การออกแบบและสร้างตู้อบความร้อน

นางสาว พรชนก ไตรสุริยธรรมา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Build Hot Oven

Ms. Pornchanok Trisuriyathamma

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIRMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING

IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KINGMONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างตู้อบความร้อน

Design and Build Hot Oven

นักศึกษา นางสาว พรชนก ไตรสุริยธรรมา

รหัสนักศึกษา 62010588

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ดร.พลชัย โชติปรายนกุล

.....

(ดร พลชัย โชติปรายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างตู้อบความร้อน Design and Build Hot Ovenนักศึกษา
นักศึกษา	นางสาว พรชนก ไตรสุริยธรรมา
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร. พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

โครงการการออกแบบและสร้างตู้อบความร้อนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องมือทดสอบด้านความร้อน เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อิเลคทรอนิกส์ อาหาร โลหะ เวชภัณฑ์ และ อื่นๆในการออกแบบสร้างจะใช้โลหะแผ่นประกอบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ในลักษณะของเตาอบ ออกแบบและติดตั้งวงจรควบคุมด้วยไฟฟ้าและเชื่อมต่อกับขดลวดความร้อนกับพัดลมระบายอากาศ นำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิต่อเข้ากับวงจรควบคุมการทำงานที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเขียนโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิที่ระดับ100 องศาเซลเซียส หลังจากออกแบบและจัดสร้างได้ทำการทดสอบการทำงานโดยการวัดอุณหภูมิภายในเตาใน ทั้งในกรณีที่ไม่มีฉนวนความร้อน และ หลังติดตั้งฉนวนความร้อน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและการสูญเสียความร้อนภายในเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design and Build Hot Oven
Student	Ms. Pornchanok Trisuriyathamma
Student ID	62010588
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Dr. Pholchai Chotiprayanakul

Abstract

This project aims to study and design and build a tool to test the heat and coldness of objects. Additionally, the result of the study can be applied in various industries including food, metal, pharmaceuticals, and others.

In the design and construction, sheet metal is assembled into a cubic shape in the same way as an oven. an electrical circuit and heating coil are installed and connected. Ventilation fan and temperature sensor are also installed in the oven.

The operation and temperature are controlled by using a microcontroller. The experiment is to measure the temperature at each time until the temperature reaches and remains at 100 degrees Celsius. The temperature measurement will be done with and without heat insulation in order to compare the difference in temperature increase and heat loss of both options.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ข้าพเจ้าได้ทำโครงงานหัวข้อการออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบความร้อนและความเย็นของวัสดุสำเร็จลุล่วงไปได้ดี ในการทำงานพบกับปัญหาและอุปสรรค ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติงาน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

1.อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ให้ความรู้คำแนะนำ ความช่วยเหลือเอาใจใส่ในทุกๆด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

2. อาจารย์กรรณชัย กัลยาศิริ ที่ให้คำแนะนำความรู้เกี่ยวกับวัสดุ

3. อาจารย์อุดม จันทร์จรัสสุข ที่ให้คำแนะนำในด้านการออกแบบ

4.นายกำธร สุขพิมาย ที่ช่วยเหลือในด้านการตัดแผ่นโลหะด้วยเครื่องพลาสม่า

5.นายสิทธิชัย บุญกิจ ที่ช่วยเหลือในด้านการพับแผ่นโลหะ

นางสาวพรชนก ไตรสุริยธรรมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1. บทนำ 1

1.1. ที่มาและความสำคัญ 1

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3. ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1. การกำหนดค่าความร้อน 3

2.1.1. การหาค่ากำลังงาน 3

2.2. การถ่ายเทความร้อน 4

2.3. การคำนวนสถานะอุณหภูมิในเตาอบ 5

บทที่ 3. การดำเนินงาน 7

3.1. การออกแบบโครงสร้างของเตาอบ 7

3.2. การจัดสร้างและประกอบโครงสร้าง 9

3.3. การออกแบบวงจรไฟฟ้า 11

3.3.1. ชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU) 11

3.3.2. ชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3. เตาอบ (Oven) 13

3.3.4. การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 14

บทที่ 4. ผลการดำเนินงาน 17

4.1. ผลการทดลองเบื้องต้น 17

4.2. การทดสอบการให้ความร้อนโดยมีฉนวน EPS Foam 19

บทที่ 5. บทสรุป 22

5.1. สรุปผลของการออกแบบ และจัดสร้าง 22

5.2. ปัญหาที่พบจากการทดลอง 22

5.3. แนวทางแก้ไข 23

5.4. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 24

บรรณานุกรม 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 การถ่ายเทความร้อน 4

รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการจำลองสถานะอุณหภูมิภายในเตาเมื่อไม่มีการสูญเสียทางความร้อน..... 6

รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายนอกเตาอบ..... 7

รูปที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างภายใน 8

รูปที่ 3.3 โครงฝาประตูเตา 8

รูปที่ 3.4 งานประกอบโครงเตาอบ 9

รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งพัดลมเพื่อกระจายความร้อน 9

รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้งชุดขดลวดความร้อนบนอิฐมวลเบา..... 10

รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้งฉนวนที่เป็นวัสดุ EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam) 10

รูปที่ 3.8 แสดงการออกแบบวงจรไฟฟ้า 3 ส่วนหลัก 11

รูปที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์ภายในชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU) และแผงTemperature Sensor Interface Board..... 12

รูปที่ 3.10 แสดงการต่อกับโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20..... 12

รูปที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ภายในชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU), SSR1, SSR2, Fuse 1, Fuse2..... 13

รูปที่ 3.12 แสดงโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 และขดลวดความร้อนติดตั้งในร่องอิฐมวลเบา... 14

รูปที่ 3.13 แสดงพัดลมระบายอากาศและมอเตอร์ก่อนติดตั้งใบพัด 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงการทดลองวงจรไฟฟ้าและขดลวดความร้อน..... 17

รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบการทำงานและวัดอุณหภูมิ..... 18

รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยไม่มีฉนวนหุ้ม 19

รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยมีฉนวนหุ้ม 20

รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบการเพิ่มของอุณหภูมิภายในเตา..... 21

รูปที่ 5.1 แสดงความเสียหายฉนวนอิฐมวลเบา และของขดลวดความร้อน..... 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรทางความร้อนและห้องอบความร้อน 3

ตารางที่ 2.2 ตารางค่าการนำความร้อนของวัสดุ 5

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงอุณหภูมิการทดสอบ 18

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยมีฉนวนหุ้ม 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1.

บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญ

เครื่องมือทดสอบนี้คือเตาอบร้อนเย็นมีความสำคัญในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ อาหาร โลหะ วัสดุศาสตร์ เวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง และอื่นๆ โดยตู้อบร้อนเย็นจะเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์โดยจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ และใช้เพื่อการสังเกตดูการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมไปถึงปรากฏการณ์ขนาดไมครอนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่ว่าจะเป็นแบบฉับพลันหรือแบบค่อยเป็นค่อยไปซึ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือวัสดุโดยการทดสอบนี้อาจมีความจำเป็นที่จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์เข้ามาขยายภาพชิ้นส่วนที่ใช้ทดลองเพื่อสังเกตความเปลี่ยนแปลงและนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้เพื่อการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงและแก้ไขผลิตภัณฑ์หรือวัสดุนั้นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ผู้ประกอบการหรือนักวิจัยต้องการ

โดยทั่วไปนั้นเครื่องมือทดสอบมีประโยชน์ต่อการผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เครื่องมือทดสอบเป็นสิ่งจำเป็นต่อการควบคุมและรักษามาตรฐานของผลิตภัณฑ์และเพื่อการทดสอบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ออกมาเพื่อการแข่งขันทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการทนความร้อนและความเย็นของวัสดุ
2) เพื่อนำหลักการของเครื่องมือไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมในการทดสอบคุณภาพของสินค้า
3) นำผลที่ได้จากการทดสอบเพื่อไปปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการทดสอบให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในเงื่อนไขของอุณหภูมิที่แตกต่างออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3. ขอบเขตของการศึกษา

1) ออกแบบและสร้างโครงสร้างในลักษณะเป็นเตาอบร้อนเย็นทำด้วยโลหะแผ่นโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ Solidworks ในการออกแบบ
2) ออกแบบและติดตั้งวงจรไฟฟ้าที่เชื่อมต่อขดลวดความร้อน พัดลมระบายอากาศ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
3) เขียนโปรแกรมการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
4) ทดสอบการทำงานโดยการวัดอุณหภูมิภายในเตาอบในกรณีที่ไม่มีฉนวนความร้อนติดตั้งและในกรณีที่ติดตั้งฉนวนความร้อนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและการสูญเสียความร้อนในช่วงเวลาเดียวกัน

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นแนวทางในการศึกษาหลักการทำงานของเครื่องมือทดสอบการทนความร้อนและความเย็นของผลิตภัณฑ์และวัสดุต่างๆได้ต่อไป
2) เป็นแนวทางในการศึกษาออกแบบโครงสร้างของเครื่องมือ วงจรไฟฟ้า และซอฟต์แวร์ในการควบคุมเครื่องมือทดสอบผลิตภัณฑ์ และวัสดุต่างๆได้ต่อไป
3) นำผลจากการทดสอบไปแก้ไขปรับปรุงวัสดุในการสร้างเครื่องมือทดสอบให้เหมาะสมกับสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป
4) นำหลักการของเครื่องมือไปประยุกต์ใช้กับงานอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าที่มีมาตรฐานในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2.

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานการออกแบบเตาความร้อนจะได้ทำการคำนวณหาค่าอุณหภูมิจากการจ่ายพลังงานให้กับขดลวดความร้อนเพื่อให้ห้องอบความร้อนเกิดการสะสมความร้อนและทำให้อุณภูมิสูงขึ้นตามลำดับจนถึงค่าที่ตั้งไว้จึงทำการตัดกระแสไฟฟ้าออกจากขดลวดความร้อนเพื่อเป็นการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

2.1. การกำหนดค่าความร้อน

การสร้างเตาอบความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิเตาอบภายในห้องอบจะต้องให้ความร้อนเข้าไปในห้องอบด้วยขดลวดความร้อน การคำนวนหาค่ากำลังความร้อนจากสูตร $Q = mC\Delta T$ เป็นการคำนวนเบื้องต้นตามความต้องการและข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรทางความร้อนและห้องอบความร้อน

ตัวแปร	หน่วย	อากาศ	สแตนเลส	เหล็ก
ความหนาแน่น ρ	kg/m^3	1.205	7874	7850
ปริมาตร V	m^3	0.188	0.091	0.091
ค่าความร้อนจำเพาะ C	kJ/kgK	1.005	0.5	0.49
มวล m	kg	0.22654	14	13.8

2.1.1. การหาค่ากำลังงาน

ในการคำนวนค่ากำลังงานความร้อน กำหนดเวลาให้กับการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 10 องศาต่อนาที ทำให้สามารถหาค่ากำลังงานได้จาก

$$Q = mC\Delta T$$

หารทั้งหมดด้วยค่าเวลาในหน่วยวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = mC\frac{\Delta T}{\Delta t}$$

โดยที่ $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ คืออัตราการเพิ่มอุณหภูมิภายในเตา ที่กำหนดให้เป็น 10 องศาต่อนาทีหรือ 0.167 องศาต่อวินาที ดังนั้นจะทำให้สามารถหากำลังของขดลวดความร้อนเบื้องต้นได้

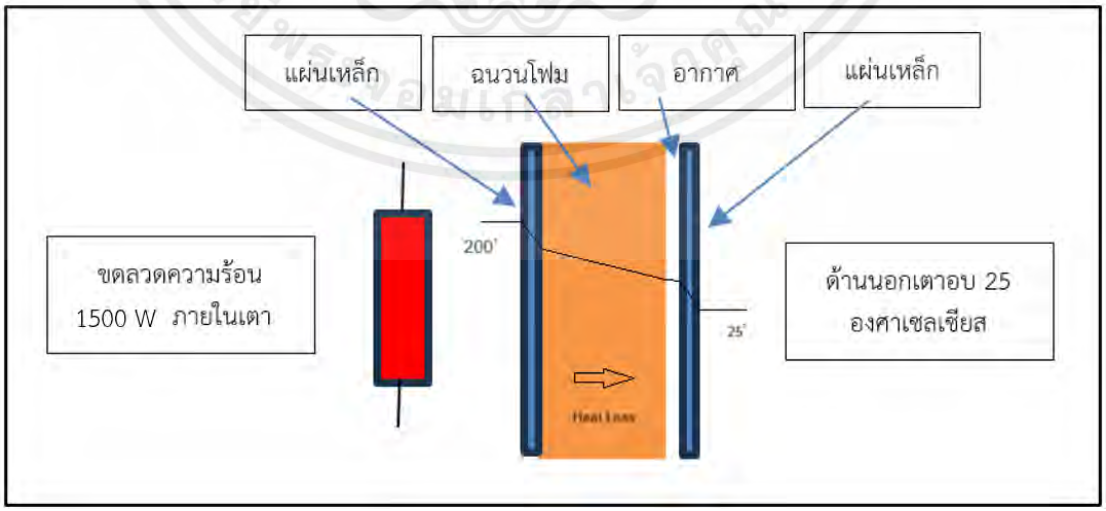
$$P = (0.22654 * 1.005 * 10^3 * 0.167) + (13.8 * 0.5 * 10^3 * 0.167)$$

