ตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

Banana incubator

นฤดี เรืองธำรงค์

พัศชัย แก้วข้าว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนและประมวลผล
ฉบับที่.....

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตรชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง ตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

Banana incubator

ผู้จัดทำ

1. นางสาว นฤดี เรืองธำรงค์ รหัสนักศึกษา 60511054
2. นาย พัศชัย แก้วขาว รหัสนักศึกษา 60511063

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ว่าที่ร้อยตรี ศิลา ศิริมาสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์ ตู้อบกล้วยเล็บมือนาง
นักศึกษา นางสาวนฤดี เรืองธำรงค์ รหัสนักศึกษา 60511054
นายพัศชัย แก้วขาว รหัสนักศึกษา 60511063
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ศิลา ศิริมาสกุล
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอตู้อบกล้วยเล็บมือนาง ควบคุมการทำงานโดยอาดุยโน่ ซึ่งมีการรับสัญญาณอินพุตเป็น Hight จากนั้นส่งค่าไปยังบอร์ดขับรีเลย์เพื่อสั่งการให้รีเลย์ทำงานโดยรีเลย์จะเริ่มทำงานจากการเปลี่ยนหน้าสัมผัสจาก NC ไป NO ซึ่งเป็นตัวเชื่อมกับแมกเนติกคอนแทคเตอร์ในการสั่งให้ตัดไฟเมื่ออุณหภูมิเกินที่กำหนดคือ 45 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัววัดอุณหภูมิ ของชั้นตะแกรงทั้ง 5 ชั้น และมีฮีตเตอร์เป็นตัวให้ความร้อนโดยฮีตเตอร์จะเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนด มีการแสดงผลของอุณหภูมิทั้ง 5 ชั้น ผ่านหน้าจอแสดงผล

จากการทดลองของตู้อบกล้วยเล็บมือนางพบว่าการอบกล้วยที่อุณหภูมิ 45 องศา ใช้เวลาอบทั้งหมด 12 ชั่วโมง 2 ชั่วโมงแรกชั้นที่ 2 มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด เมื่อเวลาผ่านไปที่ 8 ชั่วโมง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 มีค่าความผิดพลาดสูงที่สุด และการทดลองอบกล้วยที่อุณหภูมิ 70 องศาใช้เวลาอบต่อไปอีก 8 ชั่วโมง การอบของชั่วโมงที่ 6 ชั้นที่ 1 มีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด และเมื่อเวลาผ่านไปชั่วโมงที่ 8 ชั่วโมง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 มีความความผิดพลาดสูงที่สุด

การอบกล้วยในแต่ละครั้งตู้อบกล้วยสามารถจุกล้วยได้ปริมาณ 25-30 กิโลกรัม ใช้เวลาอบทั้งหมด20 ชั่วโมง ค่าพลังงานในการอบ 1 ครั้ง คิดเป็นเงินเท่ากับ 36 บาท โดยปกติทั่วไปตู้อบกล้วยที่ใช้การอบด้วยแก๊สและไฟฟ้าต้องสลับชั้นตะแกรงที่ใส่กล้วยเพื่อให้กล้วยโดนความร้อนเท่ากันทุกชั้น การอบใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน และค่าแก๊ส 117 บาท นั่นเท่ากับว่าการอบ 1 ครั้งของตู้อบกล้วยที่อบด้วยแก๊สและไฟฟ้าจะคิดเป็นเงินครั้งละ 149 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Banana incubator	
Students	Miss. Naruedee Rueangtamrong	ID 60511054
	Mr. Paschai Keawkao	ID 60511063
Advisor	Mr. Silar Sirimasakul	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2020	

ABTRACT

This thesis presents an incubator for banana nails. It is controlled by Arduino which has an input signal as Hight and then sends the value to the relay driver board to run the relay. The relay starts working by changing the contact from NC to NO which is connected to Magnetic contactor to cut off the power when the temperature exceeds the set temperature of 45 and 70°C by using a thermocouple as a temperature gauge. Of the 5 layers of the grid and has a heater as a heat source, the heater will start working when the temperature is lower than the set. There is a display of the temperature of all 5 layers through the display screen.From the experiment of the banana incubator, bananas lady finger nails, it was

From the experiment of the banana incubator, it was found that the banana drying at 45 degrees for a total baking time of 12 hours, the first 2 hours on the second layer had the least error. After 8 hours, the temperature of the 5th layer had the highest error value. And the banana baking experiment at 70 degrees took another 8 hours to bake. The baking time of the 6th hour, layer 1 had the least error. And after 8 hours, the temperature of the fifth layer had the highest error.

Each time baking bananas, the banana incubator can hold 25-30 kg of bananas. It takes time to bake. 20 hours in total, the energy cost for baking 1 time is equal to 36 baht. Generally, banana ovens that use gas and electricity baking must switch layers of grids that put bananas in so that bananas are heated equally in every layer. Baking uses the same electricity and gas costs 117 baht. That means that baking a banana oven baked with gas and electricity costs 149 baht per time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ต้อบกล้วยเล็บมือนางและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ศิลา ศิริมาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำโครงงาน ตลอดจนการแก้ไขและติดตามเกี่ยวกับโครงงานตลอดมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้อง ๆ ทุกๆคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและสนับสนุนอุปกรณ์ในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นฤดี เรืองธำรงค์

พัศชัย แก้วขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ III

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กล้วยเล็บมือนาง 4

2.1.1 พันธุ์และการแพร่กระจาย 4

2.1.2 แหล่งปลูกที่สำคัญ 4

2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 5

2.1.4 ประโยชน์ของกล้วยเล็บมือนาง 6

2.1.5 การเก็บผลกล้วย 7

2.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น 7

2.2.1 เทอร์โมคัปเปิล 7

2.2.2 เกรดและความเที่ยงตรงของเทอร์โมคัปเปิล 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 บอร์ดอาดุยโน่ 13

2.3.1 บอร์ดอาดุยโน่เมกา 2560 13

2.4 จอแสดงผลแอลซีดี 13

2.5 ฮีตเตอร์ 13

2.5.1 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี 13

2.5.2 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ 15

2.5.3 เซรามิคฮีตเตอร์ 15

2.5.4 ฮีตเตอร์แท่ง 16

2.5.5 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ 17

2.5.6 ฮีตเตอร์อินฟราเรด 18

2.5.7 ฮีตเตอร์แผ่น 18

2.5.8 ฮีตเตอร์สำหรับของเหลว 19

2.5.9 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ 20

2.5.10 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ 21

2.5.11 คอยล์ฮีตเตอร์ 21

2.5.12 ฮีตเตอร์รัดท่อ 22

2.5.13 ฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี 22

2.2.14 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน 23

2.5.15 ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม 23

2.6 ทฤษฎีการอบแห้ง 23

2.7 ทฤษฎีกล้วยตากและกล้วยอบ 24

2.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความร้อน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.1 การพาความร้อน 24
2.8.2 การนำความร้อน 24
2.11 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 25
2.11.1 หลักการทำงานแมกเนติก คอนแทคเตอร์ 25
2.11.2 ส่วนประกอบของแมกเนติคคอนแทคเตอร์ 26

บทที่ 3 การออกแบบ 28
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน 28
3.2 การออกแบบวงจรที่ใช้งาน 29
3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของตู้อบกล้วย 29
3.3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง 31
3.4 การออกแบบโครงสร้างตู้อบกล้วยเล็บมือนาง 32
3.4.1 การออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่อง 32
3.4.2 การออกแบบโครงสร้างของชั้นวางกล้วย 33
3.4.3 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมของเครื่อง 34

บทที่ 4 วิธีการและผลการทดลอง 38
4.1 การทดลองอบกล้วย 38
4.1.1 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 45 องศา 38
4.1.2 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 70 องศา 42
4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนด้านไฟฟ้า 46

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผลการทดลอง 47
5.1.1 การอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่ 45 องศา 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.2 การอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่ 45 องศา.....47
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....48
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไข.....48

เอกสารอ้างอิง.....49
ภาคผนวก ก โปรแกรมการทำงาน.....51
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานตู้อบกล้วยเล็บมือนาง.....55
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน (Datasheet).....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1 2
1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2 3
4.1 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 2 ชั่วโมง 39
4.2 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 4 ชั่วโมง 39
4.3 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 6 ชั่วโมง 40
4.4 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 8 ชั่วโมง 41
4.5 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 10 ชั่วโมง 41
4.6 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 12 ชั่วโมง 42
4.7 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 2 ชั่วโมง 43
4.8 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 4 ชั่วโมง 44
4.9 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 6 ชั่วโมง 45
4.10 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 8 ชั่วโมง 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ดอก/ปลี และผลของกล้วยเล็บมือที่ยังไม่สุก 6
2.2 กล้วยเล็บมือนาง 6
2.3 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าอีเอ็มเอฟของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับอุณภูมิช่วงสูง 11
2.4 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าอีเอ็มเอฟของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับอุณภูมิช่วงต่ำ 11
2.5 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่า emf ของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับอุณภูมิช่วงสูง 12
2.6 บอร์ดอาดุยโน่ เมกา 2560 13
2.7 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ 14
2.8 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี 15
2.9 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ 15
2.10 เซรามิคฮีตเตอร์ 16
2.11 ฮีตเตอร์แท่ง 16
2.12 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ 17
2.13 ฮีตเตอร์อินฟราเรด 18
2.14 ฮีตเตอร์แผ่น 19
2.15 ฮีตเตอร์สำหรับของเหลว 20
2.16 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ 20
2.17 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ 21
2.18 คอยล์ฮีตเตอร์ 21
2.19 ฮีตเตอร์รัดท่อ 22
2.20 ฮีตเตอร์ฮีตเตอร์อุ่น-ต้มน้ำยาเคมี 22
2.21 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน 23
2.22 ม้วนฮีตเตอร์แบบฟิล์ม 23
2.23 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 25
2.24 การทำงานของแมกเนติก คอนแทคเตอร์ 26
3.1 บล็อกไดอะแกรมตู้อบกล้วย 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.2 วงจรโดยรวมของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง....30
3. 3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของตู้อบกล้วย....32
3.4 โครงสร้างของตู้อบกล้วย....33
3.5 ชั้นวางกล้วย....33
3.6 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของแต่ละชั้น....34
3.7 ติดตั้งชุดพัดลมระบายความร้อน....34
3.8 ติดตั้งฮีตเตอร์ไฟฟ้า....35
3.9 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าคอนโทรลในตู้ควบคุม....35
3.10 การแสดงหน้าตู้ควบคุมอุปกรณ์คอนโทรลต่างๆ....36
3.11 ทำการทดสอบการทำงานของตู้อบกล้วย....36
3.12 ตู้อบกล้วยที่ติดตั้งและทดสอบเสร็จแล้ว....37
4.1 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 2 ชั่วโมง....39
4.2 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 4 ชั่วโมง....40
4.3 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 6 ชั่วโมง....40
4.4 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 8 ชั่วโมง....41
4.5 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 10 ชั่วโมง....42
4.6 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 12 ชั่วโมง....42
4.7 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 2 ชั่วโมง....44
4.8 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 4 ชั่วโมง....44
4.9 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 6 ชั่วโมง....45
4.10 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 8 ชั่วโมง....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ของการศึกษาสมมุติฐานการศึกษาขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนการดำเนินงานรวมถึงโครงสร้างของโครงปริญญานิพนธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มาแลความสำคัญของปัญหา

ตู้อบลมร้อน หรือ เตาอบลมร้อน คือเตาที่ใช้ทำหน้าที่ในการอบเพื่อไล่ความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนอาหารหรือวัตถุดิบที่เราต้องการให้แห้งโดยไม่ต้องแปรกล้วยหรือสลับชั้นตะแกรงเพื่อให้กล้วยโดนความร้อนเท่ากันทุกชั้น ตู้อบลมร้อนช่วยทำให้แห้งเร็วขึ้นทดแทนการทำงานโดยการใช้แสงอาทิตย์ ซึ่งมีของเสียของพลังงานแสง คืออาจไม่มีแสงหรือฝนตก ฝุ่นละออง และปราศจากนก หนู หรือแมลงรบกวน ซึ่งแตกต่างจากตู้อบลมร้อนที่ใช้อบทั่วไปคือ การอบนั้นไม่ต้องแปรกล้วยหรือสลับชั้นที่ใส่กล้วยเพื่อที่จะให้กล้วยที่เราอบนั้นสีสวยไกล้เคียงกันทั้งทุกชั้น ดังนั้นการอบแห้งและเครื่องอบแห้งมีความสำคัญในการลดความชื้นของวัตถุ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อถนอมอาหารและเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นาน
2. เพื่อให้การอบแห้งสะอาด ปราศจากมลพิษ ฝุ่น ควัน ซึ่งจะต่างจากการอบแห้งในสมัยก่อน
3. สะดวกต่อการเก็บรักษา
4. เพื่อลดเวลาและแรงงานในการผลิต

1.3 สมมุติฐานการศึกษา

1. การอบแห้งทำให้เก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นาน
2. การอบกล้วยเล็บมือนางสะอาด ปราศจากฝุ่นควัน ซึ่งต่างจากการอบแห้งสมัยก่อน
3. การอบกล้วยเล็บมือนางใช้เวลาน้อยกว่าการอบแห้งหรือการตากแห้งในสมัยก่อน

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาระบบการกระจายอุณหภูมิภายในตู้อบกล้วยเล็บมือนางและติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาและเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิผิดพลาดไม่เกิน ≤7%

3. ติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบทั้ง 5 จุด

4. ทดสอบความสม่ำเสมอของอุณหภูมิภายในตู้อบเท่ากันทั้งตู้ผิดผลาดตำแหน่งละไม่เกิน ≤7%

5. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของตู้อบกล้วยเล็บมือนางสามารถอบได้ครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมอาดุยโน่ (Arduino)

2. ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการอบกล้วยเล็บมือนางที่มีคุณภาพและมีมูลค่าเพิ่ม

3. ได้แนวคิดและเทคนิคการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาระบบสำหรับตู้อบกล้วยเล็บมือนาง หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไปในอนาคต

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานที่ได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆคือ แผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.คิดหัวข้อโครงงานนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา																
2.ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน																
3.ศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงาน																
4.ศึกษาแนวทางในการเขียนโปรแกรม																
5.จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์																
6.ทดสอบระบบและแก้ไขปัญหา																
7.จัดทำรายงานและการนำเสนอ																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																			
	มกราคม			กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.เขียนโปรแกรมการทำงาน																			
2.ออกแบบโครงสร้าง																			
3.ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนชิ้นงาน																			
4.ทดลองและแก้ไขปัญหา																			

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 5 บท แต่ละบทประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมุติฐานการศึกษา ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนการดำเนินงานและโครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับกล้วยเล็บมือนางเครื่องวัดอุณภูมิและความชื้น บอร์ดอาดุยโน่ จอแสดงผล ฮีตเตอร์ ทฤษฎีการอบแห้ง ทฤษฎีกล้วยตากและกล้วยอบและแมกเนติกคอนแทคเตอร์

บทที่ 3 วิธีการออกแบบวงจร ในบทนี้จะกล่าวถึง บล็อกไดอะแกรม โฟร์ชาร์ตการทำงานของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง การออกแบบวงจรที่ใช้งานและการออกแบบโครงสร้างของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง การทดลองอบกล้วย การวิเคราะห์ต้นทุนด้านไฟฟ้า

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับกล้วยเล็บมือนาง เครื่องวัดอุณภูมิและความชื้น บอร์ดอาดุยโน่ จอแสดงผล ฮีตเตอร์ ทฤษฎีการอบแห้ง ทฤษฎีกล้วยตากและกล้วยอบและแมกเนติกคอนแทคเตอร์

2.1 กล้วยเล็บมือนาง [1]

กล้วยเล็บมือนางเป็นผลไม้ประจำท้องถิ่นภาคใต้ที่ได้รับความนิยมมากเนื่องจากผลกล้วยมีลักษณะเรียวเล็กทำให้มีขนาดเหมาะแก่การรับประทาน ผลมีสีเหลืองทอง เนื้อมีความนุ่มคล้ายกับกล้วยหอม มีรสหวานและมีกลิ่นหอม

คำว่า “ เล็บมือนาง ” เป็นชื่อตั้งมาจากลักษณะก้านเกสรตัวเมียที่แห้งติดบริเวณปลายผล ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนของเล็บ ส่วนมือนั้น มาจากลักษณะของผลกล้วยที่มีรูปร่างเล็ก เหมือนนิ้วสตรีทั้งนี้คนโบราณเชื่อว่าการเก็บผลกล้วยเล็บมือนางจะต้องให้มีก้านเกสรตัวเมียนั้นห้อยติดมาด้วยเพราะจะช่วยให้กล้วยมีความสมบูรณ์มีรสหวานและมีกลิ่นหอม

