้า มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน แกนสำหรับพันเส้นลวดส่วนใหญ่ทำมาจากแพลตทินัมที่เคลือบด้วยเซรามิค ขดลวดนี้ต้องสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน เพราะเมื่อขดลวดได้รับความร้อนจะขยายตัวและเมื่อเย็นลงจะหดตัว โดยแกนที่ใช้พันขดลวดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงและสัมพันธ์กับการขยายตัวของเส้นลวด



รูปที่ 2.14 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ RTD/PT100 แบบ 3 สาย

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

R_t = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ t °C

R_0 = ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ 0 °C

α = สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 1°C

รูปที่ 2.15 สูตรสมการและความหมายของ RTD

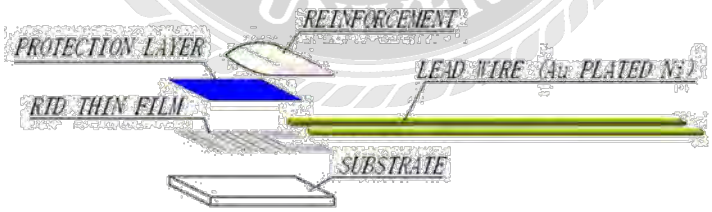
โดยค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของโลหะแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น แพลตทินัม (Platinum) จะมีค่าเท่ากับ 0.003926 โอห์ม/องศาเซลเซียส จากย่านอุณหภูมิ 0

องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส, นิกเกิล (Nickel) = 0.00672 โอห์ม/องศาเซลเซียส, ทองแดง (Copper) = 0.00427 โอห์ม/องศาเซลเซียส) เป็นต้น อาร์ทีดี RTD/PT100 ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้วัสดุที่ทำมาจากแพลตทินัม (Platinum) เนื่องจากมีความเที่ยงตรง (Precision) และมีความเป็นเชิงเส้น (Linearity) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น

เซ็นเซอร์อุณหภูมิ ชนิด RTD/PT100 สามารถวัดย่านอุณหภูมิที่ติดลบได้ดี (Class B -200 องศาเซลเซียส ถึง 600 องศาเซลเซียส) จึงเหมาะสมกับการนำไปใช้กับงานที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำสูง เช่น อุตสาหกรรมอาหารและยา พลาสติก เป็นต้น โดยสามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับเครื่องแสดงผลระดับอุณหภูมิ (Temperature Indicator) เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Recorder) หรือ PLC เป็นต้น เพื่อแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิในระบบต่อไป

ชนิดเซ็นเซอร์ RTD (Resistance Temperature Detectors)

2.2.3.1 เซ็นเซอร์ RTD ชนิดแผ่นฟิลม์บาง (Thin-Film Elements) มีส่วนวัดอุณหภูมิที่ประกอบจากวัสดุแผ่นบางที่มีค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยปกติมักเป็นแพลทินัมวางบนแผ่นเซรามิค ซึ่งโดยทั่วไปจะมีความหนาอยู่ที่ประมาณ 100 อังสตรอม (1 ถึง 10 นาโนเมตร) จากนั้นแผ่นฟิล์มบางจะถูกเคลือบด้วยอีพ็อกซี (Epoxy) เพื่อปกป้องตัวฟิล์มและเป็นตัวช่วยลดความเครียด (Strain) ให้กับลวดโลหะภายนอก



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบเซนเซอร์ RTD ชนิดแผ่นฟิล์มบาง (Thin-Film Elements)

ข้อเสียของเซ็นเซอร์ RTD ชนิดแผ่นฟิล์มบาง (Thin-Film Elements) คือ มีความเสถียรไม่เท่ากับชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements) หรือชนิดขดลวด (Coiled Elements) อีกทั้งยัง

สามารถใช้วัดอุณหภูมิได้ในช่วงที่จำกัด เนื่องจากอัตราการขยายตัวที่ต่างกันของวัสดุที่มีความต้านทานไฟฟ้าและแผ่นรองจะก่อให้เกิด Strain Gauge Effect ซึ่งสามารถพบได้ในสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานไฟฟ้า

ไส้ของเซนเซอร์ RTD นี้สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 300 องศาเซลเซียส (572 องศาฟาเรนไฮต์) โดยไม่ต้องมีวัสดุใดๆ มาห่อหุ้มภายนอกเพิ่มเติม แต่จะสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงสุด 600 องศาเซลเซียส (1,112 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อถูกห่อหุ้มด้วยแก้วหรือเซรามิคและสำหรับอาร์ทีดีชนิดอุณหภูมิสูงพิเศษจะสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงสุดถึง 900 องศาเซลเซียส (1,652 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่เหมาะสม

2.2.3.2 เซ็นเซอร์ RTD ชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements) เป็นเซ็นเซอร์ RTD ชนิดที่มีความแม่นยำสูงมาก โดยเฉพาะกับช่วงอุณหภูมิที่กว้าง ด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดที่เอื้อต่อการเกิดเสถียรภาพเชิงกลและการขยายตัวของลวด เพื่อลดความเครียดและค่าดริฟท์ที่จะเกิดขึ้น

รูปที่ 2.17 ส่วนประกอบเซ็นเซอร์ RTD ชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements)

ทั้งนี้ขดลวดที่ใช้วัดอุณหภูมิจะพันรอบแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้าซึ่งอาจมีรูปร่างของแกนแบบแบนหรือแบบกลมก็ได้ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของแกนจะต้องใกล้เคียงและสัมพันธ์กับลวด เพื่อลดความเครียดเชิงกลที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความเครียดจะเป็นตัวที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดความต้านทานได้ ลวดที่ใช้วัดอุณหภูมิจะเชื่อมต่อกับสายไฟที่มีขนาดเส้นใหญ่กว่าซึ่งมักเป็นลวดที่มีองค์ประกอบตะกั่วที่มีความเข้ากันได้กับลวดที่ใช้วัดอุณหภูมิ เพื่อไม่ให้เกิดแรงเคลื่อนทางไฟฟ้าขึ้น แล้วส่งผลต่อการวัดค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง สำหรับเซ็นเซอร์ RTD ชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements) นี้สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงสุด 660 องศาเซลเซียส

2.2.3.3 เซนเซอร์ RTD ชนิดขดลวด (Coiled Elements) เซ็นเซอร์ RTD ชนิดนี้เป็นส่วนหนึ่งในเครื่องมือวัดด้านอุณหภูมิ เป็นชนิดที่ถูกนำมาใช้งานแทนชนิดลวดพันรอบแกน (Wire-Wound Elements) ในอุตสาหกรรมจำนวนมาก ด้วยลักษณะทางโครงสร้างที่เป็นขดลวดซึ่งสามารถขยายตัวได้ดีอย่างอิสระตามระดับอุณหภูมิ ถูกยึดด้วยโครงสร้างที่ช่วยให้ขดลวดสามารถคงรูปร่างได้ตลอด ที่สำคัญ คือ การออกแบบที่สร้างให้ปราศจากความเครียด (Strain Free) ช่วยให้ขดลวดวัดอุณหภูมิสามารถขยายตัวและหดตัวได้โดยปราศจากอิทธิพลของวัสดุอื่นๆ ทำให้มีความทนทานมากขึ้น

รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบเซนเซอร์ RTD ชนิดขดลวด (Coiled Elements)

โครงสร้างที่สำคัญที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิ คือ ขดลวดแพลทินัมขนาดเล็ก ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับไส้ในหลอดไส้ (Incandescent Light Bulb) สำหรับปลอกหุ้มหรือแกนจะเป็นวัสดุเซรามิคเผาที่มีความแข็งก่อนจะเจาะรูเพื่อให้เกิดช่องว่างเพื่อนำขดลวดใส่เข้าไป แล้วอัดด้วยผงเซรามิคละเอียด

ด้วยลักษณะทางโครงสร้างเซ็นเซอร์ RTD ชนิดขดลวด (Coiled Elements) เช่นนี้เองที่เอื้อต่อการขยับของตัวไส้ ในขณะเดียวกันก็ยังคงสามารถสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต้องการวัดในกระบวนการได้เป็นอย่างดี อาร์ทีดีชนิดนี้สามารถทำงานวัดอุณหภูมิได้สูงสุดที่ 850 องศาเซลเซียส โดยในปัจจุบันมาตรฐานนานาชาติที่ใช้กำหนดค่าพิกัด (Tolerance) และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานไฟฟ้าของ Platinum Resistance Thermometers (PRT) คือมาตรฐาน ICE 60751:2008 และมาตรฐาน ASTM E1137 ซึ่งใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา

โดยเครื่องมือวัดด้านอุณหภูมิ ตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่สามารถพบเจอได้มากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ที่ 100 โอห์ม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเรียกว่าเซ็นเซอร์ Pt100 (Pt แทนสัญลักษณ์ของแพลทินัม และ 100 แทนค่าความต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ยังมีเซ็นเซอร์ Pt1,000 ซึ่งตัวเลข 1,000 จะแทนค่าความต้านทานไฟฟ้าที่

อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ขณะที่ค่าความไว (Sensitivity) ของเซ็นเซอร์มาตรฐาน 100 โอห์มจะอยู่ที่ 0.385 โอห์ม/องศาเซลเซียส ค่าความไว 0.375 และ 0.392 โอห์ม/องศาเซลเซียส หรือกระทั่งค่าอื่นๆ ก็สามารถพบได้ใน RTD ที่มีความหลากหลายแตกต่างกันได้เช่นกัน

