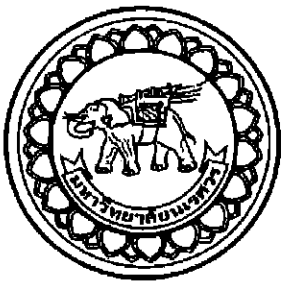


เตาเผาที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเครื่องอบกล้วย

GAS STOVE USING GASIFICATION PROCESS

FOR BANANA-DRYING MACHINE

นายธนะ ทรัพย์ทอง รหัส 48361523

นายรักใหม่ ยันยง รหัส 48361738

นายวัชรพงษ์ พันธ์ภู่ รหัส 48361776

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 / มี.ค. 2553 /.....
เลขทะเบียน.....1 5001765
เลขเรียกหนังสือ.....ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 5161 ต
2551
C.2

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน เตาเผาที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเครื่องอบกล้วย

ผู้ดำเนินโครงงาน นายธนะ ทรัพย์ทอง รหัส 48361523

นายรักใหม่ ยันยง รหัส 48361738

นายวัชรพงษ์ พันธ์ภู่ รหัส 48361776

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.แคทรียา สุวรรณศรี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.แคทรียา สุวรรณศรี)

.....กรรมการ

(ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมศก วิไลพล)

หัวข้อโครงงาน	เตาเผาที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเครื่องอบกล้วย			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนะ	ทรัพย์ทอง	รหัส	48361523
	นายรักใหม่	ยันยง	รหัส	48361738
	นายวัชรพงษ์	พันธ์มู่	รหัส	48361776
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.แคทรียา	สุวรรณศรี		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า			
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์			
ปีการศึกษา	2551			

บทคัดย่อ

เครื่องอบกล้วยตากที่ได้ทำการพัฒนาเพื่อใช้ผลิตกล้วยตากได้ทุกฤดูกาลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กล้วยตาก อินทรีย์บ้านไร่ ซึ่งจะใช้แก๊สหุงต้มเป็นพลังงานหลักในการอบกล้วยตากในช่วงฤดูฝน แต่ยังประสบปัญหาในเรื่อง การควบคุมแก๊สที่ดี ระบบความปลอดภัยในการใช้แก๊ส รวมไปถึงปัญหาการประกาศลอยตัวแก๊สหุงต้ม ทำให้กลุ่มเกษตรกรต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น

ดั้งนั้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กล้วยตาก อินทรีย์บ้านไร่ ร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงมีความต้องการที่จะพัฒนาเครื่องอบกล้วยเพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมา โดยเน้นหลักการควบคุมแก๊สที่ได้มาตรฐาน และการใช้พลังงานทดแทนจากเชื้อเพลิงที่หาได้ในชุมชนมาผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อนำความร้อนไปใช้ร่วมกับตู้อบกล้วย เพื่อให้มีระบบควบคุมที่มีมาตรฐาน เที่ยงตรง ดูแลรักษาง่าย และลดต้นทุนการผลิตให้แก่ชุมชน สามารถผลิตกล้วยตากได้ทุกฤดูกาล สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้ตลอดทั้งปี เป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับชุมชนอื่นๆในจังหวัดพิษณุโลกต่อไป

Project Title	Gas Stove Using Gasification Process For Banana-Drying Machine			
Name	Mr.Tana	Suptong	ID	48361523
	Mr.Rukmai	Yunyong	ID	48361738
	Mr.Watcharapong	Panphoo	ID	48361776
Project Advisor	Dr.Cattarceya	Suwanasri		
Major	Electrical Engineering.			
Department	Electrical and Computer Engineering.			
Academic Year	2008			

Abstract

Banana – drying machine was developed for producing a dried bananas of In - See Ban – Rai dried banana communities enterprise group, which used a liquid field petroleum gas to be a main energy source to dry bananas in rainy season. However, it has many problems such as gas ventilation control, using gas security, and including a changing price of gas. So this communities must spend money more than them ever spend.

Therefore, the communities together with Faculty of Engineering, Naresuan University need to develop a drying machine for solving above problems by using the standard controlling of gas and using an energy from the fuel that can find in their communities. It use Gasification Process for using heat in banana – drying machine. It must be fitted into the standard of Good Manufacturing Product (GMP) with accurate function, low cost, and self – maintenance. Finally, It could be the dried banana training center in Phitsanulok for other communities.

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานเรื่อง เตาเผาที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเครื่องอบกล้วยนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก ดร.แคทรียา สุวรรณศรี อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนผู้ที่ได้ช่วยตรวจสอบแก้ไข และให้ความรู้แก่ผู้ดำเนินโครงงานจนโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ และผู้ดำเนินโครงงาน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ผู้สอน ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ให้ความรู้ แนะแนวทางการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

ผลการทำโครงงานฉบับนี้ คงเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจศึกษา หากมีความผิดพลาดประการใด ผู้ศึกษาขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำโครงงาน

นายธนะ ทรัพย์ทอง

นายรักใหม่ ยันยง

นายวัชรพงษ์ พันธ์ภู่

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 3

1.5 ผลประโยชน์ที่ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 4

1.6 งบประมาณของโครงงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ลักษณะภายนอกและภายในเครื่องอบกล้วยตาก 5

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 7

2.3 ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ (Igniter) 11

2.4 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) 12

2.5 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 19

2.6 ตู้ควบคุม 21

2.7 เตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier) 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบวงจรควบคุมและวางแผนการทดลอง

3.1 การปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วย 38

3.2 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วย 43

3.3 การใช้เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ 49

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ 52

4.2 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40 °C 53

4.3 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50 °C 62

4.4 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60 °C 65

4.5 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลชนิดต่างๆ 68

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 76

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินการหลังจากติดตั้งระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ 76

เอกสารอ้างอิง 78

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 79

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณสมบัติเปรียบเทียบเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) แบบมาตรฐาน Type ต่าง ๆ 17

2.2 แสดงสภาวะแวดล้อมในการใช้งานเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบมาตรฐานโดยไม่ต้องใช้ Proteeting Tube 18

4.1 ตารางทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ 52

4.2 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโวลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 1 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 54

4.3 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 1 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 55

4.4 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 2 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 56

4.5 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 2 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 57

4.6 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 3 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 58

4.7 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 3 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 59

4.8 ค่าเฉลี่ยการเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 3 ครั้ง โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 60

4.9 ค่าเฉลี่ยการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ทั้ง 3 ครั้ง โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C 61

4.10 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C 63

4.11 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50 °C 64

4.12 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60 °C 66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.13 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ โดยการตั้งค่าตัวควบคุม
อุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60 °C 67

4.14 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง 71

4.15 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง 72

4.16 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้เปลือกกล้วยตากแห้ง
เป็นเชื้อเพลิง 73

4.17 การเปรียบผลจากการเผาของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด 73

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะภายนอกของตู้อบกล้วยตาก	6
2.2 ลักษณะภายในของตู้อบกล้วยซึ่งถูกเจาะรูไว้ทั้งสองข้างของตู้	6
2.3 ตะแกรงสเตนเลส	7
2.4 มอเตอร์พัดลม มิตซูบิชิ (MITSUBISHI) รุ่น SP-KR	7
2.5 ใบพัดลมของตู้อบกล้วยตาก	10
2.6 ทิศทางการส่งผ่านลมร้อนเข้าไปภายในตู้อบกล้วยตาก	10
2.7 กล่องควบคุมการจุดระเบิด	11
2.8 ก้านเหล็กจุดสปาร์ค	11
2.9 เทอร์โมคัปเปิ้ลตัวแรกติดตั้งภายในตู้อบกล้วยตาก	12
2.10 เทอร์โมคัปเปิ้ลตัวที่สองติดตั้งบริเวณตัวจุดระเบิดแก๊ส	12
2.11 แสดงผลของซีแบ็ค	13
2.12 แสดงการเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล	15
2.13 เปรียบเทียบการเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล	15
2.14 ลักษณะการประกอบตัวเทอร์โมคัปเปิ้ลเข้ากับ Metal Sheath	16
2.15 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	19
2.16 แสดงหลักการทำงานของขดลวดโซลินอยด์	20
2.17 แสดงสภาวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	20
2.18 ลักษณะภายนอกและภายในของตู้คอนโทรล	21
2.19 สวิตซ์ Push Button Start, สวิตซ์ Push Button Stop, บัซเซอร์ (Buzzer)	22
2.20 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay) ยี่ห้อ HANYOUNG รุ่น MA4-A	23
2.21 โครงสร้างภายนอกของรีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)	24
2.22 โครงสร้างภายในของรีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)	24
2.23 รีเลย์ (Relay)	25
2.24 วงจรภายในของรีเลย์ (Relay)	26
2.25 หลอดไฟ 1 (Lamp1), หลอดไฟ 2 (Lamp2)	27
2.26 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 หน้าปัดของตัวควบคุมอุณหภูมิ	29
2.28 Fixed Bed Gasifier ทั้ง 3 ประเภท	31
2.29 Fluidized Bed Gasifier	32
2.30 Gasifier Application diagram	33
2.31 เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์	34
2.32 ปล่องบรรจุเชื้อเพลิง และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่องบรรจุเชื้อเพลิง	35
2.33 พัดลมควบคุมปริมาณลม	35
2.34 ช่องต่อพัดลมควบคุมปริมาณลมเข้ากับเตาเผา	36
2.35 ช่องรับเถ้า	36
2.36 สลักที่ยึดฝาครับเถ้า	37
3.1 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของรีเลย์ (Relay) กับอุปกรณ์ในวงจร	39
3.2 แผนผังแสดงการควบคุมการทำงานของรีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)	40
3.3 การติดตั้งกล่องควบคุมการจุดแก๊สอัตโนมัติ	42
3.4 การติดตั้งก้านเหล็กจุดระเบิด (Spark)	42
3.5 แผนผังลำดับการทำงานของวงจรเครื่องอบกล้วย	43
3.6 วงจรการทำงานของเครื่องอบกล้วยเดิม จะไม่มีการติดตั้งระบบของ Ignition	45
3.7 วงจรการทำงานใหม่ของเครื่องอบกล้วยซึ่งมีการติดตั้งระบบของ Ignition	46
3.8 การเดินวงจรภายในตู้ควบคุม	47
3.9 การเดินวงจรด้านหลังฝาตู้ควบคุม	48
3.10 เปลือกกล้วยที่นำมาตากแห้ง	49
3.11 ขี้เลื่อย	49
3.12 แกลบ	50
3.13 เชื้อเพลิงที่ถูกบรรจุลงในเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์	50
3.14 พัดลมควบคุมปริมาณลม	51
4.1 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C	54
4.2 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C	62
4.3 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C	65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 การแบ่งระยะห่างของจุดวัดอุณหภูมิ	69
4.5 ฉนวนคอนกรีตที่หล่ออยู่ระหว่างเหล็กชั้นในและชั้นนอก หนา 2.5 cm	69
4.6 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด	70
4.7 วัดอุณหภูมิทุกจุดทุกๆ 5 นาที ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด	70
4.8 บันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด	71
4.9 การเผาไหม้ของแกลบไม่มีการเกิดควัน และขี้เถ้าที่ได้	74
4.10 การเผาไหม้ของขี้เลื่อยมีการเกิดควันค่อนข้างมาก	74
4.11 การเผาไหม้ของเปลือกกล้วยตากแห้งมีการเกิดควันเล็กน้อย	74

บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันเตาแก๊สหุงต้ม (Gas Stove) ที่ใช้ในการทำอาหารในครัวเรือนหรือร้านอาหารต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งฟอสซิลคือก๊าซแอลพีจี (Liquid Petroleum Gas, LPG) ซึ่งมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ดี ให้ค่าความร้อนสูง สะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน และมีมลพิษน้อยเพราะการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ แต่พบว่าแหล่งพลังงานที่ทำให้ได้ก๊าซแอลพีจี มีจำกัด และส่วนหนึ่งยังถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์อีกด้วย สำหรับประเทศไทยยังสามารถใช้งานได้ประมาณ 30 ปีเท่านั้น จึงเกิดวิกฤตการขาดแคลนพลังงาน ทำให้ราคาก๊าซหุงต้มมีราคาแพง รัฐบาลได้ประกาศลอยตัวราคาก๊าซหุงต้มทำให้ราคาจำหน่ายเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานจึงคิดค้นการผลิตก๊าซหุงต้มจากแหล่งเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) เช่น เปลือกกล้วย ขี้เลื่อย แกลบ ซึ่งจัดแหล่งเป็นพลังงานทดแทน (Renewable Energy) ภายในชุมชน ซึ่งมีความต้องการที่จะพัฒนาวัตถุดิบเหลือใช้จากการอบกล้วยคือเปลือกกล้วย แกลบ และขี้เลื่อย ที่มีจำนวนมากและตลอดทั้งปี

เนื่องจากจังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งผลิตกล้วยตากที่ใหญ่เป็นอันดับต้นๆของประเทศไทย ดังนั้นเปลือกกล้วยจึงเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ โดยการพัฒนาเตาเผาเชื้อเพลิงต้นแบบจากพลังงานชีวมวล อย่างแกลบ ขี้เลื่อย เปลือกกล้วยที่ตากแห้งแล้ว มาใช้ผลิตก๊าซหุงต้มสำหรับเครื่องอบกล้วยเป็นพลังงานทดแทน เตาแก๊สจากเชื้อเพลิงจากชีวมวลนี้ถูกออกแบบให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ไม่มีควัน ให้ค่าความร้อนสูงและได้ เปลวสีน้ำเงินเหมือนเปลวไฟจากเตาแก๊สหุงต้ม การออกแบบนี้อาศัยหลักการเผาไหม้ที่อากาศส่วนเกินน้อยกว่าทางทฤษฎีหรือเรียกว่า แก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) เพื่อเปลี่ยนชีวมวลเป็นก๊าซที่จะสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์มากขึ้น แล้วจึงนำไปใช้ในรูปก๊าซหุงต้มที่ถูกเผาไหม้อีกครั้งที่หัวแก๊ส ก็จะได้เปลวไฟที่มีสีน้ำเงิน ไม่มีควัน ให้ค่าความร้อนสูงตามต้องการ มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด ต้นทุนต่ำ สามารถพัฒนาดัดแปลงเชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงอื่น ๆ ที่เหมาะสมและมีในพื้นที่ นำไปสู่การพัฒนาการใช้พลังงานที่ยั่งยืนในระดับรากหญ้า ลดการใช้พลังงานฟอสซิล เป็นการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน และร่วมรักษาสิ่งแวดล้อมของโลกต่อเนื่องสืบไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

การพัฒนาเทคโนโลยีเตาเผาเชื้อเพลิงจากชีวมวลต่างๆ เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบผลิตแก๊สหุงต้มร่วมกับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นที่สามารถนำไปใช้สำหรับการอบกล้วย นำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต เป็นเครื่องจักรดูแลรักษาง่าย ใช้ได้ในชุมชนและเป็นการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนที่ยั่งยืน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและดูงานเตาเผาเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย เปลือกกล้วย ไม้เฟอร์นิเจอร์ที่ใช้กระบวนการ แก๊สซิฟิเคชั่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.3.2 ทดสอบการทำงานของตู้อบกล้วยแบบเดิม ที่ใช้กระบวนการความร้อนจากแก๊สหุงต้มว่ามีการทำงานอย่างไร ซึ่งรวมไปถึงวงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วยแบบเดิม

1.3.3 ออกแบบและสร้างชุดหัวแก๊ส และระบบการจุดระเบิด ใช้หัวแก๊สที่ออกแบบมาสำหรับเครื่องอบกล้วยนี้โดยเฉพาะ และสร้างระบบจุดระเบิดให้เป็นแบบอัตโนมัติโดยการใช้ระบบจุดระเบิดด้วยไฟฟ้า

1.3.4 ทดสอบการทำงานของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น เพื่อให้รู้ว่าการนำความร้อนออกมาใช้กับเครื่องอบกล้วยนั้นมีกระบวนการอย่างไร

1.3.5 เก็บข้อมูล วัดค่าปริมาณอุณหภูมิ และปริมาณควันที่ได้จากการทดลองใช้เตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น

1.3.6 ทดสอบการทำงานของทุกระบบร่วมกัน

1.3.7 รวบรวมข้อมูล และเสนอแนะแนวทางพัฒนาต่อ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

รายละเอียด	ปี 2551							ปี 2552		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาและดูงานเตาเผาเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ ที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน										
2. ทดสอบการทำงานของตู้อบกล้วยแบบเดิม ที่ใช้กระบวนการความร้อนจากแก๊สหุงต้ม										
3.ออกแบบและสร้างชุดหัวแก๊ส และระบบการจุดระเบิด เพื่อเริ่มต้นการนำเอาความร้อนเข้าไปใช้ในตู้อบกล้วย										
4. ทดสอบการทำงานของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น เพื่อให้รู้ว่าการนำความร้อนออกมาใช้กับตู้อบกล้วยนั้นมีกระบวนการอย่างไร										
5. เก็บข้อมูล วัดค่าปริมาณต่างๆที่ได้จากการทดลองใช้เตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น										
6. ทดสอบการทำงานของทุกระบบร่วมกัน										
7. รวบรวมข้อมูล เสนอแนะแนวทางพัฒนาต่อ										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.5.1 นำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพวัสดุเหลือใช้คือเปลือกกล้วยตากแห้ง แกลบ และขี้เลื่อย เป็นแหล่งเชื้อเพลิงหุงต้ม

1.5.2 ได้ผลการศึกษาการใช้เตาเผาเชื้อเพลิงจากเปลือกกล้วยตากแห้ง แกลบ และขี้เลื่อย ต้นแบบที่ใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นในการอบกล้วย นำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต และพัฒนาการใช้พลังงานที่ยั่งยืนในระดับรากหญ้า

1.5.3 เป็นความร่วมมือระหว่างองค์กรคือชุมชนกับมหาวิทยาลัยนเรศวร สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีร่วมกัน

1.5.4 ลดการใช้ก๊าซธรรมชาติ โดยเปลี่ยนเป็นการใช้พลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน และร่วมรักษาสิ่งแวดล้อมของโลก

1.5.5 เป็นแหล่งเรียนรู้และดูงานให้กับชุมชนอื่น เพื่อพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนอื่น ๆ ต่อไป

1.6 งบประมาณที่ใช้

ค่าหนังสือที่ใช้ทำโครงงาน	500	บาท
ค่าวัสดุอุปกรณ์	4,000	บาท
ค่าถ่ายเอกสาร	250	บาท
ค่ากระดาษพิมพ์	500	บาท
ค่าเข้าเล่มโครงงาน	600	บาท
อื่นๆ	250	บาท
รวม	6,100	บาท (หกพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน)

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงาน

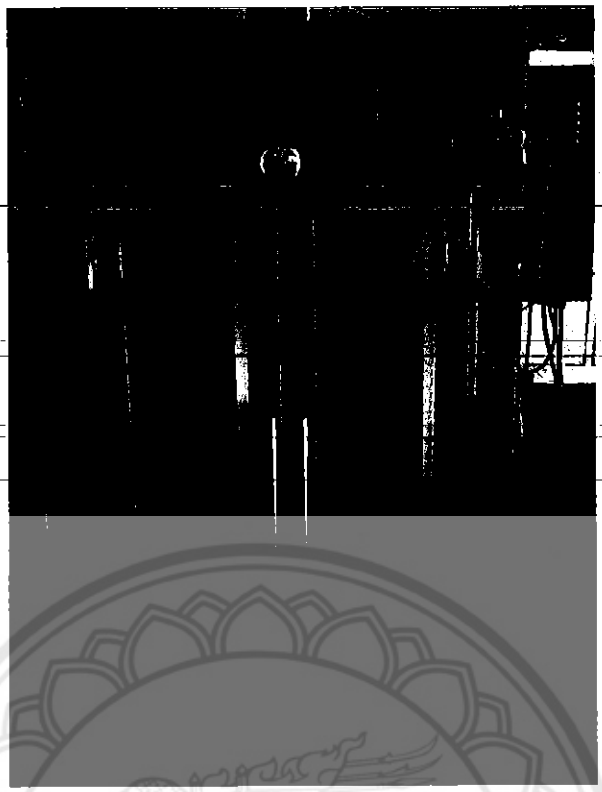
เนื่องจากการผลิตกล้วยตากโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จะไม่สามารถผลิตได้ในช่วงฤดูฝน หรือในช่วงที่มีแสงแดดไม่เพียงพอสำหรับการอบกล้วย ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับกลุ่มเกษตรกร จึงเกิดการขาดรายได้ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนั้นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งจึงรวมตัวกันจัดซื้อเครื่องอบกล้วยโดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นพลังงานหลักในการอบกล้วยตากมาใช้ในการผลิตกล้วยตาก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาคือแก๊สหุงต้มที่ใช้เป็นพลังงานหลักนั้นมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากรัฐบาลได้ประกาศลอยตัวราคาแก๊สหุงต้มทำให้เกิดการลงทุนที่สูงขึ้น ดังนั้นเราจึงคิดค้นการใช้พลังงานทดแทนจากชีวมวล(เปลือกกล้วย,แกลบ,ชีวมวลอื่นๆ) มาเป็นเชื้อเพลิงเสริมในการผลิตกล้วยตาก โดยการใช้กระบวนการความร้อนจากแก๊สหุงต้มร่วมกับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น และการนำเอาความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้ามาปรับปรุงเครื่องอบกล้วยตากให้ใช้งานได้สะดวกสบายขึ้น

ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องอบกล้วยตากที่ใช้กระบวนการความร้อนจากแก๊สหุงต้มร่วมกับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่น (Gasification) ทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องอบกล้วยตาก และอธิบายให้ทราบถึงหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อยได้แก่ ลักษณะภายนอกและภายในเครื่องอบกล้วยตาก มอเตอร์พัดลมที่ใช้ในการควบคุมปริมาณลมและการป้อนอากาศ ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ, เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple), ตู้คอนโทรล และเตาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier)

2.1 ลักษณะภายนอกและภายในเครื่องอบกล้วยตาก

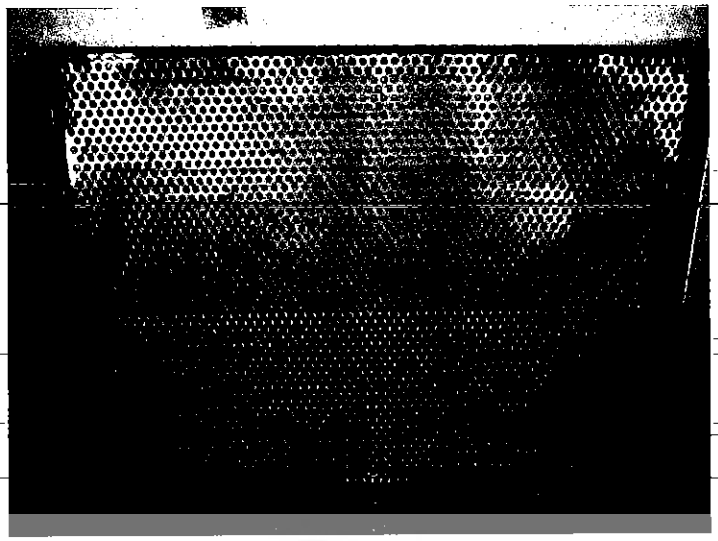
ลักษณะภายนอกของเครื่องอบกล้วยตากสร้างด้วยเหล็กที่มีการทากันสนิมเรียบร้อย ถูกออกแบบให้มีความกว้าง 0.71 m ยาว 1.05 m และสูง 1.70 m (รูปที่ 2.1) ด้านหน้ามีประตูปิดเปิดเพื่อนำกล้วยเข้าเครื่องอบกล้วยตาก ด้านบนตู้มีการติดตั้งมอเตอร์พัดลมเพื่อดูดลมร้อนเข้าไปภายในเครื่องอบกล้วยตาก และด้านข้างจะมีการติดตั้งตู้ควบคุมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วยตาก