$$P = 1{,}190\ W$$

ดังนั้นในโครงงานนี้จะเลือกใช้ขดลวดความร้อนที่ 1,500 วัตต์

2.2. การถ่ายเทความร้อน

การเพิ่มอุณหภูมิภายในห้องอบต้องทำให้ผนังเตามีความต้านทานการถ่ายเทความร้อน ไม่ให้ไหลออกจากตัวเตาอบ โดยโครงสร้างของผนังเตาด้านในห้องอบจะเป็นเหล็กชุบสังกระสีหนา 1 มิลลิเมตรและโฟม PU ทนไฟหนา 50 มิลลิเมตร และ ช่องอากาศ 25 มิลลิเมตร สุดท้ายผนังเตาภายนอกเป็นเหล็กชุบสังกระสีหนา 1 มิลลิเมตรเช่นเดียวกับผนังภายใน



รูปที่ 2.1 การถ่ายเทความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ การนำความร้อน I = k.A.ΔT/L

โดยที่

I เป็น ค่าพลังงานที่ไหลผ่านตัวนำ(ฉนวน)ความร้อนในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (หน่วยวัตต์ W)

หรือพิจารณาเป็นค่ากำลังงานสูญเสียออกไปจากเตาอบ

k เป็น ค่าการนำความร้อนของวัสดุ

L ความหนาของวัสดุตัวนำ(ฉนวน)ความร้อน

ΔT เป็นค่าความต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกเตา T_{in}-T_{out}

ตารางที่ 2.2 ตารางค่าการนำความร้อนของวัสดุ

	W/m.K
k air	0.44
k Steel	79.5
k PU Foam	0.039

2.3. การคำนวนสถานะอุณหภูมิในเตาอบ

เมื่อกำหนดต้นกำเหนิดความร้อนและการสูญเสียความร้อนจะสามารถหาอัตราการเพิ่มหรือลดของอุณหภูมิในเตาได้จากสมการ

$$P - I = \frac{mc\Delta T_i}{\Delta t}$$

$$I = k.\frac{A}{L}.(T_i - T_o)$$

$$P - k.\frac{A}{L}.(T_i - T_o) = \frac{mc\Delta T_i}{\Delta t}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ *kA/L* เป็นผลรวมของค่าการนำความร้อนของวัสดุ 5 ชั้นต่อกันคือ อากาศ-เหล็ก-โฟม-อากาศ-เหล็ก ตามรูปที่ 2.1

$$\frac{1}{k\frac{A}{L}} = \frac{1}{k_1\frac{A_1}{L_1}} + \frac{1}{k_2\frac{A_2}{L_2}} + \frac{1}{k_3\frac{A_3}{L_3}} + \frac{1}{k_4\frac{A_4}{L_4}} + \frac{1}{k_5\frac{A_5}{L_5}}$$

$$\frac{1}{k\frac{A}{L}} = \frac{1}{0.44 * 1.8/0.50} + \frac{1}{79.5 * 1.8/0.001} + \frac{1}{0.039 * 1.8/0.05} + \frac{1}{0.44 * 1.8/0.025} + \frac{1}{79.5 * 1.8/0.001}$$

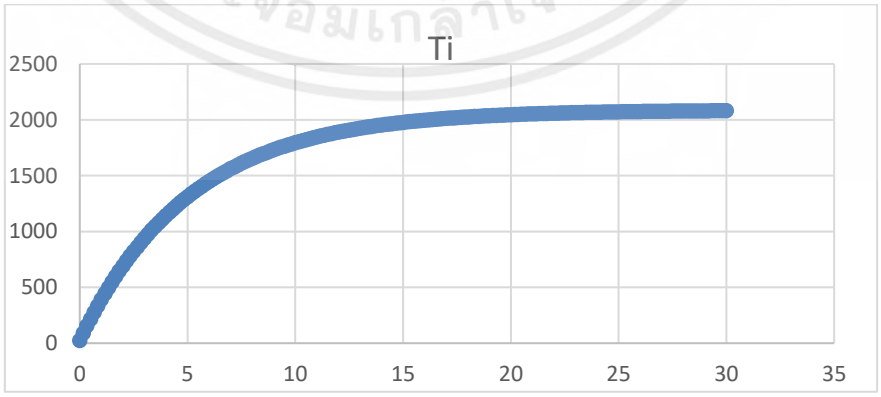
ดังนั้นจะได้

$$k\frac{A}{L} = 0.727$$

ส่วน *m* เป็น มวลของอากาศภายในห้องเตาอบมีค่าตามการออกแบบเท่ากับ 0.22654 กิโลกรัม และ c เป็นค่าความถ่วงความร้อนจำเพาะอากาศ 1.005*1000 J/kg.K

$$1500 - \left(0.727 * (T_i - 25)\right) = \frac{0.22654 * 1.005 * 1000 * \Delta T_i}{\Delta t}$$

$$\Delta T_i = \frac{(1500 - (0.727 * (T_i - 25)))}{227.6727}\Delta t$$



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการจำลองสถานะอุณหภูมิภายในเตาเมื่อไม่มีการสูญเสียทางความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