2.1.1 พันธุ์และการแพร่กระจาย

2.1.1.1 กล้วยเล็บมือนางที่มีกาบลำต้นสีเขียว จะคล้ายกล้วยทั่วไป แต่อาจมีประสีม่วงแดงอยู่บ้าง ส่วนกล้วยที่มีกาบลำต้นสีม่วงแดงพบว่า ต้นที่มีอายุน้อยกาบลำต้นจะยังมีสีเขียว แต่ต้นที่มีอายุมากกาบลำต้นจะมีสีม่วงแดง

2.1.1.2 กล้วยสายพันธุ์ที่ผลมีขน พบขนเกิดขึ้นตั้งแต่ผลยังอ่อน และคงอยู่จนผลแก่ผลดิบจะมีขนอ่อนสีขาว แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นตามอายุผล ทำให้ผลกล้วยที่สุกมีสีเหลืองปนน้ำตาลหรือสีเหลืองอ่อน ซึ่งสีจะเข้มมากว่าสายพันธุ์ที่ไม่มีขน

2.1.1.3 กล้วยเล็บมือนางที่มีกาบลำต้นสีเขียว และสีม่วงแดง พบที่จังหวัดชุมพร

2.1.1.4 กล้วยเล็บมือนางที่มีกาบลำต้นสีเขียว และผลไม่มีขน พบที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.1.2 แหล่งปลูกที่สำคัญ

1. อำเภอหลังสวน สวี และท่าแซะ จังหวัดชุมพร
2. อำเภอเมือง และพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. อำเภอกระทู้ และอำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต
5. อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 แหล่งปลูกที่สำคัญ

1. อำเภอหลังสวน สวี และท่าแซะ จังหวัดชุมพร
2. อำเภอเมือง และพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. อำเภอกระทู้ และอำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต
5. อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา

2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะของกล้วยเล็บมือนางประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆดังนี้

2.1.3.1 ราก กล้วยเล็บมือนางทอง มีระบบรากเป็นแบบ adventitious root ที่มีลักษณะ

เป็นเส้นกลมยาว แตกออกด้านล่างของหัวหรือเหง้ากล้วย ขนาดรากประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร หยั่งลึกลงดินได้ยาวกว่า 5 เมตร

2.1.3.2 ลำต้น กล้วยเล็บมือนาง มีลำต้น 2 ส่วน คือ

1. ลำต้นแท้ คือ ส่วนเหง้าที่อยู่ใต้ดิน มีลักษณะทรงกลมสั้นขนาดประมาณ 12-18 เซนติเมตร เปลือกหุ้มเหง้ามีสีดำ

2. ลำต้นเทียม เป็นส่วนที่อยู่เหนือดินที่มักเรียกทั่วไปว่า ต้นกล้วยซึ่งประกอบด้วยกาบใบที่เรียงซ้อนกันแน่นเป็นวงกลม ขนาดกว้างประมาณ 12-15 เซนติเมตร สูงประมาณ 2-2.5 เมตร ผิวกาบด้านนอกสุดมีสีม่วงอมแดง และมีจุดประสีดำกระจายทั่วหรือบางชนิดมีสีเขียว

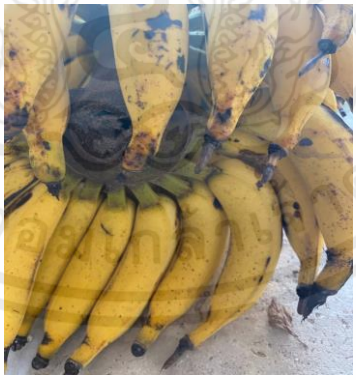
2.1.3.3 ใบ ของกล้วยเล็บมือนางมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ประกอบด้วยก้านใบและแผ่นใบ ก้านใบมีลักษณะเรียวยาว ยาวประมาณ 50-100 เซนติเมตร ผิวก้านใบมีสีชมพูอมแดงและมีร่องตรงกลางในด้านบนถัดมาเป็นแผ่นใบ เป็นรูปขอบขนาน สีเขียวอ่อน กว้างประมาณ 40-60 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5-4 เมตร

2.1.3.4. ดอกหรือปลี ดอกกล้วยจะนิยม เรียกว่า ปลี ดังที่แสดงในรูป 2.1 ซึ่งปลีของกล้วยเล็บมือนางจะแทงออกตรงกลางของลำต้นเทียมประกอบด้วยก้านดอกทรงกลม ปลายก้านดอกเป็นช่อดอกหรือปลีกล้วยที่ประกอบด้วยกาบหุ้มด้านนอกสีแดงอมม่วง กาบหุ้มด้านในมีสีแดงซีด โคนปลีใหญ่ ปลายปลีแหลม เมื่อบานกาบหุ้มจะกางออกจนมองเห็นดอกด้านใน ทั้งนี้ปลีกล้วยจะออกหลังการปลูกแล้ว 7-8 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ดอก/ปลี และผลของกล้วยเล็บมือที่ยังไม่สุก
(**ที่มา :** https://puechkaset.com)

2.1.3.5. ผลของกล้วย มีหลายผลรวมกันบนก้านผลหลักอันเดียวกัน เรียกว่า เครือ กล้วย แต่ละลูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า “ หวี ” หวีกล้วยเล็บมือนางจะมีประมาณ 5-8 หวี แต่ละหวีของกล้วยเล็บมือนางมีผลกล้วย 10-16 ผล ผลมีก้านผลสั้น แต่ละผลมีขนาดเล็กและเรียวยาวกว้างประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร ผลมีลักษณะโค้งงอ ปลายผลเรียวแหลม เปลือกผลค่อนข้างหนา เมื่อดิบเปลือกผลมีสีเขียวเข้ม เมื่อสุกจะมีสีเหลืองทอง ดังที่แสดงในรูปที่ 2.2 ผิวเปลือกมีทั้งชนิดที่มีขน และไม่มีขนส่วนเนื้อด้านในมีสีเลืองอ่อนหรือสีครีม เนื้อนุ่ม รสหวานและมีกลิ่นหอม ทั้งนี้ กล้วยเล็บมือนางจะสามารถเก็บผลได้หลังการตกเครือแล้วประมาณ 3-3.5 เดือน



รูปที่ 2.2 กล้วยเล็บมือนาง

2.1.4 ประโยชน์ของกล้วยเล็บมือนาง

ประโยชน์ของกล้วยเล็บมือนางทุกส่วนมีประโยชน์เหมือนกับกล้วยชนิดอื่นๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลกล้วยสุกนิยมรับประทานกันมาก เนื่องจากผลเล็ก เนื้อนุ่ม รสหวาน และมีกลิ่นหอม ส่วนผลดิบไม่นิยมนำมาแปรรูปเหมือนกล้วยชนิดอื่น เพราะมีขนาดผลเล็ก

2. ใบตองใช้ห่อข้าวหรือนำมาประดิษฐ์เป็นพาชนะใส่อาหารหรือขนมไทย

3. หยวกกล้วยอ่อนนำมาประกอบอาหาร อาทิเช่น แกงหยวกกล้วยใส่ปลา ใส่เนื้อใส่หมูเป็นต้น

4. ก้าน และใบ ใช้เลี้ยงโค กระบือ และหมู

5. หยวกกล้วยและหน่ออ่อนนำมาเลี้ยงหมู

6. กาบลำต้นที่แห้งแล้วนำมากรีดเป็นเส้นใช้แทนเชือกรัดของ

2.1.5 การเก็บผลกล้วย

กล้วยเล็บมือนาง สามารถเก็บผลได้หลังการปลูกแล้วประมาณ 9-11 เดือน ซึ่งกล้วยจะเริ่มแทงปลีประมาณ 6-8 เดือน หลังการปลูก และเก็บผลได้ประมาณ 2.5-3 เดือนหลังแทงปลี

2.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นคืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิความชื้นในบริเวณที่ใช้งานซึ่งเหมาะสำหรับห้องควบคุมอุณหภูมิความชื้นอุตสาหกรรมอาหาร ห้องอบ ห้องแช่เย็น ห้องแลป ห้องควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ ปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้นสามารถช่วยให้วัดค่าอุณหภูมิความชื้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2.2.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) [2]

สามารถแบ่งได้ตามวัสดุที่นำมาทำเป็นเซ็นเซอร์โดยคุณสมบัติของวัสดุที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดค่าอีเอ็มเอฟ (Electromotive Force : EMF) หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ต่างกัน นอกจากนี้ชนิดของโลหะที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลก็ยังส่งผลต่อความเป็นเชิงเส้นของแรงดันเอาต์พุตของตัวเทอร์โมคัปเปิล เนื่องจากเป็นเซ็นเซอร์แบบแอคทีพที่ไม่จำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานให้ ก็สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าได้เองตาม หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิลสามารถสรุปกลุ่มของโลหะหรือวัสดุที่ใช้ทำเซ็นเซอร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ใหญ่ๆ ดังนี้

2.2.1.1 นิกเกิลอัลลอยเทอร์โมคัปเปิล

1. ไทด์อี (Type E) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุโครเมลกับคอนสแตนแตน (chromel/constantan) เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านต่ำ ๆ เช่นการแช่แข็ง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −50 องศาเซลเซียส ถึง +740 องศาเซลเซียส และย่านแคบอยู่ที่ −110 องศาเซลเซียส ถึง +140 องศาเซลเซียส

2. ไทด์เจ (Type J) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุเหล็กกับคอนสแตนแตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(iron/constantan) เป็นที่นิยมใช้งาน เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิกลางๆ โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −40 องศาเซลเซียส ถึง +750 องศาเซลเซียส ซึ่งแคบกว่า ไทด์เคแต่ให้ความไวในการวัดและความเป็นเชิงเส้นสูงกว่าไทด์เค

3. ไทด์เค (Type K) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุโครเมลกับอะลูเมล (Chromel/Alomel) เป็นที่นิยมใช้งาน เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านกลางๆ ถึงสูง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −200 องศาเซลเซียส ถึง +1350 องศาเซลเซียส

4. ไทด์เอ็ม (Type M) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุนิกเกิลกับโมลิบดินั่ม (Ni/Mo) 82%/18% – นิกเกิล/โคบอลต์ (Ni/Co) 99.2%/0.8% เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิและควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาแบบสูญอากาศ เนื่องจากตัวโครงสร้างของวัสดุชนิดนี้จะไม่ทนต่อการเกิดออกซิเดชันในอุณหภูมิที่สูง ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถใช้ได้อยู่ที่ 1400 องศาเซลเซียส

5. ไทด์เอ็น (Type N) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุนิโครซิลกับนิซิล (Nicrosil/Nisil) เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านกลางๆ โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −270 องศาเซลเซียสถึง +1300 องศาเซลเซียส ทนต่อการเกิดออกซิเดชันและมีความเสถียรภาพการใช้งานดีซึ่งเทอร์โมคัปเปิลไทด์เอ็นถูกออกแบบ เพื่อเอาชนะปัญหาที่เกิดในวัสดุที่ใช้ทำเซ็นเซอร์สร้างสัญญาณอีเอ็มเอฟที่ไม่คงที่

6. ไทด์ที (Type T) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุทองแดงกับคอนสแตนแตน (copper/Constantan) เป็นที่นิยมใช้งาน ส่วนผสมของทองแดงนำความร้อนได้ดีเหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านต่ำ เช่น ห้องเย็น การแช่แข็ง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −200 องศาเซลเซียสถึง +350 องศาเซลเซียส และมีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดไม่ติด

2.2.1.2 แพลตตินัมและโรเดียมอัลลอยเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิลไทด์บี อาร์ เอส (Types B, R, S) ทำจากวัสดุที่ให้เสถียรภาพในการวัดอุณหภูมิ แต่จะให้ความไวในการวัดอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเทอร์โมคัปเปิลแบบอื่นๆ และเหมาะกับการวัดอุณหภูมิด้านสูงๆ

1. ไทด์บี ให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแบบเอสและแบบอาร์ แต่มีความแข็งแรงทนทานกว่าเหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับแบบเอสและอาร์ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศและไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

2.ไทด์อาร์และเอสมีคุณสมบัติที่คล้ายกัน แต่แบบอาร์ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่สูงกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้วโดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400 องศาเซลเซียสถึง ใช้งานได้ดีในสภาวะที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมีไม่เหมาะกับงานที่มีสภาวะแบบกัดกร่อนไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศและไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

2.2.1.3 โลหะผสมทังสเตนและรีเนียม อัลลอยเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิลที่ส่วนใหญ่จะไม่สามารถใช้งานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่รุนแรง มีการกัดกร่อน ในอุณหภูมิสูงมากได้ แต่สำหรับเทอร์โมคัปเปิลไทด์ซี ดี จี สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงถึง 2315 องศาเซลเซียสและเพิ่มสามารถเพิ่มย่านวัดได้ถึง 2760 องศาเซลเซียส ภายใต้ภายใต้บรรยากาศของก๊าซเฉื่อย (Inert Atmosphere) เช่น บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนและได้ถึง 3000 องศาเซลเซียส

จะเห็นได้ว่าเทอร์โมคัปเปิลมีหลายชนิดซึ่งในแต่ละชนิดจะมีย่านการวัดอุณหภูมิที่เหมาะสมหรือแตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับความเป็นเชิงเส้นของแรงดันเอาต์พุตอีเอ็มเอฟของเทอร์โมคัปเปิลชนิดนั้น จากรูปด้านล่างรูปที่ 2.3 ถึงรูปที่ 2.5 จะแสดงให้เห็นถึงกราฟความเป็นเชิงเส้นของเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ

2.2.1.1 นิกเกิลอัลลอย เทอร์โมคัปเปิล

1. ไทด์อี (Type E) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุโครเมลกับคอนสแตนแตน (chromel/constantan) เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านต่ำ ๆ เช่นการแช่แข็ง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −50 องศาเซลเซียส ถึง +740 องศาเซลเซียส และย่านแคบอยู่ที่ −110 องศาเซลเซียส ถึง +140 องศาเซลเซียส

2. ไทด์เจ (Type J) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุเหล็กกับคอนสแตนแตน (iron/constantan) เป็นที่นิยมใช้งาน เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิกลางๆ โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −40 องศาเซลเซียส ถึง +750 องศาเซลเซียส ซึ่งแคบกว่า ไทด์เคแต่ให้ความไวในการวัดและความเป็นเชิงเส้นสูงกว่าไทด์เค

3. ไทด์เค (Type K) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุโครเมลกับอะลูเมล (Chromel/Alomel) เป็นที่นิยมใช้งาน เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านกลางๆ ถึงสูง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −200 องศาเซลเซียส ถึง +1350 องศาเซลเซียส

4. ไทด์เอ็ม (Type M) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุนิกเกิลกับโมลิบดินั่ม (Ni/Mo) 82%/18% – นิกเกิล/โคบอลต์ (Ni/Co) 99.2%/0.8% เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิและควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาแบบสูญอากาศ เนื่องจากตัวโครงสร้างของวัสดุชนิดนี้จะไม่ทนต่อการเกิดออกซิเดชันในอุณหภูมิที่สูง ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดที่สามารถใช้ได้อยู่ที่ 1400 องศาเซลเซียส

5. ไทด์เอ็น (Type N) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุนิโครซิลกับนิซิล (Nicrosil/Nisil) เหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านกลางๆ โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ −270 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียสถึง +1300 องศาเซลเซียส ทนต่อการเกิดออกซิเดชันและมีความเสถียรภาพการใช้งานดีซึ่งเทอร์โมคัปเปิลไทด์เอ็นถูกออกแบบ เพื่อเอาชนะปัญหาที่เกิดในวัสดุที่ใช้ทำเซ็นเซอร์สร้างสัญญาณอีเอ็มเอฟที่ไม่คงที่

6. ไทด์ที (Type T) ทำจากส่วนประกอบของวัสดุทองแดงกับคอนสแตนแตน (copper/Constantan) เป็นที่นิยมใช้งาน ส่วนผสมของทองแดงนำความร้อนได้ดีเหมาะสำหรับงานวัดอุณหภูมิด้านต่ำ เช่น ห้องเย็น การแช่แข็ง โดยมีย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ – 200 องศาเซลเซียสถึง +350 องศาเซลเซียส และมีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดไม่ติด

2.2.1.2 แพลตตินัมและโรเดียมอัลลอย เทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิลไทด์บี อาร์ เอส (Types B, R, S) ทำจากวัสดุที่ให้เสถียรภาพในการวัดอุณหภูมิ แต่จะให้ความไวในการวัดอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเทอร์โมคัปเปิลแบบอื่นๆ และเหมาะกับการวัดอุณหภูมิด้านสูงๆ

1. ไทด์บี ให้แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแบบเอสและแบบอาร์ แต่มีความแข็งแรงทนทานกว่าเหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับแบบเอสและอาร์ไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศและไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