ลักษณะภายในของเครื่องอบกล้วยตากนั้นทาสีกันสนิม โครงเหล็กมีคุณสมบัติทนความร้อนได้ในระดับหนึ่ง มีตะแกรงทำจากสแตนเลสที่สามารถกันสนิมได้ ซึ่งตะแกรงสแตนเลสมีการเจาะรูถี่ๆคล้ายตาข่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายความร้อนให้ทั่วถึง และทำให้กล้วยแห้งเร็วขึ้น ซึ่งจะวางเรียงกันเป็นชั้นๆ (รูปที่ 2.3) ส่วนด้านข้างภายในตู้อบถูกเจาะรูไว้เป็นรูเล็กๆเพื่อระบายความร้อนเข้าไปภายในตู้อบกล้วย (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.1 ลักษณะภายนอกของตู้อบกล้วยตาก

รูปที่ 2.2 ลักษณะภายในของตู้อบกล้วยซึ่งถูกเจาะรูไว้ทั้งสองข้างของตู้



รูปที่ 2.3 ตะแกรงสแตนเลส

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์พัดลมของเครื่องอบกล้วยตาก เป็นยี่ห้อ มิตซูบิชิ (MITSUBISHI) รุ่น SP-KR ใช้ไฟ AC ขนาดแรงดัน 220 V กินกระแส 4.8 A ความถี่ 50 Hz ใบพัดลมทำจากเหล็กดูดลมร้อนเข้าไปภายในตู้ ซึ่งมีทิศทางการส่งผ่านความร้อนโดยความร้อนที่ถูกส่งผ่านจะเข้าไปภายในตู้ทางรูเล็กๆ ทั้งสองด้านข้างภายในตู้ (รูปที่ 2.4 และ รูปที่ 2.5)

รูปที่ 2.4 มอเตอร์พัดลม มิตซูบิชิ (MITSUBISHI) รุ่น SP-KR

2.2.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง มอเตอร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือโรเตอร์ ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบ ๆ สเตเตอร์ เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปตัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดกรงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ก็จะทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนำไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้

2.2.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

สเตเตอร์ (Stator) จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด

- โครงมอเตอร์ (Frame or Yoke) จะทำด้วยเหล็กหล่อทรงกระบอกกลวง มีกล่องสำหรับต่อสายไฟอยู่ด้านบนหรือด้านข้าง โครงจะทำหน้าที่ยึดแกนเหล็กสเตเตอร์ให้แน่นอยู่กับที่ผิวด้านนอกของโครงมอเตอร์ จะออกแบบให้มีลักษณะเป็นครีบหรือทรงกระบอกที่มีการเจาะรูเพื่อช่วยในการระบายความร้อน ในกรณีที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ โครงจะทำด้วยเหล็กหล่อ แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ โครงจะทำด้วยเหล็กหล่อเหนียว ซึ่งจะทำให้มอเตอร์มีขนาดเล็กกะทัดรัดมากขึ้น แต่ถ้าใช้เหล็กหล่อก็จะให้มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก

- แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ มีลักษณะกลม เจาะตรงกลางและเซาะร่องภายในโดยรอบ แผ่นเหล็กชนิดนี้เรียกว่า ลามิเนท ซึ่งจะถูกเคลือบด้วย ซิลิกอน-เหล็ก แต่ละแผ่นจะมีความหนาประมาณ 0.025 inch หลังจากนั้นจึงนำไปอัดเข้าด้วยกันจนมีความหน้าที่เหมาะสม เรียกว่าแกนเหล็กสเตเตอร์

- ขดลวด (Stator Winding) จะมีลักษณะเป็นเส้นลวดทองแดงเคลือบฉนวนที่เรียกว่า อีนาเมล (Enamel) พันอยู่ในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์ตามรูปแบบต่าง ๆ ของการพันมอเตอร์

โรเตอร์ (Rotor) จะเป็นส่วนที่หมุนได้ มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำจะมีโรเตอร์ 2 ชนิด คือ โรเตอร์แบบกรงกระรอกและโรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวด์ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้คือ แกนเหล็ก โรเตอร์ ขดลวด ใบพัด และเพลา

- โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel cage rotor) จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆ ที่เรียกว่า แผ่นเหล็กลามิเนท ซึ่งจะเป็นแผ่นเหล็กชนิดเดียวกันกับสเตเตอร์ มีลักษณะเป็นแผ่นกลมๆ เซาะร่องผิวภายนอกเป็นร่องโดยรอบ ตรงกลางจะเจาะรูสำหรับสวมเพลา และจะเจาะรูรอบๆ รูตรงกลางที่สวมเพลาทั้งนี้เพื่อช่วยให้ในการระบายความร้อน และยังทำให้โรเตอร์มีน้ำหนักเบาลง เมื่อนำแผ่นเหล็กไปสวมเข้ากับแกนเพลาแล้วจะได้เป็นแกนเหล็กโรเตอร์ หลังจากนั้นก็จะใช้แท่งตัวทองแดงหรือแท่งอะลูมิเนียมหล่ออัดเข้าไปในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปวางทั้งสองด้านด้วยวงแหวนตัวนำทั้งนี้เพื่อให้ขดลวดครบวงจรไฟฟ้าหรืออาจนำแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปในแบบพิมพ์แล้วฉีดอะลูมิเนียมเหลวเข้าไปในร่อง ก็จะได้อะลูมิเนียมอัดแน่นอยู่ในร่องจนเต็มและจะได้ขดลวดตัวนำแบบกรงกระรอกฝังอยู่ในแกนเหล็ก ขดลวดในโรเตอร์นั้นจะเป็นลักษณะของตัวนำที่เป็นแท่งซึ่งอาจใช้ทองแดง หรืออะลูมิเนียมประกอบเข้าด้วยกันเป็นลักษณะคล้ายกรงนกหรือกรงกระรอก

- โรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวด์ (Wound Rotor) โรเตอร์ชนิดนี้จะมีส่วนประกอบคล้ายๆ กับโรเตอร์แบบกรงกระรอก คือ มีแกนเหล็กที่เป็นแผ่นลามิเนทอัดเข้าด้วยกันแล้วสวมเข้าที่เพลา แต่จะแตกต่างกันตรงที่ขดลวด จะเป็นเส้นลวดชนิดที่หุ้มด้วยน้ำยาฉนวนอีนาเมลพันลงไปในร่องสล็อตของโรเตอร์จำนวน 3 ชุด ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับที่พันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส แล้วต่อวงจรขดลวดเป็นแบบสตาร์ โดยนำปลายทั้ง 3 ที่เหลือต่อเข้ากับวงแหวนตัวนำ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถต่อวงจรของขดลวดของโรเตอร์เข้ากับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ที่อยู่ภายนอกตัวมอเตอร์ เพื่อการปรับค่าความต้านทานของโรเตอร์ ซึ่งจะสามารถควบคุมความเร็วของโรเตอร์ได้

ฝาครอบใบพัด (Fan End Plate) จะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กเหนียวขึ้นรูปให้มีขนาดสวมฝาครอบได้พอดี มีรูเจาะเพื่อระบายอากาศ และยึดติดกับฝาครอบด้านที่มีใบพัด ส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดใหญ่

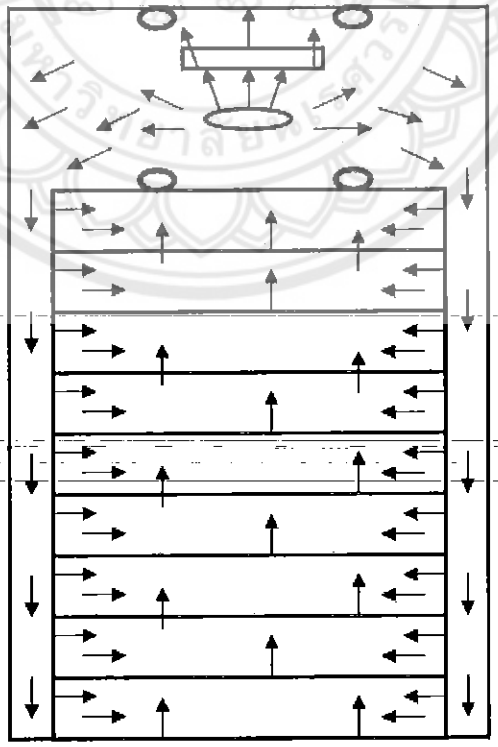
ใบพัด (Fan) จะทำด้วยเหล็กหล่อ มีลักษณะเท่ากันทุกครีบเท่ากันทุกครีบ จะสวมยึดอยู่บนเพลาด้านตรงข้ามกันกับเพลางาน ใบพัดนี้จะช่วยในการระบายอากาศและความร้อนได้มากทีเดียว ใบพัดนี้ส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดย่อยถึงขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับฝาครอบใบพัด

สลักเกลียว (Bolt) จะทำด้วยเหล็กเหนียวจะมีลักษณะเป็นเกลียวตลอด ถ้าเป็นมอเตอร์ 3 เฟส จะประกอบด้วยสลักเกลียว 8 ตัว ทำหน้าที่ยึดฝาครอบให้ติดกับโครง ถ้าเป็นมอเตอร์ 1 เฟส ขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์สปลิตเฟสจะเป็นสลักเกลียวยาวตลอดความยาวของตัวมอเตอร์

รูปที่ 2.5 ใบพัดลมของตู้อบกล้วยตาก

2.2.3 ทิศทางการไหลเวียนของลมร้อน

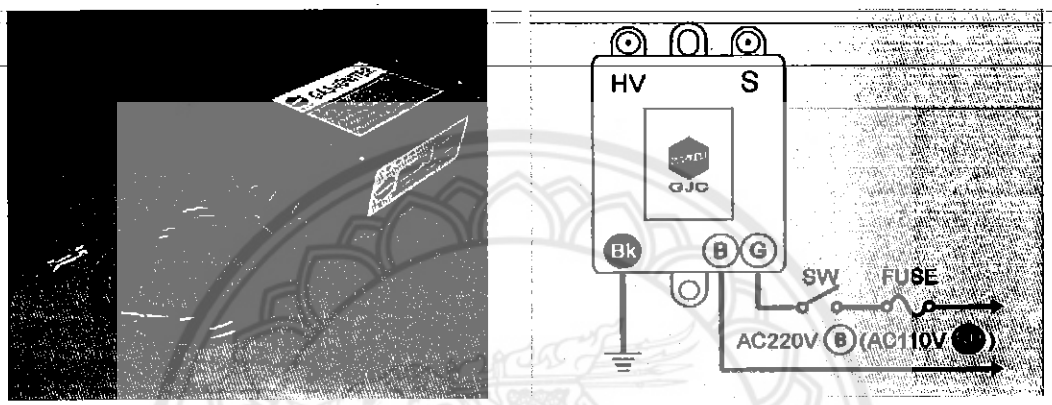
การไหลเวียนของลมร้อนภายในตู้อบกล้วยตากจะออกแบบการหมุนของใบพัดลมให้มีการดูดลมร้อนขึ้นข้างบน และให้ลมร้อนไหลเวียนออกทางด้านข้างทั้งสองด้าน ซึ่งด้านข้างทั้งสองด้านถูกเจาะรูเป็นรูเล็ก ๆ เพื่อระบายลมร้อนเข้าไปภายในตู้อบกล้วย และมีการเจาะรูเล็ก ๆ เพื่อระบายความชื้นออกสู่ด้านบนของตู้อบกล้วย (รูปที่ 2.6)



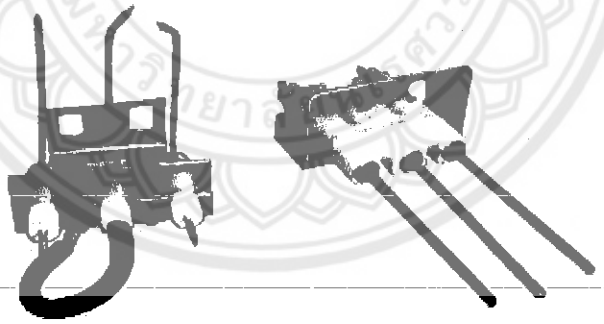
รูปที่ 2.6 ทิศทางการส่งผ่านลมร้อนเข้าไปภายในตู้อบกล้วยตาก

2.3 ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ (Igniter)

ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ มีขนาดความกว้าง 50 mm. ความยาว 79 mm. ความสูง 35 mm. น้ำหนัก 130 g จะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดประกายไฟเพื่อจุดแก๊ส ทำให้เชื้อเพลิงที่ไหลออกจากโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ติดไฟ โดยเราจะใช้ตัวจุดระเบิดแก๊สอัตโนมัติที่ใช้ไฟ AC 220 V แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กล่องควบคุมการจุดระเบิด และก้านเหล็กจุดสปาร์ค (รูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.7 กล่องควบคุมการจุดระเบิด



รูปที่ 2.8 ก้านเหล็กจุดสปาร์ค

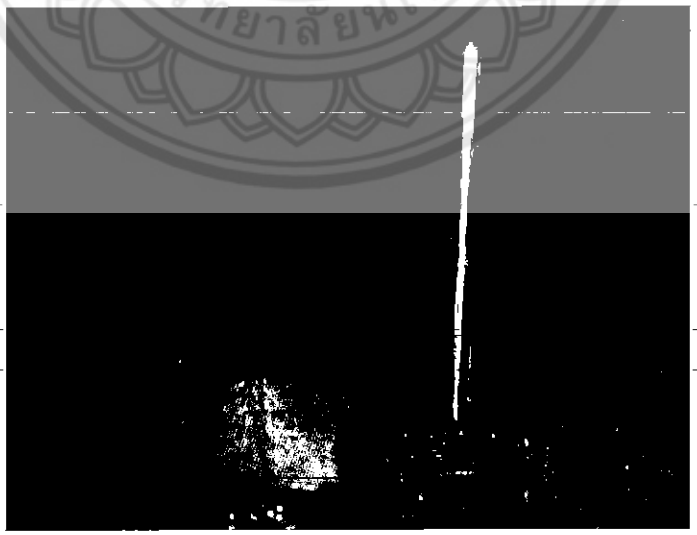
หลักการทำงานของตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ

กล่องควบคุมการจุดระเบิดจะทำหน้าที่รับอินพุตเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220/240 V ความถี่ 50/60 Hz จากนั้นอินพุตที่รับเข้าไปจะผ่านวงจรภายในกล่องซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณเอาต์พุตขนาด 16-18 kV และส่งสัญญาณเอาต์พุตให้กับก้านเหล็กจุดสปาร์ค

2.4 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิ้ล จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในเครื่องอบกล้วยตาก ในโครงงานนี้จะทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล ทั้งหมดสองตัว ตัวแรกจะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิที่เกิดภายในเครื่องอบกล้วยตาก (รูปที่ 2.9) และตัวที่สองจะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิที่เกิดบริเวณตัวจุดระเบิดแก๊ส (รูปที่ 2.10) ซึ่งเทอร์โมคัปเปิ้ล ทั้งสองตัวจะถูกเชื่อมเข้ากับตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) เพื่อทำการแสดงค่าของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น

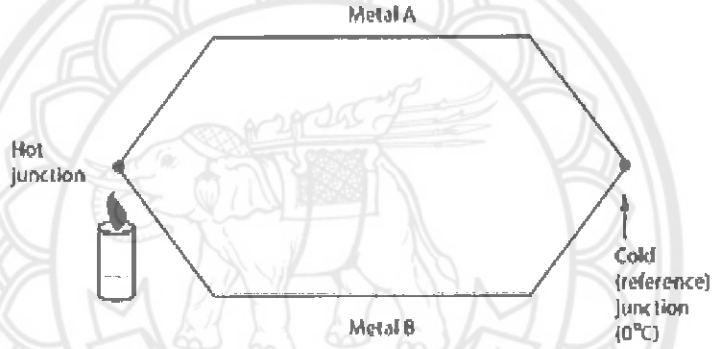
รูปที่ 2.9 เทอร์โมคัปเปิ้ลตัวแรกติดตั้งภายในตู้อบกล้วยตาก



รูปที่ 2.10 เทอร์โมคัปเปิ้ลตัวที่สองติดตั้งบริเวณตัวจุดระเบิดแก๊ส

2.4.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิ้ล

ในปี ค.ศ.1821 โธมัส ซีเบ็ค (Thomas Seebeck) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ทำการทดลองและค้นพบว่าเมื่อทำการเชื่อมปลายโลหะ 2 เส้นที่เป็นโลหะต่างชนิดเข้าด้วยกัน ถ้าอุณหภูมิที่ปลายทั้ง 2 ด้านไม่เท่ากันจะเกิดกระแสไหลในโลหะทั้ง 2 เส้น นั่นแสดงว่า ถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออกแล้วนำโวลมิเตอร์ไปวัด จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างโลหะ 2 เส้นค่าหนึ่ง (ค่านี้มีปริมาณน้อย หน่วยเป็น mV) เรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ว่า Seebeck Voltage ส่วนประกอบของตัววัดอุณหภูมิชนิดนี้ ประกอบด้วยโลหะต่างชนิดกัน ถูกนำมาเชื่อมปลายเข้าด้วยกันทั้ง 2 ข้าง โดยใช้หลักการที่ว่า ถ้าทั้งสองข้าง มีอุณหภูมิแตกต่างกัน เมื่อใดจะเกิดแรงดันปริมาณขึ้น ซึ่งเรียกว่า Electromotive Force (emf) ระดับของแรงดันที่เกิดขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่นำมาทำเทอร์โมคัปเปิ้ลชนิดนั้นๆ (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.11 แสดงผลของซีแบ็ค

2.4.2 ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน (Thermoelectric Effect)

ทฤษฎีพื้นฐานของผลจากเทอร์โมอิเล็กทริก เกิดจากการส่งผ่านทางไฟฟ้าและทางความร้อนของโลหะที่ต่างกันจึงทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าตกคร่อมที่โลหะนั้น ความต่างศักย์นี้จะสัมพันธ์กับความจริงที่ว่า อิเล็กตรอนในปลายด้านร้อนของโลหะจะมีพลังงานความร้อนมากกว่าปลายทางด้านเย็น จึงทำให้อิเล็กตรอนมีความเร็วไปหาปลายด้านเย็น ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะแปลเปลี่ยนไปตามโลหะที่ต่างชนิดกันด้วย ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า โลหะที่ต่างกันจะมีการนำความร้อนที่ต่างกันนั่นเอง

1. ผลของซีแบ็ค (Seebeck Effect) โดยใช้ทฤษฎีโซลิดสเตด เราสามารถวิเคราะห์ค่าได้จากสมการอินทิเกรตค่าจากย่านของอุณหภูมิดังกล่าวนั่นคือ

$$\varepsilon = \int_{T_1}^{T_2} (Q_A - Q_B) dT \qquad (2.1)$$

สมการนี้จะอธิบายผลของซีแบ็ค ซึ่งพบว่า

1. ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่เกิดจะเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของอุณหภูมิ จึงเกิดความแตกต่างของค่าคงที่ในการส่งผ่านความร้อนของโลหะ

2. ถ้าใช้โลหะชนิดเดียวกันมาทำเทอร์โมคัปเปิลค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ก็จะมีค่าเป็นศูนย์

3. ถ้าอุณหภูมิทั้งสองจุดคือจุดวัดและจุดอ้างอิงเหมือนกันค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็จะเป็นศูนย์

โดยสูตรที่ง่ายและสามารถนำมาคำนวณได้เช่นกันคือ

$$\varepsilon = \alpha(T_2 - T_1) \qquad (2.2)$$

เมื่อ α = ค่าคงที่หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของซีแบ็ค; volts/K

T_1, T_2 = อุณหภูมิที่จุดต่อ; K

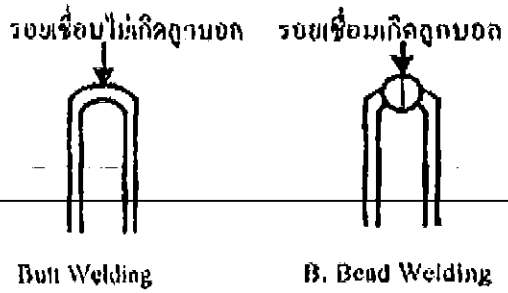
2. ผลของเพลเทียร์ (Peltier Effects) หากคิดย้อนกลับจากผลของซีแบ็ค นั่นคือใช้โลหะที่แตกต่างกันสองชนิดมาเชื่อมต่อทั้งสองเข้าด้วยกันแล้วจ่ายพลังงานจากภายนอกเข้าไป ก็จะเป็นเหตุให้เกิดกระแสไหลในวงจร เพราะจากคุณสมบัติในการส่งไฟฟ้าและความร้อนของโลหะ พบว่าขั้วหนึ่งจะเกิดความร้อน (T_2) และอีกขั้วหนึ่งจะเกิดความเย็น (T_1) ขึ้น โดยผลดังกล่าวเรียกว่า "ผลของเพลเทียร์" (Peltier Effect) และถูกนำไปใช้งานพิเศษสำหรับการทำความเย็นกับส่วนของระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้กระทั่งเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก

2.4.3 ส่วนประกอบของเทอร์โมคัปเปิ้ล

1. ตัวเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

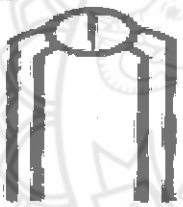
การเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล ที่ด้าน T1 มีความสำคัญมาก ต้องเชื่อมให้ถูกต้องตามหลักการเพื่อให้ได้การวัดแม่นยำ และมีอายุการใช้งานยาว การเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล มีการแบ่งตามขนาดของลวดดังนี้

1.1 ลวดโตที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ประมาณ 2 Sq.mm. ขึ้นไป ใช้เครื่องเชื่อมแบบใช้มือธรรมดาโดยมีก๊าซอาร์กอนซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารใดฉีดปกคลุมบริเวณเชื่อมเพื่อไม่ให้เกิดออกไซด์ขึ้นตรงรอยต่อของลวด เรียกว่า การเชื่อมแบบ Butt ซึ่งง่ายกว่าการเชื่อมลวดขนาดเล็ก (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล

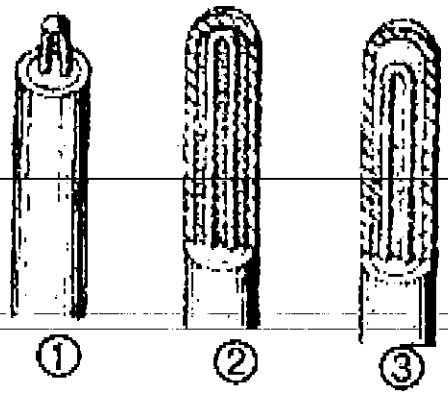
1.2 ลวดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่า 2 Sq.mm. การเชื่อมด้วยมือจะมีความผิดพลาดจากคนทำได้มาก เพราะขึ้นอยู่กับทักษะและสมาธิ ซึ่งต้องผ่านการฝึกฝนมาอย่างดี จึงควรใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเชื่อม เพื่อให้เกิดรอยต่อที่สนิท, สมมาตร และ ไม่มีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ การเชื่อมลวดขนาดเล็ก เรียกว่า การเชื่อมแบบ Bead Welding ซึ่งเครื่องจักรอัตโนมัติจะเชื่อมให้เกิดรอยต่อที่เป็นลูกบอลครึ่งลูก 2 ชิ้น เชื่อมต่อกันสนิทตลอด