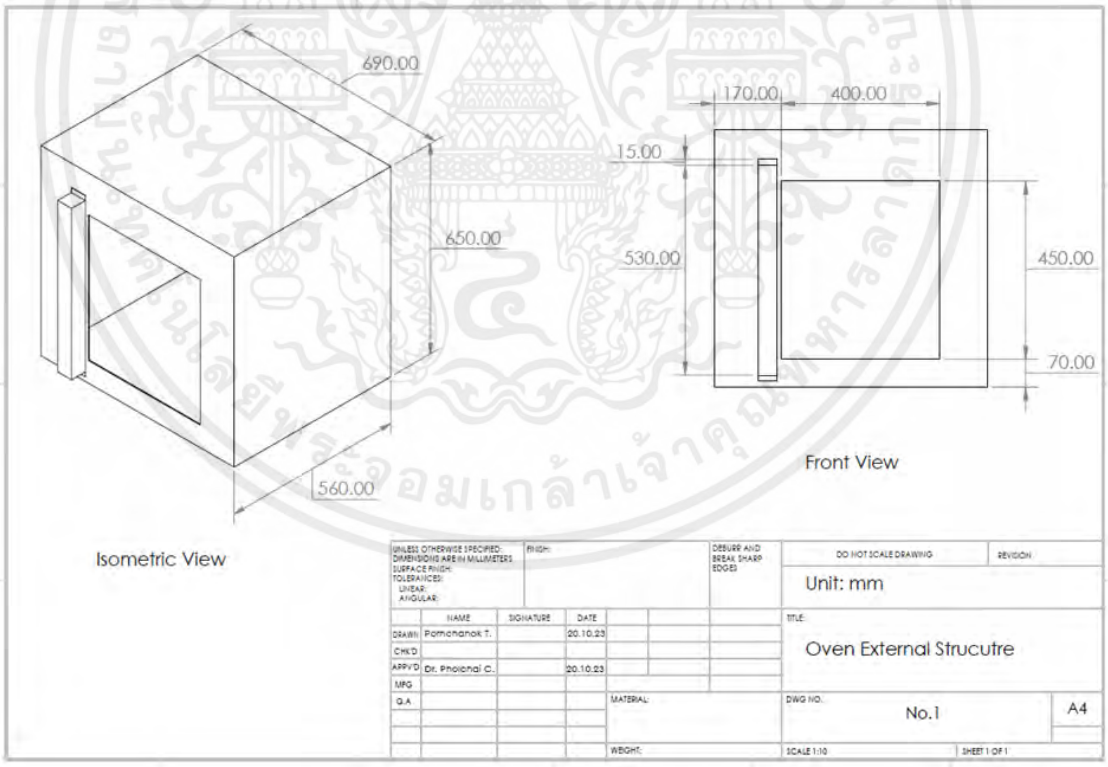
บทที่ 3.

การดำเนินงาน

การออกแบบและการดำเนินงานเครื่องมือทดสอบความร้อนและความเย็นของวัสดุผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและวางแผนการดำเนินงานเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

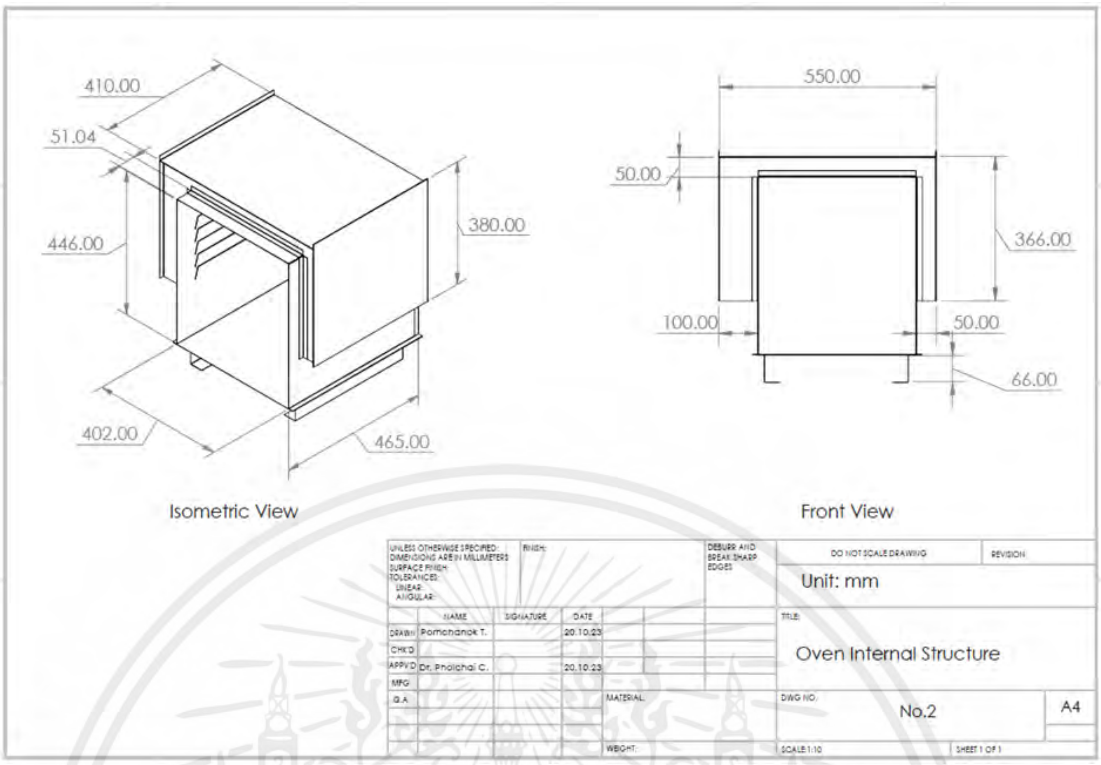
3.1. การออกแบบโครงสร้างของเตาอบ

การออกแบบเตาอบใช้โปรแกรมเขียนแบบ Solidworks® เพื่อการออกแบบและกำหนดขนาดของแผ่นโลหะที่จะนำมาพับเป็นเตาอบโดยมีขนาดความ กว้าง x ยาว xสูง เท่ากับ 690x560x650 mm โดยการออกแบบแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1.โครงสร้างภายนอก 2.โครงสร้างภายในและ 3.บานประตู