2.3 มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส (Single Phase Motor AC)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง มอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์ (Stator) และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือเรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆ แกนเหล็กสเตเตอร์เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวด และการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปตัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดกรงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่แกนเหล็กสเตเตอร์ จึงทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดพลังงานกลสามารถนำไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้

2.3.1 ชนิดมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

2.3.1.1 คาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)

รูปที่ 2.19 คาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)

คาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ที่มีลักษณะคล้ายกับสปริทเฟสมอเตอร์มาก ต่างกันตรงที่มีตัวคาปาซิสเตอร์เพิ่มเติมขึ้นมา ทำให้มอเตอร์แบบนี้มีคุณสมบัติสูงกว่าสปริทเฟสมอเตอร์ คือ มีแรงบิดขณะสตาร์ทที่สูง ใช้กระแสขณะสตาร์ทน้อย มอเตอร์ชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ 1/20 แรงม้าถึง 10 แรงม้า มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานเกี่ยวกับปั๊มน้ำ เครื่องอัดลม ตู้แช่ ตู้เย็น เป็นต้น ชนิดของคาปาซิสเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

ก) สตาร์ทคาปาซิสเตอร์ (Start Capacitors) ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มทอร์คหรือแรงบิดขณะมอเตอร์เริ่มหมุน ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อย่างรวดเร็ว คาปาซิสเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรจนมอเตอร์มีความเร็วรอบ 75% ของความเร็วรอบสูงสุด จากนั้นจะมีสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ตัดตัวคาปาซิสเตอร์ออกจากวงจร ตัวเก็บประจุแบบนี้มีพิกัดแรงดัน $125V_{AC}$, $250V_{AC}$, $300V_{AC}$, และ $450V_{AC}$ วัสดุที่ใช้ทำฉนวนไดอิเล็กทริกข้างในของตัวคาปาซิสเตอร์ชนิดนี้เป็นพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP), โพลีเอสเตอร์ (Polyester) และเป็นชนิดอิเล็กโทรไลต์แบบไม่มีขั้ว คุณสมบัติของคาปาซิสเตอร์ชนิดนี้คือ มีค่าความสูญเสียที่ต่ำ เสถียรคงตัวสูง สัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำ

รูปที่ 2.20 สตาร์ทคาปาซิสเตอร์ (Start Capacitors)

ข) รันคาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Motor Run Capacitor) เป็นมอเตอร์ที่ต่อรันคาปาซิสเตอร์เพื่อเพิ่มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้กับขดลวดเสริม (Auxiliary Coil) คาปาซิสเตอร์จะต่ออยู่ในวงจรตลอดเวลาเพื่อปรับกระแสและเลื่อนมุมเฟส ทำให้ได้แรงบิดสูงขึ้นและประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ดีขึ้น รันคาปาซิเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงบิดขณะมอเตอร์เริ่มหมุนและทำงานต่อเนื่องตลอดการเดินงาน วัสดุที่ใช้ทำฉนวนข้างในตัวเก็บประจุเป็นพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) มีพิกัดแรงดันไฟฟ้า $370V_{AC}$, $450V_{AC}$ เป็นต้น

รูปที่ 2.21 3uF 450VAC Run Capacitor

รูปที่ 2.22 5uF 450VAC Run Capacitor

ค) ดูอัลรันคาปาซิสเตอร์ (Dual Run Capacitor) มีคาปาซิสเตอร์ 2 ค่าภายในคาปาซิสเตอร์ 1 ตัว ทำให้ประหยัดพื้นที่และสะดวกในการใช้งาน ตัวคาปาซิสเตอร์ชนิดนี้ใช้กับงานบางกรณี ยกตัวอย่าง เช่น เครื่องทำความเย็นในส่วนของคอมเพรสเซอร์ ใช้คาปาซิเตอร์ ชุดที่ 1 ต่อเข้ากับวงจรการสตาร์ท และใช้คาปาซิสเตอร์ตัวที่ 2 ต่อกับวงจรการรันของคอมเพรสเซอร์

รูปที่ 2.23 ดูอัลรันคาปาซิสเตอร์ (Dual Run Capacitor)

2.3.1.2 สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase Motor)

รูปที่ 2.24 สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase Motor)

สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเฟสเดียว มีขนาดแรงม้าตั้งแต่ 1/4 แรงม้า, 1/3 แรงม้า, 1/2 แรงม้า และมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า บางที่นิยมเรียกสปลิทเฟสมอเตอร์นี้ว่า อินดักชั่นมอเตอร์ (Induction Motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก เครื่องซักผ้า เป็นต้น

หลักการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดรัน (Run Coil) และขดลวดสตาร์ท (Start Coil) ที่วางทำมุมกัน 90 องศาทางไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุน (Rotating Magnetic Field) ไปเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลในขดลวดกรงกระรอก (Squirrel Cage Winding) กระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะสร้างสนามแม่เหล็กไปผลักกับสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ เกิดเป็นแรงบิดที่โรเตอร์ให้หมุน และเมื่อโรเตอร์หมุนด้วยความเร็ว 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัด สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะตัดวงจรขดลวดสตาร์ทออกจากวงจร ดังนั้นขดลวดสตาร์ทจะทำงานเฉพาะตอนสตาร์ทเท่านั้น ส่วนขดรันจะทำงานตลอดตั้งแต่เริ่มเดินมอเตอร์จนหยุดหมุน เมื่อจะนำมอเตอร์นี้ไปใช้งานต้องให้หมุนตัวเปล่าก่อนแล้วจึงจะต่อโหลด เพราะมอเตอร์ชนิดนี้จะมีแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของสปลิทเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) มีดังนี้

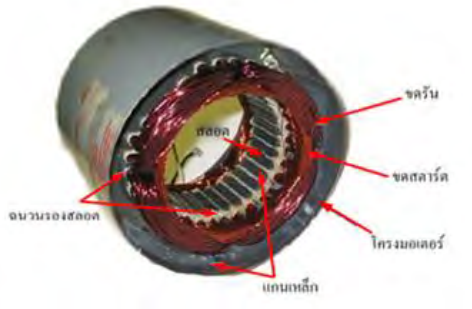
ก) โรเตอร์ (Rotor) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ (Laminated) อัดซ้อนกันเป็นแกน และมีเพลาร้อยทะลุเหล็กบางๆ เพื่อยึดให้แน่น รอบโรเตอร์มีร่องไปตามทางยาว ในร่องจะมีทองแดงหรืออลูมิเนียมเส้นขนาดใหญ่ฝังอยู่โดยรอบ ปลายของทองแดงหรืออลูมิเนียมจะเชื่อมติดอยู่กับวงแหวนทองแดงหรืออลูมิเนียม ซึ่งมีลักษณะคล้ายกรงกระรอก จึงเรียกชื่อว่าโรเตอร์แบบนี้ว่า Squirrel Cage Rotor

รูปที่ 2.25 โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor)

ข) สเตเตอร์ (Stator) หรือเรียกว่า โครงสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆ และมีร่องไว้ใส่ขดลวด เรียกว่า ช่องสล๊อต (Slot) ถูกอัดเป็นปึกแผ่นอยู่ภายในกรอบโครง (Frame) ซึ่งเฟรมนั้นจะทำมาจากเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือเหล็กเหนียว (Steel) ที่สเตเตอร์ของสปลิทเฟสมอเตอร์จะมีขดลวดพันอยู่ 2 ชุด คือ

1. ขดลวดรันหรือขดลวดเมน (Running Winding หรือ Main Winding) พันด้วยลวดเส้นใหญ่จำนวนรอบมาก ขดลวดรันนี้จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเริ่มสตาร์ทหรือทำงานปกติ

2. ขดสตาร์ต (Starting Winding) พันด้วยลวดเส้นเล็กและจำนวนรอบน้อยกว่าขดลวดรัน ขดลวดสตาร์ทจะต่ออนุกรมอยู่กับสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง แล้วจึงนำไปต่อขนานกับขดลวดรัน ขดลวดสตาร์ทมีไว้เพื่อเริ่มหมุนมอเตอร์ตอนสตาร์ท



รูปที่ 2.26 สเตเตอร์ของสปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase Motor)

3. ฝาครอบหัวท้ายมอเตอร์ ส่วนใหญ่ทำมาจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว ทั้งสองข้างจะถูกยึดด้วยสลักเกลียวให้แน่นและมีตลับลูกปืน (Ball Bearing) สำหรับรองรับเพลาในการหมุนของโรเตอร์ให้ตรงแนวศูนย์กลาง ไม่เกิดการเสียดสีกับสเตเตอร์ และที่ฝาปิดอีกด้านหนึ่งจะมีส่วนประกอบของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่ติดอยู่

รูปที่ 2.27 ฝาปิดหัวท้าย (End Plate)

4. สวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Switch) ทำหน้าที่ตัดวงจรขดลวดสตาร์ทหรือบางที่เรียกว่าสวิตช์ตัดวงจรสตาร์ท สวิตช์แรงเหวี่ยงนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (Stationary Part) จะประกอบติดอยู่กับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนของหน้าสัมผัสหรือหน้าทองขาวอยู่ 2 อัน และส่วนที่หมุน (Rotating Part) ส่วนนี้จะติดอยู่กับเพลาของโรเตอร์