	
(a) การเชื่อมโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ระยะห่างระหว่างลวดทั้งสองและระยะจากหัวเชื่อมเท่ากันทุกครั้ง ทำให้รอยเชื่อมเกิดลูกบอลติดสนิทและสมมาตรกันทำให้วัดได้แม่นยำและอายุการใช้งานนานกว่า	(b) การเชื่อมโดยใช้มือ ไม่แน่นอน รอยต่อเชื่อมอาจจะไม่ติดสนิท ไม่สมมาตร อายุการใช้งานสั้นและค่าผิดพลาดมากกว่า

รูปที่ 2.13 เปรียบเทียบการเชื่อมหัวเทอร์โมคัปเปิ้ล

2. Metal Sheath

เพื่อให้เทอร์โมคัปเปิ้ลมีความเรียบร้อยแข็งแรง พร้อมในการใช้งาน คู่สายของเทอร์โมคัปเปิ้ลจะประกอบอยู่ใน Metal Sheath โดยลักษณะการประกอบตัวเทอร์โมคัปเปิ้ลเข้ากับ Metal Sheath มี 3 วิธี ดังนี้



รูปที่ 2.14 ลักษณะการประกอบตัวเทอร์โมคัปเปิ้ลเข้ากับ Metal Sheath

1. แบบเปลือย (Exposed Junction) ให้ผลการวัดที่ไวที่สุด (Minimum Response Time) จุดต่อสำหรับวัดสัมผัสกับของเหลว (Fluid) ที่ต้องการวัดโดยตรง ผลเสียของแบบเปลือย คือ ชำรุดเสียหายง่ายและอายุการใช้งานสั้น ไม่เหมาะสำหรับงานความดันสูงหรือ Fluid ที่มีการกลั่นตัว

2. แบบ Grounded Junction สายทั้งคู่ของเทอร์โมคัปเปิ้ลที่เชื่อมติดกัน จะถูกเชื่อมต่อลงบนส่วนปลายท่อโลหะของ Metal Sheath อีกทีหนึ่ง สามารถใช้ได้กับ Fluid ที่เป็นสารกัดกร่อน ให้ผลการตอบสนองต่ออุณหภูมิไวกว่าแบบ Ungrounded Junction แต่มีข้อเสียคือ ถ้ามีกระแสไฟรั่วจากอุปกรณ์อื่นมาที่ Metal Sheath จะทำให้ค่าวัดอุณหภูมิผิดพลาดได้

3. แบบ Ungrounded Junction ใช้ได้กับ Fluid ที่เป็นสารกัดกร่อน มีอายุการใช้งานยืนยาวที่สุด แต่มีข้อเสียคือ ให้ผลการวัดช้า เหมาะกับงานที่อุณหภูมิไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ในอุตสาหกรรมใช้แบบนี้เกือบทั้งหมด

3. ฉนวนของเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

เป็นฉนวนที่ใช้กั้นระหว่างตัวเทอร์โมคัปเปิ้ลกับ Metal Sheath ส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภทแมกนีเซียมออกไซด์, อะลูมิเนียมออกไซด์ หรือเบอรีลเลียมออกไซด์

4. Thermowell

เป็นอุปกรณ์เสริม (Accessory) ใช้ป้องกันไม่ให้เทอร์โมคัปเปิ้ลสัมผัสกับสารที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยตรง เช่น สารที่กัดกร่อน, มีความดันสูง หรือในบางกรณีที่ต้องการถอดตัวเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อซ่อมบำรุงโดยไม่รบกวนการทำงานของระบบ

5. Extension Wire

คือ สายที่ใช้ในการเชื่อมต่อ หรือต่อเพิ่มจากตัวเทอโมคัปเปิ้ลมีอยู่แล้ว ในกรณีจุดที่วัดอุณหภูมิและจุดที่ต้องการรับสัญญาณจากเทอร์โมคัปเปิ้ลอยู่ห่างกัน มี 2 แบบ คือ แบบที่ทำจากสารประเภทเดียวกับเทอร์โมคัปเปิ้ล (เช่น Type E, J, K, T) และแบบที่ทำจากโลหะต่างชนิดกับเทอร์โมคัปเปิ้ล (เช่น Type R, S, B) เนื่องจาก วัสดุที่ใช้ทำสาย คือ แพลทินัมมีราคาแพง

2.4.4 การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน (Characteristic of Thermocouple Standard Type)

ในปัจจุบัน พบว่ามีเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานอยู่ 7 ชนิดตามมาตรฐานของ ANSI และ ASTM ซึ่งแสดงเป็นตารางคุณสมบัติเปรียบเทียบเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบมาตรฐาน Type ต่าง ๆ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติเปรียบเทียบเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบมาตรฐาน Type ต่าง ๆ

Type	ส่วนผสม	ย่านอุณหภูมิใช้งาน		แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ mV
		°C	°F	
B	แพลทินัม - 30% โรเดียม แพลทินัม - 6% โรเดียม	0 ถึง 1820	32 ถึง 3310	0 ถึง 13.814
R	แพลทินัม - 13% โรเดียม แพลทินัม	-50 ถึง 1768	-60 ถึง 3210	-02.26 ถึง 21.108
S	แพลทินัม-10% โรเดียม แพลทินัม	-50 ถึง 176	-60 ถึง 3210	-0.236 ถึง 18.698
J	เหล็ก/คอนสแตนแตน	-210 ถึง 760	-350 ถึง1400	-8.096 ถึง 42.922
K	โครเมล/อะลูเมล	-270 ถึง 1372	-450 ถึง 2500	-6.458 ถึง 54.875
T	ทองแดง/คอนสแตนแตน	-270 ถึง 400	- 450 ถึง 750	-6.258 ถึง 20.865
E	โครเมล/คอนสแตนแตน	-270 ถึง 1000	- 450 ถึง 1830	-9.835 ถึง 76.358
- แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดกับจุดเยือกแข็งของน้ำ				

ตารางที่ 2.2 แสดงสภาวะแวดล้อมในการใช้งานเทอร์โมคัปเปิ้ลแบบมาตรฐานโดยไม่ต้องใช้ Protecting Tube

	ความเหมาะสมในการใช้งาน						
TC Type	บรรยากาศ Oxidizing	บรรยากาศ Reducing	บรรยากาศ Inert	Vacuum	บรรยากาศ Sulferous	อุณหภูมิ < 0-°C	มีไอของโลหะ
B	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้ ในช่วงสั้น ๆ	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
R	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
S	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
J	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้ถ้า > 500 C	ไม่ได้	ได้
K	ได้*	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้
T#	ได้	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้
E	ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้

* ใช้งานได้ดีกว่าแบบ E, J และ T เมื่ออุณหภูมิ > 550 °C

โดยเฉพาะกับอุณหภูมิ < 0 °C

Oxidizing : กระบวนการทางเคมีที่ดึงออกซิเจนจากภายนอกเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารนั้น

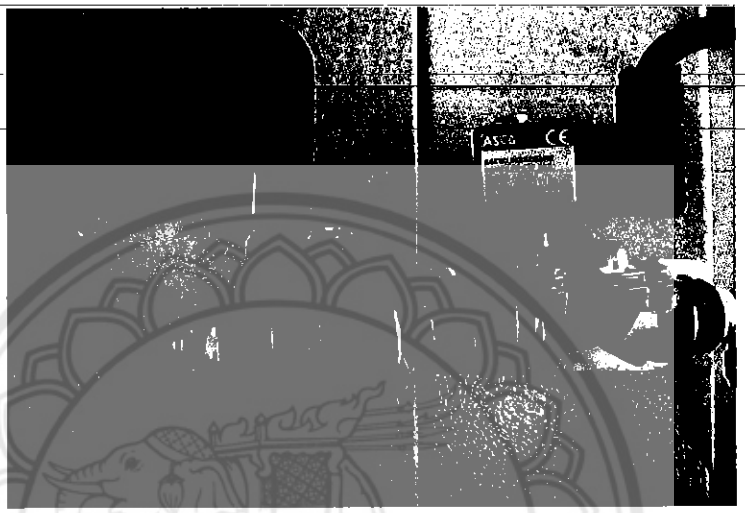
Reducing : กระบวนการทางเคมีที่ออกซิเจนถูกดึงออกจากสารนั้นเพื่อไปทำปฏิกิริยากับสารภายนอก

Vacuum : ค่าความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศจนถึงสภาวะสุญญากาศ

Inert : สภาวะเฉื่อยที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

2.5 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิทซ์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิทซ์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิมโดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อปิดวาล์ว ในโครงงานนี้จะใช้โซลินอยด์วาล์วในจ่ายแก๊สไปยังเครื่องอบกล้วยตากนั่นเอง



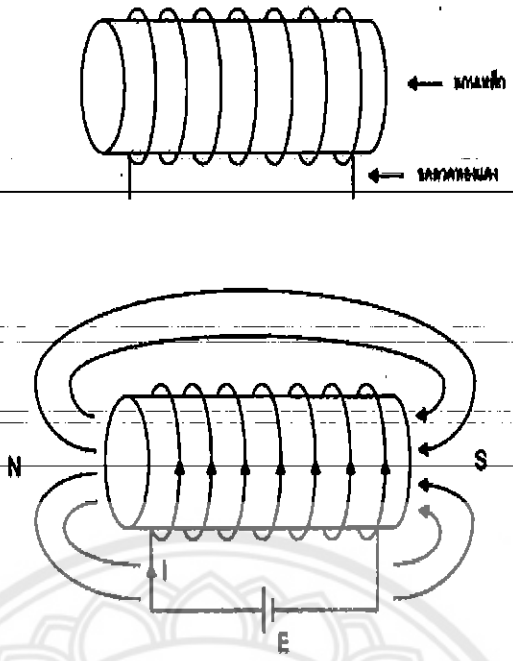
รูปที่ 2.15 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

ทฤษฎีและหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

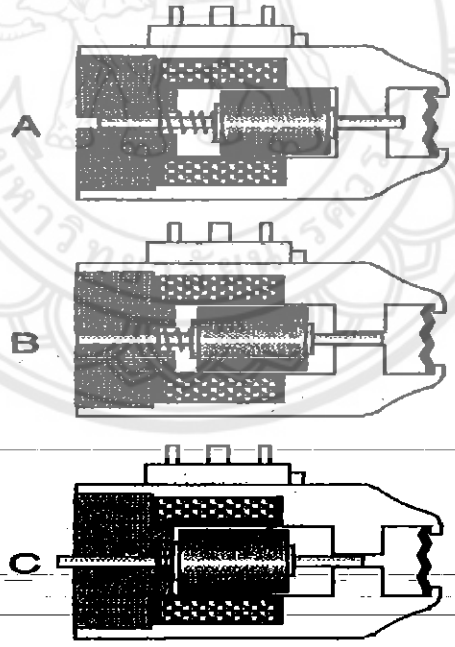
ขดลวดโซลินอยด์ หมายถึง ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบขดลวด แล้วรวมตัวกันเป็นสนามแม่เหล็กที่ใหญ่ขึ้น โดยมีทิศทางวิ่งจากขั้ว N ไปขั้ว S (รูปที่ 2.16) ดังนั้น จากหลักการทำงาขดลวดโซลินอยด์ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวด จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบขดลวด ทำให้เกิด การดูดแกนอาร์เมเจอร์ ซึ่งสามารถเอาชนะแรงสปริงที่ดันแกนอาร์เมเจอร์ไว้ ทำให้แกนอาร์เมเจอร์ เคลื่อนที่ไปอยู่ตรงกลางของขดลวด สามารถแบ่งสภาวะการทำงานได้เป็น 3 สภาวะ ได้แก่

- A สภาวะปกติ (ไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลินอยด์)
- B สภาวะทำงาน (ระหว่างป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลินอยด์)
- C สภาวะสุดท้าย (ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดโซลินอยด์)

(รูปที่ 2.17)



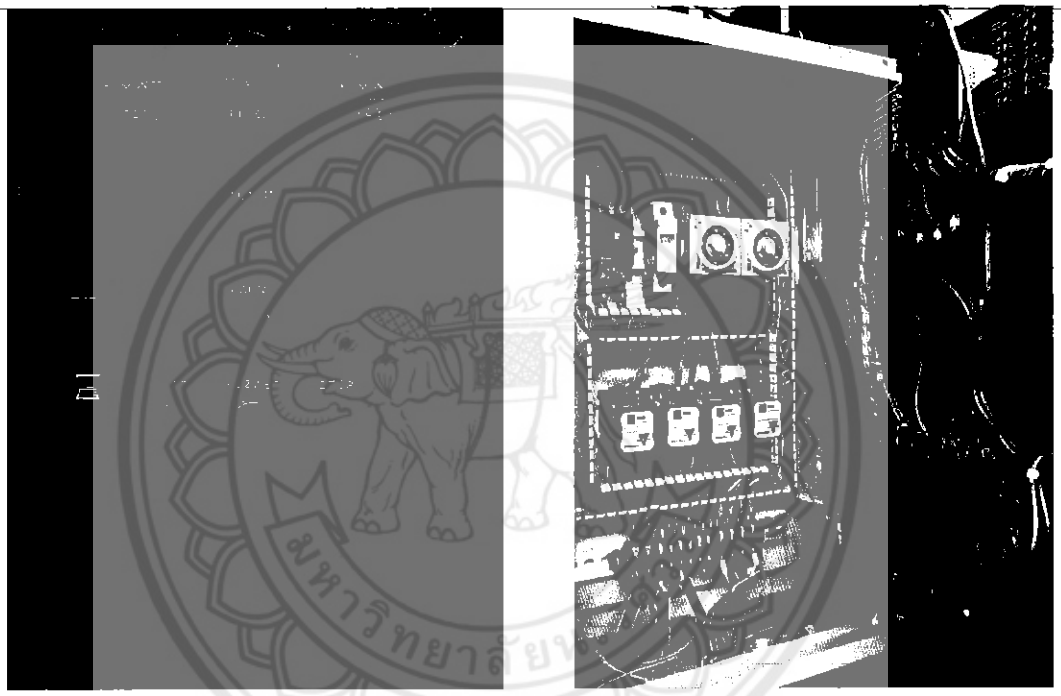
รูปที่ 2.16 แสดงหลักการทำงานของขดลวดโซลินอยด์



รูปที่ 2.17 แสดงสภาวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

2.6 ตู้ควบคุม

เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเกิดความสะดวกสบายในการใช้งานเครื่องอบกล้วยตาก เราจึงออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วยตาก ดังนั้นตู้คอนโทรลจะทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้าเพื่อสั่งการทำงานให้กับเครื่องอบกล้วยตาก ในหัวข้อ 2.5 นี้เราจะแยกย่อยส่วนประกอบภายในตู้คอนโทรลให้ทราบถึงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ภายในตู้คอนโทรล เช่น สวิตซ์ปุ่มกด (Push Button Switch) รีเลย์ (Relay) รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay) เป็นต้น



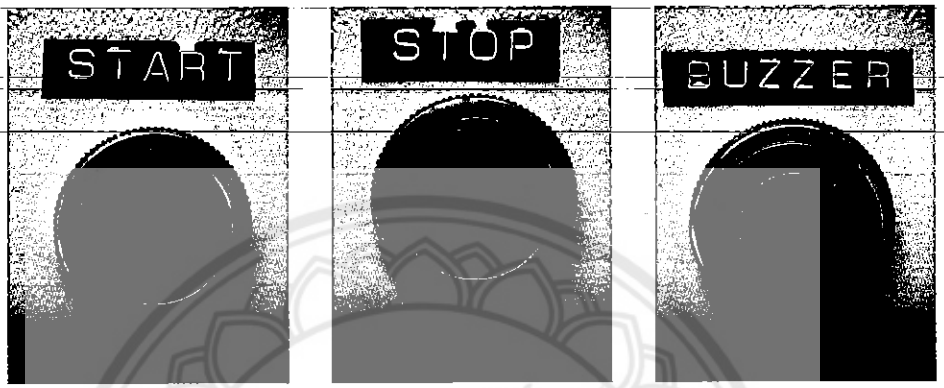
รูปที่ 2.18 ลักษณะภายนอกและภายในของตู้คอนโทรล

2.6.1 สวิตซ์ปุ่มกด (Push Button Switch)

สวิตซ์ปุ่มกด เป็นปุ่มสวิตซ์ที่อยู่ด้านหน้าตู้ควบคุม ทำหน้าที่ได้ทั้ง 2 แบบ คือเป็นสวิตซ์ปกติเปิด (NO) และเป็นสวิตซ์ปกติปิด (NC) ถ้าต้องการให้เครื่องอบกล้วยทำงานต้องกดสวิตซ์ Push Button Start (สีเขียว)เพื่อให้สวิตซ์ Push Button Start (สีเขียว) อยู่ในสภาวะปกติปิด ทำให้ไฟมาเลี้ยงวงจร ดังนั้นเครื่องอบกล้วยก็จะสามารถทำงานได้ เมื่อต้องการให้เครื่องอบกล้วยหยุดทำงานต้องกดสวิตซ์ Push Button Stop (สีแดง) ดังนั้นสวิตซ์ Push Button Stop (สีแดง) นี้จะอยู่ในสภาวะปกติเปิด ทำให้ไฟไม่สามารถมาเลี้ยงวงจรได้ ส่งผลให้เครื่องอบกล้วยไม่ทำงาน (รูปที่ 2.34 ก และรูปที่ 2.34 ข)

2.6.2 สัญญาณเตือน (Buzzer)

บัซเซอร์ คือ สัญญาณเสียงเตือน ดังขึ้นเพื่อแสดงสถานะการทำงานของตู้อบกล้วยว่าเกิดข้อผิดพลาดของอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส คือ อุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ซึ่งอาจจะเป็นเพราะไฟอาจจุดไม่ติด หรือแก๊สหุงต้มหมด และเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊สสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ สัญญาณเตือนก็จะหยุดทำงาน (รูปที่ 2.19 ค)

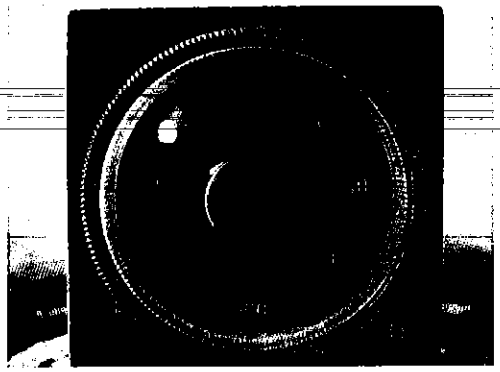


(ก) (ข) (ค)

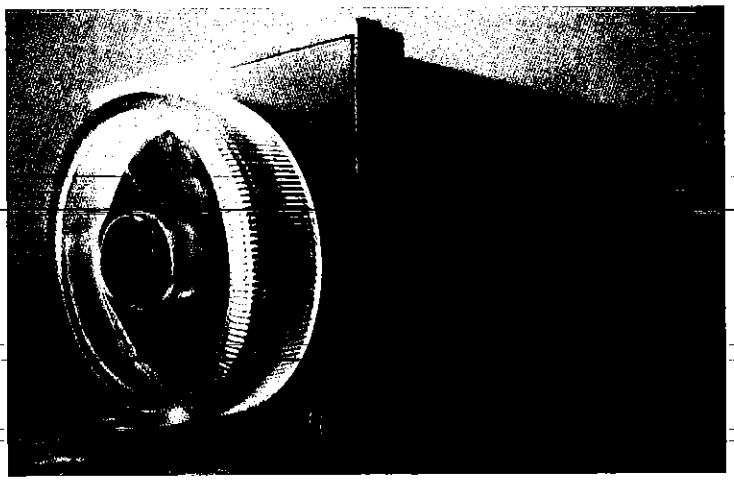
รูปที่ 2.19 (ก) สวิตซ์ Push Button Start, (ข) สวิตซ์ Push Button Stop, (ค) บัซเซอร์ (Buzzer)

2.6.3 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay)

รีเลย์ตั้งเวลา เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด – ต่อวงจร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดรีเลย์ ชุดหน้าสัมผัสยังคงตำแหน่งปกติก่อน เช่น ปกติปิด ชุดหน้าสัมผัสจะต่อถึงกัน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ชุดหน้าสัมผัสจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นตำแหน่งตรงกันข้าม คือ ปกติเปิด และจะค้างตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดจ่ายไฟให้เข้าขดลวดรีเลย์ ซึ่งรีเลย์ตั้งเวลาจะเป็นยี่ห้อ HANYOUNG รุ่น MA4-A ไฟเลี้ยง 100 – 240 VAC 50/60 Hz ขนาด 48 × 48 mm. น้ำหนัก 90 g (รูปที่ 2.20)



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.20 (ก) และ (ข) รีเลย์ตั้งเวลา ยี่ห้อ HANYOUNG รุ่น MA4-A

หลักการทำงานรีเลย์ตั้งเวลา

เป็นอุปกรณ์สวิตซ์ที่สามารถใช้ตั้งเวลาควบคุมการทำงานของสวิตซ์ให้ปิดหรือเปิดได้ตามที่ต้องการรีเลย์ตั้งเวลามีอยู่หลายชนิด เช่น รีเลย์ตั้งเวลาด้วยของเหลวหรือน้ำมัน รีเลย์ตั้งเวลาด้วยลมอัด รีเลย์เวลาด้วยซิงโครนัสมอเตอร์ และรีเลย์ตั้งเวลาด้วยอิเล็กทรอนิกส์

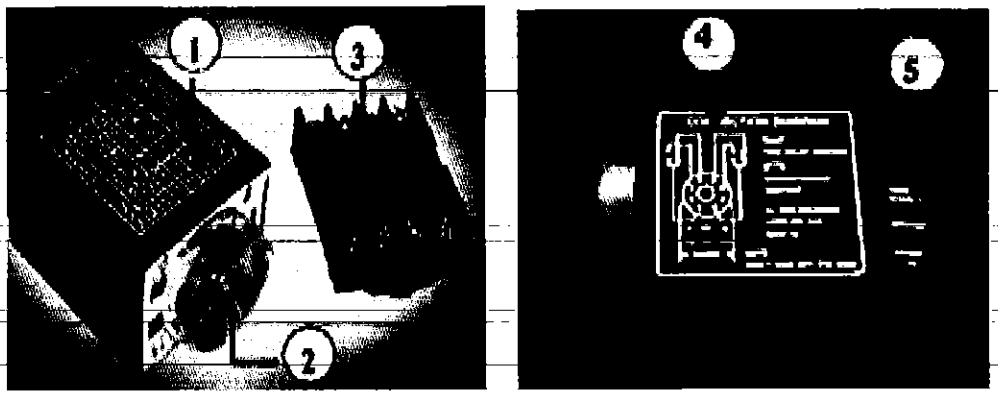
เมื่อจ่ายไฟเข้าขดลวดรีเลย์ ชุดหน้าสัมผัสยังคงตำแหน่งปกติก่อน เช่น ปกติปิด ชุดหน้าสัมผัสจะต่อถึงกัน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ชุดหน้าสัมผัสจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นตำแหน่งตรงข้ามกัน คือ ปกติเปิด และจะค้างตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดจ่ายไฟให้เข้าขดลวดกับรีเลย์ ใช้ในการควบคุมให้มอเตอร์เริ่มทำงานแบบสตาร์ทหมุนทำงานต่อไป หรืองานที่ต้องการให้อุปกรณ์หนึ่งทำงานไประยะหนึ่งแล้วหยุดทำงาน