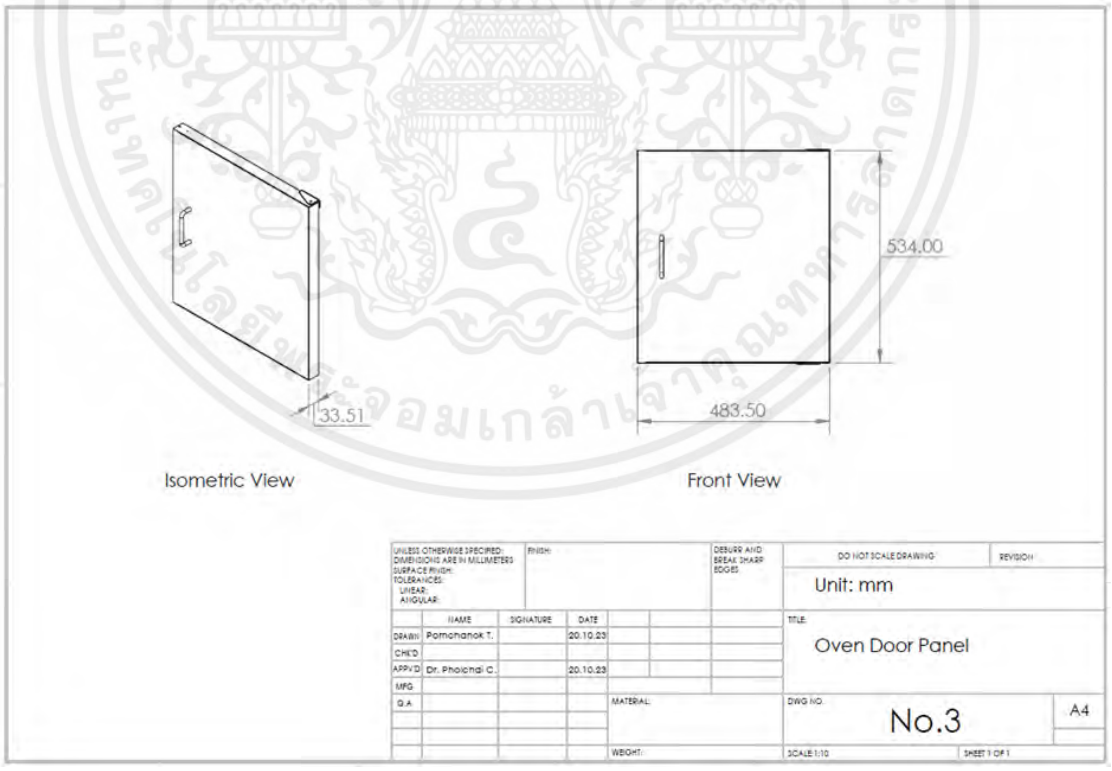


รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายนอกเตาอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างภายใน



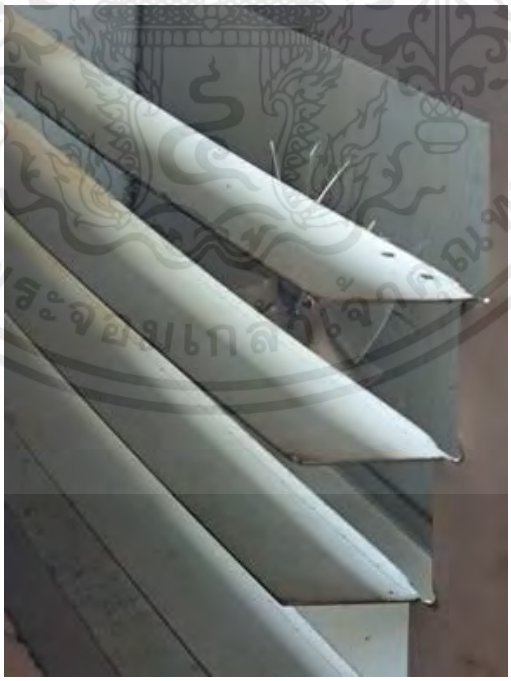
รูปที่ 3.3 โครงฝาประตูเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การจัดสร้างและประกอบโครงสร้าง

ตัวเตาอบทำจากเหล็กชุบซิ้งค์ที่นำมาตัดเป็นแผ่นและประกอบเข้าด้วยกันด้วยสกรูและหมุดย้ำ บานประตูติดอุปกรณ์ล็อคและบานพับ โดยภายในมีการติดตั้งพัดลมเพื่อกระจายอากาศร้อนที่มาจากด้านล่างซึ่งเป็นขดลวดความร้อนวางอยู่บนอิฐมวลเบาซึ่งมีหน้าที่กันไฟฟ้าจากขดลวดความร้อนไม่ให้รั่วสู่โครงสร้างโลหะด้านล่าง

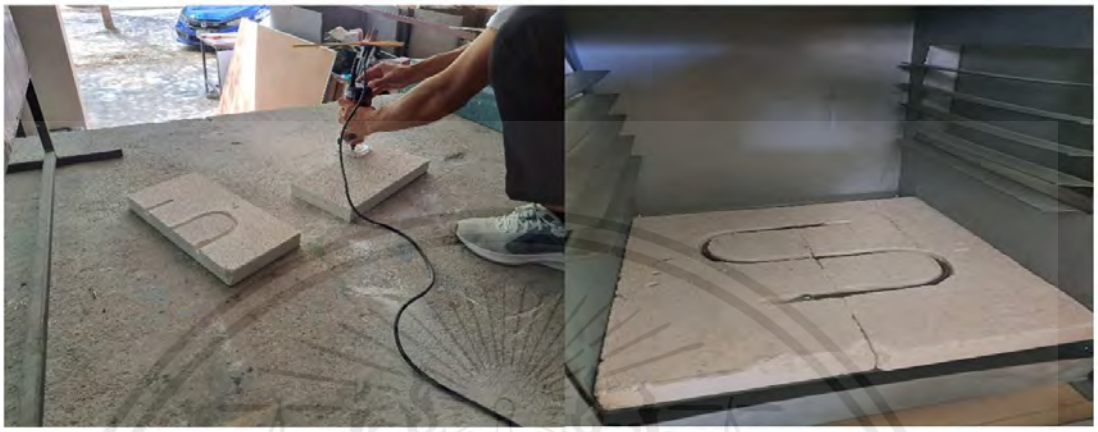
รูปที่ 3.4 งานประกอบโครงเตาอบ



รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งพัดลมเพื่อกระจายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งชุดขดลวดความร้อนใช้อิฐมวลเบาและทริมเมอร์มาเซาะร่องเป็นฉนวนกันไฟฟ้าไหลลงตัวถังจากนั้นจึงเจาะรูเพื่อเชื่อมสายไฟให้ทะลุกับอิฐมวลเบาและแผ่นโลหะ ร้อยสายไฟและวางขดลวดความร้อนบนร่องที่เซาะไว้



รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้งชุดขดลวดความร้อนบนอิฐมวลเบา

ผนังของเตาอบติดตั้งด้วยฉนวนที่เป็นวัสดุ EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam) ความหนา 2 นิ้วนำมาตัดและใส่ในเตาอบทั้ง 5 ด้าน และ EPS (Expanded Poly Styrene Foam) ขนาดความหนา 1นิ้วที่บานประตูด้านหน้า การติดตั้งฉนวนสามารถถอดออกได้ในกรณีที่ต้องการทดลองในสภาวะที่ไม่มีฉนวนหุ้ม

รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้งฉนวนที่เป็นวัสดุ EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. การออกแบบวงจรไฟฟ้า

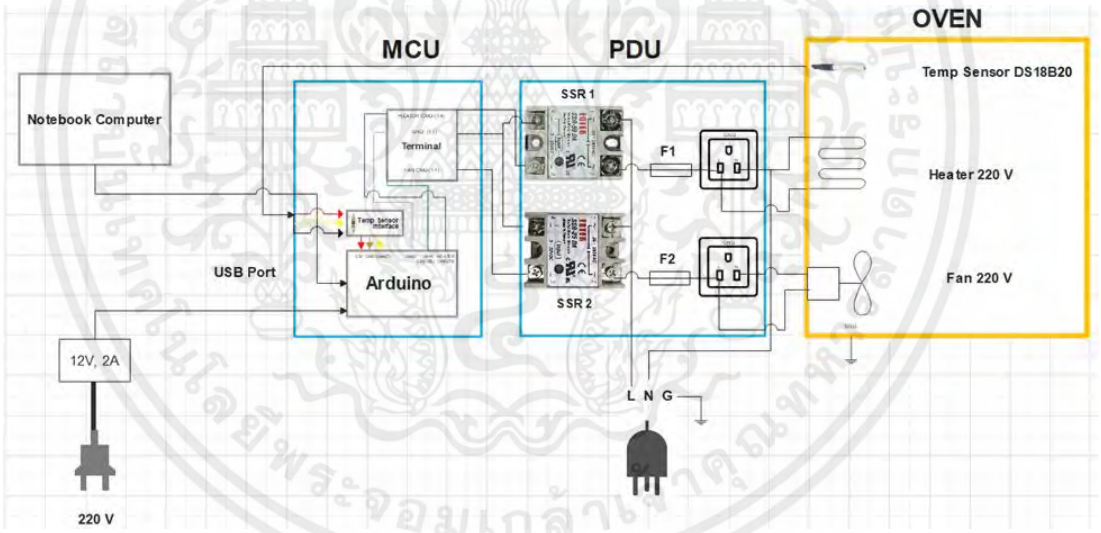
การออกแบบวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักด้วยกันคือ

1.ชุดควบคุม MCU (Micro Controller Unit)

2.ชุดจ่ายไฟ PDU (Power Distribution Unit)

3. เตาอบ (Oven)

โดยหลักการออกแบบจะทำเป็นโมดูลที่ติดตั้งบนกล่องอเนกประสงค์โดยให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยและความสะดวกในการทดสอบ สามารถทำการเคลื่อนย้ายและถอดชุดควบคุมและชุดจ่ายไฟออกจากเตาอบได้หลายครั้งโดยที่ไม่มีการแก้ไขการเดินสายไฟใหม่

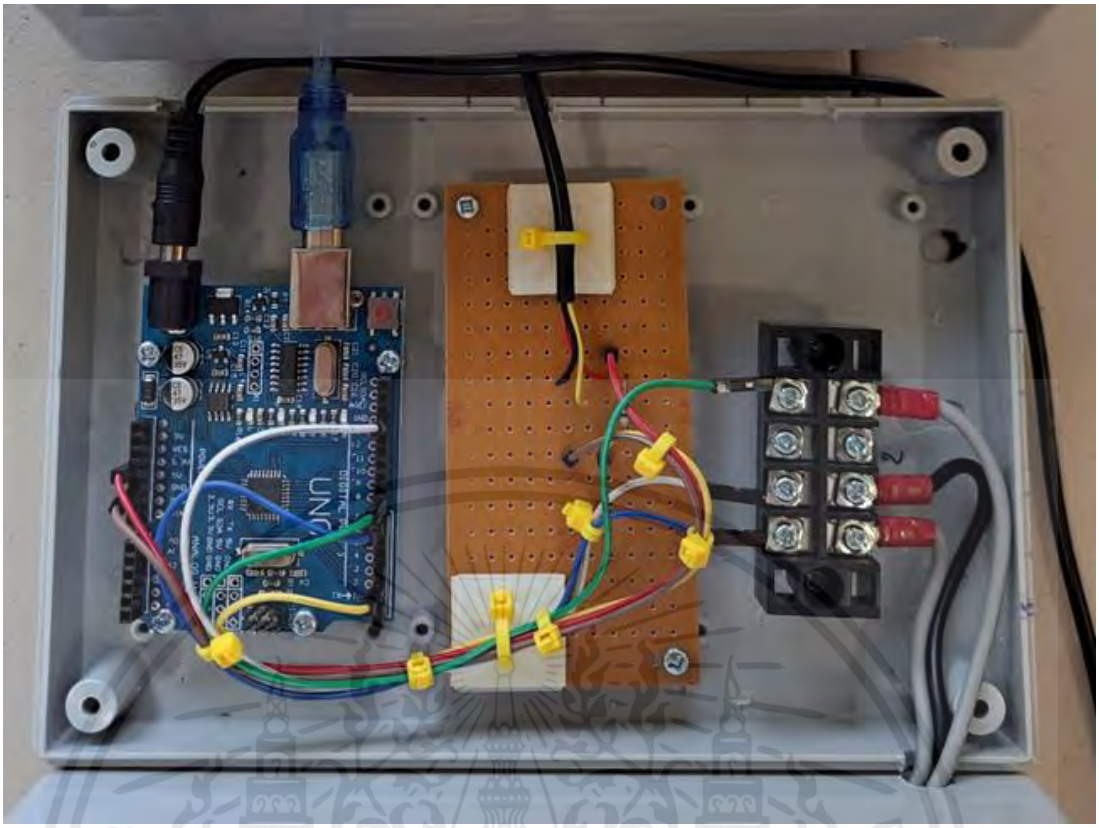


รูปที่ 3.8 แสดงการออกแบบวงจรไฟฟ้า 3 ส่วนหลัก

3.3.1. ชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU)