การทำงานของสวิตช์หนีศูนย์กลางเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัดของมอเตอร์ จะทำให้ส่วนที่ติดอยู่กับแกนเพลาของโรเตอร์ผลักดันส่วนที่ติดตั้งอยู่กับฝาของมอเตอร์ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันและตัดวงจรขดลวดสตาร์อย่างอัตโนมัติ

รูปที่ 2.28 สวิตช์แรงเหวี่ยง (Centrifugal Switch)

2.3.1.3 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

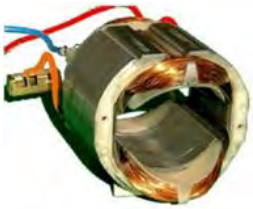
ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก แต่ให้ความเร็วรอบที่สูงมากในขณะที่รับตัวเปล่า หรือที่มีโหลดต่างๆ และความเร็วจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีโหลดเพิ่มขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้ส่วนมากจะประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เครื่องมือช่าง จักรเย็บผ้าขนาดเล็ก และอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนอื่นๆ

รูปที่ 2.29 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

การทำงานยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์และขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่ออนุกรมกัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าจะเกิดขั้วแม่เหล็กขึ้นที่ตัวอาร์เมเจอร์และที่ขั้วสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดแรงผลักกันทำให้มอเตอร์หมุนไปได้

ส่วนประกอบของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ ที่สำคัญๆ ดังนี้

1. ขั้วแม่เหล็กสเตเตอร์ ซึ่งเป็นขั้วแม่เหล็กแบบยื่น (Salient Pole) ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดเรียงกันและยึดด้วยหมุดย้ำ ส่วนมากจะทำเป็นชนิด 2 ขั้ว ที่แกนเหล็กสเตเตอร์มีขดลวดทองแดงพันไว้เพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดนี้



รูปที่ 2.30 แกนเหล็กสเตเตอร์

2. ขดลวดอาร์เมเจอร์ เป็นส่วนที่หมุน ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดเรียงติดกันแน่นเข้ากับเพลา และที่ผิวด้านนอกจะทำเป็นร่องสล๊อตไปตามทางยาวไว้โดยรอบ อาจเป็นแบบสล๊อดแนวตรงหรือสล๊อดแนวเฉียงก็ได้ และที่ปลายด้านหนึ่งจะมีชุดคอมมิวเตเตอร์ติดตั้งอยู่ ส่วนภายในสล๊อตของอาร์เมเจอร์จะพันไว้ด้วยขดลวดทองแดงและปลายของขดลวดจะต่อเข้ากับซี่ของคอมมิวเตเตอร์

รูปที่ 2.31 ขดลวดอาร์เมเจอร์

3. คอมมิวเตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าที่มาจากแปรงถ่านเข้าไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยทองแดงหลายๆ ซี่วางเรียงเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก และมีฉนวนไฟฟ้าไมก้าคั่นระหว่างทองแดงแต่ละซี่

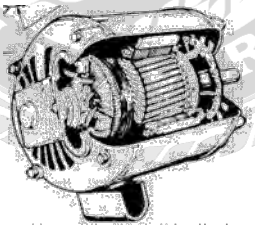
รูปที่ 2.32 คอมมิวเตเตอร์

4. แปรงถ่าน ทำจากผงกราไฟต์ มีหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกเข้าสู่คอมมิวเตเตอร์ แปรงถ่านนี้จะบรรจุอยู่ในซองแปรงถ่านอย่างเหมาะสม

รูปที่ 2.33 แปรงถ่านของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

2.3.1.4 รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)

รีพัลชั่นมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับซีรี่ส์ดีซีมอเตอร์ คือ มีแรงบิดในขณะตอนสตาร์ทที่สูง ปรับความเร็วรอบได้ด้วยเอง และสามารถสร้างความเร็วรอบได้สูงมากในขณะไม่มีโหลด ดังนั้น มอเตอร์ชนิดนี้จึงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการแรงบิดเริ่มเดินสูง และยังสามารถต่อโหลดร่วมกับมอเตอร์ขณะเริ่มเดินได้ตลอดเวลา



รูปที่ 2.34 รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)

หลักการทำงานของรีพัลชั่นมอเตอร์ เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสผ่านขดลวดที่สเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์นี้จะไปเหนี่ยวนำกับตัวนำของโรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำและกระแสไหลในตัวนำโรเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำโรเตอร์จะไปสร้างสนามเหล็กขึ้นมาสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็กของสเตเตอร์ ในขณะที่แปรงถ่านวางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนคอมมิวเต

เตอร์ และขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ทำมุมกับขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ที่อยู่ใกล้กัน 15 องศามีทิศทางเหมือนกันจะเกิดแรงบิดขึ้นมา ทำให้โรเตอร์หมุนไปได้ การที่มอเตอร์หมุนไปได้เพราะแรงผลักดันกันระหว่างขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์และสเตเตอร์ จึงเรียกมอเตอร์แบบนี้ว่า รีพัลชั่นมอเตอร์ มอเตอร์จะหมุนได้ก็ต่อเมื่อเลื่อนตำแหน่งของแปรงถ่านทำมุมกับแนวแกนของขั้วแม่เหล็ก N และ S ของสเตเตอร์ที่มากกว่า 0 องศา แต่ไม่ถึง 90 องศา ตำแหน่งของแปรงถ่านถ้าเอียงไปในทิศทางใด มอเตอร์ก็จะหมุนไปตามทิศทางที่ตำแหน่งแปรงถ่านนั้นเลื่อนไป การที่แปรงถ่านเลื่อนบนคอมมิวเตเตอร์ไปเรื่อยๆ ยังทำให้ความเร็วของมอตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามการเลื่อนตำแหน่งของแปรงถ่านนั้นด้วย

ส่วนประกอบรีพัลชั่นมอเตอร์ ที่สำคัญๆ ดังนี้

รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบต่าง ๆ รีพัลชั่นมอเตอร์

1. โครง วัสดุที่ใช้นำมาทำโครงมอเตอร์ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว เพราะทำให้มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นสูง โดยทั่วไปหน้าที่ของโครงจะเป็นที่ยึดแกนเหล็กสเตเตอร์

2. แกนเหล็กสเตเตอร์ ทำมาจากแผ่นเหล็กบางลามิเนทแล้วนำมาอัดซ้อนกัน โดยทำการเซาะร่องไว้ สำหรับพันขดลวดชุดเมน ซึ่งเหมือนกับขดลวดเมนของสปลิตเฟสมอเตอร์

3. แกนเหล็กโรเตอร์ ทำมาจากแผ่นเหล็กบางลามิเนทอัดซ้อนกัน ตรงกลางเจาะรูเพื่อสอดเพลา บริเวณผิวด้านนอกเซาะเป็นร่องเพื่อวางขดลวด และมีคอมมิวเตเตอร์ติดตั้งอยู่ที่ท้ายตัวโรเตอร์ โรเตอร์นี้เรียกว่า อาร์เมเจอร์ ขดลวดที่พันในร่องเรียกว่า ขดลวดอาร์เมเจอร์ และปลายขดลวดเหล่านี้จะถูกต่อเข้ากับซี่คอมมิวเตเตอร์

4. ฝาครอบ ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว ที่ฝาครอบมีแบริ่งติดตั้งอยู่เพื่อมีไว้สำหรับรองรับเพลาของโรเตอร์

5. แปรงถ่าน ทำมาจากกราไฟต์ แปรงถ่านจะถูกบรรจุอยู่ในซองแปรงถ่าน ซึ่งมีสปริงเป็นตัวดันแปรงถ่านให้สัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลา แปรงถ่านเหล่านี้จะต่อเข้าด้วยกัน แปรงถ่านสามารถเลื่อนไปบนคอมมิวเตเตอร์ในแนวรัศมีได้ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้ควบคุมทิศทางการหมุนและความเร็วรอบได้ตามที่ต้องการ

6. แบริ่ง มีไว้เพื่อที่จะรองรับเพลาไม่ให้ผิวรอบโรเตอร์ได้สัมผัสกับสเตเตอร์ ซึ่งมีทั้งแบบปลอก (Sleeve Bearing) หรือแบบเม็ดลูกปืน (Ball Bearing)

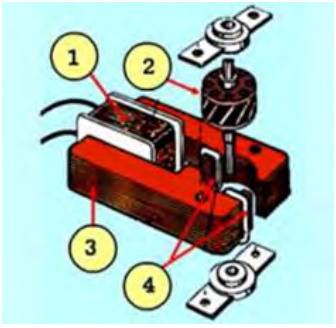
2.3.1.5 เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)

เช็ดเดดโพลมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส มีขนาดเล็กที่สุด มีแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ นำไปใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น ไดร์เป่าผม พัดลมระบายความร้อนขนาดเล็ก

การทำงานของเช็ดเดดโพลมอเตอร์ จะอาศัยขดลวดช่วยหมุนคือลวดทองแดงเส้นใหญ่ที่พันอยู่กับขั้วสนามแม่เหล็ก เรียกว่า เช็คเดด (Shaded Coil) หรือขดลวดช่วยหมุน (Auxiliary Winding) เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านโรเตอร์ของมอเตอร์ และมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งที่ผ่านขดลวดเช็ดเดด ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กบิดเบี้ยวไป การบิดเบี้ยวไปนี้ทำให้เกิดแรงบิดหมุนขนาดเล็กทำให้มอเตอร์หมุนออกตัวได้