รีเลย์หน่วงเวลาแบบ หลายย่านวัดโดยใช้ไอซีเป็นตัวกำหนด (Multi Range IC Timer)

ภายในประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานการตั้งเวลาใช้ปรับที่สวิตซ์หมุนด้านหน้า ของรีเลย์ตั้งเวลาด้วยอิเล็กทรอนิกส์และมีสวิตซ์เลือกย่านการทำงาน เช่น รีเลย์หน่วงเวลาแบบ หลายย่านวัดโดยใช้ไอซีเป็นตัวกำหนด

โครงสร้างของรีเลย์หน่วงเวลาแบบหลายย่านวัดโดยใช้ไอซี เมื่อจ่ายไฟเข้าตัวตั้งเวลาไฟ ON จะติดแสดงว่าแผงอิเล็คทรอนิกส์กำลังทำงานควบคุมกำหนดเวลาที่ตั้งไว้เมื่อได้เวลาที่ตั้งไว้สัญญานไฟ UP จะติดแสดงว่าอุปกรณ์ตั้งเวลาได้ทำงานทำหน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดหน้าสัมผัสที่เปิดก็จะปิดเมื่อหยุดจ่ายไฟจะกลับสภาพเดิมและทำการตั้งเวลาใหม่ได้

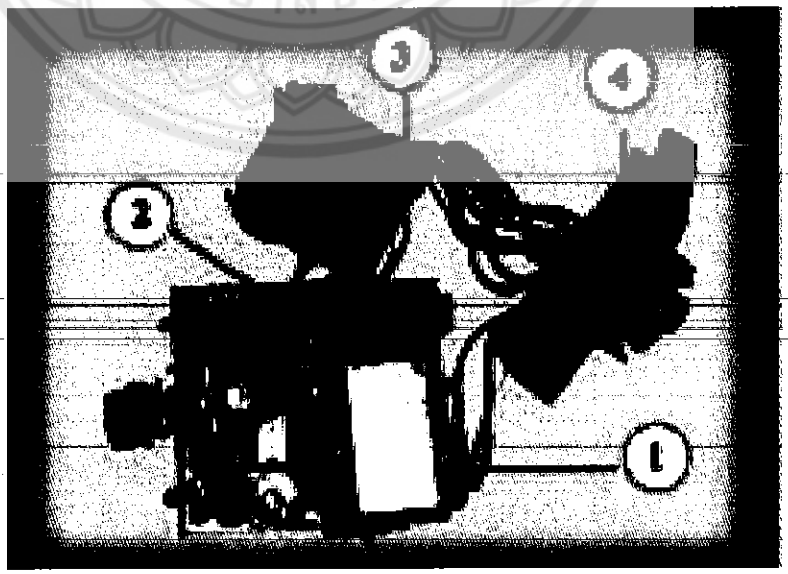
โครงสร้างภายนอกที่สำคัญ



รูปที่ 2.21 โครงสร้างภายนอกของรีเลย์ตั้งเวลา

1. ตารางเทียบตั้งเวลา
2. ปุ่มตั้งเวลา
3. ฐานเสียบตัวตั้งเวลา
4. สัญลักษณ์และรายละเอียดการต่อใช้งาน
5. ขาเสียบเข้าฐาน

โครงสร้างภายในของตัวตั้งเวลา



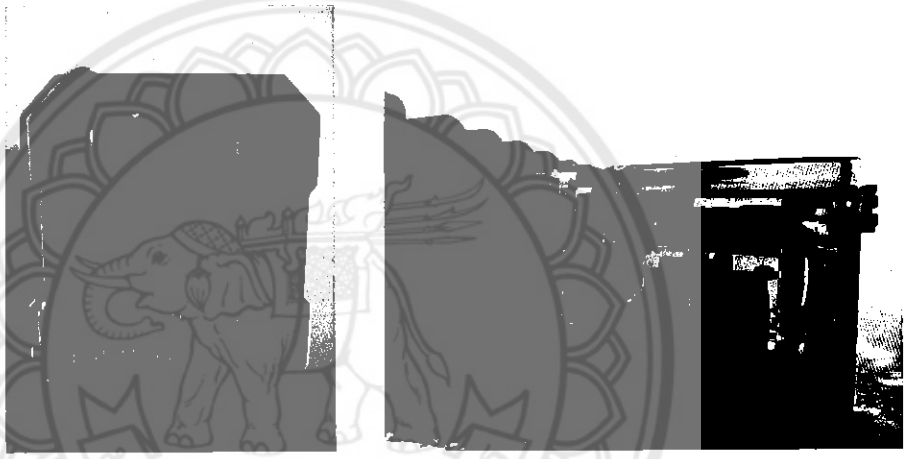
รูปที่ 2.22 โครงสร้างภายในของรีเลย์ตั้งเวลา

i 500 1765
ป.ก.
ช161ก
2551
e2

1. หม้อแปลง แปลงแรงดันเข้าชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์
2. ชุดแผงควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือไอซี
3. รีเลย์ทำหน้าที่ตัดต่อหน้าสัมผัสตามเวลาที่กำหนด
4. ฐานเชื่อมสายรีเลย์กับขาเสียบตัวตั้งเวลา

2.6.4 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อจ่ายไฟผ่านตัวรีเลย์ จะส่งผลให้ตัวรีเลย์ทำงาน ซึ่งตัวรีเลย์จะไปสั่งให้รีเลย์ ที่หน้าสัมผัสที่อยู่ในภาวะปกติเปิดทำงานอยู่ในภาวะปกติปิด ซึ่งรีเลย์ที่ใช้จะเป็นยี่ห้อ CARLO GAVAZZI รุ่น RF 8 (MM – 2P) ขนาด 35 × 35 mm. (รูปที่ 2.23)



รูปที่ 2.23 รีเลย์

หน้าที่ของรีเลย์

คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำหน้าที่ ตัด - ต่อวงจร คล้ายกับสวิตซ์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้รีเลย์ตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ รีเลย์จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์ รีเลย์ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ฯ ของเครื่อง ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน

ประเภทของรีเลย์

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

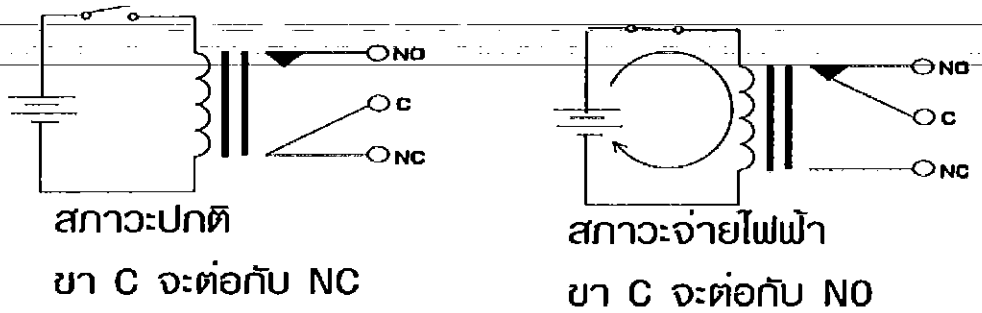
- รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

- รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

หลักการทำงานของรีเลย์

คำว่า รีเลย์ ตรงตัวตามแบบฉบับของนักอิเล็กทรอนิกส์คงจะได้ความว่า ตัวถ่ายทอดกำลัง เพราะเราป้อนกำลังงานไฟฟ้าให้แก่รีเลย์เพียงเล็กน้อย ก็สามารถควบคุมวงจรกำลังงานสูงๆ ที่ต่ออยู่กับ หน้าสัมผัส (ซึ่งช่างทั่วไปมักนิยมเรียกว่า คอนแทคเตอร์) ของรีเลย์ได้ ไม่ว่าจะเป็นรีเลย์แบบธรรมดา หรือแบบเฉพาะงาน ถ้าถอดมันออกมาแล้วจะมีเหลืออยู่เพียง หน่วยสร้างสนามแม่เหล็กและกลุ่มของหน้าสัมผัส เวลาใช้เราก็เพียงแต่ป้อนกระแสไฟฟ้าแก่หน่วยสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งมักจะเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กจากแกนเหล็กไปดูดเหล็กก่อน ที่เรียกว่าอาร์เมเจอร์ให้โน้มต่ำลงมา ที่ปลายของอาร์เมเจอร์ด้านหนึ่งมักจะยึดติดกับสปริงและอีกปลายหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัสการเคลื่อนอาร์เมเจอร์จึงเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสอันนี้ให้แยกจาก หรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกด้านหนึ่ง ซึ่งยึดติดอยู่กับที่ เมื่อหยุดป้อนกระแสเข้าขดลวด อาร์เมเจอร์ก็จะเด้งกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมด้วยแรงหดตัวของสปริง เป็นแบบหนึ่งที่เมื่อป้อนกระแสแล้วหน้าสัมผัสทั้งสองจะแตะกัน

สรุปว่ารีเลย์คืออุปกรณ์ที่เราควบคุมมันด้วยไฟฟ้าเพื่อให้ไปปิด หรือเปิดหน้าสัมผัส (ทำหน้าที่เหมือนกับสวิตช์) ซึ่งจะไปควบคุมวงจรเดียวกันหรือวงจรอื่นๆ อีกทอดหนึ่ง



รูปที่ 2.24 วงจรภายในของรีเลย์

นอกจากนั้นเพื่อให้เป็นการชัดแจ้งว่าภาวะปกติ (เมื่อไม่มีกระแสป้อนเข้าขดลวด) หน้าสัมผัสของรีเลย์อยู่ในลักษณะใดจึงมีอักษรย่อเพิ่มเติมเข้ามาอีกเช่น NO (ย่อมาจาก Normally - Open) หมายถึงภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วแยกจากกัน และจะแตะกันก็ต่อเมื่อขดลวดของรีเลย์ได้รับปริมาณกระแสมากพอ อีกตัวหนึ่ง คือ NC (ย่อมาจาก Normally Closed) หมายถึงภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วจะแตกกัน และจะแยกจากกันก็ต่อเมื่อขดลวดของรีเลย์ได้รับกระแส

2.6.5 หลอดไฟ (Lamp)

หลอดไฟใช้แสดงสถานะการทำงานของตู้อบกล้วย มีจำนวน 2 ตัว

หลอดไฟตัวที่ 1 (Lamp1) เมื่อกดสวิตช์ Push Button Start จะทำงานแสดงสถานะการทำงานเป็นปกติของตู้อบกล้วย (รูปที่ 2.25 ก)

หลอดไฟตัวที่ 2 (Lamp2) จะทำงานเมื่อเกิดข้อผิดพลาดของอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส คือ อุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะไฟอาจจุดไม่ติด หรือแก๊สหุงต้มหมด และเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊สสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิ บัซเซอร์ก็จะหยุดทำงาน (รูปที่ 2.25 ข)

(ก) (ข)

รูปที่ 2.25 (ก) หลอดไฟ 1 (Lamp1), (ข) หลอดไฟ 2 (Lamp2)

2.6.6 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller)

ตัวควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 (Temperature Control1) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบกล้วย และตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 (Temperature Control2) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ซึ่งตัวควบคุมอุณหภูมิ จะเป็นยี่ห้อ SHIMAX รุ่น MAC3 Series ขนาดตัวเครื่อง 96×96 mm (รูปที่ 2.27)

ระบบควบคุมอุณหภูมิประกอบไปด้วย เครื่องควบคุมอุณหภูมิ หัววัดอุณหภูมิ อุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานหัววัดอุณหภูมิจะทำหน้าที่แปลงตัวแปรอุณหภูมิให้อยู่ในรูปของไฟฟ้า ซึ่งเครื่องควบคุมอุณหภูมิสามารถรับรู้ได้ เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะทำหน้าที่ประเมินค่าที่วัดได้กับค่าที่ผู้ใช้ตั้งไว้ แล้วจะส่งเอาท์พุตออกไปควบคุมอุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานซึ่งจะส่งพลังงานไปยังอุปกรณ์แปรรูปพลังงานไปเป็นความร้อน/ เย็น

อุปกรณ์แปรรูปพลังงานและอุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานจะมีอยู่หลายแบบแต่จะมีความสัมพันธ์ เช่น ฮีตเตอร์ไฟฟ้าหรือแอร์ อุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานอาจจะเป็นรีเลย์หรือแมกเนติกสวิทช์ ถ้าอุปกรณ์แปรรูปพลังงานเป็นแบบอนาล็อก (เร่ง-หรี่ได้) อุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานอาจจะเป็นโซลิดสเตทรีเลย์แบบอนาลือกหรืออินเวอร์เตอร์ ซึ่งใช้ เร่ง - หรี่ ความเร็วรอบมอเตอร์ ถ้าอุปกรณ์แปรรูปพลังงานเป็นแบบใช้น้ำมันเชื่อเพลิงอุปกรณ์ส่งผ่านพลังงานอาจเป็นวาล์วน้ำมันเป็นต้น

ประเภทของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

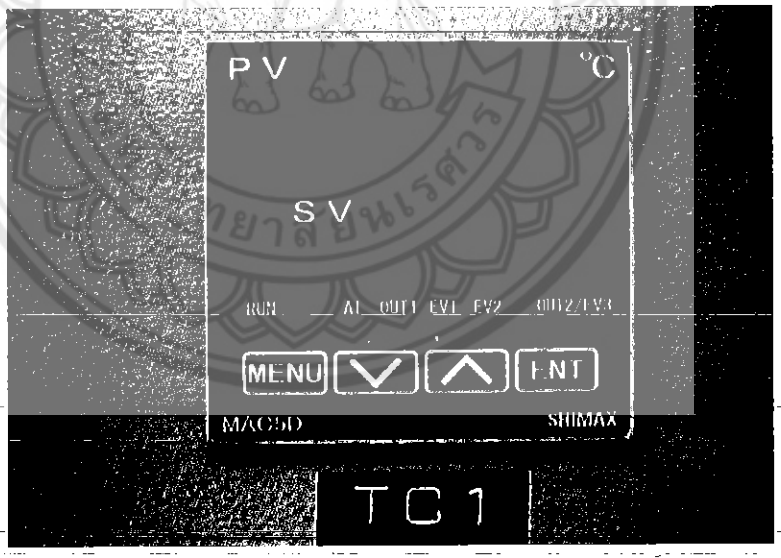
ในปัจจุบัน เครื่องควบคุมอุณหภูมิได้ถูกพัฒนารูปแบบให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับงานซึ่งมีประเภทต่างๆ ดังนี้

1. เทอร์โมสแตท (Thermostat) ซึ่งตัวมันอาจจะทำหน้าที่เป็นทั้งตัวควบคุมและหัววัดเทอร์โมสแตทจะเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิที่ใช้กลไกลซึ่งไม่ต้องอาศัยไฟเลี้ยง จุดเด่นของเทอร์โมสแตทก็คือใช้งานง่ายและมีราคาถูก ส่วนจุดอ่อนคือ ความอ่อนตัวในการใช้งานและความแม่นยำในการควบคุม

2. เครื่องควบคุมแบบสัญญาณเตือน (Analog Control) คือ เครื่องควบคุมอุณหภูมิทางไฟฟ้าแบบพื้นฐาน เป็นเครื่องควบคุมที่ต้องอาศัยหัววัดอุณหภูมิในการแปลงค่าอุณหภูมิมาอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งจะมีวงจรที่ทำหน้าที่ประเมินค่าและส่งเอาท์พุตออกไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ อีกที เครื่องควบคุมแบบนี้อาจจะมีภาคแสดงผลเป็นอนาล็อก, ดิจิตอลหรืออาจจะไม่มีภาคแสดงผลเลย ซึ่งก็จะส่งผลให้ราคาแตกต่างกันออกไป ข้อดีของเครื่องควบคุมประเภทนี้คือ ราคาถูกใช้งานง่าย ส่วนจุดอ่อนคือมักจะมีฟังก์ชั่นต่างๆ น้อย (เช่น สัญญาเตือน, ช่วงอุณหภูมิทำงานปรับเลือกไม่ได้ เป็นต้น) การควบคุมมักเป็นแบบเปิด/ปิด (ON/OFF) ซึ่งจะทำให้มีช่วงการแกว่งของอุณหภูมิมาก

3. เครื่องควบคุมแบบPID (PID Control) คือเครื่องควบคุมอุณหภูมิทางไฟฟ้าแบบใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นเครื่องควบคุมที่พัฒนาขึ้นมาจากเครื่องควบคุมแบบพื้นฐาน โดยอาศัยวิทยาการของไมโครโปรเซสเซอร์ประยุกต์เข้าไป จึงส่งผลให้เครื่องควบคุมแบบนี้มีความยืดหยุ่นสูง คือมักจะเลือกอินพุตได้หลายประเภทและหลายช่วง มีโหมดควบคุมให้เลือกหลายแบบ และมีฟังก์ชั่นต่างๆให้เลือกตามความเหมาะสม โดยมากแล้วเครื่องควบคุมนี้จะมีภาคแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล แต่จุดอ่อนของเครื่องควบคุมประเภทนี้ก็คือ การใช้งานค่อนข้างยุ่งยาก

รูปที่ 2.26 ตัวควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 2.27 หน้าปัดของตัวควบคุมอุณหภูมิ

2.7 เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ (Gasifier)

แก๊สซิไฟเออร์ เป็นอุปกรณ์การเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เช่น เชื้อเพลิงแข็งจำพวกชีวมวล หรือถ่านหิน ภายใต้การควบคุมอากาศทำให้เกิดแก๊สเชื้อเพลิง หรือการโปรดิวเซอร์แก๊ส (Producer gas) โดยแก๊สนี้มีองค์ประกอบของแก๊สที่ติดไฟได้ เช่น แก๊สไฮโดรเจน แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สมีเทน เป็นต้น เครื่องกำเนิดโปรดิวเซอร์แก๊สเรียกว่า แก๊สซิไฟเออร์

2.7.1 ทฤษฎีของกระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส

กระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส (Gasification Process) เป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานจากชีวมวลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊ส โดยให้ความร้อนผ่านตัวกลางของกระบวนการเช่น อากาศ ออกซิเจนหรือไอน้ำ ซึ่งกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นจะมีความแตกต่างจากกระบวนการเผาไหม้ (Combustion) อย่างสิ้นเชิงโดยการเผาไหม้เป็นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นอย่างสมบูรณ์ในหนึ่งกระบวนการ แต่สำหรับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานเคมีภายในของคาร์บอนในชีวมวลไปเป็นแก๊สที่สามารถเผาไหม้ได้ (Combustible Gas) โดยอาศัยปฏิกิริยา 2 กระบวนการ โดยก๊าซที่ผลิตได้จะมีคุณภาพที่ดีกว่าและง่ายต่อการใช้งานกว่าชีวมวล ยกตัวอย่างเช่น สามารถใช้เดินเครื่องยนต์แก๊ส (Gas Engine) และกังหันแก๊ส (Gas Turbine) หรือใช้เพื่อผลิตเชื้อเพลิงเหลวต่อไป (Liquid Fuels) กระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปทางด้านเคมีความร้อน (Thermochemical Conversion Process) โดยอาศัยอากาศ ออกซิเจน หรือไอน้ำ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า โดยสามารถสรุปเป็นปฏิกิริยาต่างๆ ได้ดังนี้

1. ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นบางส่วน (Partial Oxidation) 21C+OCO2⟷ dH=-268 MJ/kg mole

2. ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยสมบูรณ์ (Complete Oxidation) 22C+OCO⟷ dH=-406 MJ/kg mole

3. ปฏิกิริยาแก๊ส-น้ำ (Water Gas Reaction) 22C+HOCO+H⟷ dH=+118 MJ/kg mole

โดยปฏิกิริยาที่ 1 และ 2 เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ส่วนปฏิกิริยาที่ 3 เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีการปลดปล่อยพลังงานออกมาจากกระบวนการออกซิเดชั่นบางส่วนของการเปลี่ยนคาร์บอนไปเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งพลังงานดังกล่าวมีค่าถึง 65% ของพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาในระหว่างปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยสมบูรณ์ ซึ่งกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นจะแตกต่างจากกระบวนการเผาไหม้ตรงที่การเผาไหม้จะปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ก๊าซร้อน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนและไอน้ำซึ่งจะนำไปสู่ปฏิกิริยาในระหว่างกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นดังนี้

4. ปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำเป็นแก๊ส (Water Gas Shift Reaction) 222 CO+H O ⟷ CO +H dH=-42 MJ/kg mole

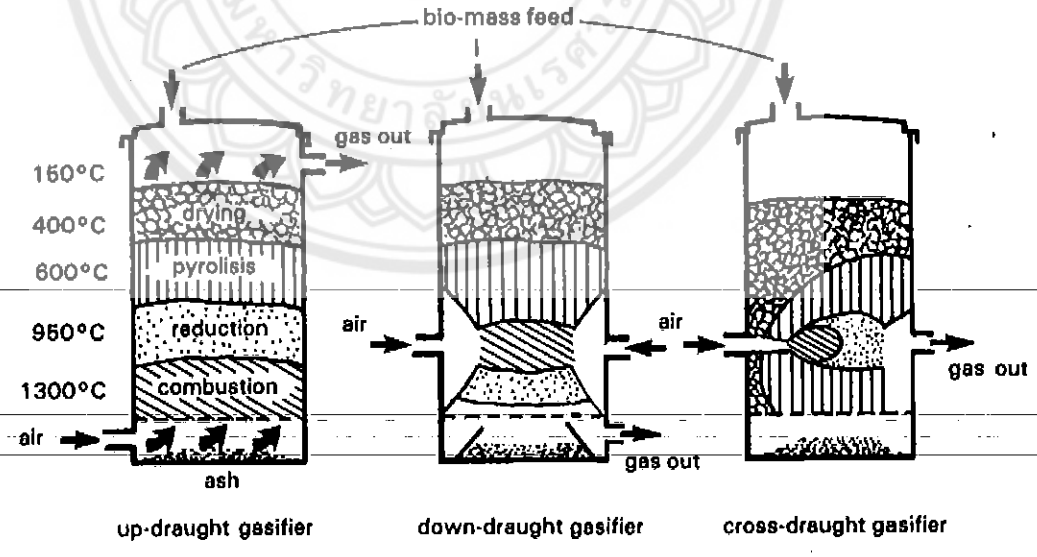
5. ปฏิกิริยาการเกิดมีเทน (Methane Formation) 242 CO+3H ⟷ CH +H O dH=- 88 MJ/kg mole

ดังนั้นก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีส่วนผสมของคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจนและไอน้ำ คุณภาพของก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับตัวแทนในการเกิดปฏิกิริยา (Gasifying Agent) วิธีการในการเดินเตาผลิตก๊าซและเงื่อนไขของการเกิดปฏิกิริยา โดยส่วนใหญ่แล้วตัวแทนในการเกิดปฏิกิริยามักจะเป็นอากาศ ออกซิเจนหรือไอน้ำโดยอาจจะมีการเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้นได้ (Catalytic Gasification) ซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถนะและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