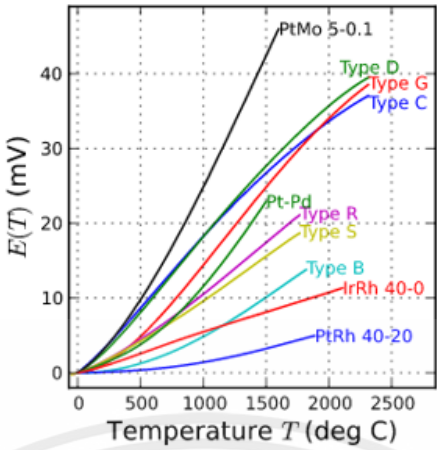
2. ไทด์อาร์และเอสมีคุณสมบัติที่คล้ายกัน แต่แบบอาร์ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตที่สูงกว่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้วโดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400 องศาเซลเซียสถึง ใช้งานได้ดีในสภาวะที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีไม่เหมาะกับงานที่มีสภาวะแบบกัดกร่อนไม่เหมาะกับงานในสภาวะสุญญากาศและไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะและอโลหะ

2.2.1.3 โลหะผสมทังสเตนและรีเนียม อัลลอยเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิลที่ส่วนใหญ่จะไม่สามารถใช้งานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่รุนแรง มีการกัดกร่อน ในอุณหภูมิสูงมากได้ แต่สำหรับเทอร์โมคัปเปิลไทด์ซี ดี จี สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงถึง 2315 องศาเซลเซียสและเพิ่มสามารถเพิ่มย่านวัดได้ถึง 2760 องศาเซลเซียส ภายใต้ภายใต้บรรยากาศของก๊าซเฉื่อย (Inert Atmosphere) เช่น บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจนและได้ถึง 3000 องศาเซลเซียส

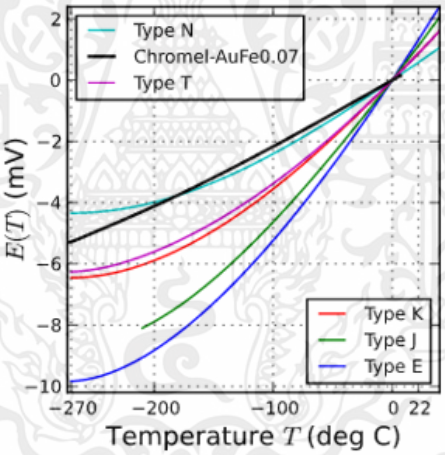
จะเห็นได้ว่าเทอร์โมคัปเปิลมีหลายชนิดซึ่งในแต่ละชนิดจะมีย่านการวัดอุณหภูมิที่เหมาะสมหรือแตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับความเป็นเชิงเส้นของแรงดันเอาต์พุตอีเอ็มเอฟของเทอร์โมคัปเปิลชนิดนั้น จากรูปด้านล่างรูปที่ 2.3 ถึงรูปที่ 2.5 จะแสดงให้เห็นถึงกราฟความเป็นเชิงเส้นของเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าอีเอ็มเอฟของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิช่วงสูง

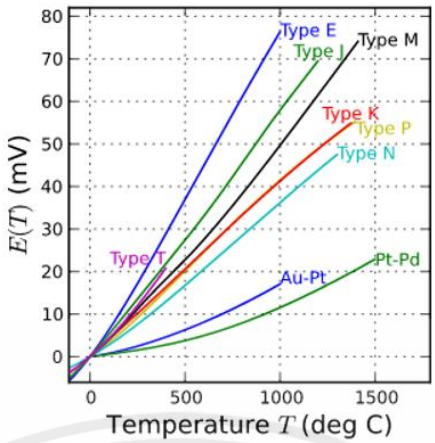
(**ที่มา :** https://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple)



รูปที่ 2.4 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าอีเอ็มเอฟของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิช่วงต่ำ

(**ที่มา :** https://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กราฟความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับค่าอีเอ็มเอฟของเซ็นเซอร์ที่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิช่วงกลาง
(**ที่มา :** https://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple)

2.2.2 เกรดและความเที่ยงตรงของเทอร์โมคัปเปิล

ความเที่ยงตรงในการวัดนั้นสำคัญมาก ซึ่งจะเป็นตัวที่บอกถึงค่าที่วัดได้ว่าเชื่อถือได้หรือไม่ เครื่องมือวัดจะมีค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดดังนี้

1. ค่าผิดพลาดในการวัด (Error) จริงๆ แล้วมีอยู่หลายส่วน เช่น การวัดผิดพลาด คือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือที่วัดเอง ความผิดพลาดของมนุษย์ เป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผู้ใช้งานเครื่องมือวัด เช่น การใช้งานผิดประเภท การอ่านค่าความผิดพลาดนั้น สามารถบอกเป็น เปอร์เซ็นต์ของย่านการวัด หรือค่าผิดพลาดสูงสุดก็ได้

2. ความเที่ยงตรง (Accuracy) คือ ความแม่นยำในการวัดว่าตรงกับค่าจริงแค่ไหน เช่น ถ้าต้องการยิงธนู 1 ครั้งให้เข้าเป้าตรงกลาง ซึ่งถ้ายิงแล้วได้ตรงกลาง แสดงว่ามีความเที่ยงตรงหรือความแม่นยำสูง 100 เปอร์เซ็นต์

3. ความสามารถในการวัดค่าซ้ำ (Repeatability) เช่น ยิงลูกธนู 100 ครั้ง เข้าเป้าจุดเดิม 95 ครั้ง ค่าความสามารถในการวัดค่าซ้ำ = 95 เปอร์เซ็นต์

4. ความละเอียดในการวัด (Resolution) คือ การเอาค่าที่เล็กที่สุดที่อ่านค่าได้มาแสดง เช่น วัดอุณหภูมิได้ 100.01 องศาเซลเซียส 100.02 องศาเซลเซียสแสดงว่ามีความละเอียดได้ 0.01 องศาเซลเซียส

5. ความไม่แน่นอนในการวัด (Uncertainty of measurement) คือการรวมค่าทางสถิติของความผิดพลาด เช่น เทอร์โมคัปเปิลไทด์เคผ่านการสอบเทียบกับตัวอ่านอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 100องศาเซลเซียส แต่ค่าที่อ่านออกมาได้คือ 100.10 องศาเซลเซียส ความไม่แน่นอน ±1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส หมายความว่าค่าที่อ่านได้สามารถเป็นไปได้ตั้งแต่ 99.10 องศาเซลเซียสถึงประมาณ 101.10 องศาเซลเซียส

สำหรับความเที่ยงตรงและเกรดของเทอร์โมคัปเปิลนั้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานในการผลิตเทอร์โมคัปเปิลนั้นๆ ว่าอ้างอิงกับมาตรฐานอะไร เทอร์โมคัปเปิลมีให้เลือกหลายแบบ มีเกรดให้เลือก 3 เกรด ตั้งแต่คลาส 1, 2, 3 (Class I, II, III) แต่ส่วนใหญ่จะใช้คลาส 1 เนื่องจากมีความเที่ยงตรงสูงสุด

2.3 บอร์ดอาดุยโน่ [3]

อาดุยโน่ (Arduino) เป็นบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ตระกลูเอวีอาร์ (AVR) ที่พัฒนาแบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) คือมีการเปิดเผยข้อมูลด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ดอาดูโน่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย

2.3.1 บอร์ดอาดุยโน่ เมกา 2560 (Arduino Mega 2560) [4]

อาดุยโน่ 2560 คือบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาจากเอทีเมกา 2560 (ATmega2560) มี 54 ดิจิทัล อินพุตและเอาต์พุตโดยมี 14 ขา สามารถใช้เป็นเอาต์พุตแบบพีดับเบิลยูเอ็ม (PWM) ได้ มีอินพุตแบบอนาล็อก 16 ขา มี ฮาร์ดแวร์พอร์ตอนุกรม (hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 เมกะเฮิรตซ์ สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล ยูเอสบี หรือใช้ อะแดปเตอร์เอซีทูดีซี เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่มรีเซ็ตสามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับ อาดุยโน่ ดูลิลานูฟ (Arduino Duemilanove)หรือดีเอซิมิลา (Diecimila)ดังที่แสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 บอร์ดอาดุยโน่

(**ที่มา :** https://electronics.stackexchange.com)

2.4 จอแสดงผลแอลซีดี [5]

จอแสดงผลแอลซีดี (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมอย่างมากดังที่แสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจอมีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักขระเรียกว่า ชาเรคเตอร์ แอลซีดี(Character LCD) มีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้วและแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า กราฟฟิค แอลซีดี (Graphic LCD) นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิทัล เครื่องคิดเลข หรือหน้าปัดวิทยุ

รูปที่ 2.7 จอแอลซีดี

2.5 ฮีตเตอร์ (Heater) [6]

ฮีตเตอร์ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน หรือ การระบายอากาศที่มีความต้องการความร้อนให้กับงาน อาหาร ห้องอบสี งานบรรจุหีบห่อ อบขึ้นรูปพลาสติก ฯลฯ

สามารถแบ่งประเภทของฮีตเตอร์ตามลักษณะทางกายภาพและลักษณะการใช้งานหรือประโยชน์การใช้สอยของตัวฮีตเตอร์เอง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 15 แบบ ดังต่อไปนี้

2.5.1 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมีใช้สำหรับอุ่นหรือต้มของเหลวได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกิริยากับแสตนเลต 316 (SUS 316) เช่นน้ำหรือน้ำมันและยังใช้อุ่นหรือต้มของเหลวที่เหนียวข้นได้หลากหลาย ลักษณะของฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมีมีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 2.8 การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไปโดยตัวฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถัง

ข้อควรระวัง ไม่ควรให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไปทำให้อายุการใช้งานสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.2 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)

ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ คือฮีตเตอร์ที่ออกแบบให้เหมาะสมกับท่อหัวฉีดที่ติดกับแม่พิมพ์ เพื่อถ่ายเทความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วแท่งฮีตเตอร์ เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมพลาสติก เครื่องฉีดพลาสติกและฝาพลาสติกสามารถกำหนดขนาดตามความต้องการได้ ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ผลิตจากขดลวดฮีตเตอร์คุณภาพสูง ปราศจากสนิมเพราะตัวขอลวดด้านนอกทำจากแสตนเลตเกรด 304 แท้ ซึ่งลักษณะของฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์มีลักษณะดังที่แสดงในรูที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)

(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.3 เซรามิคฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)

ฮีตเตอร์เซรามิค คือฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อนสูงและต่อเนื่องเหมาะสำหรับเครื่องฉีดพลาสติกที่ต้องการใช้อุณภูมิสูงและใช้งานต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ โครงสร้างทำจากเซรามิคอายุการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานนาน ปลอดภัย สามารถกำหนดขนาดได้ตามความต้องการ และสามารถให้อุณภูมิระดับปานกลางจนถึงสูง เนื่องจากเซรามิคเป็นตัวนำความร้อนและยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ฮีตเตอร์เซรามิคสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งกลมและแบบแผ่น ซึ่งเหมาะกับงานประเภทอุตสาหกรรมพลาสติก งานแม่พิมพ์ และอุตสาหกรรมผลิตยางทุกชนิด ซึ่งลักษณะของฮีตเตอร์เซรามิคมีลักษณะดังที่แสดงในรูที่ 2.10

รูปที่ 2.10 เซรามิคฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.4 ฮีตเตอร์แท่ง (CARTRIDGE HEATER)

ฮีตเตอร์แท่ง คือฮีตเตอร์ที่ใช้ในการอุ่นและให้ความร้อนให้แก่ แม่พิมพ์ ชิ้นงานเหล็ก หัวพ่นกาว เครื่องพิมพ์ทอง เครื่องรีดถุงพลาสติก อลูมิเนียม ทองเหลือง หรือโลหะต่างๆ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน เช่น งานบรรจุหีบห่อ งานขึ้นรูป เซรามิค พลาสติก เป็นต้นลักษณะการใช้งานทั่วไปของ ฮีตเตอร์แท่ง คือ ใส่ไว้ในช่องบนวัตถุความร้อนจะถูก

ส่งผ่านจากฮีตเตอร์ไปยังวัตถุที่ต้องการให้ความร้อน ซึ่งลักษณะของฮีตเตอร์แท่งมีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮีตเตอร์แท่ง สามารถแบ่งได้ออก เป็น 2 แบบ คือความร้อนสูง (High density) ความร้อนสูงและความร้อนปานกลาง (Low Density) ความร้อนปานกลาง การกำหนดว่าฮีตเตอร์แท่ง ตัวใดเป็นไฮเดนซิตี้หรือโลวเดนซิตี้จะพิจารณาจากค่าวัตต์เดนซิตี้ (Watt Density) ซึ่งเป็นหน้าที่ของทางผู้ผลิตทางเอสพีแอล (SPL) สามารถผลิตฮีตเตอร์ให้ตามที่ต้องการได้ โดยระบุค่า 5 ค่า คือ

1. ความร้อนสูง (H) / ความร้อนปานกลาง (L)
2. เส้นผ่านศูนย์กลาง Φ (mm)
3. ความยาวของฮีตเตอร์แท่ง L (mm)
4. แรงดัน (V)
5. กำลังวัตต์ (W)

2.5.5 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (IMMERSION HEATER)

ฮีตเตอร์ต้มน้ำเป็นฮีตเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับของเหลว เช่น ต้มน้ำหรืออุ่นน้ำมัน การติดตั้งทำได้โดยการเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถัง ควรระวังไม่ไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวร้อนจัดเกินไปจะทำให้อายุการใช้งานสั้นและเพื่อให้ความร้อนกระจายไปทั่วถึง ควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวด้วย

รูปแบบทั่วไปมักจะดัดเป็นแบบตัวยูและเชื่อมติดกับเกลียว ซึ่งจะมีขนาดเกลียวตั้งแต่ 1 นิ้ว 1.5 นิ้ว 2 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว ขนาดของเกลียวจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของฮีตเตอร์ ซึ่งจะมีตั้งแต่ 1 ขด 3 ขด 6 ขด 12 ขด และตามความเหมาะสมของกำลังวัตต์และความยาวของตัวฮีตเตอร์ดังที่แสดงในรูปที่ 2.12

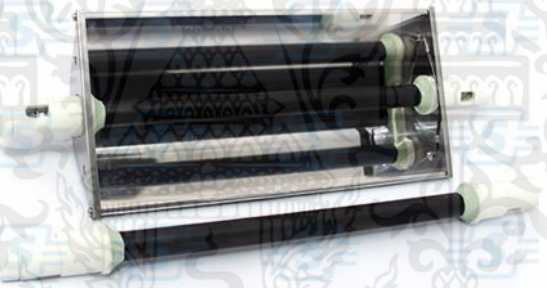
รูปที่ 2.12 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 ฮีตเตอร์อินฟราเรด (INFRARED HEATER)

ลักษณะของฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater) มีลักษณะดังที่สแดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งฮีตเตอร์อินฟราเรดส่งผ่านความร้อนแบบแผ่รังสี (เหมือนกับดวงอาทิตย์ส่งความร้อนมายังโลก) จึงมีประสิทธิภาพสูง ความสูญเสียต่ำ ประหยัดไฟได้ 30-50% สามารถให้ความร้อนวัตถุได้ถึงเนื้อใน จึงทำให้ประหยัดเวลาได้ 1-10 เท่า (การให้ความร้อนแบบการพา และการนำความร้อนจะทำให้วัตถุร้อนเฉพาะที่ผิว แล้วค่อยๆซึมเข้าไปเนื้อในจึงใช้เวลามาก) มีขนาดเล็กกว่าฮีตเตอร์แบบทั่ว ๆ ไป ทำให้ประหยัดเนื้อที่การติดตั้งและการถอดเปลี่ยนเพื่อซ่อมบำรุงง่าย มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากไม่มีเปลวไฟ ตัวเรือนมีความเป็นฉนวนสูง ไฟไม่รั่วและจะให้รังสีช่วง 3-10 μm. ซึ่งเป็นช่วงที่วัสดุเกือบทุกชนิดสามารถดูดซับรังสีได้ดี

ข้อควรระวัง การให้ความร้อนแบบอินฟราเรด สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ตัววัสดุจะต้องดูดซับรังสีได้ดี ดังนั้นวัตถุบางชนิดที่มีผิวมันวาวหรือมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ดี จะไม่เหมาะกับการให้ความร้อนด้วยวิธีนี้ ถ้าต้องการควบคุมอุณหภูมิ พยายามวางหัววัดอุณหภูมิให้ใกล้วัตถุมากที่สุด หรือ ใช้ตัววัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด



รูปที่ 2.13 ฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.7 ฮีตเตอร์แผ่น (STRIP HEATER)

ฮีตเตอร์แผ่น โครงสร้างจะเป็นแบบเดียวกับฮีตเตอร์รัดท่อ แต่รูปทรงจะเป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังที่แสดงในรูปที่ 2.14 ฮีตเตอร์แผ่นเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับงานทั่วไป ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนกับงานทั่วไปเช่น เครื่องบรรจุหีบห่อ มีดตัดพลาสติก เตาอบแบบต่าง ๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