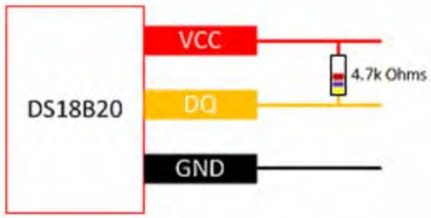
ชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU) ประกอบไปด้วย Arduino Uno และแผง Temperature Sensor Interface Board เพื่อเชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์ภายในชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU) และแผงTemperature Sensor Interface Board

ที่ Arduino UNO ขา OUTPUT ที่ 7 จะมีหน้าที่ควบคุมพัดลม ขา OUTPUT ที่ 8 จะมีหน้าที่ควบคุมขดลวดความร้อนและขา INPUT ที่ 2 มีหน้าที่เป็นขารับสัญญาณ Analog จากโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 TEMP Sensor Interface Board คือวงจรเชื่อมต่อกับโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 โดยประกอบด้วยตัวต้านทานค่า 4.7kโอห์ม เชื่อมต่อกับขา Vcc และ ขา DQ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงการต่อกับโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2. ชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU)

ชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU) ประกอบไปด้วย Solid State Relay สองตัว คือ SSR 1, SSR 2 และฟิวส์สำหรับป้องกันกระแสเกิน 2 ตัว โดย Solid State Relay SSR1เป็นตัวควบคุมขดลวดความร้อนหรือHeater และ Solids State Relay SSR 2 เป็นตัวควบคุมมอเตอร์พัดลม ส่วนภายนอกของPower Distribution Unit (PDU) เชื่อมต่อกับเต้าเสียบ 220 VAC สองตัวเพื่อความสะดวกต่อการถอดประกอบวงจรไฟฟ้ากับชุดของเตาอบ

รูปที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ภายในชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU), SSR1, SSR2, Fuse 1, Fuse2

3.3.3. เตาอบ (Oven)

อุปกรณ์ภายในเตาอบประกอบด้วยโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์DS18B20 ขดลวดความร้อน220 VAC 2000วัตต์และพัดลมระบายอากาศทำด้วยมอเตอร์ที่เป็นโลหะทนความร้อน220 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 แสดงโพรบวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 และขดลวดความร้อนติดตั้งในร่องอิฐมวลเบา

รูปที่ 3.13 แสดงพัดลมระบายอากาศและมอเตอร์ก่อนติดตั้งใบพัด

3.3.4. การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องจากอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ Arduino UNO ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์Arduino IDE เขียนด้วยภาษาC++เป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงาน วัตถุประสงค์ของโปรแกรมในการควบคุมมีอยู่ 3 หน้าที่ดังต่อไปนี้

1.ควบคุมสั่งการทำงานของขดลวดความร้อนโดยการเขียนโปรแกรมให้มีการควบคุมอุณหภูมิแบบ ON/OFF Control ที่ค่า 100 องศาเซลเซียส

2.ควบคุมสั่งการทำงานของมอเตอร์พัดลมหมุนเวียนอากาศให้ทำงานตลอดเวลา ทันทีที่ขดลวดความร้อนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.อ่านค่าการวัดอุณหภูมิภายในเตาอบจากเซนเซอร์ต่อเนื่องทุกๆ 1 วินาที โดยมีการจดบันทึกไว้ทุก 2 นาที

คำสั่งในการให้Arduino UNOทำงานสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
int hot=7;
int fan=8;
int Temp;

void setup() {
  sensors.begin();
  Serial.begin(9600);
pinMode(hot,OUTPUT);
pinMode(fan,OUTPUT);
digitalWrite(hot,LOW);
digitalWrite(fan,LOW);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {
  sensors.requestTemperatures();
  Serial.print("Temperature :");
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0));
  Serial.println(" C");
Temp = sensors.getTempCByIndex(0);
if(Temp<=100)
{
  Serial.println("HEATER ON");
  digitalWrite(hot,HIGH);
  digitalWrite(fan,HIGH);
}
else if(Temp>100)
{
  Serial.println("HEATER OFF");
  digitalWrite(hot,LOW);
  digitalWrite(fan,HIGH);
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4.

ผลการดำเนินงาน

ผลการสร้างและออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบความร้อนเย็นของวัสดุ เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ในส่วนของการทดสอบความร้อน การทดสอบตามแผนดำเนินงานมีสองรูปแบบได้แก่ การทดสอบเบื้องต้นแบบไม่มีฉนวนหุ้มภายในและทดสอบเตาหลังใส่ฉนวน EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam) หุ้มภายใน

4.1. ผลการทดลองเบื้องต้น

โดยการทดสอบจะใช้ค่าเริ่มต้นจากอุณหภูมิห้องจ่ายไฟฟ้าให้กับขดลวดความร้อนจนถึงค่าสูงสุดที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30 นาที พร้อมเก็บค่าอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที

รูปที่ 4.1 แสดงการทดลองวงจรไฟฟ้าและขดลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบการทำงานและวัดอุณหภูมิ

การทดสอบการให้ความร้อนโดย **ไม่มีฉนวนหุ้มภายใน** เมื่อวัดอุณหภูมิทุกๆ 2 นาทีเป็นเวลานาน 30 นาที ผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปเป็นตารางและกราฟได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงอุณหภูมิการทดสอบ

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)
0	35.63
2	44.19
4	62.12
6	78.81
8	93.05
10	101.81
12	100.94
14	101.31
16	101.25
18	101.19
20	101.06
22	101.12
24	101.25
26	101.44
28	101.37
30	100.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยไม่มีฉนวนหุ้ม

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 10 นาทีแรกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและพุ่งเกินไปที่ 101.81 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิเข้าสู่สถานะคงที่ ที่ 101 องศาเซลเซียส

4.2. การทดสอบการให้ความร้อนโดยมีฉนวน EPS Foam

หลังทำการหุ้มฉนวยความร้อนที่ทำจาก PU Foam รอบเตาภายในติดผนังเตาด้านในโดยฉนวนหนา 25 มิลลิเมตรเป็นจำนวน 2 ชั้นติดกัน และเว้นช่องว่างอากาศไว้ที่ 25 มิลลิเมตรระหว่างฉนวนโฟมกับผนังเตาด้านนอก จะได้ทำการทดสอบการให้ความร้อนโดยมีฉนวนหุ้มภายใน เมื่อวัดอุณหภูมิทุก ๆ ในการควบคุมจะได้ผลดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยมีฉนวนหุ้ม