2.7.2 ประเภทของแก๊สซิไฟเออร์

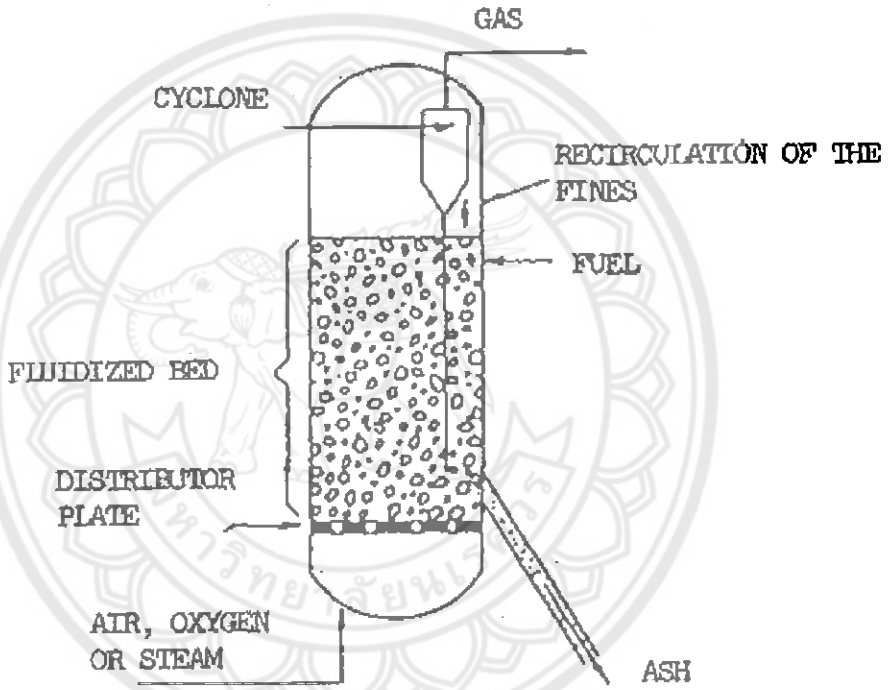
แก๊สซิไฟเออร์เป็นอุปกรณ์การเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เช่น เชื้อเพลิงแข็งจำพวกชีวมวล หรือถ่านหิน ภายใต้การควบคุมอากาศทำให้แก๊สเชื้อเพลิง หรือ โปรดิวเซอร์แก๊ส (Producer gas) โดยแก๊สนี้มีองค์ประกอบของแก๊สที่ติดไฟได้ เช่น แก๊สไฮโดรเจน แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สมีเทน เป็นต้น เครื่องกำเนิดโปรดิวเซอร์แก๊สเรียกว่า แก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. Fixed Bed Gasifier เป็นแก๊สซิไฟเออร์ที่เหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่ เช่น ไม้ ถ่านไม้ ถ่านหิน(ก้อน) เชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นต้น สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ประเภทดังนี้ Up-draught, Down-draught และ Cross-draught Gasifier ตามทิศทางการไหลออกของโปรดิวเซอร์ แก๊สซิไฟเออร์ประเภทนี้เหมาะกับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (รูปที่ 2.28)



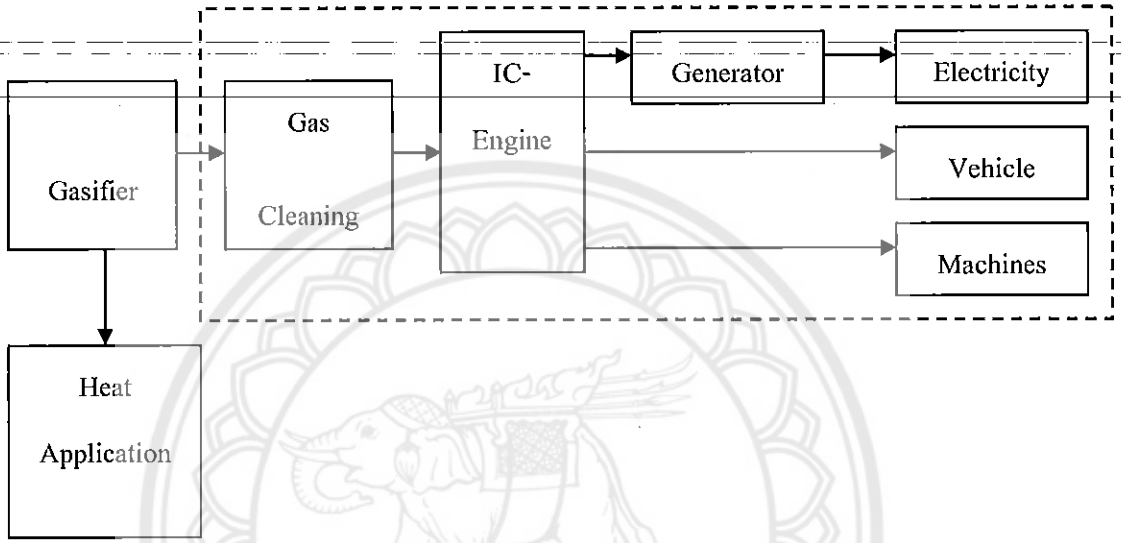
รูปที่ 2.28 Fixed Bed Gasifier ทั้ง 3 ประเภท

2. Fluidized Bed Gasifier เชื้อเพลิงในเตาแก๊สซิไฟเออร์ชนิดนี้จะถูกอากาศเป่าจนลอยตัวผสมคลุกเคล้ากับวัสดุถ่ายเทความร้อน (Gasifying agent) เช่น ทราย เพื่อถ่ายเทความร้อนให้อนุภาคของเชื้อเพลิง แก๊สซิไฟเออร์ประเภทนี้จึงเหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็ก เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ถ่านหินที่ถูกบดให้มีขนาดเล็กลง เนื่องจากต้องใช้โบรเวอร์ (Blower) ในการเป่าอากาศให้อนุภาคเชื้อเพลิงลอยตัว ซึ่งใช้พลังงานจำนวนมาก จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในกิจการขนาดใหญ่ (รูปที่ 2.29)



รูปที่ 2.29 Fluidized Bed Gasifier

2.7.3 การใช้ประโยชน์จากโปรดิวเซอร์แก๊ส มีด้วยกัน 2 แนวทางคือ ใช้ในการให้ความร้อน (Heat application) และใช้ในรูปของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Gasifier engine system) ซึ่งเครื่องยนต์จะใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รถยนต์ หรือเครื่องจักรกลอย่างอื่น เช่น ปั๊มน้ำก็ได้ โดยอาจใช้ในรูปแบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual fuel) ระหว่างน้ำมันกับโปรดิวเซอร์แก๊ส หรือใช้แทนน้ำมันทั้งหมดก็ได้ แล้วแต่ชนิดเครื่องยนต์ (รูปที่ 2.30)

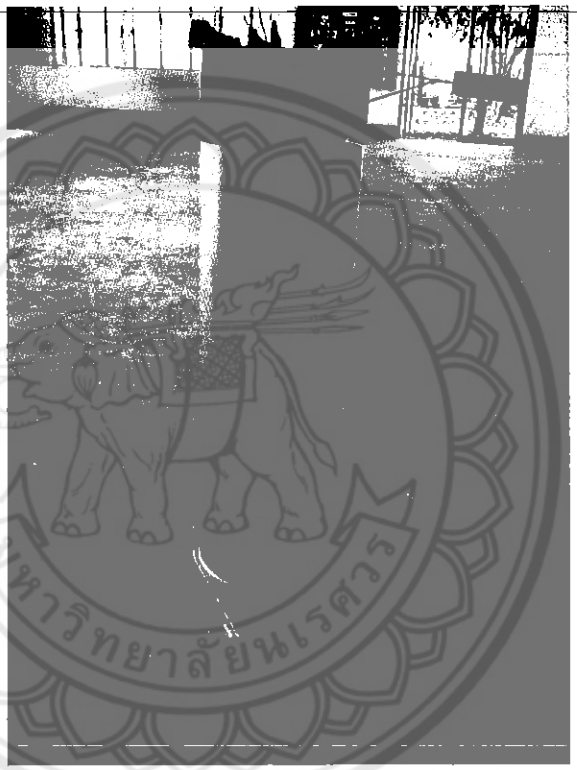


รูปที่ 2.30 Gasifier Application diagram

โปรดิวเซอร์แก๊สที่นำไปใช้งานประเภท Heat application เช่นนำไปเผาไหม้เพื่อหุงต้ม ทอดต่างๆ ไม่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดแก๊ส (Cleaning System) แต่หากนำไปใช้งานในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องมีระบบทำความสะอาดแก๊สก่อนเข้าเครื่องยนต์ เพื่อนำฝุ่นละออง (Particulate Matter) น้ำมันดิน (Tar) ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์ ส่วนเครื่องยนต์จะใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หรือขับรถยนต์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ นั้นแล้วแต่วัตถุประสงค์

2.7.4 ส่วนประกอบหลักของเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

1. เตาเผา มีขนาดความสูง 87 cm ความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางปล่องบรรจุเชื้อเพลิง ใช้ในการบรรจุเชื้อเพลิง (ชีวมวล) ซึ่งปล่องบรรจุเชื้อเพลิงนี้จะประกอบด้วยเหล็กที่ทนความร้อน 2 ชั้น ได้แก่ เหล็กชั้นนอก และเหล็กชั้นใน ซึ่งเหล็กชั้นนอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 cm และเหล็กชั้นในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.5 cm ช่องว่างระหว่างเหล็กที่ทนความร้อน 2 ชั้น จะหล่อด้วยฉนวนคอนกรีตหนา 2.5 cm (รูปที่ 2.32 ข) และด้านล่างสุดของปล่องบรรจุเชื้อเพลิง จะมีส่วนที่รองรับเถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง



รูปที่ 2.31 เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

(ก) (ข)

รูปที่ 2.32 (ก) ปล่องบรรจุเชื้อเพลิง และ (ข) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่องบรรจุเชื้อเพลิง

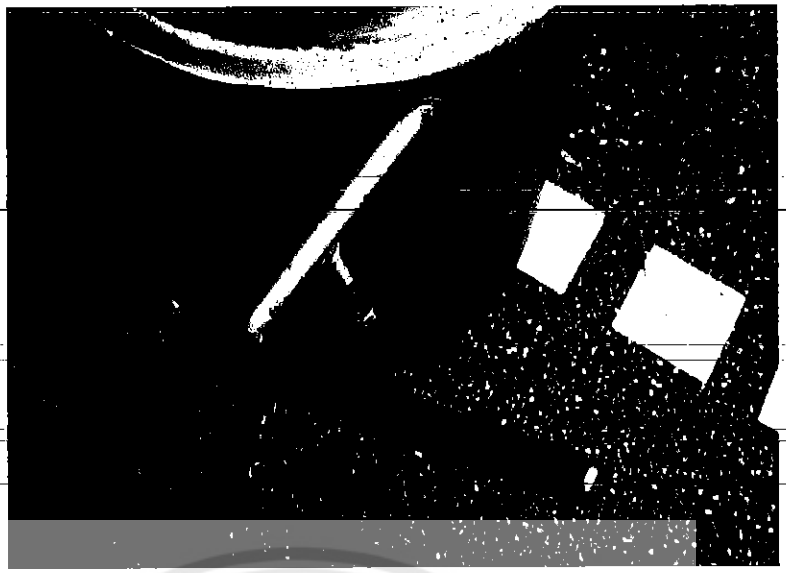
2. พัดลมควบคุมปริมาณลม (Blower) ใช้ในการควบคุมอากาศโดยเราจะนำทิศทางของลมเข้าไปภายในปล่องบรรจุเชื้อเพลิง ซึ่งช่องต่อพัดลมนั้นจะอยู่ด้านล่างของเตาเผา ซึ่งพัดลมขนาดเล็กนี้เป็นยี่ห้อ Sensblow ใช้ไฟ DC 12 V กินกระแส 1.1 A ต่อเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง(Adapter) ยี่ห้อ Xingma รุ่น XM-333 ใช้กับไฟ AC 220 V 50/60 Hz กินกระแส 1000 mA สามารถปรับย่านการทำงานได้เป็น 3 ,4.5, 6, 7.5, 9 และ 12 V (รูปที่ 2.33)

รูปที่ 2.33 พัดลมควบคุมปริมาณลม

รูปที่ 2.34 ช่องต่อพัดลมควบคุมปริมาณลมเข้ากับเตาเผา

3. ช่องรับขี้เถ้า ชีวมวลที่ถูกเผาไหม้แล้วกลายเป็นขี้เถ้านั้นจะหล่นร่วงลงอยู่ภายในช่องรับเถ้าซึ่งสามารถนำขี้เถ้าออกได้หลังจากเราปลดสลักที่ยึดถาดรับเถ้าไว้ (รูปที่ 2.34 และ รูปที่ 2.35)

รูปที่ 2.35 ช่องรับขี้เถ้า



รูปที่ 2.36 สลักที่ยึดถาดรับขี้เถ้า

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 3

การออกแบบวงจรควบคุมและวางแผนการทดลอง

ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงการออกแบบวงจรการทำงานของตู้ควบคุมใหม่ในบางส่วน เนื่องจากเครื่องอบกล้วยเดิมนั้นมีการจุดระเบิดแก๊สด้วยมือ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ประกอบการ เพราะว่าเครื่องอบกล้วยเดิมนั้นขาดการควบคุมแก๊สที่ดี และปัญหาที่เกิดขึ้นอีก คือราคาของแก๊สหุงต้มที่เป็นเชื้อเพลิงหลักมีราคาสูง ประกอบกับชุมชนที่ผลิตกล้วยตากนั้นมีขยะชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกล้วยเพิ่มขึ้น

ดังนั้นเราจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบกล้วยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการออกแบบวงจรใหม่เพื่อติดตั้งระบบควบคุมแก๊สให้เป็นอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยของผู้ประกอบการ อีกทั้งยังวางแผนการทดลองการใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนที่สามารถใช้ในชุมชน เพื่อให้เกิดการลดขยะชีวมวลที่เกิดจากเปลือกกล้วยและเครือกล้วย

3.1 การปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วย

การพัฒนาวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วยนั้น เราจะปรับปรุงในส่วนของระบบควบคุม, ระบบการตั้งเวลาการจุดแก๊สอัตโนมัติ, ระบบเตือนเมื่อเครื่องอบกล้วยมีปัญหา และระบบความปลอดภัยในการใช้แก๊ส ซึ่งมีอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้ คือ สวิตซ์ Push Button Start/Stop, รีเลย์ตั้งเวลา, รีเลย์, ตัวควบคุมอุณหภูมิ, โซลินอยด์วาล์ว, ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มเข้ามา, สัญญาณเตือน และหลอดไฟ

1. สวิตซ์ Push Button Start

เป็นปุ่มสวิตซ์สีเขียวอยู่หน้าตู้ควบคุม ทำหน้าที่ เป็นสวิตซ์ปกติเปิด ถ้าต้องการให้เครื่องอบกล้วยทำงานต้องกดสวิตซ์ Push Button Start เพื่อให้สวิตซ์ Push Button Start อยู่ในสภาวะปกติปิด ทำให้ไฟมาเลี้ยงวงจร ดังนั้นเครื่องอบกล้วยก็จะสามารถทำงานได้

2. สวิตซ์ Push Button Stop

เป็นปุ่มสวิตซ์สีแดงอยู่หน้าตู้ควบคุม ทำหน้าที่ เป็นสวิตซ์ปกติปิด ทำให้ไฟมาเลี้ยงวงจรควบคุมตลอดเวลา ส่งผลให้เครื่องอบกล้วยทำงาน เมื่อต้องการให้เครื่องอบกล้วยหยุดทำงานต้องกดสวิตซ์ Push Button Stop ดังนั้นสวิตซ์ Push Button Stop นี้จะอยู่ในสภาวะปกติเปิด ทำให้ไฟไม่สามารถมาเลี้ยงวงจรได้ ส่งผลให้เครื่องอบกล้วยหยุดทำงาน

3. รีเลย์

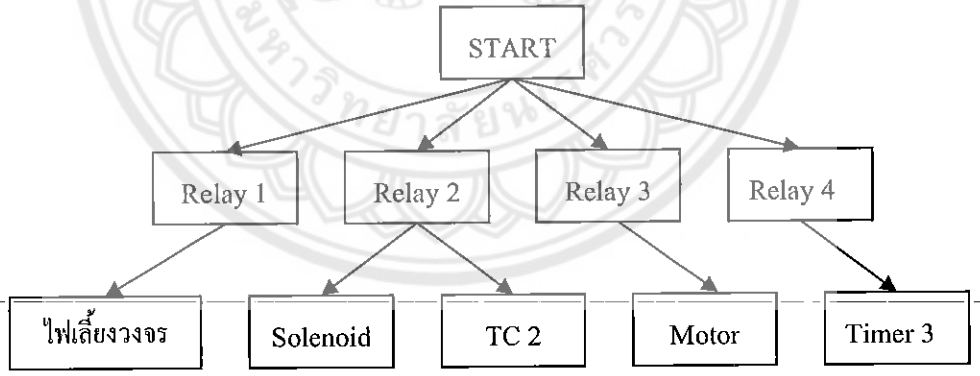
รีเลย์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อจ่ายไฟผ่านตัวรีเลย์ จะส่งผลให้ตัวรีเลย์ทำงาน ซึ่งตัว รีเลย์ จะไปสั่งให้ รีเลย์ ที่หน้าสัมผัสที่อยู่ในภาวะปกติเปิด ทำงานอยู่ในภาวะปกติปิด มีคุณสมบัติเอาต์พุต 2 SPDT (2 ชุด) กินกระแส 10 A พิกัดแรงดันของคอยส์ 230 VAC ใช้ซ็อกเกต ZVD 8 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ตัว ดังนี้

รีเลย์ตัวที่ 1 (Relay1) ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อมีไฟมาจ่ายรีเลย์ตัวที่ 1 จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวที่ 1 ทำงานปิดวงจร ทำให้วงจรควบคุมมีไฟมาเลี้ยงตลอดเวลา

รีเลย์ตัวที่ 2 (Relay2) ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อมีไฟมาจ่ายรีเลย์ตัวที่ 2 จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงานปิดวงจร ทำให้โซลินอยด์วาล์วทำงานปล่อยแก๊สหุงต้มออกมา และทำให้ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 ทำงาน

รีเลย์ตัวที่ 3 (Relay3) ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อมีไฟมาจ่ายรีเลย์ตัวที่ 3 จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวที่ 3 ทำงานปิดวงจร ทำให้มอเตอร์พัดลมทำงาน

รีเลย์ตัวที่ 4 (Relay4) ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด-ต่อวงจร เมื่อมีไฟมาจ่ายรีเลย์ตัวที่ 4 จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวที่ 4 ทำงานปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงาน



- หมายเหตุ : TC คือ ตัวควบคุมอุณหภูมิ

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของรีเลย์กับอุปกรณ์ในวงจร

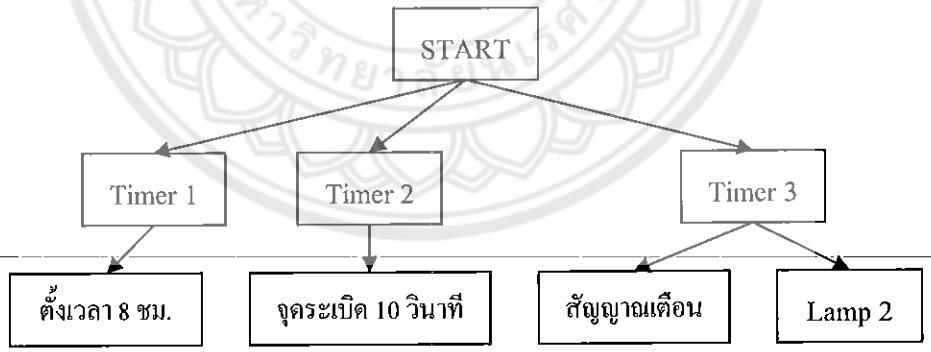
4. รีเลย์ตั้งเวลา

รีเลย์ตั้งเวลา เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัด – ต่อวงจร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดรีเลย์ ชุดหน้าสัมผัสยังคงตำแหน่งปกติก่อน เช่น ปกติปิด ชุดหน้าสัมผัสจะต่อถึงกัน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ชุดหน้าสัมผัสจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นตำแหน่งตรงกันข้าม คือ ปกติเปิด และจะค้างตำแหน่งนั้น จนกว่าจะหยุดจ่ายไฟให้เข้าขดลวดรีเลย์ มีคุณสมบัติ กินกระแส 5 A พิกัดแรงดันของคอยส์ 250 VAC ใช้ซ็อกเกต 11 ขา ZVD 8 ตั้งเวลาการทำงานได้ 3 แบบ คือเป็นแบบวินาที, นาที และชั่วโมง ซึ่งรีเลย์ตั้งเวลานี้ เราใช้ทั้งหมด 3 ตัว ดังนี้

รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 1 (Timer1) ทำหน้าที่ เป็นตัวตั้งเวลาเพื่อหน่วงเวลาการทำงานของเครื่องอบกล้วยไว้ 8 ชั่วโมง เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ หน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 1 เปิดวงจรทำให้ตู้อบกล้วยหยุดทำงาน

รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 2 (Timer2) ทำหน้าที่ เป็นตัวตั้งเวลาเพื่อหน่วงเวลาการทำงานของตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ ไว้ 10 วินาที เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ หน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 2 เปิดวงจรทำให้ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติหยุดทำงาน

รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 (Timer3) ทำหน้าที่ เป็นตัวตั้งเวลาเพื่อหน่วงเวลาการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิไว้ 3 นาที เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ หน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ปิดวงจรทำให้บัซเซอร์ดังขึ้น และหลอดไฟ (Lamp2) ติด แสดงสถานะว่าเครื่องมีปัญหา



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการควบคุมการทำงานของรีเลย์ตั้งเวลา

5. ตัวควบคุมอุณหภูมิ

ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 (Temperature Control1) ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องอบกล้วย จะตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C (± 5°C) คือ เมื่อมีไฟมาจ่ายตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 จะทำงาน ถ้าอุณหภูมิภายในเครื่องอบกล้วย ≤45°C หน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิจะปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิภายในตู้อบกล้วย ≥55°C หน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิจะเปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน

ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 (Temperature Control2) ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส จะตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 ไว้ที่ 80°C (± 5°C) คือ เมื่อมีไฟมาจ่ายตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 จะทำงาน ถ้าอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≤75°C หน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิจะปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≥85°C หน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิจะเปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 หยุดทำงาน

6. โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่ เป็นตัวเปิด - ปิดแก๊สด้วยระบบไฟฟ้า จะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในตู้อบกล้วย ≤45°C ซึ่งตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 (Temperature Control1) สั่งให้หน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิปิดวงจร และจะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบกล้วย ≥55°C

7. หลอดไฟ

หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่องอบกล้วย มีจำนวน 2 ตัว ดังนี้

หลอดไฟตัวที่ 1 (Lamp1) เมื่อกดสวิตซ์ Push Button Start จะทำงานแสดงสถานะการทำงานเป็นปกติของตู้อบกล้วย

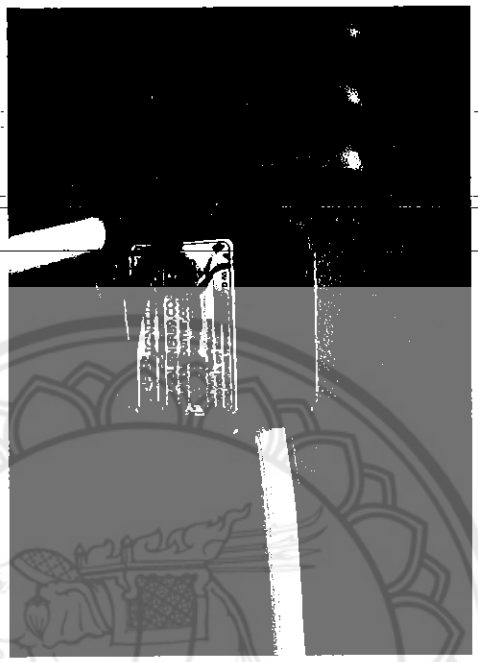
หลอดไฟตัวที่ 2 (Lamp2) จะทำงานเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≤75°C เมื่อหน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 ปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงาน และเมื่อรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงานจนถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ 3 นาที จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ปิดวงจร ทำให้หลอดไฟตัวที่ 2 ติดแสดงสถานะการทำงานของเครื่องอบกล้วยว่าอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≤75°C อาจเป็นเพราะ ไฟอาจจุดไม่ติด และเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≥85°C หลอดไฟตัวที่ 2 จะหยุดทำงาน