ผลิตจากแสตนเลต มีขดลวดความร้อนพันอยู่ข้างในทนความร้อนสูงทนทานอายุการใช้งานยาวนานและแผ่นฉนวน (ไมกา) สามารถทนความร้อนได้สูงวัสดุภายนอกทำด้วยแผ่นแสตนเลต 304 หรือซิงค์ลักษณะแบน แผ่นสี่เหลี่ยม ขั้วไฟมีทั้งแบบออกสาย ออกขั้วเทอมินอล เต๋าเซรามิค หรือแบบออกปลั๊กตามลักษณะการใช้งาน

ลักษณะใช้งานของฮีตเตอร์แผ่น

1. ใช้ให้ความร้อนในงานอุตสาหกรรมต่างๆ
2. ใช้ทำความร้อนให้กับแผ่นแม่พิมพ์
3. ใช้ให้ความร้อนในแผ่นเหล็ก ทองเหลือง ทองแดงให้เกิดการขยายตัว

ข้อควรระวังในการใช้งานฮีตเตอร์แผ่น

1. ฮีตเตอร์แผ่นนั้นควรติดตั้งให้แน่นพอดีไม่ควรหลวมจนเกินไปเพราะจะทำให้ฮีตเตอร์มีอายุการใช้งานสั้นลงหรือขึ้นงานควรให้พอเหมาะกับร่องแม่พิมพ์ ที่ต้องการประกบ
2. การติดตั้งแผ่นฮีตเตอร์ควรมีฉนวนหุ้มภายนอกเพื่อป้องกันการสัมผัสและลดการสูญเสียพลังงานความร้อน

2.5.8 ฮีตเตอร์บอบบิน (BOBBIN HEATER)

ฮีตเตอร์บอบบินถูกออกแบบมีสำหรับให้ความร้อนกับของเหลวสามารถเคลื่อนย้ายได้ปลอกฮีตเตอร์สามารถเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน มีให้เลือกทั้งแสตนเลตและควอทซ์ โดยแบบแสตนเลตมีข้อดี คือเมื่อฮีตเตอร์เสียสามารถซ่อมได้และแบบควอทซ์ใช้สำหรับงานชุบโดยใช้ไฟฟ้าแช่ในกรดหรือสารละลายภายในตัวฮีตเตอร์ออกแบบเป็นแบบขดลวดดังที่แสดงในรูปที่ 2.15 ให้ความร้อนสม่ำเสมอ ท่อป้องกันภายนอกทำจากแสตนเลต 304 , 316 (SUS 316) ทนทานสารเคมี มีขนาดวัตต์ ความยาว ความโตและโวลต์หลากหลายตามการใช้งานทนต่อการกระแทกมากกว่าฮีตเตอร์หลอดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการนำไปใช้งานฮีตเตอร์สำหรับของเหลว ให้ความร้อนกับของเหลว งานชุบโลหะ เช่นชุบโครเมี่ยม ซิงค์ นิเกิล กรด ด่าง นอกจากนี้ สามารถใช้อุ่นหรือต้มของเหลวที่เหนียวข้นได้หลายชนิด ที่ไม่ทำ ปฏิกิริยากับแสตนเลต316 (SUS 316) เช่นอุ่นกาว ยางมะตอย

ข้อควรระวังการใช้ฮีตเตอร์บอบบิน

1. ควรออกแบบให้มีระดับ heat zone ต่ำกว่าระดับของเหลวที่ใช้เสมอเพื่อป้องการน้ำแห้ง

2. ไม่ควรกระแทกตัวฮีตเตอร์เพราะอาจทำให้มีรอยร้าว หรือ เกิดการเสียหายภายใน

3. ควรมีตัวเช็คระดับของเหลวให้คงที่อยู่เสมอ

รูปที่ 2.15 ฮีตเตอร์สำหรับของเหลว (Bobbin Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.9 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนได้กับอากาศและของเหลว และใช้ให้ความร้อนกับน้ำ เช่น งานอุ่นหรืองานต้ม และยังใช้สำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนในการอบ เช่น อบสี, อบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ อบไล่ความชื้น อบใยผ้า อบแม่พิมพ์ อบพลาสติก อบอาหาร เป็นต้น มีวัสดุให้เลือกตามความเหมาะของงาน มีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ฮีตเตอร์ท่อกลม ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.10 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)

เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์เป็นเครื่องทำความร้อนระบบหมุนเวียน ที่ใช้น้ำ น้ำมัน ลม แก๊ส เป็นตัวพาความร้อนไปใช้อีกทั้งยังให้ความร้อนของเหลวและก๊าซภายในท่อใช้แสตนเลตคุณภาพดีให้ความร้อนสม่ำเสมอ สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งมีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูที่ 2.17

รูปที่ 2.17 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.11 คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)

คอยล์ฮีตเตอร์เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนสูงในอากาศเหมาะสำหรับใช้งานในเตาอบให้ความร้อนกับชิ้นงาน สามารถวางบนฉนวนกันความร้อน เช่น เซรามิคไฟเบอร์ (Ceramic Fiber) หรือเซรามิคซับพอร์ตฮีตเตอร์ (Ceramic Support Heater) ออกแบบขนาดโวลต์ให้ถูกต้องจะทำให้อายุการใช้งานนานมากขึ้นและนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเตาอุณภูมิสูง ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้มีทั้งลวด เหล็กและลวดนิคเกิ้ลนำมาขดขึ้นรูปตามขนาดที่ต้องการ ซึ่งมีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูที่ 2.18

รูปที่ 2.18 คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.12 ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

ฮีตเตอร์รัดท่อ เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนกับท่อ หรือ ถังทรงกระบอก เช่น เครื่องฉีดพลาสติกให้การตอบสนองเกือบจะทันทีที่ใช้คู่กับอุณภูมิควบคุม ให้ความร้อนและส่งผ่านความร้อนได้เร็วขึ้น ทนต่อการปนเปื้อนของการล้นจากพลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อน หรือ อุ่นของเหลวในท่อลำเลียง หรือ ถังพักในสายการผลิต เช่น ท่อลำเลียงกาว ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งน้ำร้อน และยังสามารถนำไปใช้ เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้ความร้อนในการทำงาน เช่น กระติกน้ำร้อน หม้อหุงข้าว เตารีด เป็นต้น ซึ่งฮีตเตอร์รัดท่อมีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูที่ 2.19

รูปที่ 2.19 ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.13 ฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

ฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี คืออุปกรณ์ที่ให้ความร้อนเพื่ออุ่นหรือต้มของเหลวทุกประเภทที่ทำปฏิกิริยากับแสตนเลส ซึ่งเหมาะกับทุกงานอุตสาหกรรมที่มีการอุ่นหรือต้มของเหลวได้หลายชนิด โดยเฉพาะงานที่ให้ความร้อนกับน้ำยาที่ใช้ชุบ น้ำกรด/ด่างโดยทั่ว ๆ ไป ฮีตเตอร์ชนิดนี้แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น ฮีตเตอร์หน้าแปลน ฮีตเตอร์ขันเกลียว ฮีตเตอร์จุ่มหรือแขวนในบ่อความร้อน ซึ่งฮีตเตอร์อุ่น – ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมีมีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูที่ 2.20

รูปที่ 2.20 ฮีตเตอร์อุ่น-ต้มน้ำยาเคมี

(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

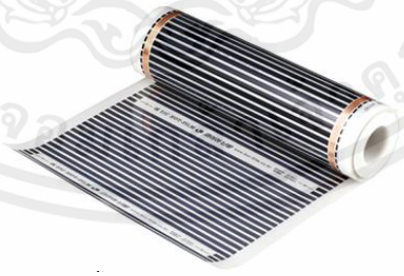
2.2.14 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน

เมื่อถึงฤดูหนาวในเมืองไทยมักจะมีข่าวว่าพื้นที่ชนบททางด้านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือประชาชนมันจะสุมไฟตอนกลางคืนเพราะอากาศที่หนาวอาจจะทำให้เจ็บป่วยและมีบางท่านถึงกับเสียชีวิตได้ ยิ่งผู้ที่อาศัยอยู่บนภูเขายิ่งหนาวมากกว่าอยู่แล้วฮีตเตอร์ประจำบ้านสามารถช่วยให้หายหนาวได้ ซึ่งลักษณะและรูปร่างของฮีตเตอร์ทำความอบอุ่นมีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 ฮีตเตอร์แบบทำความอบอุ่นตามบ้านเรือน
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.5.15 ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม (Film Heater)

ฮีตเตอร์แบบฟิล์ม มีข้อดี คือสามารถม้วนเก็บตอนขนส่งมาประเทศไทยได้ ไม่กินเนื้อที่ประโยชน์ในการใช้งาน สามารถปูเป็นพื้นหรือปูติดผนังเพื่อสร้างความอบอุ่นในพื้นที่ที่หนาวมากๆ ซึ่งฮีตเตอร์ฟิล์มมีลักษณะรูปร่างดังที่แสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ม้วนฮีตเตอร์แบบฟิล์ม (Film Heater)
(**ที่มา :** http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com)

2.6 ทฤษฎีการอบแห้ง [7]

ทฤษฎีการอบแห้ง (Drying) คือ กระบวนการการลดความชื้น โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นในสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแข็งน้ำหรือความชื้นที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มากน้อยจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของมันด้วยการอบเมื่อทำให้ของเหลวในวัตถุดิบระเหยเป็นไอจะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ซึ่งจะมีกรณีที่วัตถุดิบมีสภาพเป็นของแข็งที่เปียกชื้นแล้วยังมีกรณีที่อบของเหลวข้น (slurry) หรือของเหลวใสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงอีกด้วย

การอบส่วนมากมักจะเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิตโดยผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วจะกลายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จทันที ดังนั้นการอบไม่สม่ำเสมอ เช่น ไม่แห้งหรือแห้งเกินไปและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบเป็นก้อน รวมทั้งปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจ นอกจากนี้ความร้อนแฝงของการระเหยของของเหลวจะมีค่าสูง การอบจึงสิ้นเปลืองพลังงานมาก ดังนั้นการจัดการพลังงานความร้อนจึงเป็นปัญหาสำคัญ

2.7 ทฤษฎีกล้วยตากและกล้วยอบ [7]

ผลิตภัณฑ์จากกล้วยถือเป็นการแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าให้แก่กล้วยโดยเฉพาะในบางฤดูที่มีกล้วยจำหน่ายมากทำให้กล้วยมีราคาถูก ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของกล้วยที่นิยม ได้แก่ กล้วยตาก กล้วยอบ กล้วยเชื่อมและการแปรรูปเป็นส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นๆ กล้วยอบกับกล้วยตากมีข้อแตกต่างกันที่วิธีการทำให้แห้ง โดยกล้วยตากจะใช้แสงแดดที่ช่วยทำให้แห้งเท่านั้น ซึ่งอาจจะตากในที่โล่งหรือตากในตู้อบลมร้อน บางครั้งวิธีการตากในตู้อบบางคนเรียกว่า กล้วยอบเหมือนกัน ส่วนกล้วยอบจะใช้เครื่องมือพิเศษช่วยทำให้แห้ง กล้วยตากเป็นที่นิยมรับประทานกันในปัจจุบันและถูกคิดค้นมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว

2.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความร้อน [8]

2.8.1 การพาความร้อน

การพาความร้อน คือการให้ความร้อนแต่ตัวกลาง (โดยมากเป็นของไหล เช่น อากาศหรือน้ำ) จากนั้นก็หาตัวกลางที่ถูกทำให้ร้อนเคลื่อนที่ไปสู่วัตถุเป้าหมาย ข้อเสียของวิธีนี้ คือความร้อนของวัตถุเป้าหมายจะขึ้นช้า (ซึ่งหมายถึงจะต้องพึ่งระบบหมุนเวียนตัวกลาง เช่น พัดลมหรือใบพัดกวนของเหลวในกรณีที่ตัวกลางเป็นของเหลว) และจะมีความสูญเสียความร้อนมากและวิธีนี้ก็ยังคงเป็นวิธีที่นิยมที่สุดเนื่องจากเป็นระบบที่ง่ายแก่ความเข้าใจสามารถหาแหล่งความร้อนได้ง่าย เช่น น้ำมัน ก๊าซหรือฮีตเตอร์ทั่วๆไป

2.8.2 การนำความร้อน

การนำความร้อน จะคล้ายกับการพาความร้อน แต่จะใช้ตัวกลางที่มีการนำความร้อนได้ดี ซึ่งมักจะเป็นโลหะความร้อนจะถูกนำจากปลายข้างหนึ่งของวัตถุตัวกลางไปสู่ปลายอีกข้างโดยที่ตัวกลางจะไม่เคลื่อนที่ (การพาความร้อนตัวกลางจะเคลื่อนที่จากแหล่งความร้อนไปสู่วัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมาย) การแผ่รังสีจะเป็นการแผ่รังสีที่มีคลื่นความยาวไปยังวัตถุเป้าหมาย ซึ่งแสงคลื่นยาวจะทำให้โมเลกุลของวัตถุเป้าหมายสั่นซึ่งส่งผลให้เกิดความร้อนขึ้น วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดถ้าเลือกวัตถุเป้าหมายที่เหมาะสม เนื่องจากพลังงานความร้อนประเภทนี้จะอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสงมายังวัตถุ (แบบเดียวกับการที่ดวงอาทิตย์ส่งความร้อนมายังโลก)

2.11 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) [9]

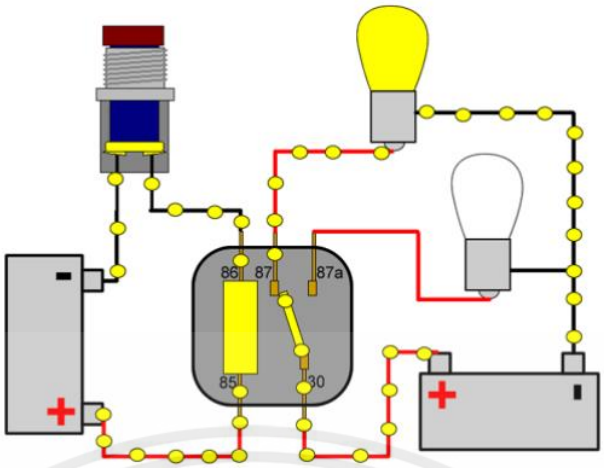
รูปที่ 2.23 แมกเนติก คอนแทคเตอร์
(**ที่มา:** https://www.mall.factomart.com)

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่าง ๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ขดลวด (Coil) หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)

2.11.1 หลักการทำงานแมกเนติก คอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็กขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) หน้าสัมผัสทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือ หน้าสัมผัสปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออกและหน้าสัมผัสปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กของหน้าสัมผัสทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม ดังที่แสดงในรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การทำงานของแมกเนติก คอนแทคเตอร์
(**ที่มา** : https://www.pballtechno.com)

จากรูปที่ 2.24 จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบต่างๆ คือ ปัจจัยสำคัญที่จำเป็นต่อกระบวนการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ แต่ถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานด้วย ไม่ว่าจะเป็นวิธีการเลือกใช้แมกเนติก คอนแทคเตอร์ ว่าควรเลือกใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ประเภทไหนให้เหมาะกับงาน รวมไปถึงเรื่องอุปกรณ์เสริมของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่จำเป็นต้องรู้ เพราะสิ่งเหล่านี้คือข้อมูลสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทำงาน

2.11.2 ส่วนประกอบของแมกเนติคคอนแทคเตอร์

2.11.2.1 แกนเหล็ก (Core) แกนเหล็กถูกออกแบบมาด้วยการใช้แผ่นเหล็กบางๆ นำมาวางซ้อนกันหลายๆชั้น โดยที่แผ่นเหล็กทั้งหมดจะถูกเคลือบด้วยฉนวนไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลวนแกนเหล็ก ที่จะส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมภายในแกนเหล็ก โดยแกนเหล็กนั้นจะแบ่งได้ 2 ส่วนคือ

1. แกนเหล็กที่อยู่กับที่ (Stationary Core)
2. แกนเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Core)

2.11.2.2 ขดลวด (Coil) ที่ทำมาจากลวดทองแดงที่ถูกพันอยู่รอบแกนเหล็กที่อยู่กับที่หน้าสัมผัส

2.11.2.3 หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) ทำหน้าที่ตัด-ต่อกระแสในวงจรกำลัง(Power Circuit) เข้าสู่โหลด

2.11.2.4 หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) เป็นหน้าสัมผัสที่เล็กกว่าหน้าสัมผัสหลัก และทนกระแสไฟฟ้าได้น้อยกว่า จะถูกใช้งานในวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.5 สปริง (Spring) ดันแกนเหล็ก คือสปริงที่ทำหน้าที่ดันแกนเหล็กทั้ง 2 ส่วนให้แยกจากกันเมื่อไม่มีการจ่ายไฟเข้าขดลวด

2.11.2.6 สปริงดันหน้าสัมผัส ที่ติดตั้งอยู่ด้านหลังของหน้าสัมผัส เพื่อเพื่อป้องกันไม่ให้หน้าสัมผัสเกิดความเสียหาย