รูปที่ 2.36 เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)

ส่วนประกอบเช็ดเดดโพลมอเตอร์ ที่สำคัญมีดังนี้



รูปที่ 2.37 ส่วนประกอบเช็ดเดดโพลมอเตอร์

1. ขดลวดสนามแม่เหล็ก จะพันอยู่รอบๆ แกนของตัวสเตเตอร์

2. โรเตอร์ (ตัวหมุน) มีลักษณะเป็นโรเตอร์แบบกรงกระรอก

3. สเตเตอร์ เป็นแผ่นเหล็กบางวางอัดซ้อนกัน บริเวณขั้วสนามแม่เหล็กแต่ละด้านแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เล็กกว่าจะมีวงแหวนทองแดงพันอยู่รอบๆ

4. วงแหวนทองแดง (Shaded Coil) หรือขดลวดช่วยหมุน (Auxiliary Winding)

2.4 โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric Sensor)

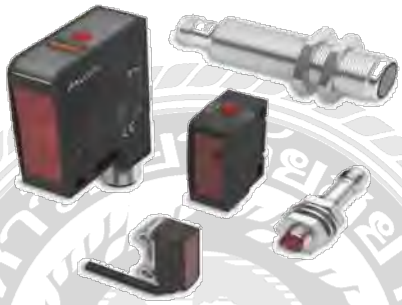
โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซ็นเซอร์เหล่านี้ทำงานโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่เป็นการอาศัยหลักการส่งแสงและรับแสง โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสงส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้น และเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

เซ็นเซอร์ประเภทนี้โดยทั่วไปจะมีระยะการตรวจจับที่ 0–200 เมตร เป็นเซ็นเซอร์ที่เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับ และงานที่ไม่ต้องการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่จะไม่เหมาะกับการ

ติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นละอองจำนวนมาก หรืองานที่มีสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากจะทำให้ระยะในการตรวจจับและความแม่นยำในการตรวจจับลดลง

โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ แบ่งตามลักษณะการตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้งตัวรับแสงและตัวส่งแสงได้ 3 ประเภท ดังนี้

2.4.1 ประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse Reflective Optical Sensor)



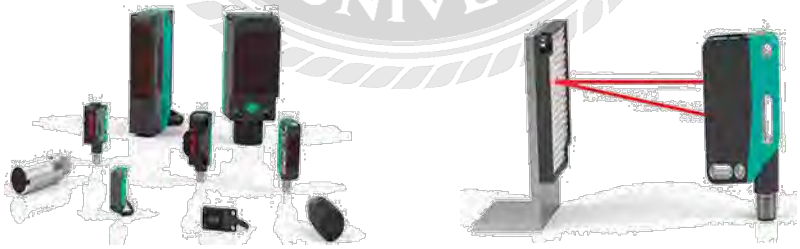
รูปที่ 2.38 ประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse Reflective Optical Sensor)

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประเภทตรวจจับโดยตรงประเภทนี้ ตัวส่งแสงและตัวรับแสงติดตั้งรวมอยู่ภายในตัวเดียวกัน ใช้ตรวจจับโดยการสะท้อนลำแสงโดยตรงกับตัววัตถุ และใช้วัตถุนั้นเป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับแสงโดยไม่ต้องมีการปรับแต่งทิศทางลำแสง มีระยะการตรวจจับใกล้ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอื่นๆ มีระยะการตรวจจับไกลประมาณ 1 เมตร เซนเซอร์ประเภทนี้นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีความสะดวกและง่ายในการติดตั้ง ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย ราคาถูก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เพราะมีทั้งตัวส่งและตัวรับอยู่ในตัวเดียวกัน สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น วัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวด้าน หรือดูดกลืนแสง หรือวัตถุที่โปร่งแสง เหมาะสำหรับการตรวจจับวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวเรียบ เป็นมันวาวและทึบแสง ระยะการตรวจจับขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ เช่น สีและความเรียบมันของวัตถุ โดยระยะการตรวจจับจะลดลงอย่างมากถ้าเป็นวัตถุสีดำ

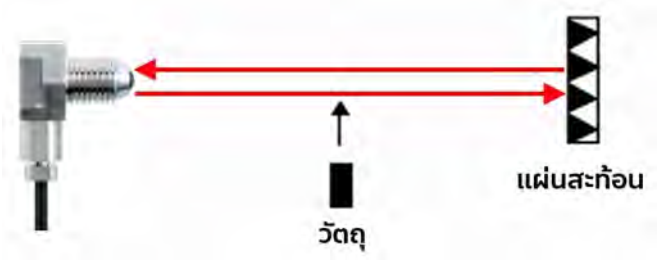
รูปที่2.39 เซนเซอร์ประเภทตรวจจับโดยตรง

2.4.2 ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (Retro Reflective Optical Sensor)

เซนเซอร์ชนิดใช้ลำแสงสะท้อนกลับ ตัวส่งแสงและตัวรับแสงติดตั้งรวมอยู่ภายในตัวเดียวกัน เช่นเดียวกับแบบตรวจจับโดยตรง ต่างกันที่เซนเซอร์ประเภทนี้ต้องใช้งานร่วมกับแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้น มีผลทำให้ระยะทางในการตรวจจับเพิ่มมากขึ้นด้วย มีระยะการตรวจจับประมาณ 3-10 เมตร ข้อดีของเซนเซอร์ใช้แสงประเภทนี้ คือ การปรับแต่งทิศทางลำแสงทำได้ง่าย ติดตั้งง่าย มีระยะการตรวจจับปานกลาง การตรวจจับและระยะการตรวจจับไม่ขึ้นกับสีของวัตถุ แต่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีผิวมันเงาและโปร่งแสงได้ เหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่ดูดกลืนแสงและไม่สามารถสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ หรืออาจใช้กับวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวขรุขระก็ได้เช่นกัน



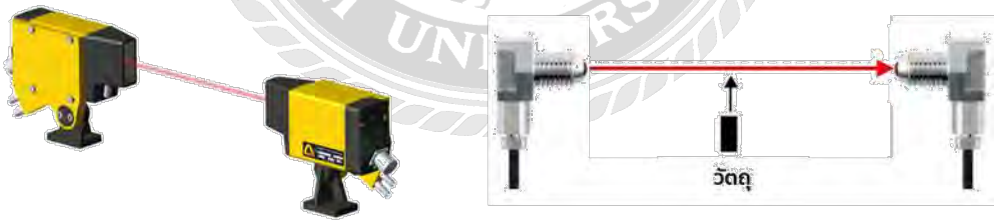
รูปที่ 2.40 ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (Retro Reflective Optical Sensor)



รูปที่ 2.41 เซนเซอร์ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ

2.4.3 ประเภทลำแสงผ่านตลอด (Through Beam Optical Sensor)

เซนเซอร์ประเภทลำแสงผ่านตลอด เป็นเซนเซอร์แสงที่อาศัยวิธีการตัดต่อลำแสงเมื่อมีวัตถุที่ต้องการตรวจจับเคลื่อนที่ผ่านระหว่างตัวรับและตัวส่ง เซนเซอร์ประเภทนี้ติดตั้งตัวส่งแสงกับตัวรับแสงแยกกัน และต้องจ่ายไฟให้ทั้งตัวส่งและตัวรับ และเป็นเซนเซอร์ชนิดใช้แสงที่มีระยะการตรวจจับไกลที่สุด อย่างไรก็ตาม เซนเซอร์ประเภทนี้ติดตั้งยาก และมีราคาสูงกว่าประเภทตรวจจับโดยตรงและลำแสงผ่านตลอด โดยสีและความมันวาวของวัตถุไม่มีผลต่อการตรวจจับ สามารถตรวจจับได้เฉพาะวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวทึบแสงเท่านั้นไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีสภาพผิวโปร่งแสงได้ ข้อควรระวังสำหรับการติดตั้งเซนเซอร์แสงประเภทนี้ คือ ต้องปรับตั้งศูนย์ของตัวรับและตัวส่งให้ตรงกันเสมอ



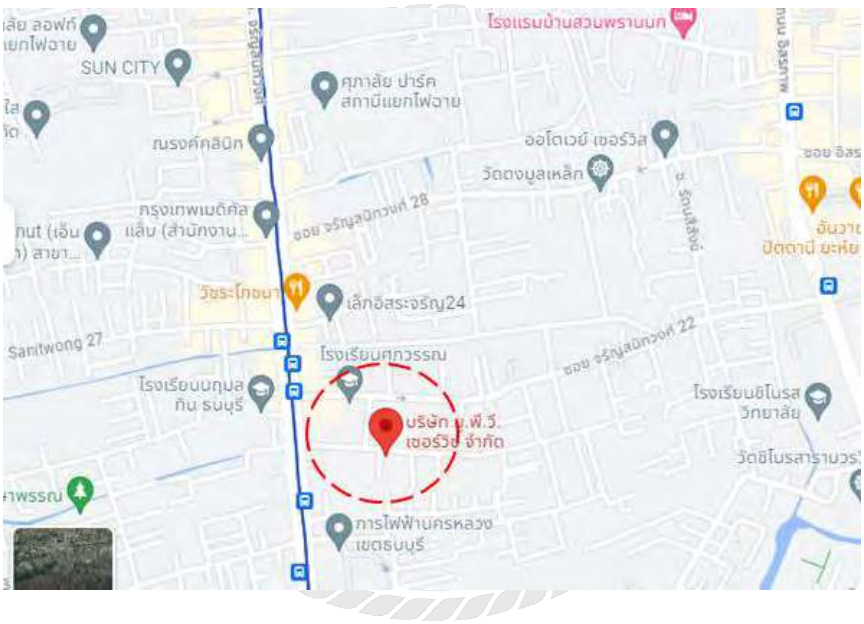
รูปที่ 2.42 ประเภทลำแสงผ่านตลอด (Through Beam Optical Sensor)