8. สัญญาณเตือน

สัญญาณเตือน จะทำงานเมื่ออุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≤75°C เมื่อหน้าสัมผัสของตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 2 ปิดวงจร ทำให้รีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงาน และเมื่อรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ทำงานจนถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้ 3 นาที จะสั่งให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 3 ปิดวงจร ทำให้บัซเซอร์ดังขึ้น แสดงสถานะการทำงานของเครื่องอบกล้วยว่าอุณหภูมิบริเวณหัวแก๊ส ≤75°C อาจเป็นเพราะ ไฟอาจจุดไม่ติด

9. ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ

ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ ทำหน้าที่ เป็นตัวสร้างประกายไฟเพื่อจุดแก๊สทำให้เกิดความร้อนที่นำไปใช้ในการอบกล้วย จะทำงานเมื่อรีเลย์ตั้งเวลาตัวที่ 2 (Timer2) หน่วงเวลาไว้ 10 วินาที เมื่อถึงเวลาที่ตั้งค่าไว้รีเลย์ตั้งเวลาจะสั่งให้หน้าสัมผัสเปิดวงจร ทำให้ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติหยุดทำงาน

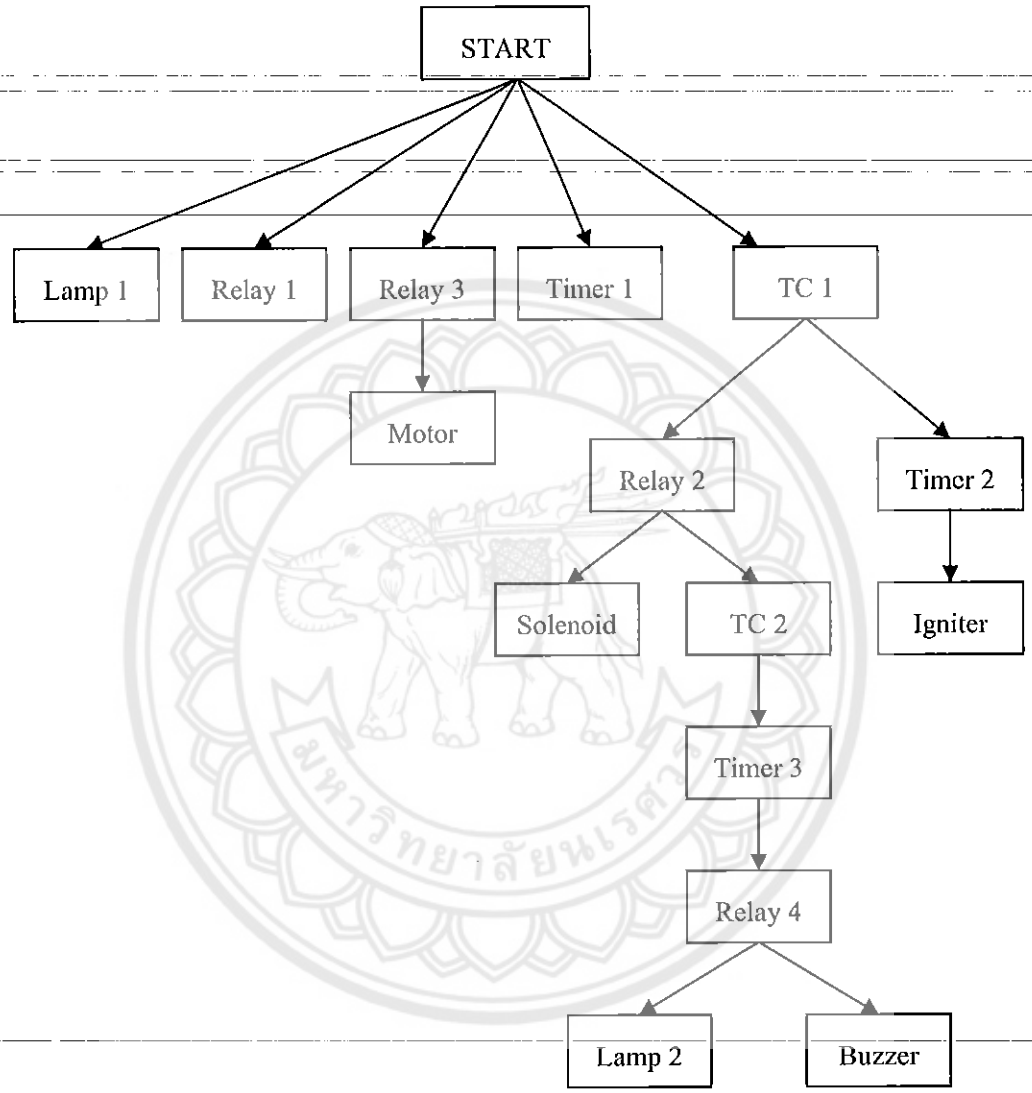


รูปที่ 3.3 การติดตั้งกล่องควบคุมการจุดแก๊สอัตโนมัติ

รูปที่ 3.4 การติดตั้งก้านเหล็กจุดระเบิด (Spark)

3.2 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องอบกล้วย

ขั้นตอนการทำงานของตู้อบกล้วย



- หมายเหตุ : TC คือ ตัวควบคุมอุณหภูมิ

รูปที่ 3.5 แผนผังลำดับการทำงานของวงจรเครื่องอบกล้วย

จากแผนผังตามรูปที่ 3.5 เมื่อกดสวิตซ์ Push Button Start สามารถอธิบายการทำงานได้เป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนการทำงาน

1. Lamp1 ไฟสีเขียวติด เพื่อแสดงสถานะการทำงานปกติของเครื่องอบกล้วย

2. Relay1 ทำงานสั่งให้หน้าสัมผัสปิดวงจร ทำให้ไฟมาเลี้ยงวงจรเครื่องอบกล้วยให้ทำงานตลอดเวลา

3. Relay3 ทำงานสั่งให้หน้าสัมผัสปิดวงจร ทำให้มอเตอร์พัดลมทำงานนำเอาลมร้อนเข้าไปในเครื่องอบกล้วย

4. Timer1 ทำงานโดยตั้งค่าหน่วงเวลาไว้ 8 ชั่วโมง เมื่อทำงานถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ Timer1 จะเปิดวงจรเครื่องอบกล้วยหยุดทำงาน

5. Temperature Control1 ทำงาน ซึ่งตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 50°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ Temperature Control1 จะปิดวงจรทำให้ Relay2 และ Timer2 ทำงาน

6. Relay2 ทำงานสั่งให้หน้าสัมผัสปิดวงจร ทำให้โซลินอยด์วาล์วปล่อยแก๊สหุงต้มออกมาและทำให้ Temperature Control2 ทำงาน

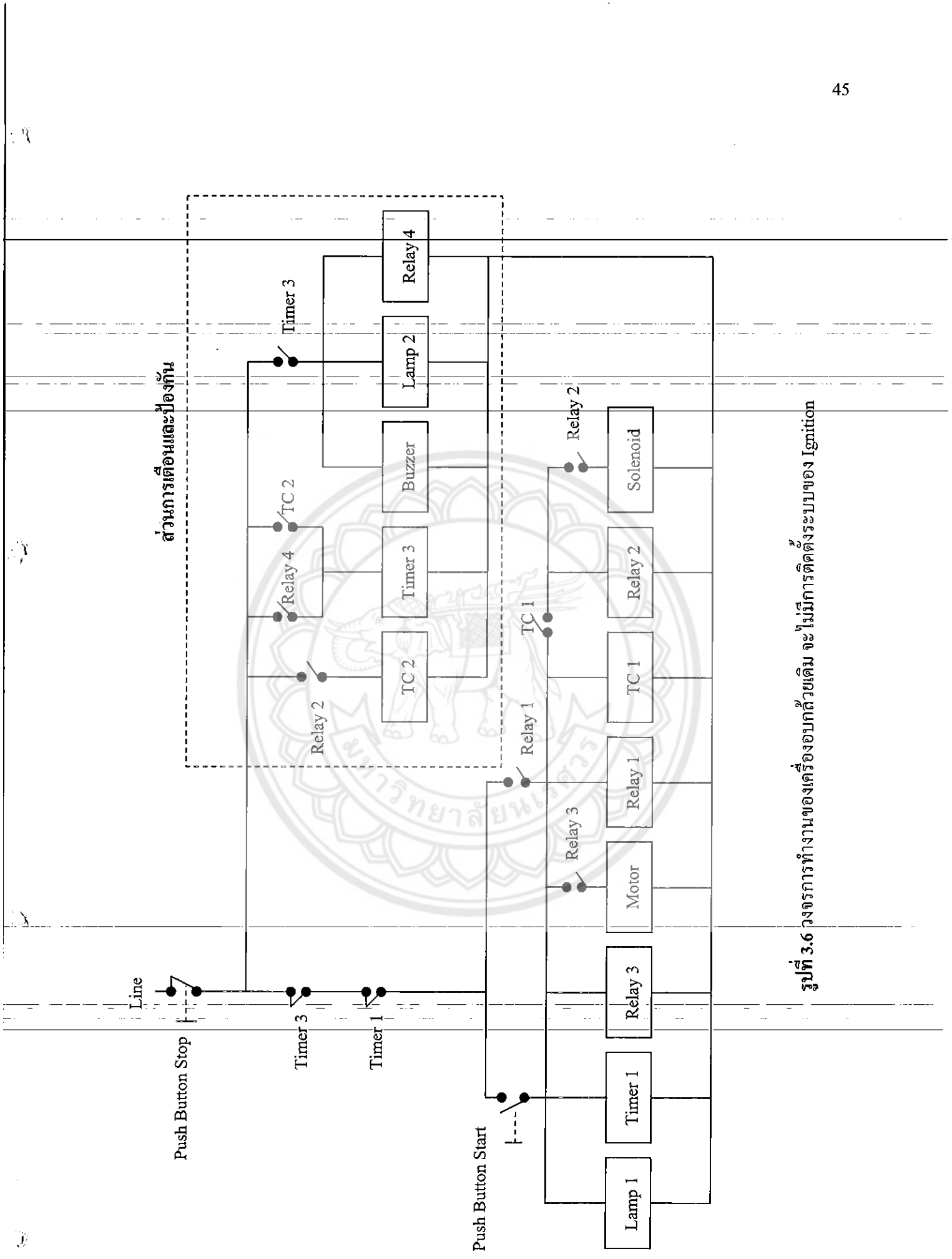
7. Timer2 ทำงาน โดยตั้งค่าเวลาไว้ 10 วินาที ทำให้ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติทำงานจุดไฟเป็นเวลา 10 วินาที เมื่อทำงานจนถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ Timer2 จะเปิดวงจร ทำให้ตัวจุดแก๊สอัตโนมัติหยุดทำงาน

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนการเตือนและป้องกัน

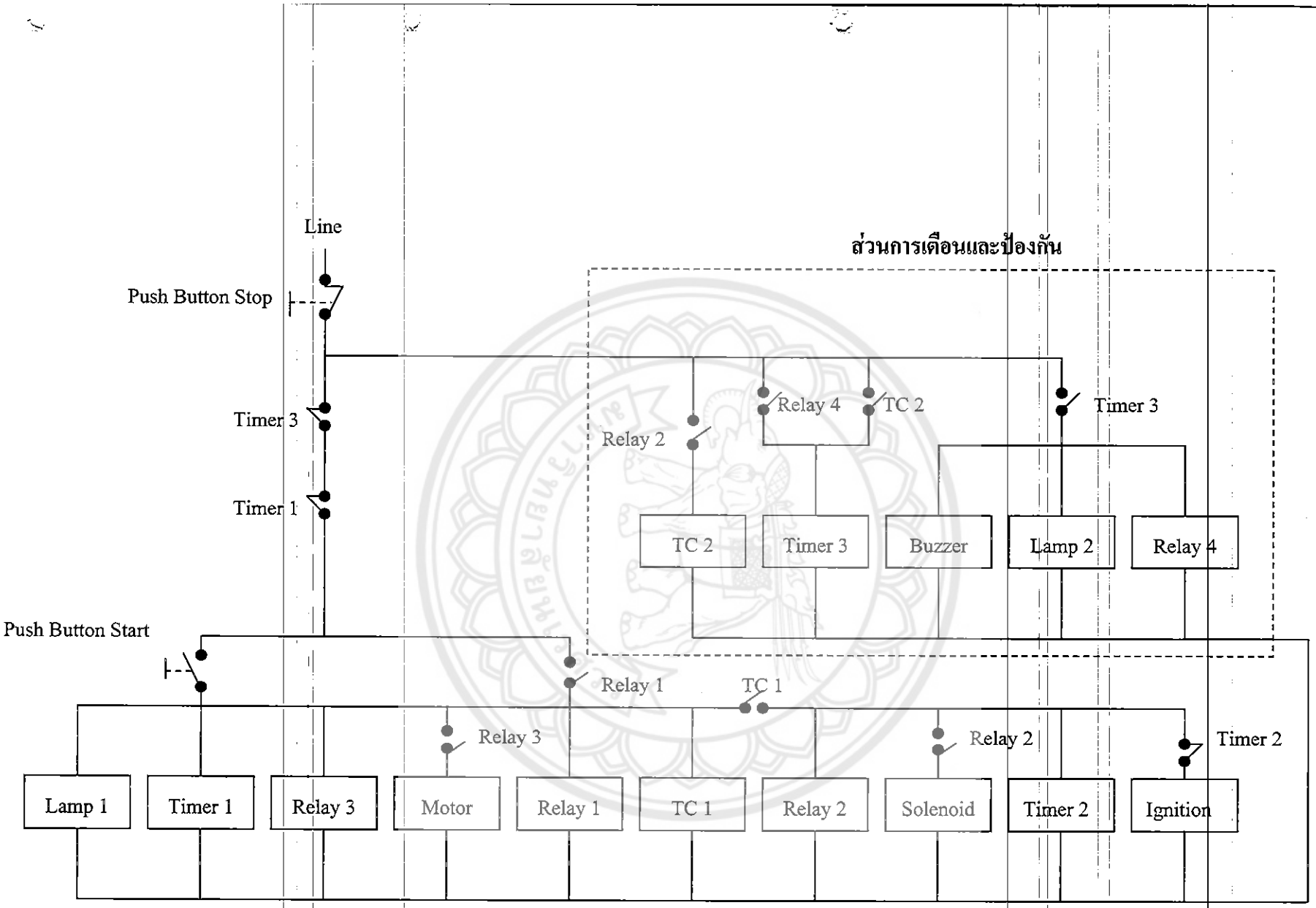
1. Temperature Control2 ทำงาน ซึ่งตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 80°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ Temperature Control2 จะปิดวงจร ทำให้ Timer3 ทำงาน

2. Relay4 ทำงานสั่งให้หน้าสัมผัสปิดวงจร ทำให้ Timer3 ทำงานตลอดเวลาจนกว่ามีผู้ตรวจสอบเข้ามาแก้ไขตู้

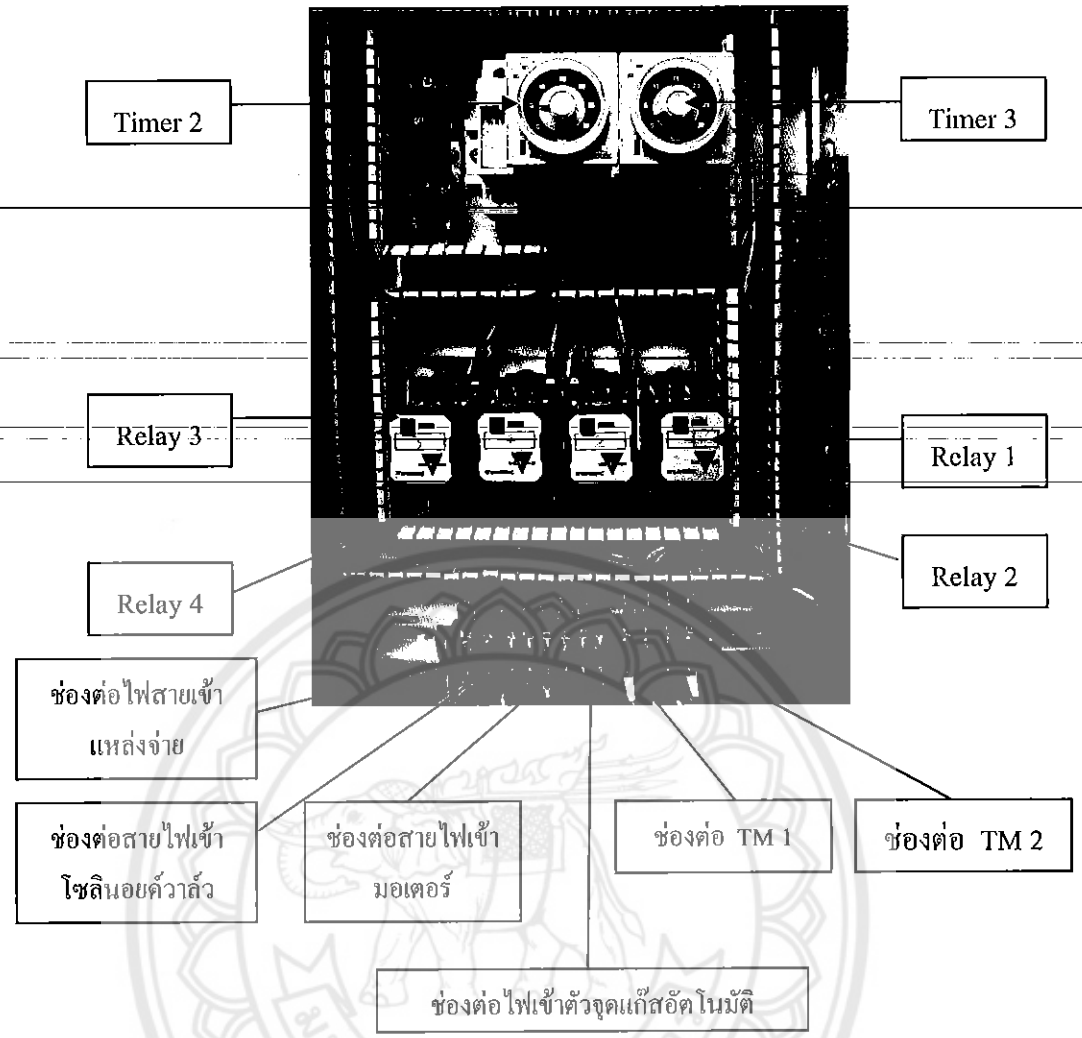
3. Timer3 ทำงาน โดยตั้งค่าเวลาไว้ 3 นาที เมื่อทำงานจนถึงระยะเวลาที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ Timer3 จะปิดวงจร ทำให้บัซเซอร์ดังขึ้น และLamp2 ติด แสดงสถานะว่าเครื่องอบกล้วยมีความผิดปกติเกิดขึ้น และหน้าสัมผัสของ Timer3 เปิดวงจร ทำให้เครื่องอบกล้วยหยุดทำงาน



รูปที่ 3.6 วงจรการทำงานของเครื่องอบกล้วยเดิม จะไม่มีการติดตั้งระบบของ Ignition

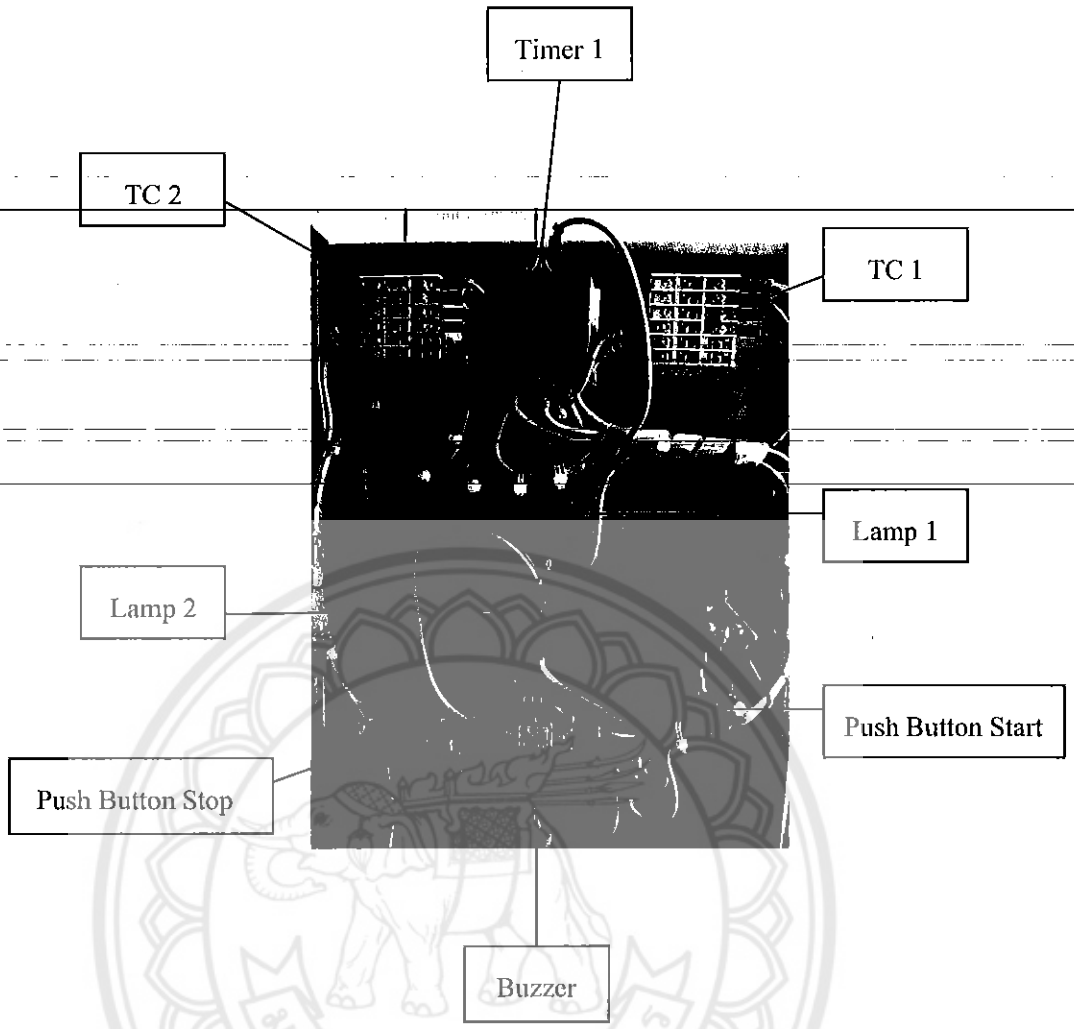


รูปที่ 3.7 วงจรการทำงานใหม่ของเครื่องอบกล้วยซึ่งมีการติดตั้งระบบของ Ignition



- หมายเหตุ : TM คือ เทอร์โมคัปเปิ้ล

รูปที่ 3.8 การเดินวงจรภายในตู้ควบคุม



- หมายเหตุ : TC คือ ตัวควบคุมอุณหภูมิ

รูปที่ 3.9 การเดินวงจรด้านหลังฝาตู้ควบคุม

3.3 การใช้เตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น

เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นคือการเพิ่มปริมาณของชีวมวลในชุมชนทำกล้วยตาก เช่น เปลือกกล้วย เครือกล้วย เป็นต้น ดังนั้นเราจึงมีการนำเอาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นมาใช้เป็นตัวลดปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้นในชุมชน ซึ่งเราจะนำเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์มาเป็นอุปกรณ์ในการเผา และนำเปลือกกล้วย เครือกล้วย แกลบ และชีวมวลอื่นๆที่หาได้มาเป็นเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการใช้พลังงานทดแทนในชุมชน