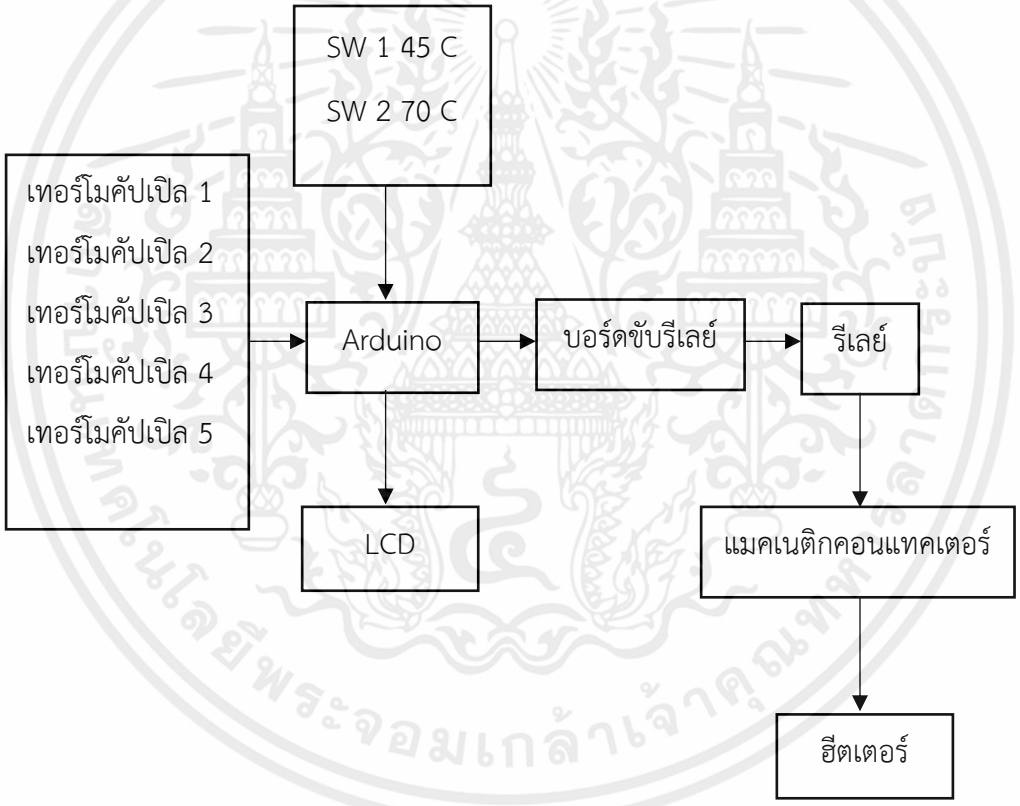
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโดยรวมของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง ซึ่งมีการทำงานบล็อกไดอะแกรมและการออกแบบโครงสร้างของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

บล็อกไดอะแกรมตู้อบกล้วยเล็บมือนางแสดงการทำงานของตู้อบกล้วยเล็บมือนางโดยมีอาดุยโน่เป็นตัวประมวลผล ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมตู้อบกล้วย

จากรูปที่ 3.1 เป็นการอธิบายการทำงานของตู้อบกล้วยเล็บมือนางดังต่อไปนี้

1. สวิตช์เลือกโหมดการทำงานของเครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ปุ่ม

- สวิตช์ 1 จะเริ่มทำงานได้ในย่านความร้อนที่อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 45 องศา หากอุณหภูมิมากกว่า 45 องศา เครื่องจะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สวิตช์ 2 จะเริ่มทำงานได้ในย่านความร้อนที่อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 70 องศา หากอุณหภูมิมากกว่า 70 องศา เครื่องจะหยุดการทำงาน

2. อาดูโน่ คือ บอร์ดควบคุมการทำงานของโปรแกรมที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ

3. เทอร์โมคัปเปิล คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ต่อเข้ากับบอร์ดอาดูโน่เพื่อวัดและแสดงผลอุณหภูมิผ่านจอ LCD

4. บอร์ดขับรีเลย์ คือตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์

5. รีเลย์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเชื่อมต่อกับบอร์ดขับรีเลย์

6. แมคเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตช์สำหรับใช้ในการเปิด-ปิด โดยหลักการทำงาน คือเมื่อกดสวิตช์จะมีกระแสไหลผ่านตัวอุปกรณ์ เกิดกระแสไหลครบวงจรเครื่องจึงจะเริ่มการทำงาน

7. ฮีตเตอร์ คือ อุปกรณ์ให้ความร้อนที่เชื่อมต่ออยู่กับเทอร์โมคัปเปิลซึ่งเป็นตัววัดอุณหภูมิโดยการเขียนโปรแกรมอาดูโน่ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้ฮีตเตอร์ทำงาน

8. จอ LCD คือ ส่วนที่แสดงผลค่าของอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิล

3.2 การออกแบบวงจรที่ใช้งาน

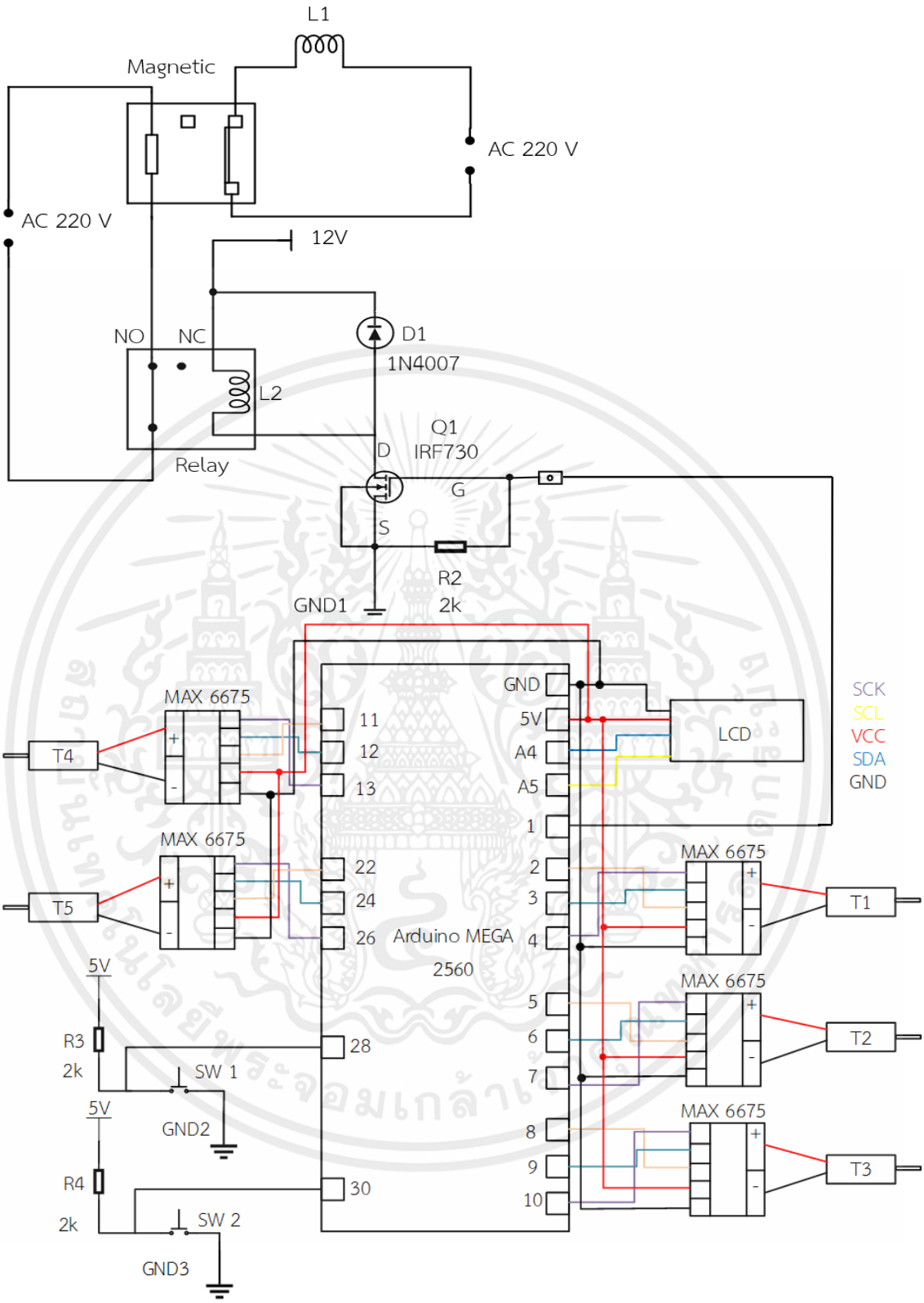
3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของตู้อบกล้วย

วงจรโดยรวมของตู้อบกล้วยเล็บมือนางมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 อาดุยโน่รับค่าอินพุตท์และจะสั่งเอาต์พุตออกที่พอตเอาต์พุตไป

ที่บอร์ดขับรีเลย์ จากนั้นบอร์ดขับรีเลย์จะทำให้รีเลย์ทำงาน พอรีเลย์ทำงานก็จะเปลี่ยนหน้าสัมผัสจาก NC ไป NO ซึ่งจะเป็นตัวเชื่อมไปที่แมกเนติกคอนแทคเตอร์และสั่งให้แมคเนติกคอนแทคเตอร์เริ่มทำงาน เมื่อแมคเนติกคอนแทคเตอร์ทำงานก็จะทำให้ฮีตเตอร์ที่ต่ออยู่กับขา NO ได้รับกระแสไฟและเริ่มทำงานโดยการให้ความร้อนเมื่ออุณหภูมิภายในตู้อบสูงขึ้นเกิน 45 องศา บอร์ดอาดูโน่ได้รับสัญญาณอินพุตจะทำการสั่งเอาต์พุตเป็น LOW ออกไปที่บอร์ดขับรีเลย์ให้รีเลย์หยุดทำงาน และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ก็จะหยุดทำงาน เมื่อแมกเนติกคอนแทคเตอร์หยุดทำงานฮีตเตอร์ก็จะไม่ได้รับกระแสไฟฟ้า และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาก็จะทำงานอีกครั้ง ส่วนสวิตช์ที่ 2 อุณหภูมิ 70 องศาก็จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับสวิตช์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรโดยรวมของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

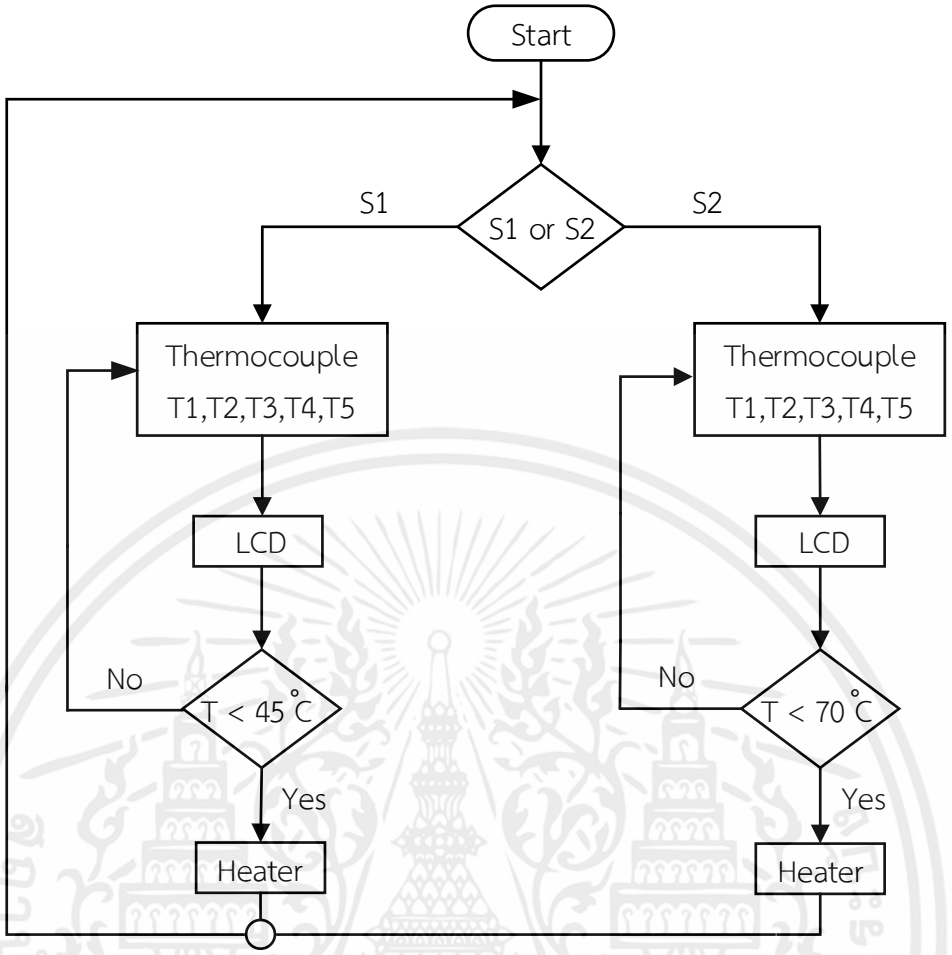
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

การทำงานของโปรแกรมตู้อบกล้วยเล็บมือนางดังรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นการทำงานตามลำดับขั้นตอนจากโฟร์ชาร์ต เริ่มต้นการทำงานจากการกดปุ่มสวิตช์โดยปุ่มสวิตช์นั้นจะมีให้เลือก 2 โหมดอุณหภูมิ คือ สวิตช์ 1 อุณหภูมิ 45 องศา และสวิตช์ 2 อุณหภูมิ 70 องศา โดยหลักการทำงานคือหากเราเลือกกดปุ่มสวิตช์ 1 เครื่องจะเริ่มการทำงานโดยที่มีเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัววัดอุณหภูมิความร้อนที่กระจายอยู่ภายในตู้ โดยมีเงื่อนไขการทำงานคือ อุณหภูมิจะต้องไม่เกิน 45 องศา หากอุณหภูมิเกิน 45 องศา โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้ในขั้นตอนถัดไป โปรแกรมจะวนกลับไปทำงานในลูปของการวัดอุณหภูมิจากเทอโมคัปเปิล หากอุณหภูมิน้อยกว่า 45 องศาโปรแกรมจะทำงานในขั้นตอนถัดไปคือ ฮีตเตอร์จะเริ่มการทำงานโดยการให้ความร้อนและมีการแสดงผลอุณหภูมิผ่านจอแสดงผล LCD จากนั้นทำการกดสวิตช์ 1 ซ้ำอีก 1 ครั้งเพื่อหยุดการทำงานการอบกล้วยที่อุณหภูมิ 45 องศา

หากเราเลือกกดปุ่มสวิตช์ 2 เครื่องจะเริ่มการทำงานโดยที่มีเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัววัดอุณหภูมิความร้อนที่กระจายอยู่ภายในตู้ โดยมีเงื่อนไขการทำงานคือ อุณหภูมิจะต้องไม่เกิน 70 องศา หากอุณหภูมิเกิน 70 องศา โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้ในขั้นตอนถัดไป โปรแกรมจะวนกลับไปทำงานในลูปของการวัดอุณหภูมิจากเทอโมคัปเปิล หากอุณหภูมิน้อยกว่า 70 องศา โปรแกรมจะทำงานในขั้นตอน ถัดไปคือ ฮีตเตอร์จะเริ่มการทำงานโดยการให้ความร้อนและมีการแสดงผลอุณหภูมิผ่านจอแสดงผล LCD จากนั้นทำการกดสวิตช์ 2 ซ้ำอีก 1 ครั้งเพื่อหยุดการทำงานการอบกล้วยที่อุณหภูมิ 70 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



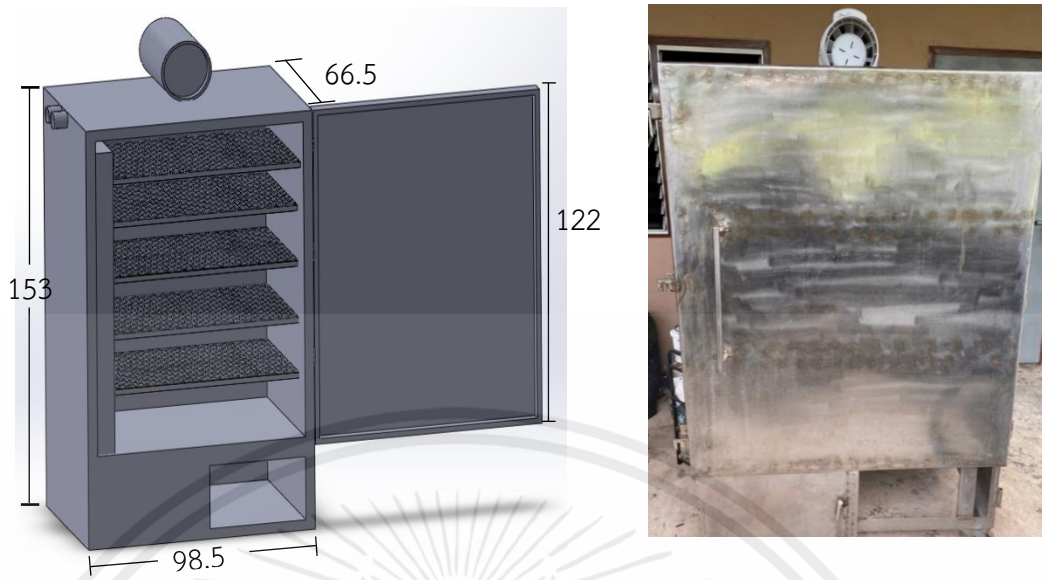
รูปที่ 3.3 โฟร์ชาร์ตการทำงานของตู้อบกล้วย