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด

ที่ตั้ง 138/11 ถ.จรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขต บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 โทร.02-8666705-9, 02-1153768-9



รูปที่ 3.1 สถานประกอบการ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด

3.2 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด เป็นบริษัทจำหน่ายและรับบริการซ่อมเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการในห้องทดลอง เช่น เครื่องอบสารหรือวัตถุตัวอย่าง (Oven) เครื่องเพาะเชื้อตัวอย่าง (Incubator) เครื่องต้มสารพร้อมระบบกวนสารละลาย (Hot Plate

Stirrer) เครื่องนึ่งฆ่าเชื้ออัตโนมัติ (Auto Clave) เครื่องเขย่าสาร (Shaker) ฯลฯ และการให้บริการติดตั้งเครื่องมือ และการอบรมการใช้งานเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ

3.3 ตำแหน่งและลักษณะงานหน้าที่ได้รับมอบหมาย

นักศึกษาสหกิจนายวรวุฒิ บุญชัย ตำแหน่งเจ้าหน้าที่เทคนิค ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย ซ่อมบำรุงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ติดตั้งเครื่องและอบรมการใช้งานเครื่องอย่างถูกต้องและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

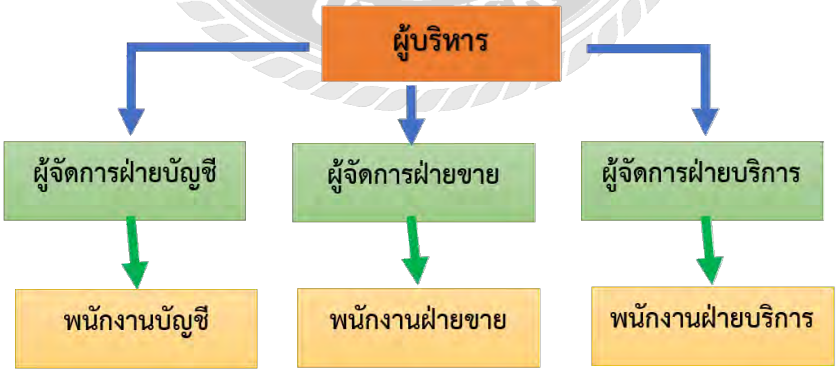
3.4 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

1. นายวรศักดิ์ วงศ์คุณทรัพย์ (คุณเก่ง) ตำแหน่ง หัวหน้าแผนก โทร 081-566-9965
2. นายนันท์ธกร เป็นสุข (คุณกร) ตำแหน่ง ช่างเทคนิค โทร 087-293-8684

3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงานที่ บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด เริ่มเข้าฝึกปฏิบัติสหกิจตั้งแต่วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565 จนถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2565 เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์

3.6 รูปแบบและการบริหารในองค์กร



รูปที่ 3.2 แผนผังการบริหารงานในองค์กร

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ฝึกปฏิบัติสหกิจโดยได้รับหมายให้ซ่อมบำรุงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการในห้องทดลอง เช่น เครื่องอบสารหรือวัตถุตัวอย่าง (Oven) เครื่องเพาะเชื้อตัวอย่าง (Incubator) เครื่องต้มสารพร้อมระบบกวนสารละลาย (Hot Plate Stirrer) เครื่องนึ่งฆ่าเชื้ออัตโนมัติ (Auto Clave) เครื่องเขย่าสาร (Shaker) ฯลฯ และการให้บริการติดตั้งเครื่องมือ และการอบรมการใช้งานเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. กำหนดหัวข้อของโครงงาน					
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล					
3. ดำเนินการโครงงาน					
4. จัดทำเล่มโครงงาน					
5. สอบโครงงาน					

เวลาที่วางแผน

เวลาที่ใช้จริง

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงาน

4.1 ตัวอย่างการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงานซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer

4.1.1 รับเอกสารใบงานที่ลูกค้าได้แจ้งซ่อม

4.1.2 วิเคราะห์สาเหตุอาการเสียของเครื่องฯ

4.1.3 ติดต่อลูกค้าเพื่อแจ้งจุดเสียหายของเครื่อง และจัดทำใบเสนอราคาซ่อมให้ลูกค้า

4.1.4 เมื่อลูกค้าตอบรับยืนยันการซ่อม ให้เริ่มดำเนินการซ่อมได้

4.1.5 เมื่อดำเนินการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทดสอบเครื่องเป็นเวลา 1-2 วัน เพื่อทดสอบความคงทนหลังการซ่อม

4.1.6 ดำเนินการส่งมอบเครื่องฯ คืนลูกค้า

4.2 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E12)

ในกรณีที่ลูกค้าแจ้งอาการความเสียหาย คือ เปิดเครื่องแล้วหน้าจอแสดงผล E12

รูปที่ 4.1 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E12

4.2.1 วิเคราะห์สาเหตุอาการเสียของเครื่อง

กรณีนี้ Error 12 คือ เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิชำรุด (เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นเซ็นเซอร์ประเภท RTD ชนิดแผ่นฟิล์มบาง: ข้อมูลจากผู้ผลิตเครื่องฯ)

รูปที่ 4.2 การตรวจวัดค่าความต้านทานของ RTD

รูปที่ 4.3 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิประเภท RTD แบบแผ่นฟิล์มที่ชำรุดไหม้

4.2.2 การจัดทำเอกสารใบเสนอราคาซ่อมให้ลูกค้า (ตัวอย่าง)

การจัดทำใบเสนอราคาการซ่อมเครื่องฯ นั้น คือ การสรุปราคาอะไหล่ที่จะเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมอะไหล่นั้นให้ใช้งานได้เหมือนเดิมและรวมค่าบริการต่างๆ เพื่อให้ลูกค้าทราบและให้ลูกค้าประเมินความคุ้มค่าในการซ่อมหรือตัดสินใจซื้อเครื่องใหม่ทดแทน

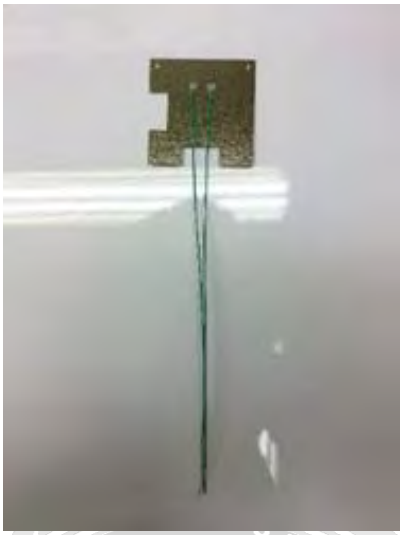
U.P.V SERVICE CO.,LTD. บริษัท ยู.พี.วี เซอร์วิส จำกัด
SERVICE REPORT FORM
NO: 166 / 026
DATE:
Other.....
Hotplate Stirrer
Warranty: Service time ..... Date ...../...../.....
Maintenance: Service time ..... Date ...../...../.....
Calibration: Service time ..... Date ...../...../.....
Service Contract: Service time ..... Date ...../...../.....
Installation
Repair
Demo
Inspection
Training
Other.....
Machine Repairing / Fixing / Remark
No. | Part Number | Description | Amount | Price | Total
1 | | Temperature | 1 | |

รูปที่ 4.4 ใบแจ้งอาการเสียและรายการอะไหล่ทดแทน

4.2.3 เมื่อลูกค้ายืนยันการซ่อม ให้เริ่มดำเนินการซ่อมได้

การดำเนินการนี้ คือ การเปลี่ยนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิประเภท RTD ชนิดแผ่นฟิล์มบางได้ทันที

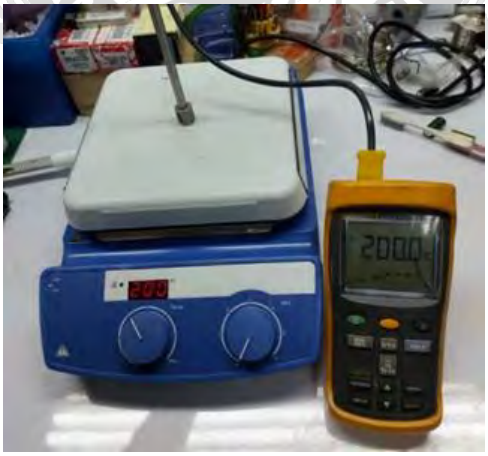
รูปที่ 4.5 ทำการเปลี่ยนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิใหม่



รูปที่ 4.6 เซ็นเซอร์ RTD ตัวใหม่

4.2.4 เมื่อดำเนินการซ่อมเสร็จสมบูรณ์

เมื่อดำเนินการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทดสอบเครื่องเป็นเวลา 2วัน เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องใช้งานได้ปกติ



รูปที่ 4.7 ทดสอบการทำงานของเครื่องฯ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