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบและบันทึกค่าอุณหภูมิโดยมีฉนวนหุ้ม

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)
0	40.31
2	55.44
4	75.87
6	93.87
8	102.12
10	100.94
12	101.56
14	101.31
16	101.12
18	101.5
20	101.12
22	101.56
24	101.37
26	100.94
28	101.5
30	100.87

จากผลการทดลองเห็นว่าอุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 10 นาทีแรก มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มไปถึง 102.12 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิไปหยุดอยู่ที่ค่าเฉลี่ยที่ 101 องศาเซลเซียส และหากเมื่อนำเอาผลการทดลองทั้งแบบมีฉนวนและไม่มีฉนวนมาเปรียบเทียบกันจะได้ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบการเพิ่มของอุณหภูมิภายในเตา

จากกราฟจะเห็นว่าเตาอบแบบมีฉนวน EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam) หุ้มภายในจะมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเร็วกว่าเตาอบแบบไม่มีฉนวนหุ้มภายใน โดยทั้งสองแบบได้ค่าเพดาน 100 องศาเซลเซียสเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5.

บทสรุป

5.1. สรุปผลของการออกแบบ และจัดสร้าง

จากการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความร้อนเย็นของวัสดุ ถึงแม้จะเป็นอุปกรณ์ต้นแบบแต่ก็สามารถนำมาใช้ในการทดลองได้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงงานในส่วนการทดสอบความร้อนของวัสดุ สามารถทดสอบการให้ความร้อนจากอุณหภูมิห้องถึงค่าอุณหภูมิสูงสุด100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่อเนื่อง 30 นาที หลายครั้งโดยไม่มีอุปสรรคใดๆ

ตลอดการทดลองชุดควบคุม Micro Controller Unit (MCU) และ ชุดจ่ายไฟ Power Distribution Unit (PDU) มีการทำงานได้ดี มีความแม่นยำน่าเชื่อถือ โครงสร้างของชุดเตาอบ (Oven) ออกแบบไว้มีความแข็งแรงและทนความร้อนได้ดี การออกแบบโครงสร้างสามารถถอดเปลี่ยนฉนวน EPS Foam (Expanded Poly Styrene Foam) ที่มีความหนา 2 นิ้วได้ง่าย ในกรณีที่จะใช้ทำการทดสอบกับฉนวนที่ทำด้วยวัสดุอื่นๆสามารถทำได้ง่ายโดยไม่ทำให้โครงสร้างหลักเสียหาย

5.2. ปัญหาที่พบจากการทดลอง

จากการทดลองเมื่อมีการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิของโปรแกรมควบคุม ให้สูงขึ้นไปที่ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่อเนื่อง 30 นาที พบว่าค่าอุณหภูมิสูงสุดในส่วนของเตาอบที่วัดได้คือ 127.94 องศาเซลเซียสตั้งแต่นาทีที่ 16 ถึงนาทีที่ 30

ปัญหาที่พบหลังจากการทดลองคือการเกิดความเสียหายในส่วนที่เป็นฉนวนอิฐมวลเบา ซึ่งพบว่ามีการแตกร้าวเสียหายที่ผิวและเนื้ออิฐอย่างมาก นอกจากนี้ส่วนของขดลวดความร้อนมีการหลอมละลายเสียหายจนขาดไม่สามารถนำมาใช้งานต่อได้ อย่างไรก็ตามในส่วนของโครงสร้างโลหะ มอเตอร์พัดลม ชุดวงจรควบคุม และ ชุดจ่ายไฟยังทำงานได้เป็นปกติ ภาพความเสียหายแสดงให้เห็นในรูปที่ 5.1ข้อเสนอแนะและแผนงานต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 แสดงความเสียหายฉนวนอิฐมวลเบา และของขดลวดความร้อน

5.3. แนวทางแก้ไข

ในการออกแบบเครื่องมือทดสอบความร้อนเย็นของวัสดุเพื่อให้มีความทนทานต่อความร้อนที่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงโดยใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับสภาวะที่ใช้งาน เช่น ขดลวดความร้อนที่มีความทนทานมากขึ้น ขนาดความหนาของอิฐมวลเบาต้องมีความแข็งแรงและทนทานต่อความร้อนมากกว่านี้ ปรับปรุงวิธีการติดตั้งขดลวดความร้อนเข้ากับฉนวนอิฐมวลเบา หรือตลอดจนต้องออกแบบระบบการหมุนเวียนของอากาศให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

จากการทำการศึกษาโครงการออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบความร้อนเย็นของวัสดุ สามารถสรุปข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงโครงงานในอนาคตได้ดังต่อไปนี้

ในส่วนโครงสร้าง สามารถที่จะปรับปรุงเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนภายในตัวอื่นๆเพื่อให้ลดค่าการสูญเสียความร้อนให้ดียิ่งขึ้น

ในส่วนชุดควบคุม สามารถที่จะปรับปรุงพัฒนาให้มีการใช้งานให้ง่ายขึ้น เช่น มีจอแสดงผลค่าอุณหภูมิ มีสวิทช์หรือคีย์บอร์ดในการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการจะทดสอบได้สะดวกขึ้น

ในส่วนชุดทดสอบความเย็น ในการพัฒนาเครื่องมือทดสอบความร้อนเย็นของวัสดุให้สมบูรณ์แบบในอุปกรณ์ตัวเดียวกันนี้ สามารถพัฒนาต่อยอดในส่วนของการทำความเย็น โดยการออกแบบเพิ่มเติมในส่วนของระบบทำความเย็นและชุดควบคุมอุณหภูมิเพิ่มเติมได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Dassualt Systems, Solidworks Essentials: Solidworks Training
2. รศ.ดร. ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ, วัสดุวิศวกรรม Engineering Materials, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น, บมจ.
3. จิราวุธ วารินทร์, Arduino Uno พื้นฐาน IoT, สำนักพิมพ์ Prompt Publishing
4. อรพิน ประวัติบริสุทธิ์, คู่มือเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ฉบับสมบูรณ์, สำนักพิมพ์ โปรวิชั่น
5. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์ ฉบับ POCKET BOOK, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น, บมจ.
6. https://thermtest.com/physics-explanation-of-thermal-conductivity-of-metals

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้