3.4 การออกแบบโครงสร้างตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

3.4.1 การออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่อง

โครงสร้างของตู้ทำมากจากสแตนเลส ซึ่งโครงสร้างโดยรวมมีขนาด ความกว้าง 66.5 เซนติเมตร ความสูง 153 เซนติเมตร ความยาว 98.5 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของตู้อบกล้วย

3.4.2 การออกแบบโครงสร้างของชั้นวางกล้วย

ชั้นวางกล้วยจพนวน 5 ชั้น โครงสร้างของชั้นวางกล้วยทำมาจากสแตนเลส ซึ่งสามารถใส่กล้วยได้ชั้นละประมาณ 3 – 4 กิโลกรัม โครงสร้างโดยรวมมีขนาด 86×50 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.5

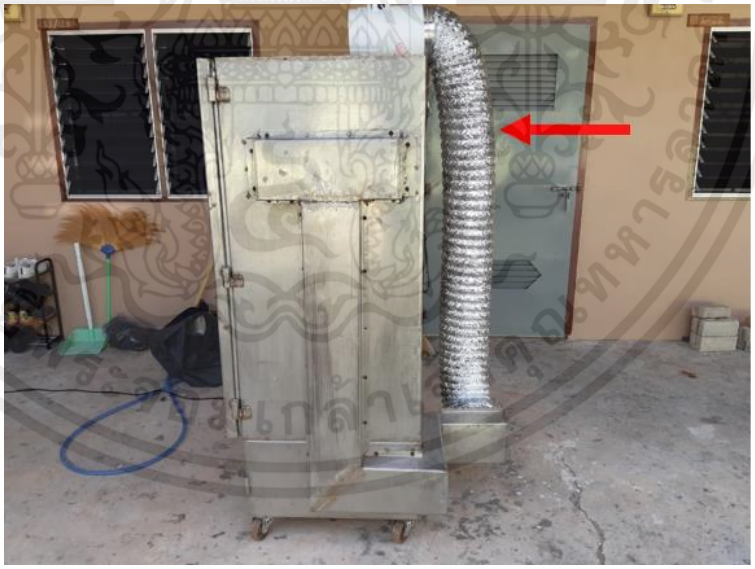
รูปที่ 3.5 ชั้นวางกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมของเครื่อง

การติดตั้งอุปกรณ์ระบบควบคุมของตู้อบประกอบด้วย ระบบบริภัณฑ์ไฟฟ้าและวงจรควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.6 - รูปที่ 3.11

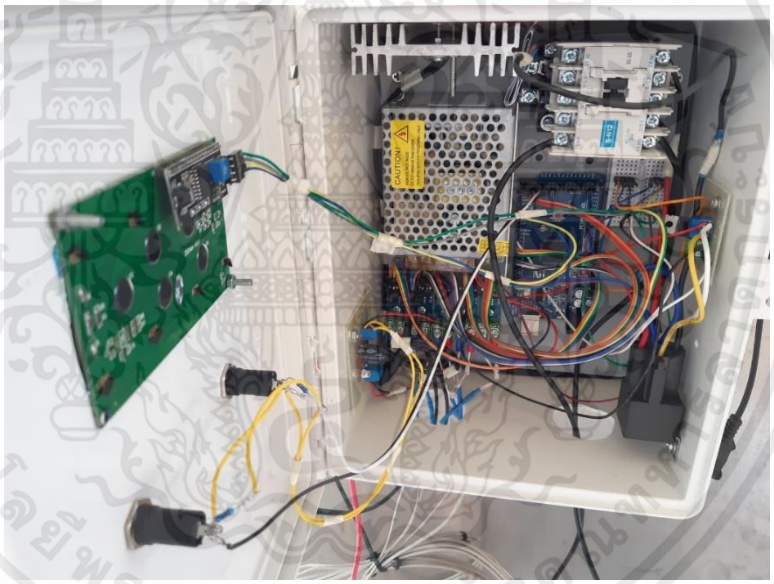
รูปที่ 3.6 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของแต่ละชั้น



รูปที่ 3.7 ติดตั้งชุดพัดลมระบายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 ติดตั้งฮีตเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.9 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าคอนโทรลในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 การแสดงหน้าตู้ควบคุมอุปกรณ์คอนโทรลต่างๆ

รูปที่ 3.11 ทำการทดสอบการทำงานของตู้อบกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ตู้อบกล้วยที่ติดตั้งและทดสอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองของตู้อบกล้วยเล็บมือนาง การกระจายอุณหภูมิภายในตู้อบกล้วย โดยใช้กล้วยในการอบจำนวน 10 กิโลกรัม การทดลองประกอบด้วย

4.1 การทดลองอบกล้วย

การทดลองอบกล้วยเล็บมือนางแบ่งออกเป็น 2 ช่วงอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้คือ ช่วงการอบด้วยอุณหภูมิไม่เกิน 45 องศา และช่วงการอบด้วยอุณหภูมิ 70 องศา

4.1.1 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 45 องศา

การทดลองอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่กำหนด คือกำหนดให้ตู้อบกล้วยด้วยอุณหภูมิความร้อนสูงสุดไม่เกิน 45 องศา โดยใช้กล้วยในการอบจำนวน 10 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการอบทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยทุก 2 ชั่วโมง จะเก็บบันทึกค่าของอุณหภูมิของแต่ละชั้นเพื่อดูความสม่ำเสมอของอุณหภูมิ และดูการทำงานของตู้อบกล้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตู้อบกล้วยเล็บมือนาง
2. กล้วยเล็บมือนางสุกงอมจัด
3. ชั้นตะแกรงสำหรับอบกล้วย
4. หม้อหรือกะละมังเอาไว้เขย่า

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำกล้วยเล็บมือนางสุกที่งอมจัดมาปอกเปลือกตัดหัวตัดท้ายเอาเส้นใยออก

2. นำกล้วยที่ปอกเปลือกแล้วมาใส่กะละมังร่อนกระแทกเพื่อให้กล้วยมีน้ำหวานออกมาเพื่อให้กล้วยที่อบเสร็จแล้วมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มไม่แข็งกระด้างและนำกล้วยที่กระแทกแล้วมาเรียงวางบนตะแกรงและนำเข้าตู้อบ

3. เสียบปลั๊กเพื่อเปิดเครื่อง กดสวิตช์ 1 เพื่อให้ตู้อบกล้วยทำงานโดยอบที่อุณหภูมิความร้อนสูงสุดไม่เกิน 45 องศาเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4. บันทึกผลของอุณหภูมิที่ 45 องศาทุก 2 ชั่วโมง จนครบ 12 ชั่วโมง โดยทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง

5. นำผลการทดลองจากตารางที่ 4.1 - ตารางที่ 4.6 ไปหาค่าเฉลี่ยโดยคำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 4.1 และหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดโดยคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

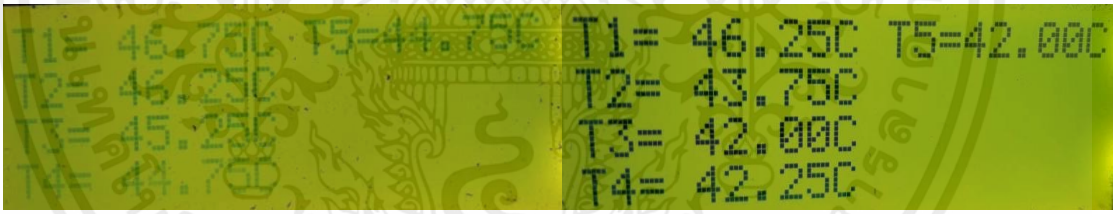
$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \left(\frac{\text{ค่าครั้งที่ 1} + \text{ค่าครั้งที่ 2}}{2}\right) \quad (4.1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \left|\frac{\text{ค่าเฉลี่ย} - \text{ค่าประมาณ}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}\right| \times 100 \quad (4.2)$$

ตารางที่ 4.1 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 2 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	46.75 ℃	46.25 ℃	46.50 ℃	3.22 %	
T2	46.25 ℃	43.75 ℃	45.00 ℃	0 %	
T3	45.25 ℃	42.00 ℃	43.63 ℃	3.14 %	
T4	44.75 ℃	42.25 ℃	43.50 ℃	3.45 %	
T5	44.75 ℃	42.00 ℃	43.38 ℃	3.73 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.1 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 3.73 เปอร์เซ็นต์



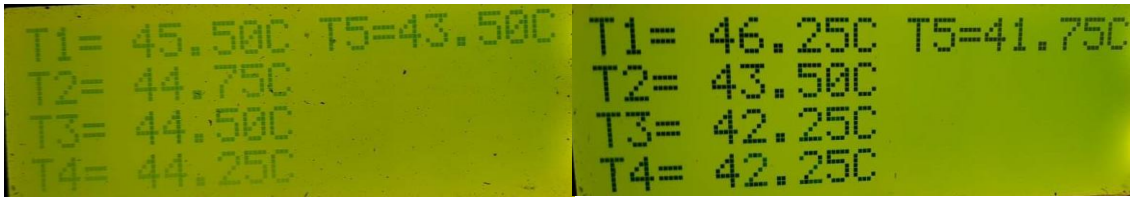
รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 4 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	4 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	45.50 ℃	46.25 ℃	45.87 ℃	1.89 %	
T2	44.75 ℃	43.50 ℃	44.12 ℃	1.99 %	
T3	44.50 ℃	42.25 ℃	43.37 ℃	3.75 %	
T4	44.25 ℃	42.25 ℃	43.25 ℃	4.04 %	
T5	43.50 ℃	41.75 ℃	42.63 ℃	5.56 %	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.2 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้งดังที่แสดงในรูปที่ 4.2 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 5.56 เปอร์เซ็นต์

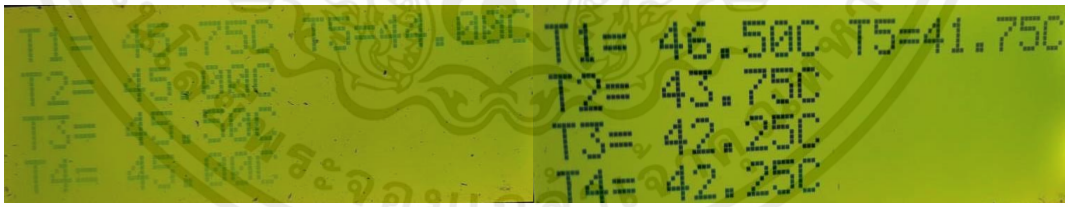


รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 4 ชั่วโมง

ตางรางที่ 4.3 ทดสองอุณหภูมิที่ 45 องศา 6 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	6 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	45.75 ℃	46.50 ℃	46.12 ℃	2.42 %	
T2	45.00 ℃	43.75 ℃	44.37 ℃	1.41 %	
T3	45.50 ℃	42.25 ℃	43.87 ℃	2.57 %	
T4	45.00 ℃	42.25 ℃	43.62 ℃	3.16 %	
T5	44.00 ℃	41.75 ℃	42.87 ℃	4.96 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.3 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.3 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.96 เปอร์เซ็นต์



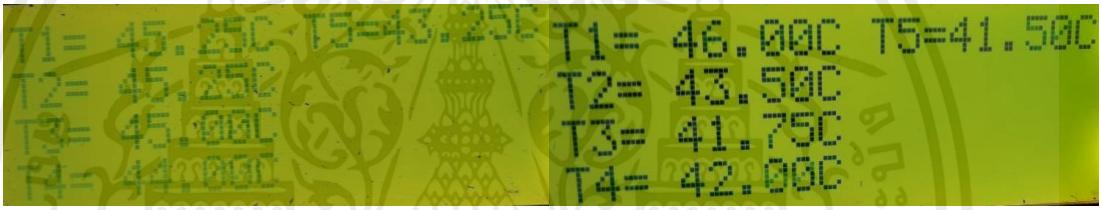
รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 8 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	8 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	45.25 ℃	46.00 ℃	45.62 ℃	1.35 %	
T2	45.25 ℃	43.50 ℃	44.37 ℃	1.41 %	
T3	45.00 ℃	41.75 ℃	43.37 ℃	3.75 %	
T4	44.00 ℃	42.00 ℃	43.00 ℃	4.65 %	
T5	43.25 ℃	41.50 ℃	42.37 ℃	6.20 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.4 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.4 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 6.20 เปอร์เซ็นต์



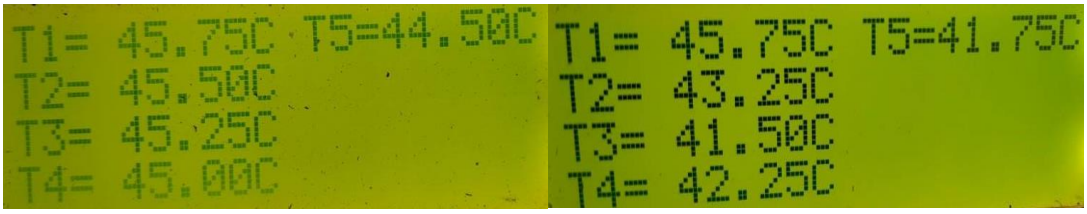
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 10 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	10 ชั่วโมง	10 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	45.75 ℃	45.75 ℃	45.75 ℃	1.63 %	
T2	45.50 ℃	43.25 ℃	44.37 ℃	1.41 %	
T3	45.25 ℃	41.50 ℃	43.37 ℃	3.75 %	
T4	45.00 ℃	42.25 ℃	43.65	3.09 %	
T5	44.50 ℃	41.75 ℃	43.13 ℃	4.34 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.5 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.5 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.34 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

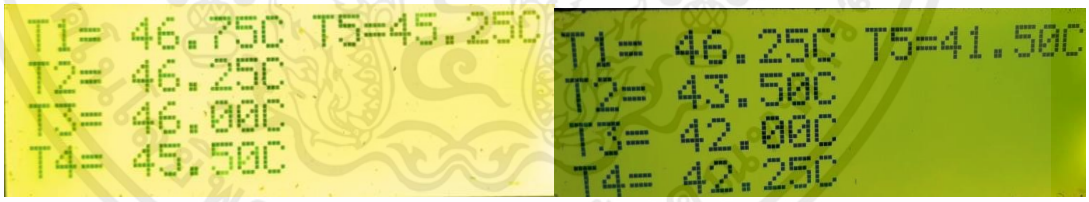


รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 10 ชั่วโมง

ตางรางที่ 4.6 ทดลองอุณหภูมิที่ 45 องศา 12 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	45 องศา	
	12 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	46.75 ℃	46.25 ℃	46.50 ℃	3.22 %	
T2	46.25 ℃	43.50 ℃	44.87 ℃	0.28 %	
T3	46.00 ℃	42.00 ℃	44.00 ℃	2.27 %	
T4	45.50 ℃	42.25 ℃	43.87 ℃	2.57 %	
T5	45.25 ℃	41.50 ℃	43.37 ℃	3.75 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.6 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.6 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 3.75 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 45 องศา ที่ 12 ชั่วโมง

4.1.2 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 70 องศา

ทำการทดลองต่อเนื่องหลังจากที่อบกล้วยที่อุณหภูมิความร้อนสูงสุดไม่เกิน 45 องศาโดยการทดลองอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่กำหนด คือกำหนดให้ตู้อบกล้วยด้วยอุณหภูมิความร้อนสูงสุดไม่เกิน 70 องศา ใช้ระยะเวลาในการอบต่อไปอีก 8 ชั่วโมง โดยทุก 2 ชั่วโมง จะเก็บบันทึกค่าของอุณหภูมิของแต่ละชั้นเพื่อดูความสม่ำเสมอของอุณหภูมิ และดูการทำงานของตู้อบกล้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำกล้วยเล็บมือนางสุกที่งอมจัดมาปอกเปลือกตัดหัวตัดท้ายเอาเส้นใยออก

2. นำกล้วยที่ปอกเปลือกแล้วมาใส่กะละมังร่อนกระแทกเพื่อให้กล้วยมีน้ำหวานออกมาเพื่อให้กล้วยที่อบเสร็จแล้วมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มไม่แข็งกระด้างและนำกล้วยที่กระแทกแล้วมาเรียงวางบนตะแกรงและนำเข้าตู้อบ

3. เสียบปลั๊กเพื่อเปิดเครื่อง กดสวิตช์ 2 เพื่อให้ตู้อบกล้วยทำงานโดยอบที่อุณหภูมิความร้อนสูงสุดไม่เกิน 70 องศาเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