4.2.5 ดำเนินการส่งมอบเครื่องฯ คืนลูกค้า

ในการส่งมอบเครื่องฯ คืนลูกค้านั้น ทางผู้ซ่อมจะใส่บรรจุภัณฑ์ที่ทำการห่อเครื่องฯ ด้วยพลาสติกกันกระแทก เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เครื่องของลูกค้าเกิดความเสียหายจากการขนส่ง

รูปที่ 4.8 บรรจุภัณฑ์เครื่องพร้อมส่งมอบคืนให้ลูกค้า

4.3 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E3)

ในกรณีที่ลูกค้าแจ้งอาการความเสียหาย คือ เปิดเครื่องแล้วหน้าจอแสดงผล E3

รูปที่ 4.9 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E3

4.3.1 วิเคราะห์สาเหตุอาการเสียของเครื่อง

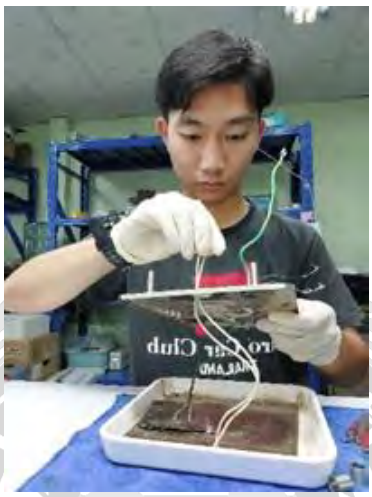
กรณีนี้ Error 3 คือ ฮีตเตอร์ชำรุด โดยเครื่องรุ่นนี้ใช้ฮีตเตอร์ชนิดฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater) และเมื่อทำการวัดค่าความต้านทานของฮีตเตอร์โดยใช้มัลติมิเตอร์ ผลของการวัดมัลติมิเตอร์ขึ้นแสดงค่า OL. (Overload) แสดงว่าวงจรขาด

รูปที่ 4.10 การใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานฮีตเตอร์

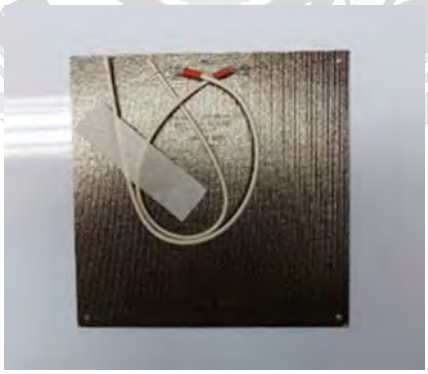
รูปที่ 4.11 สภาพฮีตเตอร์ที่ชำรุดกรอบแตก

4.3.2 การดำเนินการซ่อม

ดำเนินการซ่อมโดยเปลี่ยนฮีตเตอร์ชุดใหม่ให้กับลูกค้า และทำการทดสอบเครื่องเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องใช้งานได้ตามปกติดังเดิม



รูปที่ 4.12 ทำการถอดเปลี่ยนฮีตเตอร์



รูปที่ 4.13 ฮีตเตอร์แผ่นชุดใหม่

ฮีตเตอร์ชุดใหม่ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) จะต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกับค่าเก่าที่เครื่องระบุไว้ โดยการคำนวณหาค่าวัตต์ (W) นั้นจะใช้สูตรกฎของโอห์มในการคำนวณ (V^2/R)

รูปที่ 4.14 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าวามต้านทานฮีตเตอร์

รูปที่ 4.15 Name Plate แสดงพิกัดทางไฟฟ้า

4.3.3 ดำเนินการซ่อมเสร็จเรียบร้อย

ทำการทดสอบเครื่องฯ โดยลูกค้าใช้งานที่อุณหภูมิตัวอย่างที่ 100 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดที่สารทดสอบตัวอย่างได้อุณหภูมิ 99.9 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อน ±0.1 องศาเซลเซียส ซึ่งลูกค้าให้การยอมรับได้

รูปที่ 4.16 ทดสอบการทำงานของเครื่อง

4.4 การซ่อมเครื่อง Hot Plate Stirrer เมื่อเครื่องแจ้งรหัสความเสียหาย (Code E6)

อาการที่ลูกค้าแจ้งเมื่อเปิดเครื่องแล้ว ปรับความเร็วมอเตอร์แล้วหลังจากนั้นหน้าจอแสดง Error 6

รูปที่ 4.17 เครื่องผิดปกติหน้าจอแสดงผลขึ้น Code E6

4.4.1 วิเคราะห์สาเหตุอาการเสียของเครื่อง

กรณีที่หน้าจอแสดงผล Error 6 คือ มอเตอร์ไฟฟ้าชำรุด เครื่องนี้ใช้มอเตอร์ประเภทเช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor) เมื่อทำการวัดค่าความต้านทานของขดลวดมอเตอร์โดยใช้มัลติมิเตอร์วัด ผลการวัดได้แสดง O.L. (Overload) แสดงว่าวงจรขาด

รูปที่ 4.18 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าขดลวดมอเตอร์

รูปที่ 4.19 สภาพมอเตอร์ที่ชำรุด

4.4.2 การดำเนินการซ่อม

ดำเนินการซ่อมโดยเปลี่ยนเซ็ดเดดโพลมอเตอร์ตัวใหม่ให้กับลูกค้า และทำการทดสอบเครื่อง เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องใช้งานได้ตามปกติ

รูปที่ 4.20 ทำการถอดมอเตอร์ตัวที่ชำรุด

รูปที่ 4.21 มอเตอร์ตัวใหม่ทดแทน

มอเตอร์ตัวใหม่สภาพพร้อมใช้งานจะมีค่าความต้านทานประมาณ 150-170 โอห์ม

รูปที่ 4.22 ค่าความต้าทานขดลวดมอเตอร์ที่ปกติ

4.4.3 ดำเนินการซ่อมเรียบร้อย

เมื่อดำเนินการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทดสอบเครื่องเป็นเวลา 1-2 วัน เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องสามารถใช้งานได้ปกติ

รูปที่ 4.23 การทดสอบการทำงานของเครื่องก่อนส่งคืนลูกค้า

4.5 การดูแลบำรุงรักษาเครื่อง Hot Plate Stirrer

การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องฯ ต้องทำเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ หรือส่งเครื่องกลับมาให้ทางผู้จำหน่ายตรวจสอบหรือบำรุงรักษาได้อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

4.5.1 ปิดเครื่องและดึงหัวปลั๊กไฟออกทุกครั้ง หลังจากเลิกใช้งานแล้ว

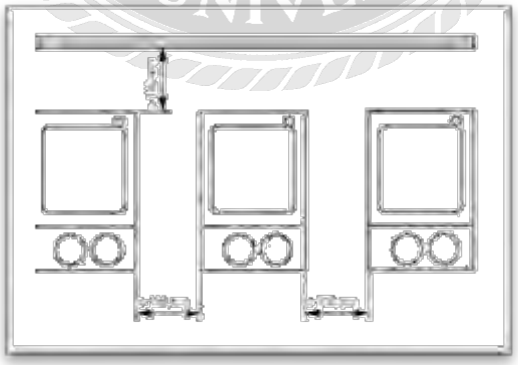
รูปที่ 4.24 ปิดสวิตช์หลังเลิกใช้งานเครื่อง

รูปที่ 4.25 ถอดปลั๊กออกหลังเลิกใช้งาน

4.5.2 ควรวางภาชนะทดสอบอย่างนุ่มนวลลงบนจานทำความร้อน เนื่องจากเป็นวัสดุกระเบื้อง ซึ่งอาจเกิดการแตกหักได้

รูปที่ 4.26 จานกระเบื้องที่แตกเสียหายจากการกระทบอย่างแรง

4.5.3 เครื่องฯ สามารถทำความร้อนได้สูง จึงควรติดตั้งหรือวางเครื่องให้ห่างจากเครื่องมืออื่นๆ อย่างน้อย 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4.27 ระยะห่างการวางเครื่องจากเครื่องมืออื่นๆ

4.5.4 การทำความสะอาดภายในเครื่อง เพื่อทำความสะอาดจากฝุ่นผง หรือสัตว์ หรือแมลงขนาดเล็กที่อาจทำให้เครื่องมีปัญหาภายหลังได้

รูปที่ 4.28 ถอดทำความสะอาดภายในเครื่อง

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

5.1.1 ดำเนินการซ่อมเครื่องกลับมาใช้งานได้ตามปกติ โดยลูกค้าไม่ต้องซื้อเครื่องใหม่เนื่องจากเครื่องใหม่มีราคาที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับราคาซ่อม

5.1.2 ลูกค้าพึงพอใจกับราคาซ่อม

5.1.3 ได้แนะนำการใช้งานเครื่องอย่างถูกต้องให้กับลูกค้า

5.1.4 ได้รับรู้ระบบการทำงานในบริษัทฯ ตั้งแต่ได้รับใบแจ้งเครื่องซ่อมจนถึงส่งมอบเครื่องคืนลูกค้า

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1 ได้รับรู้ถึงวัฒนธรรมของบุคลากรในบริษัท

5.2.2 ฝึกทักษะ และได้ช่วยกันจัดการกระจายงานช่วยเหลือกัน

5.2.3 ได้แลกเปลี่ยนความรู้ และแบ่งปันประสบการณ์การทำงานร่วมกัน

5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

5.3.1 ได้ฝึกทักษะต่างๆ ในการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหางานร่วมกัน