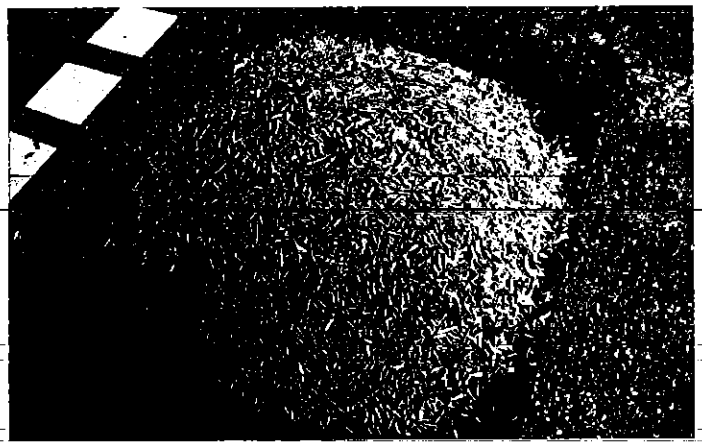
3.3.1 ขั้นตอนการใช้เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

1. เตรียมเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้งาน

เชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ต้องมีลักษณะเป็นของแข็ง ปราศจากความชื้นหรือมีความชื้นน้อยที่สุด และต้องมีขนาดไม่เป็นชิ้นที่ใหญ่เกินไป เช่น แกลบ ขี้เลื่อย เปลือกกล้วย (ในกรณีของเปลือกกล้วยนั้น ควรนำมาตากแดดให้ปราศจากความชื้น แล้วบดให้ละเอียดก่อนนำมาใช้งาน)

รูปที่ 3.10 เปลือกกล้วยที่นำมาตากแห้ง

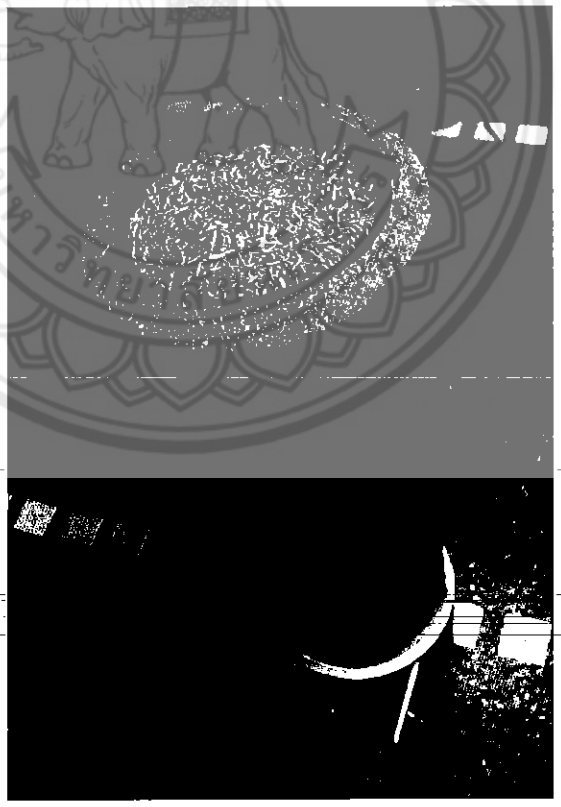
รูปที่ 3.11 ขี้เลื่อย



รูปที่ 3.12 แกลบ

2. นำเชื้อเพลิงที่ได้บรรจุลงในเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

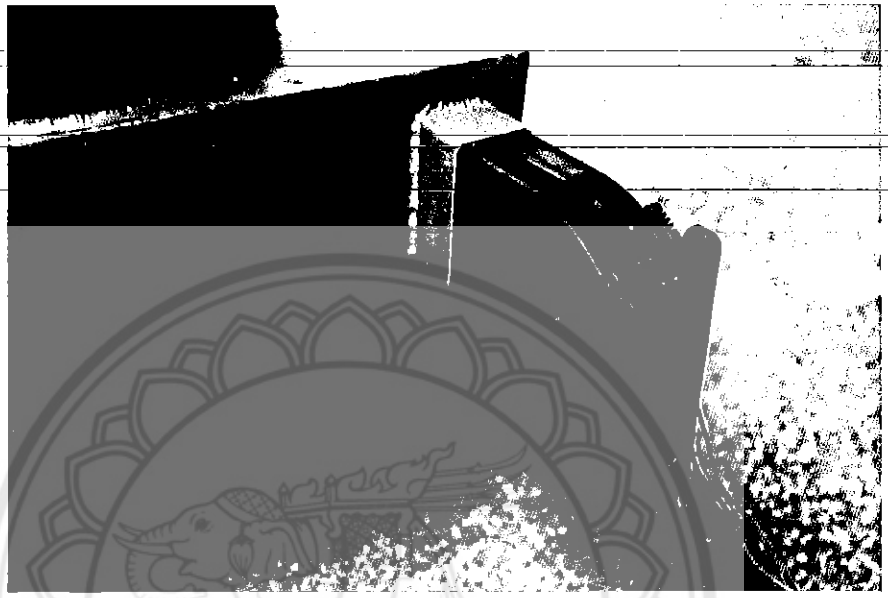
เนื่องจากการใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ทำให้เกิดความร้อน และเปลวไฟ ดังนั้นเราจึงควรตั้งเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ในที่โล่ง และใช้ด้วยความระมัดระวัง (รูปที่ 3.13)



รูปที่ 3.13 เชื้อเพลิงที่ถูกบรรจุลงในเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

3. ต่อพัดลมควบคุมปริมาณลมเข้ากับเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ และจุดเชื้อเพลิง

เมื่อต่อพัดลมควบคุมปริมาณลมเข้ากับช่องต่อพัดลมแล้ว (รูปที่ 3.14) พัดลมจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมความเร็วในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งที่หม้อแปลงของตัวพัดลมจะมีสวิตซ์ควบคุมควบความเร็วของพัดลม สามารถเลือกย่านการทำงาน ได้แก่ 3, 4.5, 6, 7.5, 9 และ 12 V



รูปที่ 3.14 ต่อพัดลมควบคุมปริมาณลมเข้ากับเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์

3.3.2 การปรับระดับความเร็วของพัดลม

1. การใช้ความเร็วระดับต่ำ เมื่อนำเชื้อเพลิงบรรจุลงในเตาเผาแก๊สซิไฟเออร์แล้ว ควรใช้ความเร็วระดับต่ำๆ (3 และ 4.5 V) เพื่อไล่อากาศที่สะสมอยู่ตามช่องอากาศของเชื้อเพลิง จากด้านล่างเตาแก๊สซิไฟเออร์ให้ขึ้นสู่ด้านบนของเตาแก๊สซิไฟเออร์ เพื่อให้เชื้อเพลิงสามารถติดไฟได้ง่ายขึ้น

2. การใช้ความเร็วระดับปานกลาง เมื่อทำการจุดเชื้อเพลิงแล้วนั้น ในช่วงแรกจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นเราควรใช้ความเร็วระดับปานกลาง (6 และ7.5 V) เพื่อให้เปลวไฟที่กำลังลุกไหม้นั้นเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น ข้อสังเกต คือ การเผาไหม้ที่สมบูรณ์นั้น จะเป็นการเผาไหม้ที่ไม่เกิดควัน

3. การใช้ความเร็วระดับสูง ในช่วงสุดท้ายเราควรใช้ความเร็วระดับสูง (9 และ12 V) เพื่อเร่งความแรงของเปลวไฟให้เกิดผลตามที่ต้องการ

บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

การใช้งานตู้อบกล้วยที่มีระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ และเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่นสำหรับเครื่องอบกล้วยจำเป็นต้องทำการหาค่าตัวแปร (Setting Parameter) ของอุปกรณ์ ประเภทต่างๆ เตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อการผลิต และได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรของอุปกรณ์ประเภทต่างๆ ในเครื่องอบกล้วย

4.1 การทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ

ในเครื่องอบกล้วยจะมีตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างประกายไฟเพื่อให้แก๊สที่ออกมาจากโซลินอยด์วาล์วติดไฟ เนื่องจากความแรงของแก๊สที่ออกมาจะมีอัตราการไหลที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการปล่อยออกมาจากโซลินอยด์วาล์ว

ดังนั้นจึงมีการทดลองเพื่อดูว่าความแรงของแก๊สที่ออกมาจากโซลินอยด์วาล์วนั้น มีผลต่อการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติอย่างไร

ตารางที่ 4.1 ตารางทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ

ลำดับที่	ระบบจุดแก๊ส	วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1	ตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติ เปิดวาล์วแก๊สเล็กน้อย	1) เปิดวาล์วแก๊สเล็กน้อย 2) เริ่มเดินเครื่องอบกล้วย 3) สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง	เกิดเปลวไฟ วิเคราะห์ผล เนื่องจากการปล่อยแก๊สเล็กน้อย ซึ่งมีแรงดันค่อนข้างน้อยประกายไฟจากตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติจึงเพียงพอต่อการเกิดเปลวไฟ
2	ตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติ เปิดวาล์วแก๊สปานกลาง	1) เปิดวาล์วแก๊สปานกลาง 2) เริ่มเดินเครื่องอบกล้วย 3) สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง	เกิดเปลวไฟเป็นบางครั้ง วิเคราะห์ผล เนื่องจากช่วงความแรงของแก๊สไม่สม่ำเสมอ ประกายไฟจากตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติจึงเพียงพอต่อการเกิดเปลวไฟเป็นบางครั้ง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ตารางทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ

ลำดับที่	ระบบจุดแก๊ส	วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
3	ตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติ เปิดวาล์วเต็มที่	1) เปิดวาล์วเต็มที่ 2) เริ่มเดินเครื่องอบกล้วย 3) สังเกตผลและบันทึกผลการทดลอง	ไม่เกิดเปลวไฟ วิเคราะห์ผล เนื่องจากการปล่อยแก๊สด้วยแรงดันสูงๆนั้น จะทำให้ประกายไฟจากตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติไม่เพียงพอต่อการเกิดเปลวไฟ

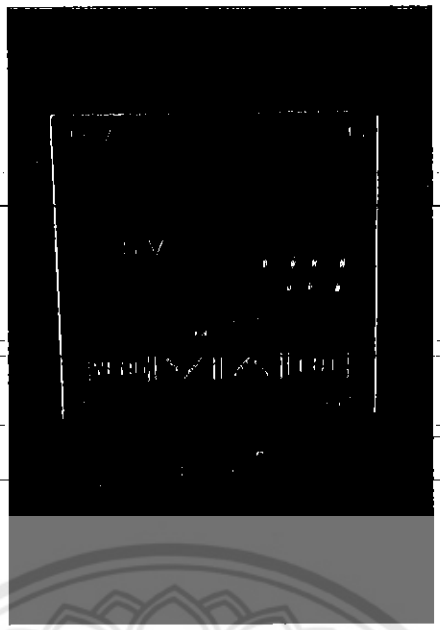
วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางที่ 4.1

จากผลการทดลอง ถ้าช่วงแรกของการเดินเครื่องอบกล้วยมีการปล่อยแก๊สที่มากเกินไปจะทำให้แก๊สที่ออกมาไม่ติดไฟเนื่องจากประกายไฟจากตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติไม่เพียงพอต่อการเกิดเปลวไฟ

ดังนั้นควบคุมปริมาณแรงดันของแก๊สที่ปล่อยออกมา ให้มีปริมาณที่เหมาะสมโดยไม่ปล่อยแรงดันแก๊สออกมามากเกินไป แก๊สที่ปล่อยออกมาก็จะเกิดการติดไฟที่มีประสิทธิภาพ

4.2 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

- ทำการแบ่งช่วงอุณหภูมิที่เราต้องการเก็บค่าเทียบกับระยะเวลา โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิเท่ากับ 33°C จากนั้นแบ่งช่วงอุณหภูมิให้ห่างกัน 1°C จนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่เทอร์โมคัปเปิลวัดได้
- จับเวลาช่วงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจนถึงสภาวะการทำงานต่างๆ
- ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง บันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7
- หาค่าเฉลี่ยของผลการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ดังตารางที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.1 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ตารางที่ 4.2 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 1 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	23.51	23.51
34-35	21.51	45.02
35-36	20.26	65.28
36-37	18.31	83.59
37-38	17.58	101.18
38-39	14.24	115.42
39-40	11.38	126.80
40-41	10.06	136.86
41-42	8.29	145.15
42-ตัดโซลินอยด์	5.16	150.31

ตารางที่ 4.3 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 1 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
42-43	0.20	0.20
43-44	0.15	0.35
44-45	0.18	0.53
45-46	0.27	1.20
46-47	0.42	2.02
47-48	7.44	9.46
48-47	5.21	15.07
47-46	6.16	21.23
46-45	8.01	29.24
45-44	9.43	39.07
44-43	12.31	51.38
43-42	23.11	74.49
42-41	18.44	93.33
41-40	20.31	114.04
40-39	16.28	130.32
39-จุดแก๊สใหม่	18.47	149.19

ตารางที่ 4.4 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 2 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	21.38	21.38
34-35	20.56	41.94
35-36	19.25	61.19
36-37	18.54	79.73
37-38	15.42	95.15
38-39	13.28	108.43
39-40	11.54	119.97
40-41	9.15	129.12
41-42	7.58	136.7
42-ตัดโซลินอยด์	4.35	141.05

ตารางที่ 4.5 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 2 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
42-43	0.21	0.21
43-44	0.18	0.39
44-45	0.16	0.55
45-46	0.46	1.41
46-47	2.38	4.19
47-48	8.26	12.45
48-47	7.13	19.58
47-46	6.39	26.37
46-45	10.51	37.28
45-44	13.26	50.54
44-43	13.42	64.36
43-42	20.55	85.31
42-41	19.43	105.14
41-40	20.34	125.48
40-39	17.28	143.16
39-จุดแก๊สใหม่	19.17	162.33

ตารางที่ 4.6 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ครั้งที่ 3 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	20.33	20.33
34-35	21.15	41.48
35-36	19.34	60.82
36-37	19.58	80.40
37-38	16.41	96.81
38-39	15.06	111.87
39-40	13.13	125.00
40-41	10.11	135.11
41-42	7.36	142.47
42-ตัดโซลินอยด์	6.49	148.96

ตารางที่ 4.7 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ครั้งที่ 3 โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
42-43	0.19	0.19
43-44	0.18	0.37
44-45	0.15	0.52
45-46	0.32	1.24
46-47	0.45	2.09
47-48	6.58	9.07
48-47	7.16	16.23
47-46	10.25	26.48
46-45	9.47	36.35
45-44	11.31	48.06
44-43	12.26	60.32
43-42	21.54	82.26
42-41	18.19	100.45
41-40	23.14	123.59
40-39	17.28	141.27
39-จุดแก๊สใหม่	16.35	158.02

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยการเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 3 ครั้ง โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	21.74	21.74
34-35	21.07	42.81
35-36	19.62	63.43
36-37	18.81	81.24
37-38	16.47	97.71
38-39	14.19	111.90
39-40	12.02	123.92
40-41	9.77	133.69
41-42	7.74	141.43
42-ตัดโซลินอยด์	5.33	146.76

วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางที่ 4.8

จากผลการทดลองการหาค่าเฉลี่ยจากการเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 3 ครั้ง โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C จะสามารถสรุปได้ว่าช่วงแรกในการเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น โดยเวลารวมจากเริ่มเดินเครื่อง จนถึงสภาวะที่รีเลย์ตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบนั้นใช้เวลาประมาณ 3 นาที เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เราตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 คือ 40°C รีเลย์จะตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบ แต่จากตารางที่ 4.2, 4.4 และ 4.6 จะบ่งบอกว่ารีเลย์ ตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบที่ค่าประมาณ 42°C เกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนที่ตัวควบคุมอุณหภูมินั่นเอง

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ ทั้ง 3 ครั้ง โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 40°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
42-43	0.20	0.20
43-44	0.17	0.37
44-45	0.16	0.53
45-46	0.35	1.28
46-47	1.21	2.49
47-48	8.11	11.00
48-47	7.01	18.01
47-46	8.18	26.19
46-45	9.55	36.14
45-44	11.56	48.10
44-43	13.28	61.38
43-42	22.00	83.38
42-41	19.32	103.10
41-40	21.44	124.54
40-39	17.13	142.07
39-จุดแก๊สใหม่	18.22	160.29

วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางที่ 4.9

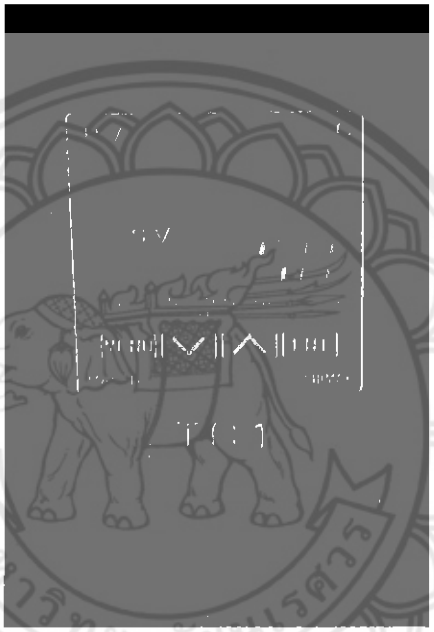
จากตารางจะเห็นได้ว่า ค่าอุณหภูมิจะยังคงเพิ่มขึ้นทั้งที่มีการตัดตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วออกจากระบบแล้ว จนถึงค่าของอุณหภูมิที่ประมาณ 48°C โดยใช้เวลารวมประมาณ 10-12 นาที จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 39°C ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าที่เราตั้งไว้ในตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 รีเลย์จะต่อวงจรของโซลินอยด์วาล์วเข้าสู่ระบบอีกครั้ง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับเครื่องอบกล้วย ซึ่งการทำงานของเครื่องอบกล้วยจะดำเนินไปเช่นนี้จนครบทั้ง 8 ชั่วโมง

การทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อย ซึ่งเป็นผลดีต่อการทำงานของเครื่องอบกล้วย ดังนั้นเราจึงทำการทดลองในหัวข้อต่อไปโดยตั้งอุณหภูมิตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50 และ 60°C

4.3 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C

- ทำการแบ่งช่วงอุณหภูมิที่เราต้องการเก็บค่าเทียบกับระยะเวลา โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้อง ถึงอุณหภูมิเท่ากับ 33°C จากนั้นแบ่งช่วงอุณหภูมิให้ห่างกัน 1°C จนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่เทอร์โมคัปเปิล วัดได้

- จับเวลาช่วงการเพิ่มอุณหภูมิจนถึงสภาวะการทำงานต่างๆ และบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.10 และ 4.11



รูปที่ 4.2 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C

ตารางที่ 4.10 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	25.10	25.10
34-35	23.57	48.67
35-36	20.41	69.08
36-37	18.94	88.02
37-38	18.13	106.15
38-39	19.63	125.78
39-40	18.54	144.32
40-41	21.33	165.65
41-42	19.55	185.20
42-43	20.11	205.31
43-44	20.48	225.79
44-45	20.75	246.54
45-46	21.21	267.75
46-47	24.38	292.13
47-48	21.48	313.61
48-49	24.96	338.57
49-50	21.67	360.24
50-51	23.81	384.05
51-52	24.22	408.27
52-ตัดโซลินอยด์	15.31	423.58

ตารางที่ 4.11 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ โดยการตั้งค่าตัวควบอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
52-53	0.23	0.23
53-54	0.31	0.54
54-55	0.48	1.42
55-54	2.37	4.19
54-53	3.46	8.05
53-52	5.29	13.34
52-51	7.33	21.07
51-50	7.16	28.23
50-49	8.45	37.08
49-จุดแก๊สใหม่	9.54	47.02

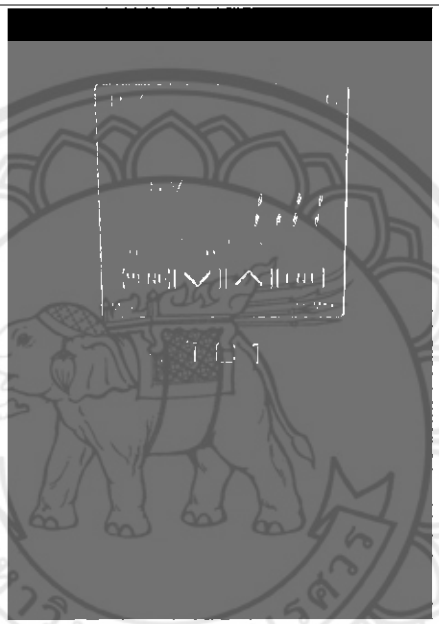
วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 และ 4.11

จากผลการทดลอง การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 50°C จะสามารถสรุปได้ว่าช่วงแรกในการเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นโดยเวลารวมจากเริ่มเดินเครื่อง จนถึงสภาวะที่รีเลย์ตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบนั้นใช้เวลาประมาณ 7-8 นาที เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เราตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 คือ 50°C รีเลย์จะตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบ

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าค่าอุณหภูมิจะยังคงเพิ่มขึ้นทั้งที่มีการตัดตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วออกจากระบบแล้ว จนถึงค่าของอุณหภูมิที่ประมาณ 55°C โดยใช้เวลารวมประมาณ 2 นาที จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 49°C ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าที่เราตั้งไว้ในตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 รีเลย์จะต่อวงจรของโซลินอยด์วาล์วเข้าสู่ระบบอีกครั้ง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับเครื่องอบกล้วย

4.4 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบกล้วย โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C

- ทำการแบ่งช่วงอุณหภูมิที่เราต้องการเก็บค่าเทียบกับระยะเวลา โดยเริ่มจากอุณหภูมิห้อง ถึงอุณหภูมิเท่ากับ 33°C จากนั้นแบ่งช่วงอุณหภูมิให้ห่างกัน 1°C จนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่เทอร์โมคัปเปิล วัดได้
- จับเวลาช่วงการเพิ่มอุณหภูมิจนถึงสภาวะการทำงานต่างๆ และบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.3 ตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C

ตารางที่ 4.12 การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
33-34	22.78	22.78
34-35	21.48	44.26
35-36	19.61	63.87
36-37	19.34	83.21
37-38	17.15	100.36
38-39	22.78	123.14
39-40	21.63	144.77
40-41	18.45	163.22
41-42	19.74	182.96
42-43	20.66	203.62
43-44	21.98	225.60
44-45	20.58	246.18
45-46	21.49	267.67
46-47	24.35	292.02
47-48	21.47	313.49
48-49	20.18	333.67
49-50	23.76	357.43
50-51	21.45	378.88
51-52	20.23	399.11
52-53	24.79	423.90
53-54	25.63	449.53
54-55	25.94	475.47

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุม อุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (วินาที)	ระยะเวลารวม (วินาที)
55-56	25.16	500.63
56-57	24.45	525.08
57-58	25.36	550.44
58-59	25.79	576.23
59-60	24.14	600.37
60-61	26.48	626.85
61-62	25.19	652.04
62-ตัดโซลินอยด์	17.91	669.95

ตารางที่ 4.13 การตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วจนถึงการจุดแก๊สใหม่ โดยการตั้งค่าตัวควบคุม อุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C

ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลา (นาที)	ระยะเวลารวม (นาที)
62-63	0.21	0.21
63-64	0.30	0.51
64-63	0.35	1.26
63-62	1.45	3.11
62-61	2.35	5.46
61-60	2.48	8.34
60-59	1.59	10.33
59-จุดแก๊สใหม่	1.31	12.04

วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางที่ 4.12 และ 4.13

จากผลการทดลอง การเริ่มต้นเดินเครื่องจนถึงการตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์ว โดยการตั้งค่าตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 ไว้ที่ 60°C จะสามารถสรุปได้ว่าช่วงแรกในการเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นโดยเวลารวมจากเริ่มเดินเครื่อง จนถึงสภาวะที่รีเลย์ตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบนั้นใช้เวลาประมาณ 11-12 นาที เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เราตั้งไว้ที่ตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 คือ 60°C รีเลย์จะตัดวงจรโซลินอยด์ออกจากระบบ

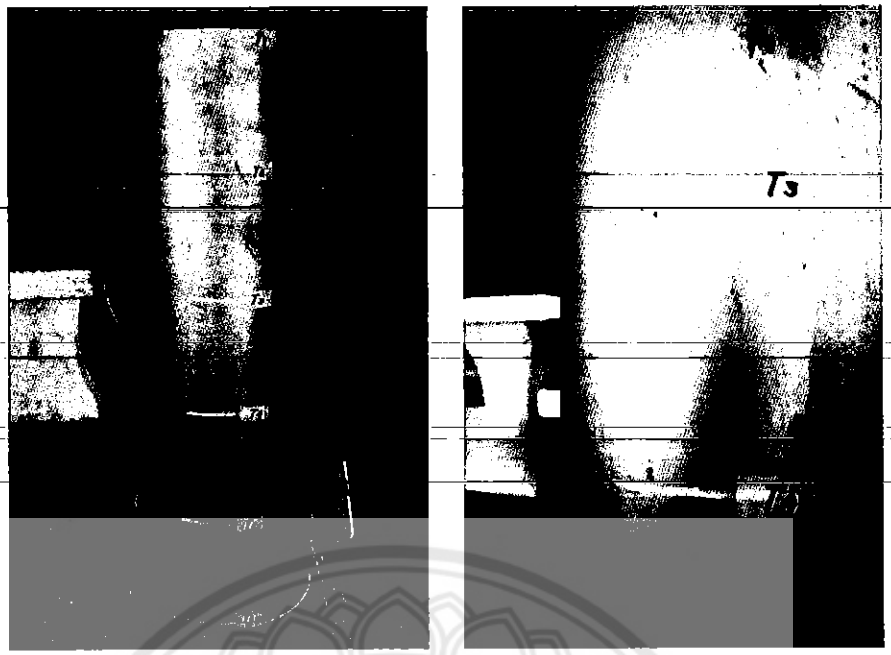
จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า ค่าอุณหภูมิจะยังคงเพิ่มขึ้นทั้งที่มีการตัดตัดวงจรของโซลินอยด์วาล์วออกจากระบบแล้ว จนถึงค่าของอุณหภูมิที่ประมาณ 63°C โดยใช้เวลารวมประมาณ 1 นาที จากนั้นอุณหภูมิจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 59°C ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าที่เราตั้งไว้ในตัวควบคุมอุณหภูมิตัวที่ 1 รีเลย์จะต่อวงจรของโซลินอยด์วาล์วเข้าสู่ระบบอีกครั้ง เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับเครื่องอบกล้วย

4.5 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลชนิดต่างๆ

จุดประสงค์การทดลองในหัวข้อนี้ เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิ และระยะเวลาของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชีวมวล 3 ชนิด ได้แก่ แกลบ ขี้เลื่อย และเปลือกกล้วยตาก ว่าเชื้อเพลิงชนิดใดสามารถให้อุณหภูมิที่สูงที่สุด และใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ช้าที่สุด ทั้งนี้เชื้อเพลิงที่นำมาเปรียบเทียบกันต้องมีปริมาณที่เท่ากัน

วิธีการทดลอง

1. ทำการแบ่งจุดวัดอุณหภูมิเป็น 6 จุด ที่เตาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งแต่ละจุดจะมีระยะห่างกัน 12.6 cm ซึ่งระยะห่างจากจุดที่ T1 ถึงจุดที่ T6 มีความยาว 63 cm

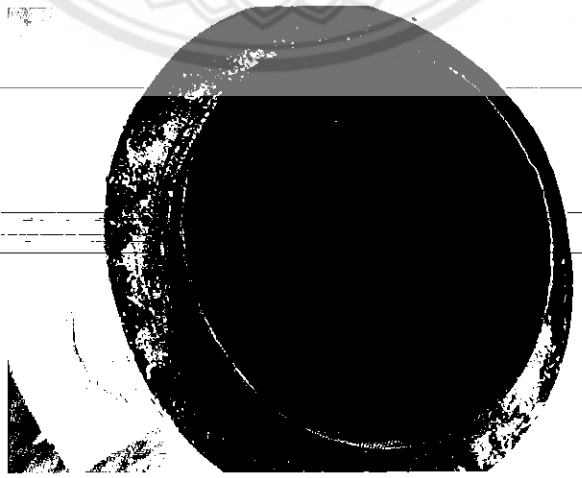


รูปที่ 4.4 การแบ่งระยะห่างของจุดวัดอุณหภูมิ

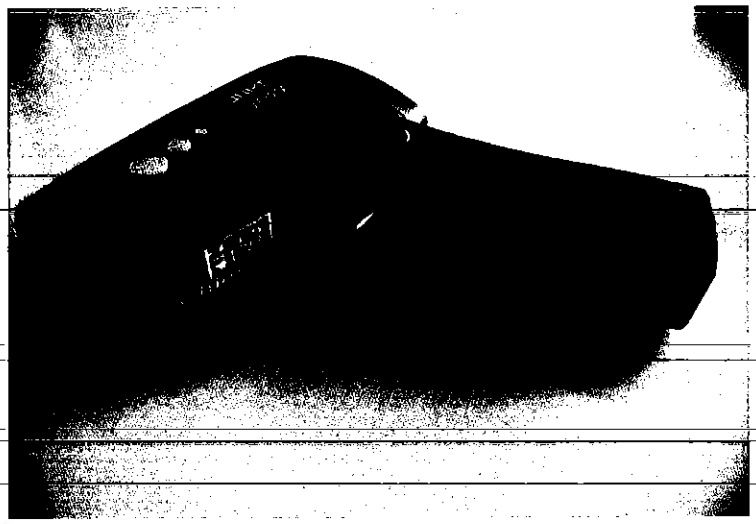
2. ชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิงที่นำมาทดลองอย่างละ 2 kg.

3. เริ่มการทดลองโดยการจุดเชื้อเพลิงในเตาแก๊สซิไฟเออร์ และทำการวัดอุณหภูมิทุกจุด ซึ่งจะทำการวัดอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

การวัดอุณหภูมิจากเตาเผานั้นเราจะวัดจากเหล็กชั้นนอกผ่านฉนวนที่หล่ออยู่ระหว่างเหล็กทั้ง 2 ชั้น ซึ่งค่าอุณหภูมิที่บันทึกลงในตารางผลการทดลองจะเป็นค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดผ่านฉนวนของเตาแก๊สซิไฟเออร์ ซึ่งมีความหนา 2.5 cm



รูปที่ 4.5 ฉนวนคอนกรีตที่หล่ออยู่ระหว่างเหล็กชั้นในและชั้นนอก หนา 2.5 cm



รูปที่ 4.6 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

รูปที่ 4.7 วัดอุณหภูมิทุกจุดทุกๆ 5 นาที ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

4. บันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.14, 4.15, และ 4.16 โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

รูปที่ 4.8 บันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

ตารางที่ 4.14 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

ช่วงเวลา	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
0	31.5	31.6	31.6	31.6	31.3	31.5
5	61.1	34.9	31.9	31.9	31.8	31.4
10	66.9	60.8	35.5	32.6	32.4	31.8
15	73.5	72.9	72.1	38.5	33.2	32.2
20	87.8	73.8	72.5	68.1	34.5	31.5
25	90.2	70.5	83.6	68.3	56.3	33.6
30	90.8	73.1	90.8	67.7	64.5	59.3
35	92.4	75.6	96.5	75.7	66.9	64.3
40	95.2	83.2	102.8	85.7	70.1	66.9
45	110.6	88.3	127.5	111.3	74.6	66.2
50	101.6	95.6	136.5	142.5	106.1	67.5
55	99.7	104.3	127.8	135.3	102.2	64.5
60	98.3	100.3	115.6	118.5	100.1	60.4

ตารางที่ 4.15 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง

ช่วงเวลา	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
0	31.3	30.5	30.5	30.6	30.6	30.6
5	45.7	33.3	30.6	30.6	30.6	30.6
10	67.2	50.3	33.4	30.6	30.6	30.6
15	75.2	62.6	47.3	34.8	30.5	30.6
20	90.2	72.6	57.2	44.7	35.2	33.6
25	91.9	68.4	65.3	57.8	46.8	43.8
30	86.1	88.8	86.3	83.9	63.5	79.8
35	77.8	73.4	74.5	73.2	73.9	90.6
40	76.1	65.1	64.7	64.8	64.3	85.1
45	67.4	59.6	63.1	65.8	65.9	80.8
50	65.3	54.8	59.2	61.1	63.7	77.0
55	62.3	52.8	57.2	60.5	62.5	74.1
60	59.5	50.9	54.6	59.8	64.2	73.8

ตารางที่ 4.16 การทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้เปลือกกล้วยตากแห้งเป็น เชื้อเพลิง

ช่วงเวลา	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
0	33.5	33.3	32.2	31.8	31.6	31.8
5	65.9	57.8	52.2	33.2	32.8	32.9
10	125.9	156.9	60.8	39.7	35.6	34.7
15	140.5	151.6	96.9	68.2	35.9	34.7
20	158.9	166.2	135.1	80.2	43.8	34.3
25	156.3	164.9	150.4	116.5	76.3	41.2
30	145.7	160.2	145.3	128.4	80.2	60.8
35	146.7	150.3	142.3	138.2	121.9	108.2
40	136.3	131.2	132.5	133.9	127.5	107.2
45	130.5	121.6	121.8	126.7	114.6	90.8
50	114.2	103.3	106.2	106.3	98.2	73.5
55	100.7	95.6	89.6	87.2	77.6	61.4
60	86.8	72.3	74.8	72.4	65.2	67.2

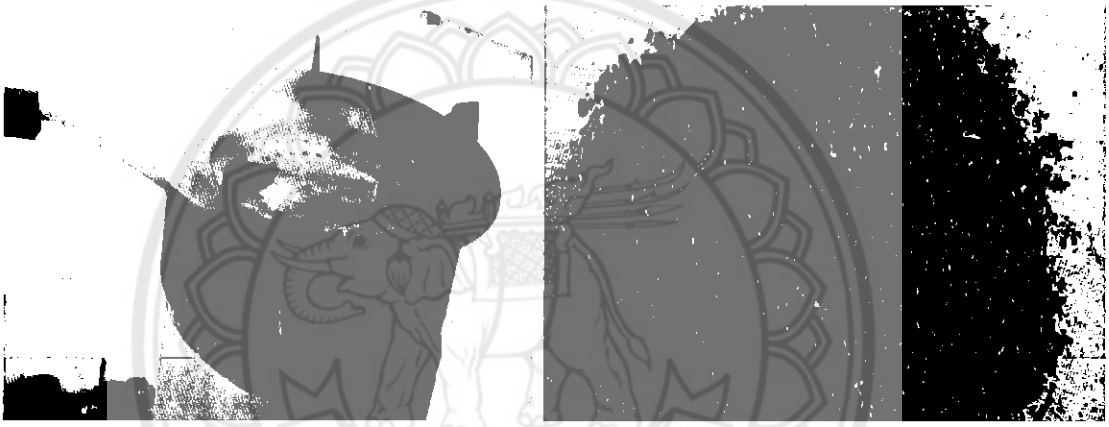
การเปรียบผลจากการเผาของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด

ในการเผาไหม้ของเชื้อพลิงทั้ง 3 ชนิด มีข้อแตกต่างซึ่งเราจะนำเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ผล และดูความเหมาะสมในการนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องอบกล้วย ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.17

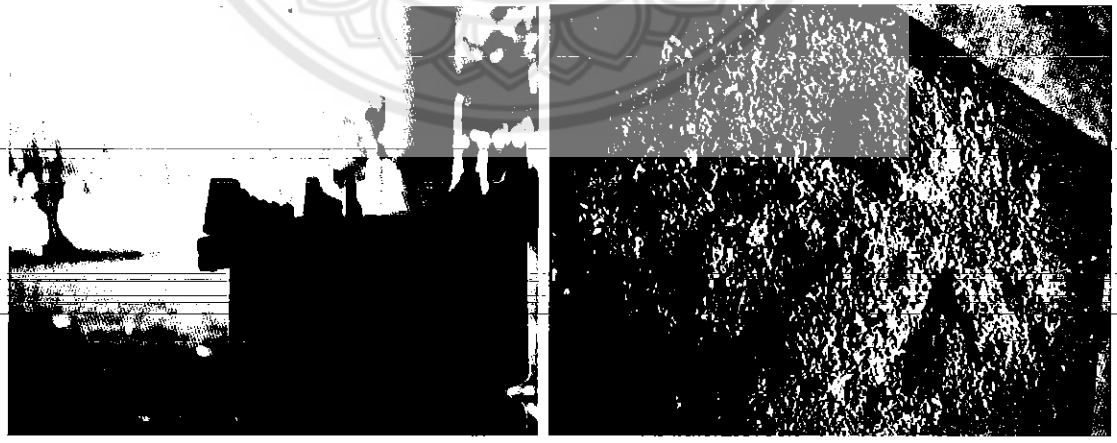
ตารางที่ 4.17 การเปรียบผลจากการเผาของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด

ชนิดของเชื้อเพลิง	ระยะเวลาการเผาไหม้เชื้อเพลิง (นาที)	อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้เมื่อเกิดการเผาไหม้ (°C)	การเกิดควันขณะเผาไหม้
แกลบ	40-45	142.5	ไม่เกิดควัน
ขี้เลื่อย	35-40	91.9	เกิดควันค่อนข้างมาก
เปลือกกล้วยตากแห้ง	40-45	166.2	เกิดควันเล็กน้อย

รูปที่ 4.9 การเผาไหม้ของแกลบไม่มีการเกิดควัน และขี้เถ้าที่ได้



รูปที่ 4.10 การเผาไหม้ของขี้เลื่อยมีการเกิดควันค่อนข้างมาก และขี้เถ้าที่ได้



รูปที่ 4.11 การเผาไหม้ของเปลือกกล้วยตากแห้งมีการเกิดควันเล็กน้อย และขี้เถ้าที่ได้

วิเคราะห์ผลการทดลองที่ 4.5

จากการทดลอง เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แกลบ ขี้เลื่อย และเปลือกกล้วยตากแห้ง มีระยะเวลาในการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน โดยสังเกตได้จากช่วงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในตารางที่ 4.14, 4.15 และ 4.16 (จากแถบสีเหลืองเปลี่ยนเป็นสีเขียว) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีค่าที่เปลี่ยนไปมาก ข้อมูลนี้สามารถบ่งบอกได้ว่า เชื้อเพลิงที่นำมาทดลองเผาไหม้ถึงส่วนใดของเตาแก๊สซิไฟเออร์แล้ว

จากตารางที่ 4.15 จะสังเกตได้ว่า การเผาไหม้โดยใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงจะมีระยะเวลาในการเผาไหม้เร็วที่สุด (ดูจากแถบสีแดง) เมื่อเทียบกับตารางที่ 4.14 และ 4.16 โดยการเผาไหม้โดยใช้ขี้เลื่อยเชื้อเพลิงจะใช้เวลาประมาณ 35-40 นาทีในการเผาไหม้หมด ส่วนตารางที่ 4.14 และ 4.16 การเผาไหม้โดยใช้แกลบ และเปลือกกล้วยตากแห้งเป็นเชื้อเพลิง ตามลำดับ จะมีระยะเวลาในการเผาไหม้หมดใกล้เคียงกัน โดยใช้เวลาประมาณ 40-45 นาที

จากตารางที่ 4.17 มีการเปรียบเทียบผลจากการเผาของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด โดยการเผาไหม้โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงจะไม่มีการเกิดควันขณะเผาไหม้ (รูปที่ 4.9) ส่วนการเผาไหม้โดยใช้ขี้เลื่อยและเปลือกกล้วยตากแห้งเป็นเชื้อเพลิงจะมีการเกิดควันขณะการเผาไหม้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบการจุดแก๊สด้วยระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ ถ้าช่วงแรกของการเดินเครื่องอบกล้วยมีการปล่อยแก๊สที่มากเกินไป จะทำให้แก๊สที่ออกมาจากโซลินอยด์วาล์วไม่ติดไฟเนื่องจากประกายไฟจากตัวจุดแก๊สแบบอัตโนมัติไม่เพียงพอต่อการเกิดเปลวไฟ

ดังนั้นผู้ประกอบการควรควบคุมปริมาณแรงดันของแก๊สที่ปล่อยออกมา ให้มีปริมาณที่เหมาะสมโดยไม่ปล่อยแรงดันแก๊สออกมามากเกินไปหรือน้อยเกินไป แก๊สที่ปล่อยออกมาก็จะเกิดการติดไฟที่มีประสิทธิภาพ จากนั้นจึงค่อยเพิ่มปริมาณแรงดันแก๊สให้มากขึ้น ผู้ประกอบการสามารถตั้งเวลาในการทำงานโดยเครื่องจะหยุดทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้ และเครื่องยังสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากแก๊สรั่ว โดยมีวงจรปิดแก๊สและมีเสียงเตือน ทำให้ผู้ประกอบการไม่ต้องเสี่ยงอันตรายจากแก๊สระเบิด และผลิตภัณฑ์ก็ไม่จะเกิดความเสียหายจากกลิ่นแก๊สอีกด้วย

จากผลการทดสอบเตาเผาแก๊สซิฟิเคชั่น โดยการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 3 ชนิด ได้แก่ แกลบขี้เลื่อย และเปลือกกล้วยตากแห้ง ในปริมาณที่เท่ากัน ผลการทดสอบสรุปได้ว่า การเผาไหม้ของแกลบไม่มีควันเกิดขึ้น ระยะเวลาในการเผาไหม้นาน และให้อุณหภูมิสูง เหมาะสำหรับนำไปใช้ประกอบกิจการที่ไม่ต้องการควันจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การเผาไหม้ของเปลือกกล้วยตากแห้งมีการเกิดควันเล็กน้อย ระยะเวลาในการเผาไหม้นาน และให้อุณหภูมิสูง แต่เนื่องจากการเผาไหม้นั้นเกิดควันเล็กน้อย จึงต้องมีกระบวนการกำจัดควันเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบกิจการ การเผาไหม้ของขี้เลื่อยมีการเกิดควันค่อนข้างมาก ระยะเวลาในการเผาไหม้สั้นและให้อุณหภูมิไม่สูงมากนัก จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปประกอบกิจการดังกล่าว

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการดำเนินการหลังจากติดตั้งระบบจุดแก๊สอัตโนมัติ

เนื่องจากระบบจุดแก๊สอัตโนมัติที่ทำการติดตั้งนั้น จะมีอุปกรณ์ที่แปลงแรงดันจากแรงดันต่ำเป็นแรงดันสูง และบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์มีการสัมผัสความร้อน ดังนั้นเราจึงต้องมีความระมัดระวังในการใช้งาน มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสม และมีการบำรุงรักษาที่ดี

5.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ

- ต่อสายไฟ high voltage output (สายสีชมพู) เข้ากับก้านเหล็กจุดสปาร์คขั้วที่ 1
- ต่อสายไฟ power input (สายสีเขียว) เข้ากับแหล่งจ่าย หรือต่อเข้ากับสวิตซ์ควบคุมต่างๆ
- ต่อสายไฟ power input (สายสีฟ้า) เข้ากับแหล่งจ่าย (common line)
- ต่อสายไฟดิน (สายสีดำ) เข้ากับก้านเหล็กจุดสปาร์คขั้วที่ 2

5.2.2 ข้อควรระมัดระวัง และข้อแนะนำในการติดตั้งตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ

- สายไฟ high voltage output (สายสีชมพู) และสายดิน (สายสีดำ) ต้องมีการต่อเข้ากับวงจรที่ถูกต้องโดยดูจากขั้นตอนการติดตั้งตัวจุดแก๊สอัตโนมัติ
- สายไฟ high voltage output (สายสีชมพู) ต้องมีการรักษาความสะอาด และทำให้แห้งอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนที่หุ้มสาย
- สายไฟ high voltage output (สายสีชมพู) ควรติดตั้งในตำแหน่งที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 100°C
- หม้อแปลงแรงดัน (กล่องสีดำ) ควรติดตั้งในตำแหน่งที่มีอุณหภูมิโดยรอบไม่เกิน 50 °C
- ปลายของก้านเหล็กจุดสปาร์ค ควรมีระยะห่างจากหัวปล่อยประมาณ 3.5 – 5 mm ซึ่งเป็นระยะห่างที่ดีที่สุดในการจุดแก๊ส

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกสารประกอบการบรรยาย **"ระบบคุณภาพและหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร GMP"** คณะเทคโนโลยีจัดการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก, 7-8 กันยายน 5249

[2] รายงานสรุปโครงการ **"เทคโนโลยีและการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหารและสินค้าเกษตรแปรรูป"** ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น, กันยายน 2549

[3] รายงานสรุปโครงการ **"การพัฒนาการผลิตเทคโนโลยีการอบกล้วย"** ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น, พฤศจิกายน 2549

[4] ผศ. ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. **เซ็นเซอร์และทรานดิวเซอร์**, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.; กันยายน 2550

[5] บริษัท ไทยเบิร์นเนอร์ จำกัด, **แคตตาล็อก Igniter**, ตุลาคม 2549

[6] Handbook and Encyclopedia, Stamford, conn.:Omega Engineering,Inc

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายธนะ ทรัพย์ทอง

ภูมิลำเนา 27 ม.8 ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

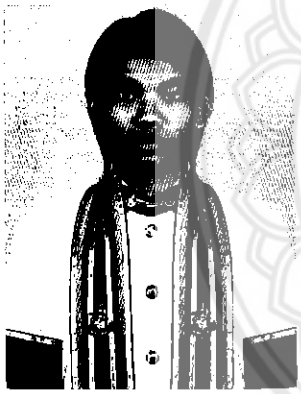
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-Mail : **inona_zah@hotmail.com**



ชื่อ นายรักใหม่ ยันยง

ภูมิลำเนา 25 ม.8 ต.ยางตาล อ.โกรกพระ จ.นครสวรรค์ 60170

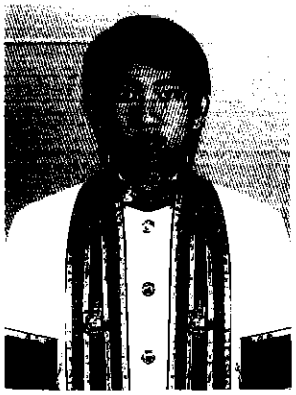
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพยุหะพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-Mail : **supermai_supermodel@hotmail.com**



ชื่อ นายวัชรพงษ์ พันธ์ภู่

ภูมิลำเนา 60/57 ม.3 ต.ท่าทอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-Mail : **the_prince_toei@hotmail.com**