4. บันทึกผลของอุณหภูมิที่ 70 องศาทุก 2 ชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง โดยทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง

5. นำผลการทดลองจากตารางที่ 4.7 - ตารางที่ 4.10 ไปหาค่าเฉลี่ยโดยคำนวณได้จากสมการที่ 4.3 และหาเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดโดยคำนวณได้จากสมการที่ 4.4

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \left(\frac{\text{ค่าครั้งที่ } 1 + \text{ค่าครั้งที่ } 2}{2}\right) \quad (4.3)$$

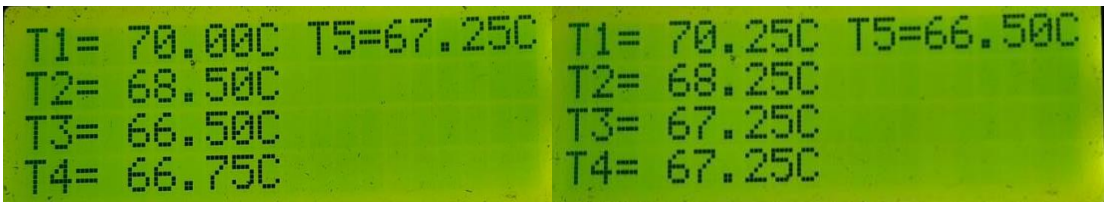
$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \left|\frac{\text{ค่าเฉลี่ย} - \text{ค่าประมาณ}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}\right| \times 100 \quad (4.4)$$

ตารางที่ 4.7 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 2 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1 2 ชั่วโมง	ครั้งที่ 2 2 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย	70 องศา %Error	ภาพประกอบ
T1	70.00 ℃	70.25 ℃	70.12 ℃	0.17 %	
T2	68.50 ℃	68.25 ℃	68.37 ℃	2.38 %	
T3	66.50 ℃	67.25 ℃	66.87 °	4.68 %	
T4	66.75 ℃	67.25 ℃	67.00 ℃	4.47 %	
T5	67.25 ℃	66.50 ℃	66.87 ℃	4.68 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.7 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.7 อุณหภูมิของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 5 คือ T3 และ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.68 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 2 ชั่วโมง

ตางรางที่ 4.8 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 4 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	70 องศา	
	4 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	69.00 ℃	68.50 ℃	68.75	1.81 %	
T2	67.25 ℃	67.00 ℃	67.12	4.29 %	
T3	66.25 ℃	67.00 ℃	66.62	5.07 %	
T4	66.25 ℃	67.00 ℃	66.62	5.07 %	
T5	66.25 ℃	65.50 ℃	65.87	6.26 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.8 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.8 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ -6.26 เปอร์เซ็นต์

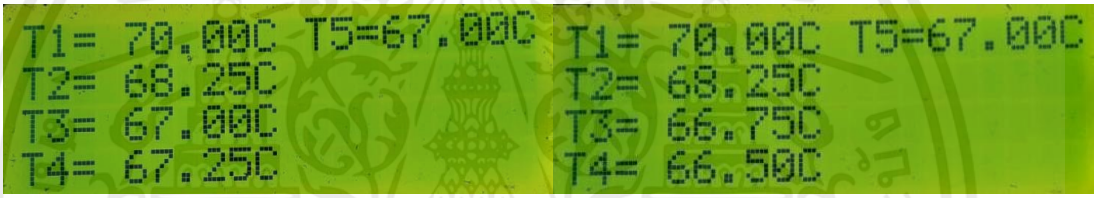
รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 6 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	70 องศา	
	6 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	70.00 ℃	70.00 ℃	70.00 ℃	0 %	
T2	68.25 ℃	68.25 ℃	68.25 ℃	2.56 %	
T3	67.00 ℃	66.75 ℃	66.87 ℃	4.68 %	
T4	67.25 ℃	66.50 ℃	66.87 ℃	4.68 %	
T5	67.00 ℃	67.00 ℃	67.00 ℃	4.47 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.9 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.9 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.47 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.10 ทดลองอุณหภูมิที่ 70 องศา 8 ชั่วโมง

Sensor	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	70 องศา	
	8 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง		%Error	ภาพประกอบ
T1	69.00 ℃	69.00 ℃	69.00 ℃	1.44 %	
T2	66.50 ℃	67.00 ℃	66.75 ℃	4.86 %	
T3	66.50 ℃	67.00 ℃	66.75 ℃	4.86 %	
T4	66.50 ℃	67.00 ℃	66.75 ℃	4.86 %	
T5	65.50 ℃	65.75 ℃	65.62 ℃	6.67 %	

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.10 อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 6.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงผลการทดลองอุณหภูมิ 70 องศา ที่ 8 ชั่วโมง

4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนด้านไฟฟ้า

การอบกล้วยในแต่ละครั้งตู้อบกล้วยสามารถจุกล้วยได้ปริมาณ 25-30 กิโลกรัม ใช้เวลาอบ

ทั้งหมด 20 ชั่วโมง โดยที่ไม่ต้องแปรกล้วยหรือสลับชั้นของกล้วยเพื่อให้กล้วยได้โดนความร้อนเท่ากันทุกชั้นตะแกรง การอบกล้วยผู้จัดทำดูการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบกล้วย

คือ 12 หน่วย อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท คิดเป็นเงินเท่ากับ 36 บาทต่อการอบ 1 ครั้ง

กรณีตู้อบกล้วยทั่วไปคือ ตู้ที่ใช้การอบด้วยแก๊สและไฟฟ้าที่จุกล้วยได้ปริมาณเท่ากัน ใช้เวลาใน

การอบทั้งหมด 48 ชั่วโมง แต่ต้องแปรกล้วยและคอยสลับชั้นตะแกรงที่ใส่กล้วยเพื่อให้กล้วยในทุกชั้นตะแกรงโดนความร้อนเท่ากันไม่เช่นนั้นกล้วยจุดที่โดนความร้อนมากกว่าจะไหม้ และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบคือ 12 หน่วย อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท คิดเป็นเงินเท่ากับ 36 บาท ค่าแก๊สถังละ 350 บาท แก๊ส 1 ถังสามารถอบได้ 3 ครั้ง นั่นเท่ากับการอบกล้วย 1 ครั้งค่าแก๊สจะเท่ากับ 117 บาท ดังนั้นการอบกล้วยด้วยตู้อบกลัวยที่ใช้การอบด้วยแก๊สและไฟฟ้า 1 ครั้งจะคิดเป็นเงิน 149 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 45 องศา

จากการทดลองอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่ 45 องศา สรุปได้ดังนี้

จากตารางที่ 4.1 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 3.73 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.2 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 5.56 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.3 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.96 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.4 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 6.20 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.5 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.34 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.6 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 3.75 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 การอบกล้วยด้วยอุณภูมิที่ 70 องศา

จากการทดลองอบกล้วยด้วยอุณหภูมิที่ 70 องศา สรุปได้ดังนี้

จากตารางที่ 4.7 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 5 คือ T3 และ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.68 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.8 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 6.26 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.9 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 4.47 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง อุณหภูมิของชั้นที่ 5 คือ T5 มีค่าความผิดพลาดสูงสุดคือ 6.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ในการออกแบบช่องอากาศเข้าและออกเป็นส่วนสำคัญเมื่อออกแบบไม่ดีพอจะทำให้อุณหภูมิในตู้อบไม่เท่ากัน

2.การใช้ฮีตเตอร์ควรคำนึงถึงกำลังวัตต์และแรงดันไฟที่ใช้เพราะฮีตเตอร์ใช้กระแสไฟค่อนข้างสูงอาจทำให้ไฟบ้านไม่เพียงพอในการทดลอง

5.3ข้อเสนอแนะ

1. การอบกล้วยเล็บมือนางควรเขย่ากล้วยให้ช้ำเล็กน้อย เพื่อกล้วยมีน้ำหวานออกมาไม่ให้เนื้อของกล้วยแข็งกระด้าง

2. ควรออกแบบตู้และช่องลมให้ดี

3. การวางตำแหน่งของฮีตเตอร์มีส่วนสำคัญต่ออุณหภูมิควรหาตำแหน่งที่เหมาะสมกับฮีตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “กล้วยเล็บมือนาง” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://puechkaset.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 18 มีนาคม 2564

[2] “เทอร์โมคัปเปิล” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://mall.factomart.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 2 มีนาคม 2564

[3] จีราวุธ วารินทร์, **Arduino Uno พื้นฐานสำหรับงาน IoT**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ สนพ.บริษัท รีไวว่า จำกัด, 2561.

[4] “Arduino Mega 2560 R3” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://electronics.stackexchange.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 11 มีนาคม 2564

[5] ศักดา ทิพย์เจริญ (2551), **มือตรวจซ่อมจอมอนิเตอร์ 4 ฉบับเจาะลึกจอ แอลซีดี.** (ม.ป.ท.) (ม.ป.พ)

[6] **ฮีทเตอร์ (หนังสือ)** แหล่งที่มา ตระการ ก้าวกสิกรรม. ระบบควบคุมสำหรับการทำความร้อน
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 11 มิถุนายน 2564

[7] “ทฤษฎีการอบแห้ง” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://ienergyguru.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 18 เมษายน 2564

[8] “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความร้อน” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://teerasakair.blogspot.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 20 เมษายน 2564

[9] “แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://mall.factomart.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2564

[10] “รีเลย์” PSP TECH CO., LTD (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.psptech.co.th
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 22 มีนาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] “สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://mall.factomart.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[12] “ฮีตเตอร์” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e5e.com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 20 เมษายน 2564

[13] รีเลย์ (หนังสือ) แหล่งที่มา ธัชชัย สุมิตร. รีเลย์ป้องกันระบบพลังไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 4
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 2 มิถุนายน 2564