5.3.2 ได้ฝึกทักษะในการเจรจาต่อรองกับลูกค้า

5.3.3 ได้มีความรอบคอบและเตรียมตัวในการปฏิบัติงานหน้างาน

5.3.4 ได้รับความรู้ใหม่ๆ จากที่ไม่เคยเรียนมา เช่น เคมี การตลาด การจัดการทรัพยากร เป็นต้น

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.4.1 เกิดการวิเคราะห์ผิดพลาดเนื่องจากอาการเสียของเครื่องไม่ตรงกับที่ลูกค้าแจ้ง

5.4.2 เกิดข้อผิดพลาดส่งเครื่องจากหน้างาน เนื่องจากฝ่ายขายประสานงานกับลูกค้าไม่ละเอียด

5.4.3 เวลาในการทำงานสั้น เนื่องจากลูกค้าต้องรีบใช้เครื่อง

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 ติดต่อกับลูกค้าโดยตรงและสอบถามอาการเสียของเครื่อง และเริ่มการวิเคราะห์ใหม่

5.5.2 แจ้งฝ่ายขายให้สอบถามรายละเอียดให้มากขึ้น เช่น เครื่องใหญ่หรือไม่ หน้างานมีลิฟต์ขนส่งสินค้าหรือไม่ เป็นต้น

5.5.3 ติดต่อลูกค้าโดยตรง เจรจากับลูกค้าเพื่อขอเวลาเพิ่มในการวิเคราะห์อาการเสียของเครื่อง

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 รับฟังคำติชมจากพี่เลี้ยงอย่างตั้งใจและนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น

5.6.2 ยอมรับความผิดพลาดของตนเองแล้วปรับปรุงให้ดีกว่าเดิม

5.6.3 มีสมาธิกับงานที่ได้รับมอบหมาย และตั้งใจทำเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด หรือเกิดข้อผิดพลาดได้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

5.6.4 ปรึกษาพี่เลี้ยงหรือผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเจอ

บรรณานุกรม

บริษัทเควีเอ็มฮีทติ้ง เอลเลอเม้นท์. (2567). *ฮีตเตอร์มีกี่ชนิด*. https://shorturl.asia/BZSU7

บริษัทแคลิเบรชั่น แลบอราทอรี จำกัด. (2567). *RTDs (Resistance temperature detectors) คืออะไร ทำงานยังไง*. https://shorturl.asia/VJoEN

บริษัทแฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2562). *ชนิดของเทอร์โมคัปเปิล*. https://shorturl.asia/dZbgr

บริษัทสุพรีมไลนส์ จำกัด. (2562). *เทอร์โมคัปเปิล (THERMOCOUPLE)*. https://shorturl.asia/8afc9

บริษัทสุพรีมไลนส์ จำกัด. (2562). *ฮีตเตอร์ HEATER*. https://shorturl.asia/PTEQk

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นวภัทรา หนูนาค. (2555). *Diffuse-reflective optical sensor/ เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประเภทตรวจจับโดยตรง*. https://shorturl.asia/o3Ngp

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นวภัทรา หนูนาค. (2555). *Retro-reflective optical sensor/ เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประเภทลำแสงสะท้อนกลับ*. https://shorturl.asia/03ZPK

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นวภัทรา หนูนาค. (2555). *Through-beam optical sensor/ เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประเภทลำแสงผ่านตลอด*. https://shorturl.asia/Cue1f

วิกิพีเดีย. (2563). *โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์*. https://shorturl.asia/yaI2E

สุทรรศน์ เผ่าผาง. (2563). *รู้จักเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) คืออะไร*. https://shorturl.asia/B792i

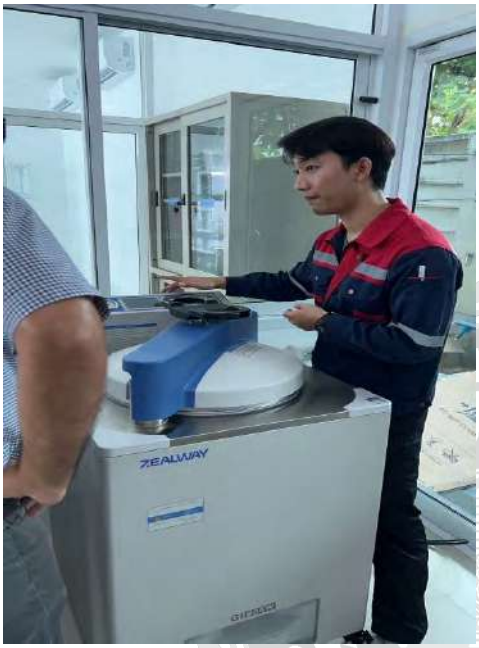
Chang Som Motor Shop. (ม.ป.ป.). *หลักการทำงานมอเตอร์เอซี*. https://shorturl.asia/80VPm

ภาคผนวก ก

(การปฏิบัติงานสหกิจที่เกี่ยวข้อง)

งานซ่อมเครื่องจานทำความร้อนและกวนสารละลาย (Hot plate stirrer)

การปฏิบัติงานหน้างาน อบรมการใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้ออัตโนมัติ (Auto clave)
สถานที่ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ธนบุรี



การปฏิบัติงานหน้างาน สอนการใช้งานเครื่องอบตัวอย่าง (Oven)

สถานที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ภาคผนวก ข

(การนิเทศงานสหกิจ ณ สถานประกอบการ)

ชื่อและที่อยู่สถานประกอบการ

บริษัท ยู.พี.วี. เซอร์วิส จำกัด

138/11 ถ.จรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขต บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 โทร.02-8666705-9 , 02-1153768-9

อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

ผศ.ดร.ยงยุทธ นาราษฎร์

ผศ.วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

นักศึกษาสหกิจศึกษา

นายวรวุฒิ บุญชัย 6223200002

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

วันที่ 27 ตุลาคม 2565 และ 15.พฤศจิกายน.2565

ภาคผนวก ค

(การสอบรายงานสหกิจศึกษา)

นักศึกษาสหกิจศึกษา

นายวรวุฒิ บุญชัย รหัสประจำตัว 6223200002

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงาน

1) อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว	อาจารย์ที่ปรึกษา
2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์	กรรมการกลาง
3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราษฎร์	กรรมการกลาง

วันที่สอบสหกิจศึกษา

วันพุธที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2567

CWIE

ภาคผนวก ง

(การตรวจอักขราวิสุทธิ์)

Plagiarism Checking Report

Created on 2024-06-26 14:44:27 (UTC+07:00) 14:44:27 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3801600	Jun 26, 2024 at 14:44 PM	worawoot.boo@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	กรณีศึกษาเครื่องมือทดสอบทางวิทยาศาสตร์เคาไฟฟ้าพร้อมระบบถ่ายสารละลายออก.pdf	Completed	1.42 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	Analysis and Prediction of Terminal Temperature Using Motor Winding Temperature Compare with Ambient Temperature	สื่อเอะ, บุญเลิศ	วารสารสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	1.42 %
2	Development of Pill Detection System for Automatic Medicine Dispenser	Heamawatanachai, Sumet	วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร	0.51 %
3	การพัฒนาเครื่องขยอดอเนกประสงค์ขนาดเล็ก	สมพงษ์ สุขอุ้ด	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร	0.47 %
4	เครื่องควบคุมอุณหภูมิสำหรับการกระตุ้นเส้นประสาท,Temperature control unit for nerve cell stimulation.	กรกช อัเจียวระ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	0.46 %