[14] ผศ.ดร.อภินันท์ อรุณโสภณ, **วงจรไฟฟ้า (Electric Circuits),** พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ สนพ.ดวงกมลพับลิชชิ่ง, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดอาดุยโน่

```
#include "max6675.h" // เรียกใช้ Library max6675.h
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // เรียกใช้ Library LiquidCrystal_I2C.h
#include <Wire.h> // เรียกใช้ Library Wire.h
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // ประกาศที่อยู่ LCD

int pinout = 1; // ประกาศตัวแปร pinout เท่ากับ pin1
int x = 28; // ประกาศตัวแปร x เท่ากับ pin28
int y = 30; // ประกาศตัวแปร y เท่ากับ pin30
int Mode45 = 0;  // ประกาศตัวแปร Mode45 เท่ากับ pin0
int Mode70 = 0;  // ประกาศตัวแปร Mode70 เท่ากับ pin0
int soPin = 2;  // ประกาศตัวแปร soPin เท่ากับ Serial Out pin2
int csPin = 3;  // ประกาศตัวแปร csPin เท่ากับ chip select pin3
int sckPin = 4; // ประกาศตัวแปร sckPin เท่ากับ Serial Clock pin4
int soPin1 = 5;  // ประกาศตัวแปร soPin1 เท่ากับ Serial Out pin5
int csPin1 = 6;  // ประกาศตัวแปร csPin1 เท่ากับ chip select pin6
int sckPin1 = 7; // ประกาศตัวแปร sckPin1 เท่ากับ Serial Clock pin7
int soPin2 = 8;   // ประกาศตัวแปร soPin2 เท่ากับ Serial Out pin8
int csPin2 = 9;   // ประกาศตัวแปร csPin2 เท่ากับ chip select pin9
int sckPin2 = 10; // ประกาศตัวแปร sckPin2 เท่ากับ Serial Clock pin10
int soPin3 = 11;   // ประกาศตัวแปร soPin3 เท่ากับ Serial Out pin11
int csPin3 = 12;   // ประกาศตัวแปร csPin3 เท่ากับ chip select pin12
int sckPin3 = 13;  // ประกาศตัวแปร sckPin3 เท่ากับ Serial Clock pin13
int soPin4 = 22;  // ประกาศตัวแปร soPin4 เท่ากับ Serial Out pin22
int csPin4 = 24;  // ประกาศตัวแปร csPin4 เท่ากับ chip select pin24
int sckPin4 =26;  // ประกาศตัวแปร sckPin4 เท่ากับ Serial Clock pin46

MAX6675 robojax(sckPin, csPin, soPin);      // สร้างตัวอย่างตัวแปรของ max6675 ตัวที่0
MAX6675 robojax1(sckPin1, csPin1, soPin1); // สร้างตัวอย่างตัวแปรของ max6675 ตัวที่1
MAX6675 robojax2(sckPin2, csPin2, soPin2); // สร้างตัวอย่างตัวแปรของ max6675 ตัวที่2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAX6675 robojax3(sckPin3, csPin3, soPin3); // สร้างตัวอย่างตัวแปรของ max6675 ตัวที่3
MAX6675 robojax4(sckPin4, csPin4, soPin4); // สร้างตัวอย่างตัวแปรของ max6675 ตัวที่4
void setup() {
  pinMode(pinout,OUTPUT); // กำหนดให้ตัวแปร pinout เป็น output
  pinMode(28,INPUT); // กำหนดให้ pin28 เป็น input
  pinMode(30,INPUT); // กำหนดให้ pin30 เป็น input
    lcd.init(); // เรียกใช้ LCD
  lcd.backlight(); // เรียกใช้ไฟพื้นหลัง LCD
}
void loop() {
   if(digitalRead(x)==LOW){ // ถ้าตัวแปร x เท่ากับ LOW
  if(robojax.readCelsius()>45){digitalWrite(pinout,LOW);} // ถ้า robojax อ่านค่าอุณหภูมิ
มากกว่า 45 องศา ให้ทำตัวแปร pinout เป็น LOW
  if(robojax.readCelsius()<45){digitalWrite(pinout,HIGH);} // ถ้า robojax อ่านค่าอุณหภูมิน้อย
กว่า 45 องศา ให้ทำตัวแปร pinout เป็น HIGH
  }
   if(digitalRead(x)==HIGH) // ถ้าตัวแปร x เท่ากับ HIGH
   {digitalWrite(pinout,LOW);} // ให้ทำตัวแปร pinout เป็น LOW
    if(digitalRead(y)==LOW){ // ถ้าตัวแปร y เท่ากับ LOW
  if(robojax.readCelsius()>70){digitalWrite(pinout,LOW);} // ถ้า robojax อ่านค่าอุณหภูมิ
มากกว่า 70 องศา ให้ทำตัวแปร pinout เป็น LOW
  if(robojax.readCelsius()<70){digitalWrite(pinout,HIGH);} // ถ้า robojax อ่านค่าอุณหภูมิน้อย
กว่า 70 องศา ให้ทำตัวแปร pinout เป็น HIGH
  }
T1();T2();T3();T4();T5(); // เรียกใช้ฟังก์ชั่น T1;T2;T3;T4;T5
delay(500); // หน่วงเวลา 0.5 วินาที
}
void T1(){lcd.setCursor(0,0); // ตั้ง Cursor ของฟังก์ชั่น T1 บรรทัด0 แถวที่0
    lcd.print("T1= "); // แสดงข้อความ T1=
   lcd.print(robojax.readCelsius()); // แสดงอุณหภูมิ robojax
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.print("C "); // แสดงข้อความ C
}
void T2(){lcd.setCursor(0,1); // ตั้ง Cursor ของฟังก์ชั่น T2 บรรทัด0 แถวที่1
  lcd.print("T2= "); // แสดงข้อความ T2=
 lcd.print(robojax1.readCelsius()); // แสดงอุณหภูมิ robojax1
  lcd.print("C "); // แสดงข้อความ C
}
void T3(){lcd.setCursor(0,2); // ตั้ง Cursor ของฟังก์ชั่น T3 บรรทัด0 แถวที่2
  lcd.print("T3= "); // แสดงข้อความ T3=
 lcd.print(robojax2.readCelsius()); // แสดงอุณหภูมิ robojax2
  lcd.print("C "); // แสดงข้อความ C
}
void T4(){lcd.setCursor(0,3); // ตั้ง Cursor ของฟังก์ชั่น T4 บรรทัด0 แถวที่3
  lcd.print("T4= "); // แสดงข้อความ T4=
 lcd.print(robojax3.readCelsius()); // แสดงอุณหภูมิ robojax3
  lcd.print("C "); // แสดงข้อความ C
  }
   void T5(){lcd.setCursor(11,0); // ตั้ง Cursor ของฟังก์ชั่น T5 บรรทัด11 แถวที่0
  lcd.print("T5="); // แสดงข้อความ T5=
 lcd.print(robojax4.readCelsius()); // แสดงอุณหภูมิ robojax4
  lcd.print("C"); // แสดงข้อความ C
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานตู้อบกล้วยเล็บมือนาง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ทำการเสียบปลั๊กไฟเพื่อเปิดเครื่อง และกดสวิตช์ 1 เพื่อให้เครื่องทำงานโหมดอุณหภูมิ 45 องศา หากต้องการให้เครื่องหยุดการทำงานในโหมดอุณหภูมิที่ 45 องศา ให้กดสวิตช์ที่ 1 อีกครั้ง จะเป็นการหยุดทำงานในโหมดอุณหภูมิ 45 องศาทันที

2. หากต้องการให้เครื่องทำงานต่อเนื่องในโหมดอุณหภูมิที่ 70 องศา ให้กดสวิตช์ที่ 2 ได้เลยเพื่อให้เครื่องทำงานในโหมด 70 องศา และหากต้องการให้เครื่องหยุดการทำงานในโหมดอุณหภูมิที่ 70 องศา ให้กดสวิตช์ที่ 2 อีกครั้ง จะเป็นการหยุดทำงานในโหมดอุณหภูมิ 70 องศาทันที

(หมายเหตุ : ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เลือกใช้ในการอบกล้วยเล็บมือนางคือ อบกล้วยที่อุณหภูมิ 45 องศาเป็นเวลา

12 ชั่วโมง และอบต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเป็นเวลา 8 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

MITSUBISHI ELECTRIC UTIC
ของแท้ต้องมิตซู่เกอร์ UTIC

แมกเนติกคอนแทกเตอร์ และ แมกเนติก มอเตอร์ สตาร์ทเตอร์
MAGNETIC CONTACTORS AND MAGNETIC MOTOR STARTERS

Type(AC coil operated) รุ่น (คอยล์AC)			S-T10	S-T12	S-T20	S-T21	S-T25	S-N35
ราคาต่อหน่วย (บาท)			**560**	**770**	**1,120**	**1,320**	**1,620**	**2,200**
Type(DC coil operated) รุ่น (คอยล์DC)			-	-	-	-	-	SD-N35
ราคาต่อหน่วย (บาท)			-	-	-	-	-	**4,000**
Type(ชุดแมกเนติก+โอเวอร์โหลดรีเลย์)			MSO-T10	MSO-T12	MSO-T20	MSO-T21	MSO-T25	MSO-N35
ราคาต่อหน่วย (บาท)			**1,030**	**1,270**	**1,650**	**1,870**	**2,150**	**2,700**
Type(ชุดแมกเนติก+โอเวอร์โหลดรีเลย์+กล่อง)			MS-T10	MS-T12	MS-T20	MS-T21	MS-T25	MS-N35
ราคาต่อหน่วย (บาท)			-	-	-	-	-	**3,900**
Type(ชุดแมกเนติก+โอเวอร์โหลดรีเลย์+กล่อง+ปุ่มกด)			MS-T10PM	MS-T12PM	MS-T20PM	MS-T21PM	MS-T25PM	MS-N35PM
ราคาต่อหน่วย (บาท)			-	-	-	-	-	**6,000**
อะไหล่ คอยล์(Coil AC)								
ราคาต่อหน่วย (บาท)			-	-	-	-	-	**600**
ชุดทองขาว(Contact kits)								
ราคาต่อหน่วย (บาท)			-	-	-	-	-	**1,270**
Rated continuous current, AC1 (A)			20	20	20	32	32	60
3-Phase AC motor category AC3	AC380-440V	Current (A)	9	12	18	22	30	40
		kW (HP)	4(5.5)	5.5(7.5)	7.5(10)	11(15)	15(20)	18.5(25)
	AC220-240V	Current (A)	11	13	18	22	30	40
		kW (HP)	2.5(3.3)	3.5(4.5)	4.5(6)	5.5(7.5)	7.5(10)	11(15)
Auxiliary contacts			1 NO	1 NO + 1 NC	1 NO + 1 NC	2 NO + 2 NC	2 NO + 2 NC	2 NO + 2 NC

หมายเหตุ : ราคา MSO,MS และ MS-PM รวมโอเวอร์โหลดรีเลย์ ชนิด 2 elements

THERMAL OVERLOAD RELAY โอเวอร์โหลดรีเลย์

TYPE	TH-T18	TH-T25	TH-N20(TA)
Heater specify (setting range) A	0.12(0.1-0.16) 0.17(0.14-0.22) 0.24(0.2-0.32) 0.35(0.28-0.42) 0.5(0.4-0.6) 0.7(0.55-0.85) 0.9(0.7-1.1) 1.3(1-1.6) 1.7(1.4-2) 2.1(1.7-2.5) 2.5(2-3) 3.6(2.8-4.4) 5(4-6) 6.6(5.2-8) 9(7-11) 11(9-13) 15(12-18)	0.24(0.2-0.32) 0.35(0.28-0.42) 0.5(0.4-0.6) 0.7(0.55-0.85) 0.9(0.7-1.1) 1.3(1-1.6) 1.7(1.4-2) 2.1(1.7-2.5) 2.5(2-3) 3.6(2.8-4.4) 5(4-6) 6.6(5.2-8) 9(7-11) 11(9-13) 15(12-18) *22(18-26)	0.24(0.2-0.32) 0.35(0.28-0.42) 0.5(0.4-0.6) 0.7(0.55-0.85) 0.9(0.7-1.1) 1.3(1-1.6) 1.7(1.4-2) 2.1(1.7-2.5) 2.5(2-3) 3.6(2.8-4.4) 5(4-6) 6.6(5.2-8) 9(7-11) 11(9-13) 15(12-18) 19(16-22) 22(18-26) 29(24-34) 35(30-40)
ราคาต่อหน่วย(บาท) 2 elements	**620**	**640**	**720**
3 elements w/phase failure (KP)	**930**	**970**	**1,020**

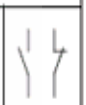
: Coil Rating : S-T10 to S-T25;AC24V, AC48V (48-50), AC100V (100-127), AC200V (200-240), AC400V (380-440)
: Coil Rating : S-N35;AC24V, AC120V(110-120V), AC230V (220-240V), AC400V(380-415V) / S-N50 to S-N800;AC100V(100-127V), AC200V(200-240V), AC400V(380-440)
* ใช้ร่วมกับ S-T21 ให้ปรับค่าได้ ตั้งแต่ 18-22A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3TF47

3TF AC Contactors

Selection and ordering data

AC operation			3TF46		3TF47		3TF48		3TF49	
Auxiliary contacts NO NC			NO - NC		NO - NC		NO - NC		 NO - NC	
Order No.			3TF46 22 - 0X 3TF46 44 - 0X	2 2 4 4	3TF47 22 - 0X 3TF47 44 - 0X	2 2 4 4	3TF48 22 - 0X 3TF48 44 - 0X	2 2 4 4	3TF49 22 - 0X 3TF49 44 - 0X	2 2 4 4
Rated insulation voltage (V)			1000		1000		1000		1000	
Rated operational current (A) (380V)		AC - 3	45		63		75		85	
		AC - 4	24		28		34		42	
Rated outputs of three-phase motors at 50Hz (KW)		230/220V	15		18.5		22		26	
	AC - 3	400/380V	22		30		37		45	
		500 V	30		41		50		59	
		690/660V	39		55		67		67	
		1000 V	7.5		7.5		39		39	
	AC - 4	400/380V	12.6/12		14.7/14		17.9/17		22/21	
		690/660V	21.8/20.8		25.4/24.3		30.9/29.5		38/36	
Mechanical endurance ($x10^6$)			10		10		10		10	
Electrical endurance ($x10^6$)		AC - 3	1.2		1.2		1.2		1.2	
		AC - 4	0.2		0.2		0.2		0.2	
Switching frequency (1/h)		AC - 3	1200		1000		1000		850	
		AC - 4	400		300		300		250	
Coil voltage tolerance (AC)			$(0.8 \sim 1.1)U_s$							

Order No. suffixes for rated control voltages for coils

3TF46···-0X□□

3TF49···-0X□□

Coils for 50Hz 50Hz	60Hz		Coils for 60Hz 60Hz	50Hz		Coils for 50/60Hz	
24V	29V	B0	24V	20V	C1	24V	C2
32V	38V	C0	110V	92V	G1	42V	D2
36V	42V	G0	115V	96V	J1	110V	G2
42V	50V	D0	120V	100V	K1	115V	J2
48V	58V	H0	208V	173V	M1	120V	K2
60V	72V	E0	220V	183V	N1	208V	M2
110V	132V	F0	230V	192V	L1	220V	N2
125/127V	150/152V	L0	240V	200V	P1	230V	L2
220V	264V	M0	440V	367V	R1	240V	P2
230V	277V	P0	575V	480V	S1	440V	R2
240V	288V	U0				575V	S2
380V	460V	Q0					
400V	480V	V0					
415V	500V	R0					
500V	600V	S0					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HENGFU CORPORATION
Established in 1992, www.hengfu.com

30W Single Output Switching Power Supply

HF30W-SF Series

FEATURES

- AC input range selected by switch
- Japanese brand components for key parts
- Electrolytic capacitors all 105°C
- 100% full load burn-in test
- Approvals: CE
- Protections: overload/ over voltage/ short circuit
- 5 years limited warranty
- F603 129 x 98 x 40mm

SPECIFICATIONS

Input Voltage	85~132/170~264VAC switchable
Input Current	1.0A/115V, 0.5A/230V
Input Frequency	47~63Hz
Inrush Current	cold start, 20A/115V, 40A/230V
Input Leakage Current	< 1mA/230VAC
Line Regulation (full load)	± 0.5%
Voltage Adjust Range	± 10%
Output Overload Protection	105~105%
Output Over Voltage Protection	115~150%, shut off, re-power on to recover
Short Circuit Protection	auto recovery
Rise Time	50ms @full load (typical)
Hold up Time	20ms @full load (typical)
Mechanical Feature	enclosed
Dimensions	129 x 98 x 40mm (L x W x H)

Operating Temperature	-20°C ~+70°C(ref. derating curve)
Storage Temperature	-20°C ~+85°C
Operating Humidity	20%~93%RH(non condensing)
Storage Humidity	20%~95%RH(non condensing)
MTBF	>100,000 hours
Cooling	convection
Safety Standards	GB4943, UL60950, EN60950
EMC Standards	GB9254, EN55022 Class B EN55024, EN61000-3-2,3 EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11
Withstand Voltage	I/P -O/P: 3.0KVAC/1min I/P - PE: 1.5KVAC/1min O/P-PE: 0.5KVAC/1min
Vibration	10~150Hz, 2G 10min/1cycle, 30min each along X, Y, Z axes
Connection	5P/9.5mm screw terminal block
Packing	0.38kgs, 42pcs/18kgs/0.045CBM per carton

Model No.	DC Output	Rated Power	Load Regulation	Voltage Tolerance	Ripple & Noise (max.)	Efficiency
HF30W-SF-5	5V 6.0A	30.0W	0.5%	± 2%	80mVp-p	67%
HF30W-SF-12	12V 2.5A	30.0W	0.5%	± 1%	120mVp-p	72%
HF30W-SF-15	15V 2.0A	30.0W	0.5%	± 1%	120mVp-p	73%
HF30W-SF-24	24V 1.3A	31.2W	0.5%	± 1%	150mVp-p	75%
HF30W-SF-48	48V 0.6A	28.8W	0.5%	± 1%	150mVp-p	78%

* 3~48VDC output all available

NOTE

1. All parameters are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.
2. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.
3. Load regulation is measured from 0% to 100% of rated load for single output models. For multi-output models, it is measured from 20% to 100% of rated load, and other output at 60% rated load.
4. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor.
5. The power supply is regarded as a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FOTEK SSR SERIES DC TO AC SOLID STATE RELAY

Specification

Type	Terminal Type					PCB Type
Model	**SSR-10DA**	**SSR-25DA**	**SSR-40DA**	**SSR-25DA-H**	**SSR-40DA-H**	**SSR-P03DA**
Rated Load Current	**10A**	**25A**	**40A**	**25A**	**40A**	**3A**
Input Data						
Operating Voltage	3~32VDC					
Min. ON / OFF Voltage	ON > 2.4V , OFF < 1.0V					
Trigger Current	7.5mA / 12V					
Control Method	Zero Cross Trigger					
Output Data						
Operating Voltage	24~380VAC			90~480VAC		24~380VAC
Min. Black Voltage	600 VAC < Repetive >					
Voltage Drop	1.6 V / 25 C					
Max. Durated Current	135A	275A	410A	275A	410A	135A
Leakage Current	3.0mA	3.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA	3.0mA
Response Time	ON < 10ms , OFF < 10ms					
General Data						
Dielectric Strength	Over 2.5KVAC / 1min.					
Isolation Strength	Over 50MΩ / 500VDC					
Operating Temperature	-20 C ~+80 C					
Housing Material	Intensive ABS					
Weight	Appr. 105g					Appr. 15g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 Arduino Mega2560

Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

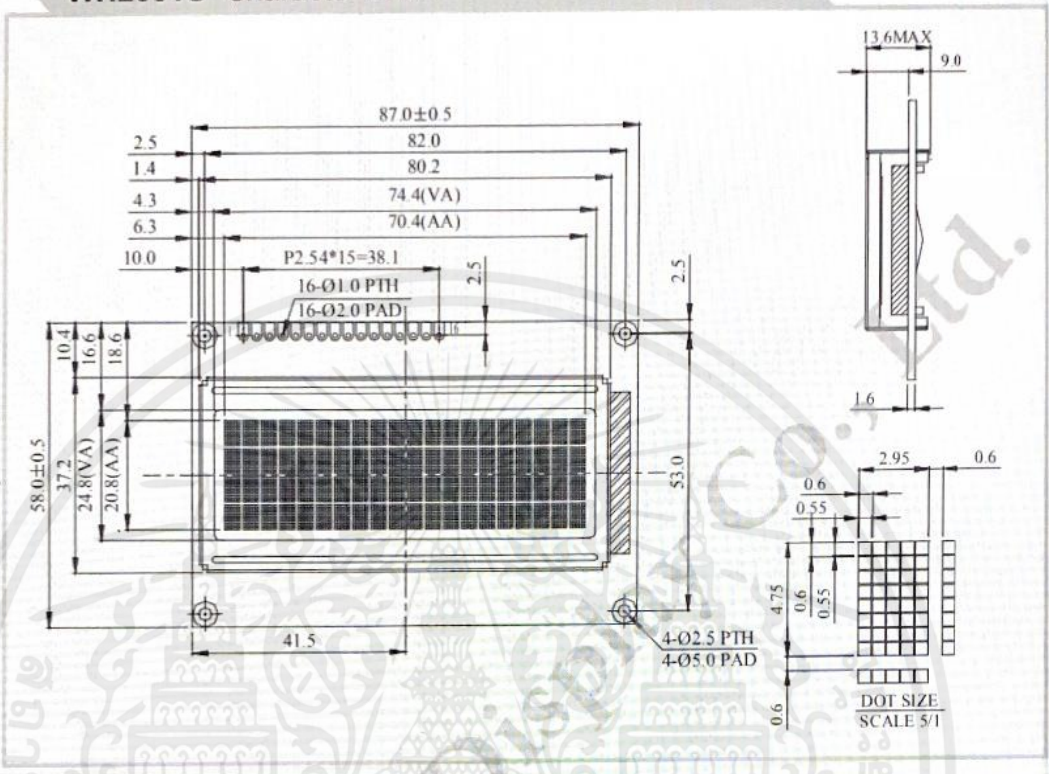
The Mega 2560 is an update to the Arduino Mega, which it replaces.

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-9V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 KB used by bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WH2004G Character 20x4



Feature

1.5x8 dots includes cursor
2.Bulit-in controller (RW1063 or Equivalent)
3.+5V power supply (Also available for +3V)
4.Negative voltage optional for +3V power supply
5.1/16 duty cycle
6.LED can be driven by PIN1, PIN2, PIN15, PIN16 or A and K
7.Interface : WH2004G - 6800, WH2004G1 - SPI, WH2004G2 - I2C

Pin No.	Symbol	Description
1	V_{SS}	Ground
2	V_{DD}	Power supply for logic
3	V_O	Contrast Adjustment
4	RS	Data/ Instruction select signal
5	R/W	Read/Write select signal
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Power supply for B/L +
16	K	Power supply for B/L -

Mechanical Data

Item	Standard Value	Unit
Module Dimension	87.0 x 58.0	mm
Viewing Area	74.4 x 24.8	mm
Mounting Hole	82.0 x 53.0	mm
Character Size	2.95 x 4.75	mm

Electrical Characteristics

Item	Symbol	Standard Value typ.	Unit
Input Voltage	VDD	3/5	V
Recommended LCD Driving Voltage for Normal Temp. Version module @25°C	VDD-VO	4.20	V

Display Character Address Code

Character located	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DDRAM address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DDRAM address	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	2	24	25	26	27
DDRAM address	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	6	64	65	66	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวนฤดี เรืองธำรงค์

วัน เดือน ปีเกิด 14 มกราคม 2541

ที่อยู่ 14/4 หมู่ 4 ต.ดอนยาง อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86210

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมาบอำมฤตวิทยา

อีเมลล์. Maitong01@gmail.com

Tel. 0988640914

ชื่อ-นามสกุล นายพัศชัย แก้วขาว

วัน เดือน ปีเกิด 28 พฤษภาคม 2542

ที่อยู่ 27/3 หมู่ 4 ต.ห้วยยางโทน อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี 70140

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2560 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

อีเมลล์. 1.3y17yy57fri@gmail.com

Tel. 0887632639

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้