29/6/67 13:34 ลักษราวิสุทธิ์

Match Details

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT	TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)
7 วัดอุณหภูมิและจะมีปลายอีกข้างหนึ่งของลวดโลหะปล่อยว่างซึ่งเรียกว่า Cold junction T2 จุดอ้างอิงซึ่งหากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้างปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบในปีคศ 1821 โดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันรูปที่ 27 เซ็นเซอร์เทอร์โมคัปเปิล Thermocouples Sensor รูปที่ 28 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิลเทอร์โมคัปเปิลทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโลหะ 2 ชนิดที่ว่า	ที่2.20\ n รูปที่2.20 ขั้นตอนการทำงานของการ์ด DAQ USB-TC\ n 20 \n2.8เทอร์โมคัปเปิล\ n เทอร์โมคัปเปิล(Thermocouple)คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลง\ n อุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า(Electromotive force : emf)เทอร์โมคัปเปิลทามาจาก\ n โลหะตัวนาที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว(แตกต่างกันทางโครงสร้างของละตอม)นามาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้า\ n ด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่งเรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้เรียกว่าจุดอ้างอิง\ n หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทาให้มีการนากระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้ง\ n สองข้างปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบโดย Thomas Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันในปี\ n ค.ศ.1821\ n รูปที่2.21การทดลองของ Seebeck \n2.8.1ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน(Thermoelectric Effect)\ n ทฤษฎีพื้นฐานของผลจากเทอร์โมอิเล็กทริกเกิดจากการส่งผ่านทางไฟฟ้าและทางความ\ n ร้อนของโลหะที่ต่างกันจึงทาให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าตกคร่อมที่โลหะนั้นความต่างศักย์นี้จะ\ n สัมพันธ์กับความจริงที่ว่าอิเล็กตรอนในปลายด้านร้อนของโลหะจะมีพลังงานความร้อนมากกว่า\ n ปลายทางด้านเย็นจึงทาให้อิเล็กตรอนมีความเร็วไปหาปลายด้านเย็นที่อุณหภูมิเดียวกันนี้การ\ n เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะแปลงเปลี่ยนไปตามโลหะที่ต่างชนิดกันด้วยที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าโลหะที่\ n ต่างกันจะมีการนาความร้อนที่ต่างกันนั่นเอง\ n1 .ผลของ Seebeck Effect โดยใช้ทฤษฎีโยลีดสเตดสามารถวิเคราะห์ค่าได้จากสมการ\ ndT \ n)\ n (\ n2 \ n1 \ n \ n \ nT \ nT \ nB \ nA \ nQ \ nQ \ n (2.6)\ n 21 \ n สมการนี้จะอธิบายผลของ Seebeck ซึ่งพบว่า\ n1 .ค่า emf ที่เกิดจะเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของอุณหภูมิ
เดเตอร์ Stator และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกลคือตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ Rotor ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆแกนแหล็กสเตเตอร์เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่ง	หน้าที่ให้พลังงานกลคือตัวหมุนหรือโรเตอร์ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆสเตเตอร์เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ซึ่งจะไปตัดกับตัวนาที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดกรงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ทาให้เกิดการเหนี่ยวนาของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ก็จะทาให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนาไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้ดังแสดงในรูปที่ 1 บทความวิจัย SAU JOURNAL OF SCIENCE TECHNOLOGY Vol 4 No2 July December 2018 28 รูปที่ 1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนา 3 เฟส 211 หลักการทางานของมอเตอร์เหนี่ยวนา 3 เฟสเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนา 3 เฟสจะทาให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นที่ขดลวดสเตเตอร์โดยจะหมุนตัดกับตัวนาโรเตอร์ที่วางอยู่ในสล็อตที่โรเตอร์ทาให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนาและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนาในตัวนาของโรเตอร์ทาให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์ผลรวมของเส้นแรงแม่เหล็กที่สเตเตอร์กับเส้นเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนาที่โรเตอร์ทาให้เกิดแรงบิดขึ้นที่ตัวนาและทาให้โรเตอร์หมุนไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ซึ่งการเกิด

29/8/67 13:34 อักขราวิสุทธิ์

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT	TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)
เข้าหาขั้วใดขั้วหนึ่งจะไปดัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดครงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่แคนเหล็กสเตเตอร์จึงทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดพลังงานกลสามารถนำไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้ 231 ชนิดมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ 2311 คาปาซิสเตอร์มอเตอร์ Capacitor Motor	ที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆสเตเตอร์เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ซึ่งจะไปดัดกับตัวนาที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดครงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ทำให้เกิดการเหนี่ยวนาของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ก็จะทาให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนาไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้ดังแสดงในรูปที่ 1 บทความวิจัย SAU JOURNAL OF SCIENCE TECHNOLOGY Vol4 No2 July December 2018 28 รูปที่ 1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนา 3 เฟส 211 หลักการทางานของมอเตอร์เหนี่ยวนา 3 เฟสเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนา 3 เฟสจะทาให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นที่ขดลวดสเตเตอร์โดยจะหมุนดัดกับตัวนาโรเตอร์ที่วางอยู่ในสลอตที่โรเตอร์ทาให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนาและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนาในตัวนาของโรเตอร์ทาให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์ผลรวมของเส้นแรงแม่เหล็กที่สเตเตอร์กับเส้นเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนาที่โรเตอร์ทาให้เกิดแรงบิดขึ้นที่ตัวนาและทาให้โรเตอร์หมุนไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ซึ่งการเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและการเกิดแรงบิดที่โรเตอร์ได้ดังแสดงในรูปที่ 2 S N F Nr F Ns Rotor รูปที่ 2 การเกิดแรงบิดที่ตัวนาของโรเตอร์ 212 การต่อใช้งานมอเตอร์เหนี่ยวนา 3 เฟสโดยทั่วเส
18 2312 สปลิทเฟสมอเตอร์ SplitPhase Motor รูปที่ 224 สปลิทเฟสมอเตอร์ SplitPhase Motor สปลิทเฟสมอเตอร์ Split Phase Motor เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเฟสเดียวมีขนาดแรงม้าตั้งแต่ 1 4 แรงม้า 1 3 แรงม้า 1 2 แรงม้าและมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้าบางทีนิยมเรียกสปลิทเฟสมอเตอร์นี้ว่าอินดัคชั่นมอเตอร์ Induction Motor มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในผู้เป็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กเครื่องซักผ้าเป็นต้นหลักการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์โดยอาศัยหลักการ	เพราะมีคุณสมบัติพลายอย่างเมื่อเทียบกับต้นกำลังชนิดอื่นเช่นมีโครงสร้างที่ง่ายและแข็งแรงทนทานมีราคาถูกการบำรุงรักษาสะดวกมีความแน่นอนในการทำงานสูงไม่เสียบ่อยดังนั้นในการใช้งานจึงนิยมเลือกใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำกันเป็นส่วนมากในการเลือกใช้มอเตอร์เพื่อนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติง่ายๆของการทำงานของเครื่องจักรว่าเป็นชนิดประเภทใดมีรายละเอียดอย่างไรมีความต้องการทางเทคนิคอย่างไรเป็นต้นจะทำให้ในการเลือกใช้มอเตอร์ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพการใช้งานเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆที่จะเกิดขึ้นกับมอเตอร์ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงส่วนต่างๆต่อไปนี้ 28 1 ความเร็วรอบของมอเตอร์ 2 ค่าสังที่ต้องการใช้ในการทำงานของเครื่องจักร 3 คุณสมบัติความเร็วแรงบิดในการทำงานของเครื่องจักร 4 ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร 5 ค่าแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์ 3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสลับชนิดเฟสเดียวแบบสปลิทเฟสมอเตอร์ขนาดแรงม้าขนาดตั้งแต่ 1 4 แรงม้า 1 3 แรงม้า 1 2 แรงม้าจะมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้าบางทีนิยมเรียกสปลิทเฟสมอเตอร์นี้ว่าอินดัคชั่นมอเตอร์ Induction Motor มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในผู้เป็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กเครื่องซักผ้าเป็นต้นภาพที่ 16 วงจรแสดงการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ที่มาการทำงานของสปลิทเฟสมอเตอร์ 2552 การทำงานอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้านั้นเองโดยที่ขดรันและขดสตาร์ทที่วางทำมุมกัน 90 องศาทางไฟฟ้า
โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ Photoelectric Sensor โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวการตรวจจับวัตถุและการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุเซ็นเซอร์เหล่านี้ทำงานโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสกับตัววัตถุแต่เป็นการอาศัยหลักการส่งแสงและรับแสงโดยมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือตัวส่งแสง Emitter และตัวรับแสง Receiver ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสงส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุส่งผลให้ตัวรับแสงรู้	จะมีการแจ้งเตือนไปยังจอแสดงผลว่าการอุปกรณ์มีการทางานผิดพลาดเป็นต้น NUEJ Naresuan University Engineering Journal Naresuan University Engineering Journal Vol16 No1 Jan June 2021 pp1427 19 รูปที่ 6 หลักการทางานของระบบการตรวจจับเมื่อยา 22 เซ็นเซอร์อินฟราเรดชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดคือเซ็นเซอร์ชนิดนี้อาศัยหลักการทางานโดยมีตัวส่งแสงและตัวรับแสงที่มีส่วนประกอบหลักๆมีอยู่ 2 ส่วนคือตัวส่งแสง Emitter และตัวรับแสง Receiver ลักษณะของการเกิดการตรวจจับเกิดขึ้นจากการที่แสงที่เกิดจากตัวส่งถูกส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุส่งผลให้ตัวรับแสงรับรู้ถึงสภาวะที่เกิดขึ้นและเกิดเปลี่ยนแปลงของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนาไปใช้งานอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงนิยมนามาใช้งานคือโฟโตไดโอด Photo Diode หรือเรียกอีกอย่างว่าโฟโต้ทรานซิสเตอร์ PhotoTransistor สาหรับตัวส่งแสงนั้นโดยทั่วไปใช้ LED Light Emitting Diode LED แบบเปล่งแสงอินฟราเรดมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910950 nm และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าระบบการตรวจจับเมื่อยาสาหรับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดที่มีตัวส่งสัญญาณกับตัวรับสัญญาณจะถูกนามาวางไว้ในด้านที่ตรงกันข้ามกันดังรูปที่ 7 รูปที่ 7 ชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดที่มีตัวส่งสัญญาณกับตัวรับสัญญาณเมื่อมีเม็ดยาไหลมาตัดขวางจะทาให้สัญญาณของตัวรับเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตและนาค่าสัญญาณไปใช้ในการทางานดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งในระบบการตรวจจับเม็ดยาสาหรับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดจะถูกติดตั้งทั้งหมด 4 ชุดเพื่อให้ความถูกต้องแม่นยาในการตรวจจับเม็ดยารูปที่ 8

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายวรวุฒิ บุญชัย

รหัสนักศึกษา : 6223200002

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 138/14 ถ.จรัญสนิทวงศ์ ซ.จรัญสนิทวงศ์22 เขต บางกอกน้อย แขวงบ้านช่างหล่อ กรุงเทพ 10700

E-mail : petchrunplay@gmail.com

ประวัติการศึกษา

มัธยมปลาย : โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย

ปวส. : สาขาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)

ปริญญาตรี : กำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม