



เครื่องย่างเนื้อวัว

ROAST BEEF MACHINE

คณิศรเดช ฝ่องศรี

KANISARADET PONGSEE

ชัชวาล ชุมเชิดภัทรกุล

CHATCHAWARN CHUMCHERPATTARAKUL

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องอย่างเนื้อวัว

ROAST BEEF MACHINE

คณิศรเดช ผ่องศรี

KANISARADET PONGSEE

ชัชวาล ชุมเชิดภัทรกุล

CHATCHAWARN CHUMCHERPATTARAKUL

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2565

สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องยนต์เนื้อวัว

Roast Beef Machine

ผู้จัดทำ

1. นายคณิตเดช ผ่องศรี รหัสนักศึกษา 63201271
2. นายชัชวาล ชุมเชิดภักทรกุล รหัสนักศึกษา 63201274


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ว่าที่ร้อยตรี ศิลา ศิริมาสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญาบัตร	เครื่องอย่างเนื้อวัว
นักศึกษา	นายคณิศรเดช ผ่องศรี รหัสนักศึกษา 63201271 นายชัชวาล ชุมเชิดภักทรกุล รหัสนักศึกษา 63201274
อาจารย์ที่ปรึกษา	ว่าที่ ร.ต ศีลา ศิริมาสกุล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้นำเสนอเครื่องอย่างเนื้อวัวการทำงานของเครื่องจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ พีแอลซี เอฟเอ็กซ์ 3 ยู- 24 เอ็มที ในการควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์เพื่อควบคุมความร้อน ควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ การพ่นซอส การวัดอุณหภูมิความร้อนภายในเนื้อวัวตัวเครื่อง จะประกอบไปด้วย 1) พีแอลซี เอฟเอ็กซ์ 3 ยู-24 เอ็มที 2) รีเลย์ 3) สเต็ปมอเตอร์ 4) บอร์ดไทร์ สเต็ปมอเตอร์ 5) โซลิตสเตรรี่เลย์ 6) ลิมิทสวิตช์ 7) จอทัชสกรีนเครื่องอย่างเนื้อวัวจะมีโหมดการอย่าง อยู่ 2 โหมดคือ 1) โหมด Manual 2) โหมด Auto สามารถใช้ในการอย่างเนื้อได้

จากกาลทดลองอย่างเนื้อวัวในแต่ละโหมดโดยจะทดลองโดยการควบคุมอุณหภูมิและควบคุม การหมุนของมอเตอร์และควบคุมเวลาในการอย่างให้ได้ระดับความสุกในเนื้ออยู่ 5 ระดับ 1) แรร์ 2) มีเดียมแรร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) ระดับเวลดันจากการทดลองอย่างเนื้อวัวในแต่ละโหมดโดย โหมดที่ 1) แรร์จะใช้อุณหภูมิในการอย่างอยู่ที่ 200 องศาเซลเซียสโดยเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 15 นาที 2) มีเดียมแรร์จะใช้อุณหภูมิในการอย่างอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียสโดยเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 20 นาที 3) มีเดียมจะใช้ อุณหภูมิในการอย่างอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียสโดยเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 25 นาที 4) มีเดียม เวลจะใช้ อุณหภูมิในการอย่างอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียสโดยเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 30 นาที 5) เวลดันจะใช้อุณหภูมิใน การอย่างอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียสโดยเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 40 นาที

คำสำคัญ: การอย่างเนื้อวัว, ระดับความสุกในเนื้อ, การพ่นซอส

Project Title	Roast beef Machine	
Student	Mr.Kanisaradet Pongsee	Student ID 63201271
	Mr.Chatchawarn Chumcherpattarakul	Student ID 63201274
Advisor	Acting Sub Lt. Silar Sirimasakul	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Robotics and Intelligent Electronics Engineering	
Academic Year	2022	

ABSTRACT

This project presents the design of a roast beef machine. The operation of the machine uses a microcontroller. It's PLC FX3 U-24MT to control the operation of the heater to control the heat. The rotation Control of the stepping motor, spraying the sauce. The internal heat temperature measurement includes: 1) PLC FX3 U-24 MT 2) Relay 3) Stepping Motor 4) Bore driving stepping motor 5) Solid State Relay 6) Limit Switch 7) The beef grill machine touch screen has 2 grilling modes in the back and 5 sub-modes: 1) Manual and Auto

From time immemorial, the beef roasting in each mode was experimented with by controlling the temperature and the rotation controlling of the motor and the grilling controlling time to achieve 5 levels of tenderness in the meat. 1) Rare Level 2) Medium Rare Level 3) Medium Level 4) Medium Level 5) Well don level from beef roasting experiment in each mode by mode 1) The Rare uses a grilling temperature of 200 degrees Celsius with an average time of 15 minutes. 2) The Medium rare uses a grilling temperature of 250 degrees Celsius with an average time of 20 minutes. 3)The medium Rare uses a grilling temperature of 250 degrees Celsius with an average time of 25 minutes. 4) The medium well uses a grilling temperature of 250 degrees Celsius with an average time of 30 minutes. 5) Well don uses a grilling temperature of 250 degrees Celsius.

Keywords: Beef roasting, Doneness level, Sauce spraying

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้เรียบเรียงความรู้เกี่ยวกับเครื่องอย่างเนื่อ้วสำเร็จลุล่วงได้ เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งคอยอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูและให้การสนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมาตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ศิลา ศิริมาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ รวมทั้งเอื้อเฟื้อเครื่องมือเครื่องใช้ในการทำโครงการ และติดตามเกี่ยวกับโครงการตลอดมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่เคารพทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำคอยช่วยเหลือเสมอมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุก ๆ คน ที่คอยช่วยเหลือการทำโครงการขึ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณิตศรเดช ผ่องศรี
ชัชวาล ชุมเชิดภักทรกุล
มิถุนายน 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	XI
สารบัญรูป.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 สมมติฐานการศึกษา.....	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	3
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller).....	6
2.2 พีแอลซีเอฟเอ็กซ์สามยู-ยี่สิบสี่เอ็มที (FX3U-24MT).....	7
2.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital Temperature Controller).....	7
2.3.1 วิธีที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิแบบพื้นฐาน.....	8
2.4 ฮีตเตอร์ (Heater).....	9
2.4.1 ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของ ฮีตเตอร์.....	10
2.4.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของฮีตเตอร์ที่อกลม.....	11
2.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermocouple).....	12
2.5.1 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	12
2.5.2 หลักการทำงานของอาร์ทีดีและ พีที 100.....	13
2.6 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor).....	13
2.6.1 หลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์.....	14
2.7 ไดรฟ์สเต็ปป์มอเตอร์ (Drive Stepping Motor).....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 ปั๊มน้ำ (Water Pump)	16
2.9 โซลิตสเตตรีเลย์ (Solid State Relay)	16
2.9.1 หลักการทำงาน โซลิตสเตตรีเลย์	17
2.10 หัวฉีดสเปรย์ (Spraying System)	17
2.11 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch)	18
2.12 บีซเซอร์ (Buzzer).....	18
2.13 หน้าจอ (HMI)	19
2.14 มาตรฐานอาร์เอส 458อาร์เอส 232 (RS-485 / RS-232)	19
2.15 เนื้อวัว (beef)	20
บทที่ 3 การออกแบบ.....	22
3.1 บล็อกไดอะแกรม.....	22
3.1.1 ส่วนของแหล่งจ่ายไฟ.....	23
3.1.2 ส่วนของอินพุต.....	23
3.1.3 ส่วนของเอาต์พุต	23
3.1.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
3.2 แผนผังการทำงานเครื่องอย่างเนื้อวัว	23
3.3 การออกแบบวงจรเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	25
3.4 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีที่ใช้งาน	28
3.4.1 การออกแบบโปรแกรมเริ่มต้น	28
3.4.2 การออกแบบโปรแกรมโหมด Manual.....	29
3.4.3 การออกแบบโปรแกรมของมอเตอร์.....	30
3.4.4 การออกแบบการทำงานโหมด Auto.....	30
3.4.5 การออกแบบใส่ค่าอุณหภูมิ.....	31
3.4.6 การออกแบบปุ่ม Auto.....	32
3.4.7 การออกแบบการหมุนโหมด Auto.....	33
3.5 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีน.....	34
3.5.1 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีน.....	34
3.5.2 การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซี.....	34
3.5.3 การออกแบบปุ่มหน้าจอทัชสกรีนชนิด Screen Button.....	36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.4 การออกแบบปุ่มหน้าจอตัซสกรีนชนิด Bit Button.....	37
3.5.5 การออกแบบปุ่มหน้าจอตัซสกรีนชนิด Numeric Entry.....	38
3.5.6 การออกแบบปุ่มหน้าจอตัซสกรีนชนิด Numeric Display.....	39
3.5.7 การออกแบบปุ่มหน้าจอตัซสกรีนชนิด Bit Lamp.....	39
3.6 โครงสร้างของตัวเครื่อง.....	40
3.6.1 ตัวเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	40
3.6.2 เตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	41
3.6.3 ประตูเตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	42
3.6.4 ขาดังเตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	42
3.6.5 ตะแกรงอย่างเนื้อวัว.....	43
3.6.6 อีตเตอร์.....	43
3.6.7 หัวพ่นซอสและท่อลำเลียงน้ำซอส.....	45
3.6.8 ถังพ่นซอสและถังระบายน้ำซอส.....	45
3.6.9 ตู้กดตาลูกปืนจับแกน.....	46
3.6.10 ตู้กดตาลูกปืนจับแกนมอเตอร์.....	46
3.6.11 ตู้ควบคุมและสั่งงานเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	47
3.7 การออกแบบการย่างตามทฤษฎีเนื้อ.....	48
3.7.1 การย่างเนื้อแบบแรร์ (Rare).....	48
3.7.2 การย่างเนื้อแบบมีเดียมแรร์ (Medium Rare).....	48
3.7.3 การย่างเนื้อแบบมีเดียม (Medium).....	49
3.7.4 การย่างเนื้อแบบมีเดียมเวล (Medium Well).....	49
3.7.5 การย่างเนื้อแบบเวลดัน (Well Done).....	50
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	51
4.1 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	51
4.1.1 ขั้นตอนการทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	51
4.2 การทดลองควบคุมความเร็วรอบ.....	53
4.2.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของสตีปิ้งมอเตอร์ Manual.....	53
4.2.2 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของสตีปิ้งมอเตอร์ Auto.....	54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 การทดลองการทำงานของหน้าจอตช์สกรีนโหมด Manual.....	55
4.3.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของหน้าจอตช์สกรีนโหมด Manual.....	55
4.4 การทดลองการทำงานของหน้าจอตช์สกรีนโหมด Auto.....	56
4.4.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของหน้าจอตช์สกรีนโหมด Auto.....	56
4.5 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอส	57
4.5.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอส.....	57
4.6 ผลการทำงานของฮีตเตอร์	58
4.6.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของฮีตเตอร์	59
4.7 ผลการทดลองการทำงานโซลิตสเตอร์เลีย.....	60
4.7.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานโซลิตสเตอร์เลีย.....	60
4.8 ผลการย่างเนื้อโหมด Manual.....	58
4.8.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของการย่างเนื้อวัวโหมด Manual.....	58
4.9 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto.....	62
4.9.1 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare น้ำหนัก 300 กรัม	62
4.9.2 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 300 กรัม	64
4.9.3 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Medium น้ำหนัก 300 กรัม	65
4.9.4 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 300 กรัม	66
4.9.5 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 300 กรัม	67
4.9.6 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare น้ำหนัก 500 กรัม	69
4.9.7 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 500 กรัม	69
4.9.8 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium น้ำหนัก 500 กรัม	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.9.9 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 500 กรัม	71
4.9.10 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 500 กรัม	73
4.9.11 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare น้ำหนัก 700 กรัม	74
4.9.12 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 700 กรัม	75
4.9.13 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium น้ำหนัก 700 กรัม	76
4.9.14 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 700 กรัม	77
4.9.14 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 700 กรัม	78
4.10 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานในโหมด Manual.....	79
4.10.1 ขั้นตอนการทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานโหมด Auto.....	79
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	81
5.1 สรุปผลการทดลองเครื่องอย่างเนื้อวัวอัตโนมัติ	81
5.1.1 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	81
5.1.2 การทดลองควบคุมความเร็วรอบ Manual.....	81
5.1.3 การทดลองการทำงานของสตีปิ้งมอเตอร์ Auto.....	81
5.1.4 การทดลองการทำงานของหน้าจอตักสกรีนโหมด Manual.....	81
5.1.5 การทดลองการทำงานของหน้าจอตักสกรีนโหมด Auto.....	81
5.1.6 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มฟนซอส.....	81
5.1.7 ผลการทำงานของฮีตเตอร์.....	81
5.1.8 ผลการทดลองการทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์.....	82
5.1.9 ผลการย่างเนื้อโหมด Manual.....	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.10 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมต Auto.....	82
5.1.11 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 300 กรัม.....	82
5.1.12 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 300 กรัม	82
5.1.13 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 300 กรัม	82
5.1.14 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 300 กรัม	82
5.1.15 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 300 กรัม	83
5.1.16 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 500 กรัม.....	83
5.1.17 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 500 กรัม	83
5.1.18 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 500 กรัม	83
5.1.19 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 500 กรัม	83
5.1.20 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 700 กรัม.....	83
5.1.21 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 700 กรัม	83
5.1.22 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 700 กรัม	84
5.1.23 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 700 กรัม	84
5.1.24 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 700 กรัม	84
5.1.25 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน โหมต Manual	84
5.1.26 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน โหมต Auto.....	84
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
IX
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 ข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ปัญหา.....	84
เอกสารอ้างอิง.....	86
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมระบบเครื่องอย่างเนื้อวัว	88
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องอย่างเนื้อวัว.....	105
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้อุปกรณ์ (Datasheets).....	110
ประวัติผู้เขียน.....	126



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1	3
1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2	3
3.1 ตัวแปรที่ทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านอินพุต	26
3.2 ตัวแปรที่ทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านเอาต์พุต.....	27
4.1 ผลการทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	51
4.2 ผลการทดลองการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์โหมด Manual.....	53
4.3 ผลการทดลองการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์โหมด Auto.....	54
4.4 ผลการทดลองการทำงานการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual.....	55
4.5 ผลการทดลองการทำงานการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Auto.....	57
4.6 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มฟั่นซอส.....	58
4.7 ผลการทดลองการทำงานของฮีตเตอร์.....	59
4.8 ผลการทดลองการทำงานของโซลิดสเตตรีเลย์.....	60
4.9 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Manual.....	61
4.10 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare.....	63
4.11 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium Rare.....	64
4.12 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Medium.....	65
4.13 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมเวล.....	66
4.14 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Well Done.....	67
4.15 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบแรร์.....	69
4.16 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมแรร์.....	70
4.17 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียม.....	71
4.18 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมเวล.....	72
4.19 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบเวลตัน.....	73
4.20 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบแรร์.....	74
4.21 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมแรร์.....	75
4.22 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียม.....	76
4.23 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมเวล.....	77
4.24 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบเวลตัน.....	78
4.25 การทดลองการแจ้งเตือนหลังการทำงานเสร็จสิ้นโหมด Manual.....	79
4.26 การทดลองการแจ้งเตือนหลังการทำงานเสร็จสิ้นโหมด Auto.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไดอะแกรมโครงสร้างของ PLC	6
2.2 พีแอลซี เอฟเอ็กซ์ 3 ยู- 24 เอ็มที (FX3U-24MT).....	7
2.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล	8
2.4 รูปกราฟค่าโอเวอร์ชูท.....	8
2.5 รูปกราฟการควบคุมแบบ PID	9
2.6 ตัวอย่าง Heater ชนิดท่อ.....	9
2.7 ฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์(Magnesium Oxide).....	10
2.8 สแตนเลส (Stainless).....	11
2.9 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ.....	12
2.10 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอาร์ทีดี พีที 100 แบบ 3 สาย.....	13
2.11 สเต็ปปีงมอเตอร์.....	14
2.12 ภาพโครงสร้างสเต็ปปีงมอเตอร์.....	14
2.13 การทำงานของสเต็ปปีงมอเตอร์.....	15
2.14 ไดรฟ์สเต็ปปีงมอเตอร์ทีปี6600.....	15
2.15 ป้อนน้ำ DC24V GREEN-08	16
2.16 โซลิตสเตรรี่.....	16
2.17 แสดงโครงสร้างภายในของโซลิตสเตรรี่	17
2.18 หัวฉีดสเปรย์.....	18
2.19 ซีล็คเตอร์สวิตช์.....	18
2.20 บัชเซอร์.....	19
2.21 หน้าจอ (HMI).....	19
2.22 การเชื่อมต่อ RS232 และ การเชื่อมต่อ RS485	20
2.23 เนื้อส่วนต่าง ๆ ของวิว.....	21
3.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องอย่างเนื้อวิว	22
3.2 การทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวิว	24
3.3 วงจรการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวิว	25
3.4 การออกแบบคำสั่งการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวิว.....	28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 การออกแบบคำสั่ง RS485.....	29
3.6 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Manual.....	30
3.7 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Auto การย่ำแบบแรร์.....	30
3.8 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Auto การย่ำแบบมีเดียมแรร์และมีเดียม.....	31
3.9 การออกแบบโหมดการย่ำแบบมีเดียมเวลและเวลตัน.....	32
3.10 การออกแบบการหมุนของมอเตอร์โหมด Auto.....	33
3.11 ไอคอนของโปรแกรม SKTOOL.....	34
3.12 หน้าต่างสร้างไฟล์โปรเจคใหม่.....	34
3.13 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่.....	35
3.14 การกำหนดการเชื่อมต่อ New Link.....	35
3.15 การกำหนดสีของหน้าจอทัชสกรีน.....	36
3.16 สีของหน้าจอทัชสกรีนที่ออกแบบ.....	36
3.17 รูปการเลือกชนิดปุ่ม Screen Button.....	37
3.18 รูปการณตั้งค่าปุ่ม Screen Button.....	37
3.19 รูปการเลือกชนิดปุ่ม Bit Button.....	38
3.20 รูปการณตั้งค่าปุ่ม Bit Button.....	38
3.21 การเลือกชนิดปุ่ม Numeric Entry.....	39
3.22 การเลือกชนิดปุ่ม Numeric Display.....	39
3.23 การเลือกชนิดปุ่ม Bit Lamp.....	40
3.24 การออกแบบของตัวเครื่อง 3 มิติ.....	40
3.25 การออกแบบของจริง.....	41
3.26 เตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อว้าว.....	41
3.27 ประตุเตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อว้าว.....	42
3.28 ขาตั้งเตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อว้าว.....	42
3.29 ตะแกรงอย่างเนื้อว้าว.....	43
3.30 ฮิตเตอร์.....	43
3.31 หัวพ่นซอสและท่อลำเลียงน้ำซอส.....	45
3.32 ถังพ่นซอสและถังระบายน้ำซอส.....	45
3.33 ตึกตาลูกปืนจับแกน.....	46
3.34 ตึกตาลูกปืนจับแกนมอเตอร์.....	46

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.35 ตู้ควบคุมและสั่งงานเครื่องอย่างเนื้อวัว	47
3.36 อุณหภูมิที่ต้องการอย่างแบบแรร์	48
3.37 อุณหภูมิที่ต้องการอย่างแบบมีเดียมแรร์	48
3.37 อุณหภูมิที่ต้องการอย่างแบบมีเดียม	49
3.39 อุณหภูมิที่ต้องการอย่างแบบมีเดียมเวล	49
3.40 อุณหภูมิที่ต้องการอย่างแบบเวลคั้น	50
4.1 อุณหภูมิที่วัดได้จาก PT100	52
4.2 อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิล	53
4.3 ขณะปั๊มพ่นขอสทำงาน	58
4.4 แรงดันไฟฟ้าขณะปั๊มพ่นขอสทำงาน	59
4.5 สถานะ LED ดิจิโอสตรีเลย์ทำงาน	61
4.6 การย่างเนื้อหมู	59
4.7 การย่างเนื้อไก่	59
4.8 การย่างเนื้อวัว	59
4.9 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	63
4.10 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	65
4.11 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	66
4.12 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	67
4.13 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	68
4.14 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	69
4.15 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	70
4.16 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	71
4.17 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	72
4.18 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	73
4.19 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	74
4.20 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	75
4.21 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	76
4.22 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	77
4.23 อุณหภูมิในเนื้อวัวได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้	78

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการนี้อย่างเนื่อว้ว ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงการปริญญาโท

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีการทานอาหารกันอย่างหลากหลายรูปแบบหนึ่งในนั้นคือเนื้ออย่างที่ทำจากเนื้อวัวซึ่งเป็นที่ยอมรับและชอบของคนยุคนี้เป็นอย่างมากในอดีตมนุษย์นั้นไม่รู้จักวิธีการปรุงเนื้อสัตว์จึงรับประทานเนื้อกันแบบสด ๆ แต่ก็เกิดเหตุการณ์ที่มนุษย์ในอดีตนั้นทำให้เนื้อสัตว์นั้นลงไปกองไฟจึงทำให้เกิดเนื้ออย่างขึ้นมาตั้งแต่บัดนั้นมนุษย์ก็มีการพัฒนาการปรุงอาหารมาจนถึงปัจจุบันนั่นเอง

จากปัญหาที่พบในปัจจุบันนี้การย่างเนื้อว้วนั้นต้องใช้บุคลากรในการย่างเนื้อเป็นจำนวนมาก โดยแต่ละคนนั้นสามารถย่างเนื้อวัวได้ไม่เกิน 2 ชิ้นเพราะจะทำให้ไม่สามารถควบคุมความสุกของเนื้อได้ทันจึงอาจจะทำให้เนื้อวัวที่ย่างนั้นเกิดการไหม้ได้จึงได้สร้างเครื่องย่างเนื้อว้วนขึ้นมาแก้ไขปัญหาคือเกิดขึ้นในปัจจุบันนั่นเองเพื่อลดการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหารเพื่อให้ได้รับประทานเนื้ออย่างได้อย่างไม่เป็นกังวลแล้วปลอดภัยต่อสุขภาพนั่นเอง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาโปรแกรมเบิลลจิกคอนโทรลเลอร์
- 2) เพื่อศึกษาการย่างเนื้อว้วนในแต่ละระดับ
- 3) เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานสเต็ปมอเตอร์กับโปรแกรม PLC
- 4) เพื่อศึกษาการออกแบบหน้าจอสกรีนเข้ากับโปรแกรม PLC
- 5) เพื่อศึกษาการออกแบบระบบควบคุมความร้อนด้วยฮีตเตอร์ร่วมกับโปรแกรม PLC
- 6) เพื่อศึกษาการใช้งานเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

เครื่องย่างเนื้อว้วนควบคุมด้วยการทำงานด้วยโปรแกรมเบิลลจิกคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรม (GX Work2) เป็นโปรแกรมในการเขียนชุดสั่งต่าง ๆ เพื่อควบคุมการทำงานในส่วนของมอเตอร์และหน้าจอสกรีนและการควบคุมอุณหภูมิเครื่องย่างเนื้อว้วนสามารถย่างเนื้อว้วนได้ 5 ระดับ

- 1) แรร์ (Rare), 2) มีเดียมแรร์ (Medium Rare), 3) มีเดียม (Medium), 4) มีเดียม เวล (Medium Well)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Well), 5) เวลตัน (Well Done) เครื่องสามารถย่างเนื้อวัวได้ทั้งหมด 5 ชั้นและมีระบบพ่นซอสอัตโนมัติ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1) ควบคุมความร้อนตั้งแต่ 50 ถึง 100 องศาเซลเซียสปรับอุณหภูมิ ครั้งละ 5 องศาเซลเซียส ค่าความผิดพลาด 3 เปอร์เซ็นต์

2) มีหน้าจอแสดงผล และสั่งงานผ่านระบบ

3) มี 2 โหมดการย่าง

3.1) ระบบ Auto

แบบ Rare แบบ Medium Rare

แบบ Medium แบบ Medium Well

แบบ Well done

3.2) ระบบ Manual ปรับอุณหภูมิครั้งละ 5 องศาเซลเซียส

4) เครื่องสามารถพ่นซอสปรุงรสประเภทน้ำได้

5) มีที่ระบายน้ำมัน และซอสปรุงรสออกจากเตา

6) เตาสามารถย่างเนื้อวัวได้ ครั้งละ 5 ชั้น ชั้นละ 300 ถึง 700 กรัม

7) มีเสียงแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1) ได้เรียนรู้หลักการทำงานและควบคุมของพีแอลซี

2) ได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม (GX Work2)

3) สามารถนำเครื่องย่างเนื้อวัวไปใช้งานได้จริง

4) ได้รับความรู้และมีความเข้าใจในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานของเครื่องย่างเนื้อวัวที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 แผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1) คิดหัวข้อโครงงานนำเสนอ	←→			
2) ออกแบบเขียนโปรแกรม PLC เพื่อควบคุมจอแสดงผล		←→		
3) ออกแบบระบบและทดสอบ โหมดManual				
4) ออกแบบการหมุนของ Stepping motor				
5) ออกแบบการควบคุม Heater และทดสอบการใช้งาน			←→	
6) ทดลองการทำงานของ เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ				
7) ทดลองอุณหภูมิที่ใช้ในการย่าง เนื้อวัว				←→
8) ออกแบบโครงสร้างและจัดทำ เครื่องอย่างเนื้อวัว				

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1) เครื่องสามารถ ควบคุมผ่าน จอแสดงผล	←→				
2) ออกแบบระบบ และทดสอบโหมดการ ทำงานAuto		←→			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน					
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	
3) เครื่องสามารถทำ ความร้อนในการย่าง เนื้อวัวได้ 5 ระดับ		←————→				
4) เครื่องสามารถ ควบคุมการหมุนในแต่ละ โหมดของการย่าง			←————→			
5) มีฟังก์ชันการย่างใน แต่ละโหมดการย่าง				←————→		
6) มีการฟ้นซอสในการ ย่าง					←————→	
7) ทดสอบประสิทธิภาพ ของการทำงานของ เครื่องย่างเนื้อวัว					←————→	

1.7 โครงสร้างปริญญาโท

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องย่างเนื้อวัวด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมในการทำงาน อธิบายขั้นตอนการทำงาน ผลการทดลอง และสุดท้ายจะเป็นการสรุป และข้อเสนอแนะ

บทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตของปริญญาโท ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนการดำเนินงานและโครงสร้างของ ปริญญา โท

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทนี้จะกล่าวถึง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โปรแกรม (GX Work2) ฮีตเตอร์ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ รีเลย์ สเต็ปมิ่งมอเตอร์ และจอตซ์สกรีน เป็นต้น

บทที่ 3 วิธีการออกแบบวงจรในบทนี้จะกล่าวถึง บล็อกไดอะแกรม การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบวงจรการออกแบบโปรแกรม และเครื่องย่างเนื้อวัว

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ในบทนี้จะกล่าวถึง การทดลองการย่างเนื้อวัว โดยใช้คำสั่งแลตเตอร์การทดลองการย่างเนื้อในแต่ละระดับความสุกรวมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลเลอร์ (PLC) การทดลองรับค่าจากหน้าจอตู้ชกรีน การทดลองหมุนสแต็ปมอเตอร์ การทดลองการใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิของการย่างเนื้อ

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง สรุปการทำงาน of เครื่องอย่างเนื้อวัว และข้อเสนอแนะ



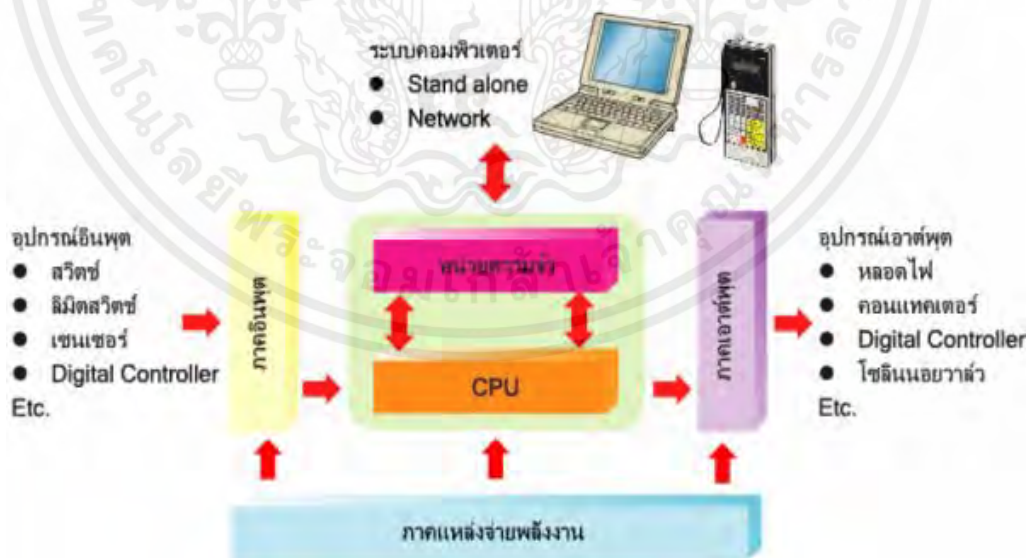
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาคำว่าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอย่างเนื้อวัว ได้แก่ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller), พีแอลซีเอฟเอ็กซ์สามยู-ยี่สิบสี่เอ็มที (FX3U-24MT), เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital Temperature Controller), ฮีตเตอร์ (Heater) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermocouple), สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor), ไดรฟ์สเต็ปป์มอเตอร์ (Drive Stepping Motor), ปั๊มน้ำ (Water Pump), โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay), หัวฉีดสเปรย์ (Spraying System), ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch), บัซเซอร์ (Buzzer), หน้าจอ (Human Machine Interface), เนื้อวัว (beef)

2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller)

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ [1] จัดเป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงาน มีขนาดเล็ก ออกแบบมาเพื่อใช้งานอุตสาหกรรม ที่ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้งานได้ง่าย สะดวก มีระบบตรวจสอบตัวเอง การทำงานสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานภายในตามโครงสร้างของประกอบด้วยหน่วยงานที่สำคัญ ได้แก่หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต และหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้างดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ไดอะแกรมโครงสร้างของ PLC

(ที่มา : มีเดีย ซีสเต็ม, 25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พีแอลซีเอฟเอ็กซ์สามยู-ยี่สิบสี่เอ็มที (FX3U-24MT)

พีแอลซีเอฟเอ็กซ์สามยู-ยี่สิบสี่เอ็มที [2] ดังรูปที่ 2.2 ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเลดเดอร์ (Ladder) ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีเลย์ (Relay), โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid), ไฟลัดแลมป์ (Pilot Lamp), แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (magnetic contactor) และอุปกรณ์อื่น ๆ อีกมากมาย และในส่วนของสัญญาณอินพุต เช่น รีดสวิตช์ (Read Switch), โฟโตสวิตช์ (Photo Switch), สวิตช์ปุ่มกด (Push button), ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch) และอุปกรณ์อื่น ๆ อีกมากมายที่ให้สัญญาณเป็น Low และ High นอกจากนี้ยังมีขานาล็อก (Analog) อินพุต และเอาต์พุต สำหรับรับค่าแรงดัน 0-10 โวลต์ และควบคุมการจ่ายแรงดัน 0-10 โวลต์ ทั้งนี้ยังเพิ่มในส่วนของอาร์เอส 485 (RS485) อีก 2 ช่องเพื่อรองรับการเชื่อมต่อเอสเอ็มไอ (HMI) แทนช่องอาร์เอส 232 (RS232) ทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น โดยมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเลดเดอร์ด้วยโปรแกรม



รูปที่ 2.2 พีแอลซี เอฟเอ็กซ์ 3 ยู- 24 เอ็มที (FX3U-24MT)

(ที่มา : <https://th.aliexpress.com/i/4000306798331.html>)

2.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital Temperature Controller)

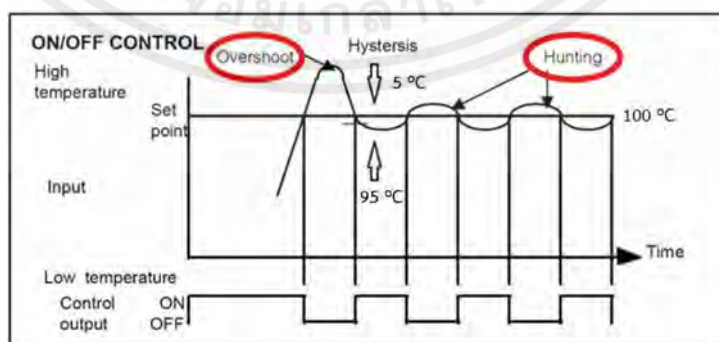
เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล [3] ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ทั้ง ร้อน และเย็น หรือ ทั้งร้อน และเย็นพร้อมกัน โดยมีความเที่ยงตรงสูง และสามารถใช้งานได้หลากหลาย รวมถึงสามารถต่อเข้ากับระบบควบคุมแบบใหม่ได้ เช่น อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) เพื่อเก็บข้อมูล หรือการควบคุมจากระยะไกลผ่านทางพอร์ตการสื่อสาร เช่น อาร์เอส 485 หรือ โมดบัส (MODBUS) โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานของตัวควบคุมได้แก่ หน้าจอแสดงผลค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทำงาน (PV) ส่วนของการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม (SV) ช่องรับสัญญาณอินพุต และช่องส่งสัญญาณเอาต์พุต



รูปที่ 2.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล
(ที่มา : <https://www.iamall.co.th/>)

2.3.1 วิธีที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิแบบพื้นฐาน

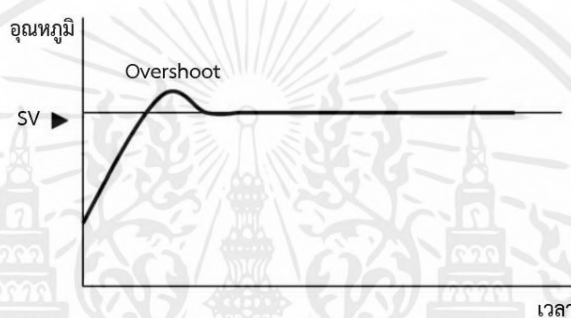
1) การควบคุมแบบปิดเปิด (ON/OFF) เป็นการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งคือตัด และต่อ หรือ เอาต์พุตจะเปลี่ยนระหว่าง 0 เปอร์เซ็นต์กับ 100 เปอร์เซ็นต์ เอาต์พุตจะตัดเมื่ออุณหภูมิถึงค่าเซ็ทพอยท์ (set point) เท่านั้น ซึ่งในการควบคุมแบบปิดเปิดทั้งการตัดต่อเอาต์พุตด้วยการตัดต่อด้วยความถี่สูง ๆ จะทำให้หน้าสัมผัสเสื่อมสภาพเร็วหรือเกิดการอาร์คติดกัน ค่าฮิสเทรีซิส (Hysteresis) เป็นค่าที่ใช้ตั้งเพื่อกำหนดให้เอาต์พุตที่ตัดที่จุดเซ็ทพอยท์แล้วนั้นกลับมาต่อเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า เซ็ทพอยท์เท่าใดตัวอย่างเช่น ถ้าตั้งเซ็ทพอยท์ไว้ที่ 100 องศาเซลเซียส และตั้งค่าฮิสเทรีซิสไว้ที่ 5 องศาเซลเซียสเอาต์พุตจะตัดที่ 100 องศาเซลเซียส และจะกลับมาต่อที่ 95 องศาเซลเซียสเป็นแบบนี้ไปเรื่อย ๆ ทำให้ลักษณะการควบคุมแบบปิด-เปิดนี้จะมีค่าอุณหภูมิแกว่งไปมารอบ ๆ ค่าเซ็ทพอยท์ และจะมีโอเวอร์ชูตดังรูปที่ 2.4 (Overshoot) ทุกครั้งขณะเริ่มต้นการควบคุมโอเวอร์ชูต คืออุณหภูมิที่สูงเกินค่าเซ็ทพอยท์ในครั้งแรกขณะเริ่มทำการควบคุม หรือจากการที่ระบบถูกรบกวนจากภายนอก หรือการเปลี่ยนค่าของอุณหภูมิที่แกว่งไปมาตามรอบของเอาต์พุตที่จ่ายออกมาจากการควบคุม โดยส่วนมากจะแกว่งรอบ ๆ ค่าเซ็ทพอยท์



รูปที่ 2.4 รูปกราฟแสดงค่าโอเวอร์ชูต
(ที่มา : <https://www.iamall.co.th/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การควบคุมแบบ PID การควบคุมแบบ PID ช่วยให้การควบคุมมีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งการควบคุมแบบ P ลดโอเวอร์ชูท และการควบคุมแบบ I ลดค่าออฟเซ็ท (Offset) ดังรูปที่ 2.5 ซึ่ง ออฟเซ็ทคือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเซ็ทพ้อยท์กับค่าที่วัดได้คงที่ค่าหนึ่งเสมอ ส่วนการควบคุมแบบ D จะตอบสนองต่อสิ่งรบกวนจากภายนอก ซึ่งในการควบคุมแบบ PID จำเป็นต้องตั้งค่า P, I และ D ด้วยแต่เนื่องจากตัวควบคุมอุณหภูมินี้มีฟังก์ชันที่ช่วยในการปรับค่า PID ตามสภาพแวดล้อมภายนอกให้เหมาะสม โดยการทำงานของ PID จะช่วยลดโอเวอร์ชูทเนื่องจากการควบคุมแบบ ปิด-เปิดจะตัดเมื่อค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทำงาน ถึงค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม แต่การควบคุมแบบ PID จะตัดการทำงานก่อนที่จะถึงค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมซึ่งช่วงในการตัดจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอกที่ได้ทำการ



รูปที่ 2.5 รูปกราฟการควบคุมแบบ PID

(ที่มา : <https://www.iamall.co.th/>)

2.4 ฮีตเตอร์ (Heater)

ฮีตเตอร์ [4] เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งดังรูปที่ 2.6 ที่มีคุณสมบัติให้ความร้อน หลักการทำงานจะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงไปยังตัวนำที่เป็นลวด (ตัวต้านทาน R) ทำให้ลวดเกิดความร้อนแหล่งจ่ายไฟดังกล่าวจะสามารถจ่ายไฟได้กับแรงดันที่ 220 โวลต์ และ 380 โวลต์



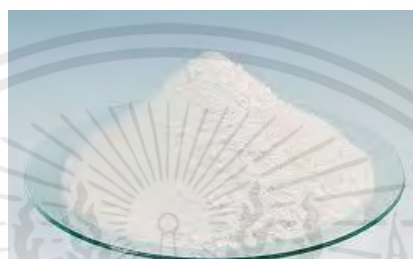
รูปที่ 2.6 รูปฮีตเตอร์

(ที่มา: <https://www.mtheattech.co.th>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของฮีตเตอร์มีดังนี้

1) ฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium Oxide) เป็นฉนวนที่ออกแบบมาเพื่อใช้เป็นตัวป้องกันภายนอกดังรูปที่ 2.7 มีคุณสมบัติด้านการนำความร้อนที่ดีมาก และค่าความนำทางต่ำ จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวกั้นระหว่างฮีตเตอร์ ลวด และปลอกโลหะ ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของกระแสไฟฟ้าที่อาจมาจากลวดฮีตเตอร์ไปยังผิวโลหะด้านนอก อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องกันคือความชื้นไม่ควรให้เกิดขึ้นภายในฉนวน ไม่เช่นนั้นค่าความนำไฟฟ้าจะสูงขึ้น จนเกิดเป็นอันตรายตามมา ดังนั้นวิธีป้องกัน และแก้ไขแบบง่าย ๆ คือให้นำฮีตเตอร์ไปอบในเตาอบเพื่อกำจัดความชื้นออกไป



รูปที่ 2.7 ฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium Oxide)
(ที่มา: <https://th.thermo-heater.com>)

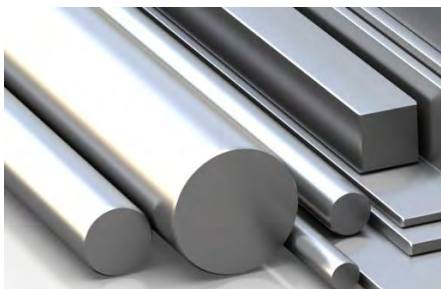
2) สแตนเลสเป็นส่วนประกอบที่นำมาใช้ในการผลิตฮีตเตอร์ดังรูปที่ 2.8 จะแบ่งออกเป็นหลากหลายชนิด การเลือกแต่ละชนิดมาใช้ ก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการต่างกันไป โดยแบ่งย่อยออกเป็น

สแตนเลส 304 เน้นสำหรับใช้ในงานที่ต้องการขึ้นรูปสำหรับการตกแต่ง มีคุณสมบัติป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี

สแตนเลส 316 ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ป้องกันสนิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมหนัก และสถานที่ ๆ มีความเป็นกรดต่างสูง อย่างเช่น ทะเล

สแตนเลส 430 ทนต่อการกัดกร่อนจากความเครียดที่เกิดจากคลอไรด์ได้ดีกว่าเฟอร์ริกหลายชนิด นอกจากนี้ยังทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเมื่อมีกรดอินทรีย์เจือจางและต่างหลายชนิด สิ่งนี้ทำให้สแตนเลส 430 เหมาะสำหรับการใช้งานในครัว

3) ลวดฮีตเตอร์ซึ่งมีส่วนประกอบของนิเกิลอยู่ 80 ต่อโครเมียม 20 คุณสมบัติก็คือความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 1,400 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.8 สแตนเลส

(ที่มา : <https://www.supremelines.co.th>)

2.4.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของฮีตเตอร์ท่อกลม มีดังนี้

1) ท่อสแตนเลส 304, 316, และ 430 สำหรับงานทั่วไปท่อสแตนเลสเกรดสูง SUS316 และ SUS430 จะใช้ในงานที่ทนสารเคมี

2) แมกนีเซียมออกไซด์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนที่ดี คือให้ความร้อนผ่านตัวของมันไปได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังเป็นตัวต้านทานไฟฟ้าที่ดี คือจะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน หรือไหลผ่านได้แต่น้อยมาก การเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทำให้สามารถที่จะออกแบบให้ลวดฮีตเตอร์ที่ขดเป็นวงกลมรูปร่างแบบเดียวกับสปริง อยู่ใกล้กับผิวในของท่อเหล็กได้มากขึ้น โดยไม่เกิดการช็อตกัน ซึ่งทำให้ลวดฮีตเตอร์ขาด จึงสามารถทำให้ลวดฮีตเตอร์ท่อกลมมีขนาดโตขึ้น และทำให้ลวดฮีตเตอร์ไฟฟ้ามีความสามารถผลิตความร้อนได้ดี

3) ลวดฮีตเตอร์ทำจากโลหะผสมของนิกเกิล หรือนิกโครม ซึ่งส่วนผสมจะแตกต่างกัน เช่น ลวดนิกโครม 80 จะมีนิกเกิล 80 เปอร์เซ็นต์และโครเมียม 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลวดนิกโครม 60 จะมีนิกโครม 60 เปอร์เซ็นต์โครเมียม 16 เปอร์เซ็นต์และเหล็ก 24 เปอร์เซ็นต์ ลวดนิกโครมเป็น 10 ลวดที่มีความต้านทานสูง ต่างกับลวดสายไฟฟ้าหรือลวดทองแดงที่มีความต้านทานต่ำ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดนิกโครมก็จะทำให้ลวดนิกโครมร้อนขึ้นตามปริมาณกระแสไฟที่ผ่านเข้าไป ลวดนิกโครม 80 มีจุดหลอมเหลวที่ 1,400 องศาเซลเซียส แต่ไม่ควรใช้ความร้อนเกิน 100 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเหมาะสมสำหรับพันเป็นคอยล์ ฮีตเตอร์ที่มีกำลังวัตต์สูง ส่วนลวด ลวดนิกโครม 60 จะมีจุดหลอมเหลวที่ 1,350 องศาเซลเซียส แต่ไม่ควรใช้ความร้อนเกิน 900 องศาเซลเซียส

ลวดฮีตเตอร์มีหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถพิจารณาได้ ดังสมการที่ 2.1

$$P = V^2/R \quad (2.1)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า

V คือ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปลายขดลวดฮีตเตอร์

R คือ ความต้านทานของลวดฮีตเตอร์

2.5 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Thermocouple)

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ [5] หรือที่เรียกกันว่า เทอร์โมคัปเปิลดังรูปที่ 2.9 เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิซึ่งประกอบด้วยโลหะต่างชนิดกัน 2 เส้น เชื่อมปลายทั้งสองเข้าด้วยกันทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า และเมื่ออุณหภูมิของโลหะทั้งสองไม่เท่ากัน ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงสามารถแปลงเป็นค่าอุณหภูมิได้ นอกจากจะถูกใช้เป็นส่วนเซ็นเซอร์สำหรับเครื่องมือวัดและควบคุมอุณหภูมิยังใช้ในการแปลงค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นกระแสไฟฟ้าได้อีกด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ถูกผลิตในการพาณิชย์จะมีราคาสูง ซึ่งจะวัดอุณหภูมิได้ในช่วงที่กว้างมาก ในส่วนของข้อจำกัดที่สำคัญของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ คือค่าความถูกต้องของค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิจะอยู่ที่ ± 1 องศาเซลเซียส

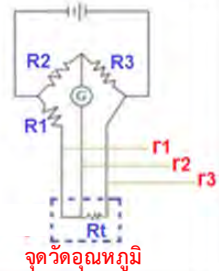
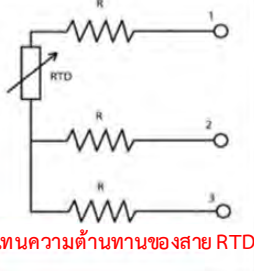



รูปที่ 2.9 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

(ที่มา : <https://mall.factomart.com/application-of-temperature-rtd/>)

2.5.1 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิจะทำให้สามารถแยกแยะเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแต่ละชนิดได้ว่า เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ มีความแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้มิเตอร์วัดค่าความต้านทานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิชนิดนั้น ๆ ซึ่งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแต่ละประเภทมีหลักการทำงานอย่างไร ในหัวข้อนี้จะมาแนะนำกันเริ่มต้นจากอาร์ทีดี พีที100 (RTD/PT100) เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่ค่าความต้านทานของโลหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิจะมีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.10

โครงสร้าง RTD/PT100	สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ RTD/PT100
		

รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอาร์ทีดี พีที100 แบบ 3 สาย

(ที่มา : <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info>)

2.5.2 หลักการทำงานของอาร์ทีดีและ พีที100

วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของลวดโลหะ ซึ่งที่ 0 องศาเซลเซียส จะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งตามที่กำหนด เช่น อาร์ทีดีและ พีที100 จะมีค่า 0 องศาเซลเซียสที่ 100 โอห์ม โดยลวดโลหะนี้จะพันอยู่บนแกนที่เป็นฉนวนไฟฟ้า มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน แกนสำหรับพันลวดส่วนใหญ่ทำมาจากแพลตตินัมที่เคลือบด้วยเซรามิก ขดลวดนี้ต้องทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน เพราะเมื่อขดลวดได้รับความร้อนจะขยายตัวและเมื่อเย็นลงจะหดตัว

โดยหลักการของ RTD คือความต้านทานของลวดที่เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ ซึ่งเป็นไปตามสมการ ดังสมการที่ 2.2

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t) \quad (2.2)$$

R_t คือ ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ t องศาเซลเซียส

R_0 คือ ค่าความต้านทานของลวดโลหะที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

α คือ สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ออุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส 0.00385 โอห์ม/องศาเซลเซียส

2.6 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor)

สเต็ปป์มอเตอร์ [6] เป็นอุปกรณ์แอตต์พุดอย่างหนึ่งซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมได้สะดวกดังรูปที่ 2.11 และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเต็ปป์มอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้น ๆ ละองศา 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปป์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนั้น ๆ สเต็ปป์มอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่องไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ป ๆ ได้ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปป์มอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิทัล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (Plotter) ดิสก์ไดรฟ์ (Disk drive)

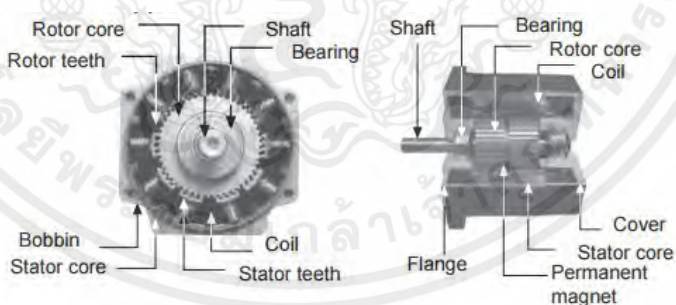


รูปที่ 2.11 สเต็ปป์มอเตอร์

(ที่มา : <http://www.9ddn.com/content.php?pid=884>)

2.6.1 หลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์

สเต็ปป์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ โดยโครงสร้างภายในนั้นจะประกอบไปด้วยขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ (Stator) ดังรูปที่ 2.12 ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนจะมีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละซี่ที่ยื่นออกมานั้นจะมีขดลวดคอยล์พันอยู่ เมื่อมีกระแสผ่านคอยล์จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น

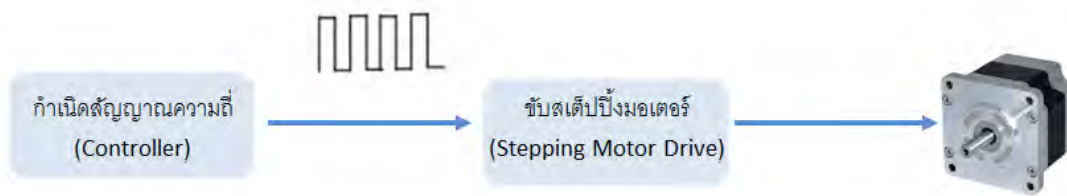


รูปที่ 2.12 ภาพโครงสร้างสเต็ปป์มอเตอร์

(ที่มา : <https://mall.factomart.com/principle-of-stepping-motor/>)

ในการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์นั้นจะไม่สามารถขับเคลื่อนหรือทำงานเองได้ จำเป็นต้องมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณหรือจ่ายพัลส์ไปให้วงจรขับเคลื่อนสเต็ปป์มอเตอร์ดังรูปที่ 2.13 การสร้างสัญญาณนั้นจะเป็นต้องสร้างและเรียงลำดับขดลวดสัญญาณด้วย และอีกสิ่งที่สำคัญคือการดูแลตำแหน่งของสายที่ทำการต่อเข้ากับตัวสเต็ปป์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การทำงานของสเต็ปมอเตอร์

(ที่มา : <https://mall.factomart.com>)

2.7 ไดรฟ์สเต็ปมอเตอร์ (Drive Stepping Motor)

สเต็ปมอเตอร์ และไดรฟ์ [7] คือ มอเตอร์ที่ใช้ระบบการควบคุมการหมุนในการเคลื่อนที่ของรอบการหมุนให้หมุนไปตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยจะรับสัญญาณจาก PLC หรืออุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติอื่น เป็นอุปกรณ์ที่มาควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ให้หมุนไปตามตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ ซึ่งมีสเต็ปมอเตอร์ และ ไดรฟ์สเต็ปมอเตอร์ สำหรับงานควบคุมดังกล่าว ให้เลือกหลายขนาดเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน TB6600 เป็นชุดควบคุมปั๊มมอเตอร์โดยสามารถรองรับการใช้งานควบคุมความเร็วควบคุมทิศทางสามารถตั้งค่าไมโครสเต็ป Microste และตั้งค่าการควบคุมกระแสตั้งแต่ในส่วนของภาครับสัญญาณจะใช้ ออปโตคัปเปิลอร์ เพื่อแยกสัญญาณระหว่างภาคควบคุม และ กำลังเพื่อลดสัญญาณรบกวนดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ไดรฟ์สเต็ปมอเตอร์ที่บี6600

(ที่มา : <http://www.mikroelec.com>)

2.8 ปั๊มน้ำ Water Pump

ปั๊มน้ำ [8] คือเครื่องมือดังรูปที่ 2.15 ที่ช่วยในการส่งน้ำ มี 2 ส่วน มีหัวปั๊ม และมอเตอร์ มอเตอร์ทำหน้าที่หมุนให้ตัวปั๊มเคลื่อนที่เพื่อผลักดันน้ำจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งไปโดยแรงดัน และ ปริมาณน้ำตามการออกแบบของแต่ละการใช้งานช่วยเสริมน้ำให้แรงขึ้นไปอีกจุดหนึ่งได้พร้อม กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้นถ้าเราต้องการปริมาณน้ำมากแรงดันจะน้อย ถ้าเราต้องการปริมาณน้ำน้อยแรงดันจะมาก



รูปที่ 2.15 ปั๊มน้ำ DC24V GREEN-08
(ที่มา : <https://www.thaiwatersystem.com>)

2.9 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay)

โซลิดสเตตรีเลย์ หรือ SSR [9] เป็นอุปกรณ์สวิตช์ดังรูปที่ 2.16 แบบไม่มีส่วนเคลื่อนไหวที่ใช้ในการควบคุมกระแสไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์แบบไฟฟ้า แต่ไม่มีการใช้ส่วนของมอเตอร์ หรือแม่เหล็กเพื่อเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า เนื่องจากโซลิดสเตตรีเลย์ใช้การควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีอิเล็กทรอนิกส์ในตัวเพื่อควบคุมการส่งขนาดกระแสไฟฟ้าเข้าสู่โหลด (Load) หรือการต่อวงจรไฟฟ้า เช่นเดียวกับรีเลย์แบบไฟฟ้า โดยสามารถใช้เป็นสวิตช์เพื่อควบคุมไฟฟ้างาน



รูปที่ 2.16 โซลิดสเตตรีเลย์
(ที่มา : <http://www.mltelectronic.com>)

2.9.1 หลักการทำงาน โซลิดสเตตรีเลย์

โซลิดสเตตรีเลย์ ทำงานโดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีตัวรับ และตัวส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อกันผ่านสัญญาณไฟฟ้า โดยตัวรับจะรับสัญญาณควบคุมเข้ามา และเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งต่อไปให้กับตัวส่ง ตัวส่งจะตรวจสอบสัญญาณที่ได้รับ และเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้า

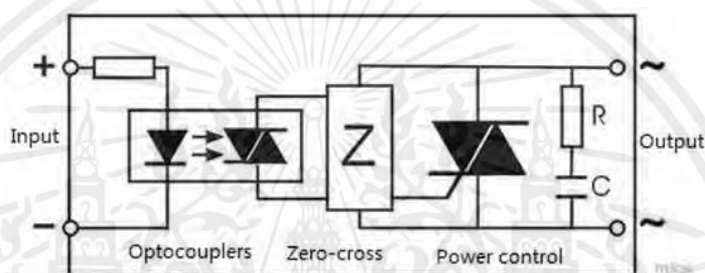
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามคำสั่งที่ได้รับจากตัวรับ ดังรูปที่ 2.17 โดยทั่วไปแล้ว โซลิตสเตรรีเลย์จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนรับ (Input) ที่รับสัญญาณควบคุมเข้ามา โดยปกติแล้วจะใช้สัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิทัลเพื่อควบคุมการทำงานของโซลิตสเตรรีเลย์

ส่วนตัวกำลัง (Power section) ที่เป็นส่วนที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า โดยมีการใช้อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวกำลังในการควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า

ส่วนอิสระ (Isolation section) ที่เป็นส่วนที่แยกวงจรควบคุม และวงจรไฟฟ้าออกจากกัน เพื่อป้องกันความเสียหาย หรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่วงจรควบคุมและวงจรไฟฟ้าอยู่ในระบบเดียวกัน



รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างภายในของโซลิตสเตรรีเลย์
(ที่มา : <http://maulana.lecture.ub.ac.id/>)

2.10 หัวฉีดสเปรย์ (Spraying System)

หัวฉีดสเปรย์ [10] เป็นอุปกรณ์หัวจ่ายน้ำของระบบการจ่ายน้ำประเภทระบบสเปรย์ดังรูปที่ 2.18 ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ฉีดพ่นโดยใช้แรงดันให้ต้นของเหลวหรือน้ำผ่านรูออกมาเป็นละอองเล็กๆ ลักษณะการฉีดของสเปรย์นั้นจะเป็นการฉีดออกมาปะทะกับแป้นปะทะของหัวฉีดให้น้ำกระจายหรือฉีดออกมาลักษณะเป็นลำเส้นเล็กๆ เพื่อให้กระจายเป็นฝอยละอองน้ำจะมีลักษณะที่ละเอียดน้อยกว่าระบบจ่ายน้ำประเภท ฟันหมอก แต่จะละเอียดกว่าระบบจ่ายน้ำประเภทสปริงเกลอร์



รูปที่ 2.18 หัวฉีดสเปรย์
(ที่มา : <https://shopee.co.th/Ftth>)

2.11 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch)

ซีเล็คเตอร์สวิตช์ [11] เป็นอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.19 ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทคที่อยู่ภายในเปลี่ยนสถานะปิด (NC) หรือเปิด (NO) โดยซีเล็คเตอร์สวิตช์ทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ แบบสวิตช์ 2 ทางและสวิตช์ 3 ทาง



รูปที่ 2.19 ซีเล็คเตอร์สวิตช์
(ที่มา : <https://s2ins.com>)

2.12 บัซเซอร์ Buzzer

บัซเซอร์ [12] ดังรูปที่ 2.19 เรียกอีกอย่างว่า กริ่งเซรามิก เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก บัซเซอร์เป็นส่วนประกอบหลักของกริ่งแบบเพียโซอิเล็กทริก องค์ประกอบของเม็ดกริ่ง แท็บเล็ด ทำจากตะกั่วเซอร์โคเนตไททาเนตหรือตะกั่วไนโอเบทแมกนีเซียม วัสดุเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก แผ่นเซรามิกชุบด้วยอิเล็กโทรดสีเงินทั้งสองด้าน โพลาริซ์ และมีอายุแล้วยึดกับแผ่นทองเหลือง หรือสแตนเลส



รูปที่ 2.20 ปัดเซอร์
(ที่มา : <https://s2ins.com>)

2.13 หน้าจอ (Human Machine Interface)

หน้าจอ [13] เป็นอุปกรณ์แสดงผลดังรูปที่ 2.21 ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือระบบอัตโนมัติได้ มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น รถยนต์ ความบันเทิง อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์การแพทย์ การธนาคาร และอุตสาหกรรมการผลิต ในการใช้งานทางอุตสาหกรรมหน้าที่หลักของหน้าจอคือการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเรียลไทม์ระหว่างมนุษย์และอุปกรณ์การผลิตผ่านตัวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์, อุปกรณ์ปรับค่าความถี่ และมีเตอร์ต่าง ๆ หน้าจอ HMI สามารถแสดงข้อมูลปัจจุบันแสดงผลย้อนกลับได้ นอกจากนี้ยังดำเนินการรับคำสั่งการทำงานผ่านอุปกรณ์อินพุต เช่น หน้าจอสัมผัส แป้นพิมพ์ หรือเมาส์



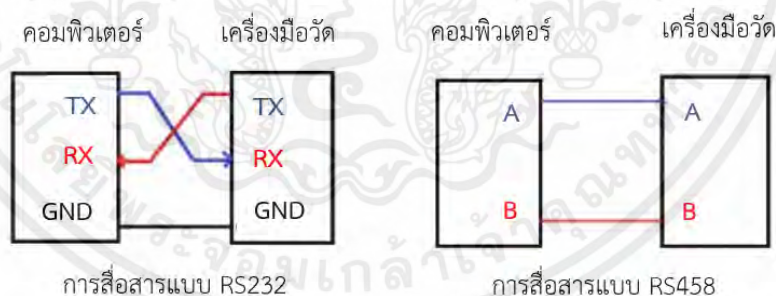
รูปที่ 2.21 หน้าจอ (HMI)
(ที่มา : <http://www.siam-Automation.com/>)

2.14 มาตรฐานอาร์เอส 485 อาร์เอส 232 (RS-485 / RS-232)

อินเทอร์เฟซอาร์เอส 232 [14] ใช้สายสัญญาณ และสายส่งสัญญาณกลับเพื่อสร้างรูปแบบการส่งสัญญาณภาคพื้นดินทั่วไปการส่งสัญญาณภาคพื้นดินทั่วไปนี้มีแนวโน้มที่จะรบกวนโหมดทั่วไป ดังนั้นการรบกวนการป้องกันเสียงรบกวนจึงอ่อนเนื่องจากระยะการส่งข้อมูลจำกัดค่ามาตรฐานระยะการส่งข้อมูลสูงสุดคือ 50 ฟุต อันที่จริงระยะการส่งข้อมูลสูงสุดคือ 50 เมตร มาตรฐานอินเทอร์เฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เอส 458 ได้รับการเสนอเนื่องจากขาดอินเทอร์เฟซอาร์เอส 232 และมีลักษณะดังรูปที่ 2.22 ทรรกะ "1" ของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอาร์เอส 458 นั้นแสดงโดยความต่างศักย์ระหว่างสองสายเป็น $+(2-6)V$ และทรรกะ "0" แสดงโดยความต่างศักย์ระหว่างสายทั้งสองเป็น $-(2-6)V$ ระดับสัญญาณอินเทอร์เฟซต่ำกว่าอาร์เอส 232 ไม่ทำให้ชิปของวงจรมินิอินเทอร์เฟซเสียหายได้ง่าย และระดับเข้ากันได้กับระดับ TTL และสะดวกในการเชื่อมต่อกับวงจรมินิอินเทอร์เฟซการส่งข้อมูลสูงสุดของอาร์เอส 458 คือ 10เมกะบิตอินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 เป็นการผสมผสานระหว่างตัวขับเสียงแบบบาลานซ์ และตัวรับส่วนต่าง ซึ่งเพิ่มความสามารถในการรบกวนโหมดทั่วไป กล่าวคือ ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีค่ามาตรฐานของระยะการส่งข้อมูลสูงสุดของอินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 คือ 4000 ฟุต ซึ่งจริง ๆ แล้วสามารถเข้าถึงได้ถึง 3000 เมตร นอกจากนี้ อินเทอร์เฟซอาร์เอส 232 ยังอนุญาตให้เชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณหนึ่งตัวบนบัสเท่านั้น นั่นคือความสามารถของสถานีเดียว อินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อเครื่องรับส่งสัญญาณได้สูงสุด 128 เครื่องบนบัส มีความสามารถหลายสถานี เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้อินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 เดียวเพื่อสร้างเครือข่ายอุปกรณ์ได้อย่างง่ายดาย เนื่องจากอินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 มีสัญญาณรบกวนที่ต่ำ ระยะการส่งข้อมูลที่ยาวนาน และความสามารถหลายสถานี ข้อดีที่กล่าวถึงข้างต้นทำให้เป็นอินเทอร์เฟซแบบอนุกรมที่ต้องการ เนื่องจากเครือข่ายฮาร์ดแวร์ที่ประกอบด้วยอินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 โดยทั่วไปต้องการเพียงสองสายเท่านั้น อินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 จึงใช้การส่งคู่บิดที่มีการป้องกัน ตัวเชื่อมต่อกับอินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 ใช้ซ็อกเก็ตปลั๊ก 9 พินของ DB-9 อินเทอร์เฟซอาร์เอส 458 กับเทอร์มินัลอัจฉริยะใช้ DB-9 (รู) และอินเทอร์เฟซแบบนพินอาร์เอส 458 ที่เชื่อมต่อกับแป้นพิมพ์ใช้ DB-9 (พิน)



รูปที่ 2.22 การเชื่อมต่อ RS232 และ การเชื่อมต่อ RS485

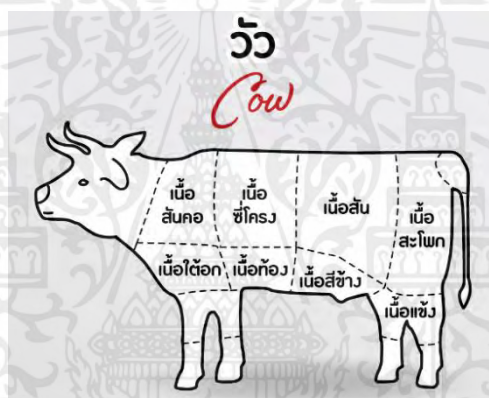
(ที่มา: www.tic.co.th)

2.15 เนื้อวัว (beef)

เนื้อวัว [15] เป็นแหล่งโปรตีนที่หลากหลาย ๆ คนโปรดปราน ซึ่งส่วนที่ทานได้นั้น เรียกได้ว่าแทบจะทั้งตัวเลย แต่รสสัมผัสของแต่ละส่วนก็จะแตกต่างกันไป และส่วนต่าง ๆ ของเนื้อวัว แบ่งเป็น 8 ส่วนใหญ่ ๆ ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) เนื้อสันคอ (Chunk) เป็นเนื้อส่วนที่มีความหนาเหมาะแก่การนำมาประกอบอาหารที่สุกอย่างช้า ๆ เช่น อบ สตู เคียว หรือย่าง
- 2) เนื้อใต้อก (Brisket) เหมาะกับการนำมาทำบาร์บีคิว หรือย่าง
- 3) เนื้อซี่โครงหรือ (Rib) สามารถแยกย่อยออกได้เป็น Short Rib (เนื้อติดซี่โครง), Rib eye (เนื้อไม่มีซี่โครงติดมา)
- 4) เนื้อท้อง (Plate) ไขมันเยอะส่วนใหญ่จะนำไปทำน้ำสต็อกเนื้อตุ๋นหรือสเต็กก็จะมี
- 5) เนื้อสัน (Loin) สัมผัสนุ่มมักจะนำไปหมักเพื่อทำเมนูอบ สเต็ก
- 6) เนื้อซี่ข้าง (Flank) สัมผัสไม่ค่อยนุ่ม มักจะนำไปหมักเพื่อทำเมนูอบ หรือ เนื้ออบ
- 7) เนื้อสะโพก (Round) เนื้อส่วนที่มีมันน้อยมักนำมา อบ ทำเนื้ออบ ย่าง ผัด สเต็ก
- 8) เนื้อหน้าแข้ง (Shank) เป็นเนื้อส่วนที่ติดกับขา มีความนุ่ม มักนิยมนำมาทำเป็น สตูและซूप



รูปที่ 2.23 เนื้อส่วนต่าง ๆ ของวัว
(ที่มา: <https://www.baanlaesuan.com>)

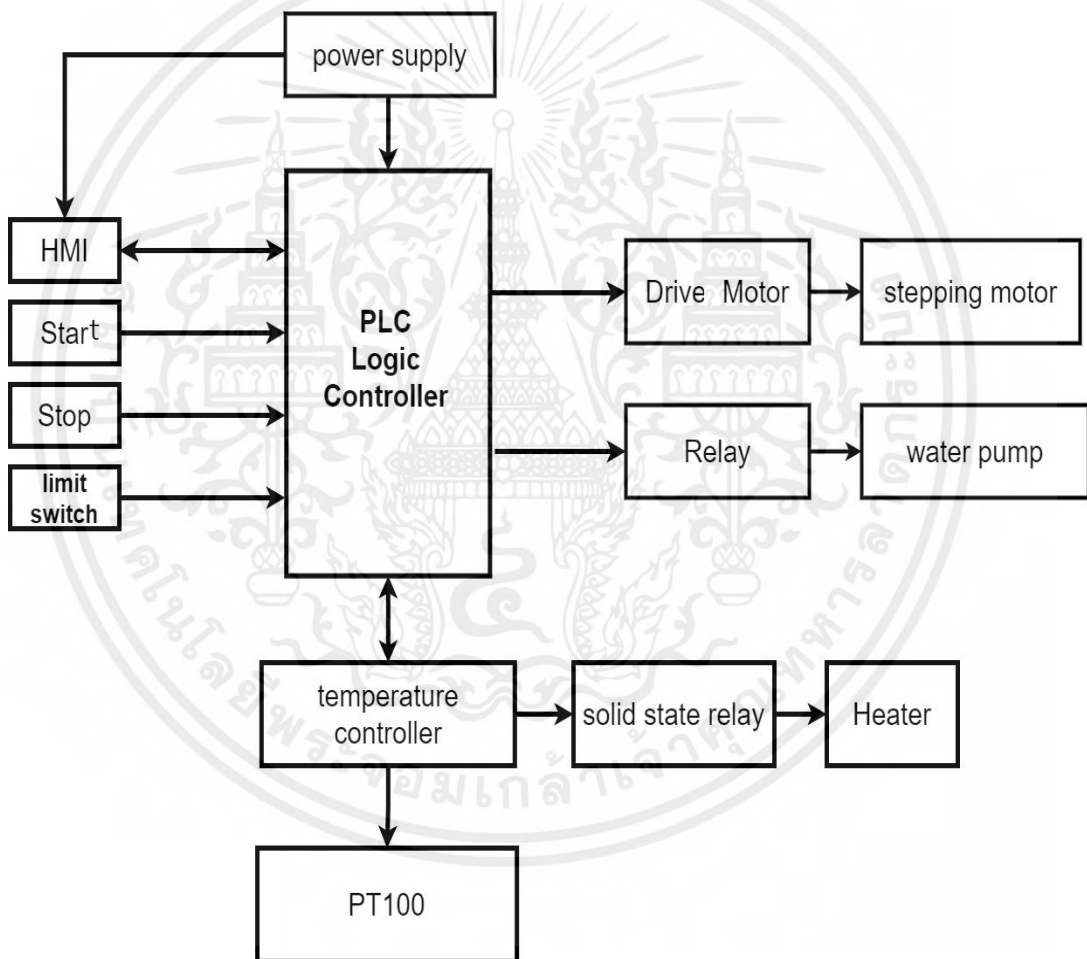
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัวซึ่งมีการทำงานตามการออกแบบบล็อกไดอะแกรมและโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่อง การออกแบบวงจร และการออกแบบโครงสร้างของเครื่องอย่างเนื้อวัว ผู้จัดทำขออธิบายรายละเอียดการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องอย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.1 เป็นการอธิบายบล็อกไดอะแกรมการโดยรวมของเครื่องอย่างเนื้อวัว ได้ดังนี้

3.1.1 ส่วนของแหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในเครื่องอย่างเนื้อวัวมีทั้งหมด 2 แหล่งคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับโซลิตสเตตรีเลย์และ เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลรวมถึงฮีตเตอร์และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแปลงไฟจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 20 แอมป์

2) ไฟฟ้ากระแสตรงที่มาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 20 แอมป์ใช้จ่ายไฟฟ้าให้กับบอร์ดพีแอลซี เอฟเอ็กซ์ 3 ยูยู- 24 เอ็มที และจอตสกกรีน รวมไปถึงบอร์ดไดรฟ์สเต็ปมอเตอร์

3.1.2 ส่วนของอินพุต

ในส่วนของอินพุตจะประกอบไปด้วยจอตสกกรีนที่ใช้ในการสั่งงานการทำงานของโปรแกรมของเครื่องอย่างเนื้อวัวและ ลิมิตสวิตช์ที่ใช้ในการตัดการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัวเมื่อตอนเปิดประตูของเครื่องอย่างเนื้อวัวไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานรวมถึงเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในการย่างเนื้อ

3.1.3 ส่วนของเอาต์พุต

ในส่วนของเอาต์พุตจะประกอบไปด้วย

- 1) จอตสกกรีนที่ติดอยู่กับตู้คอนโทรลใช้สำหรับดูการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อ
- 2) เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลอยู่ในตู้คอนโทรลทำหน้าที่ส่งค่าข้อมูลของอุณหภูมิไปยังจอแสดงผลของเครื่องอย่างเนื้อวัว
- 3) สเต็ปมอเตอร์ติดอยู่กับเครื่องอย่างเนื้อวัวตรงด้านขวาของตัวเครื่องใช้ในการหมุนเนื้อวัวเพื่อควบคุมความสุขของเนื้อไม่ให้เนื้อเกิดการไหม้
- 4) ปั๊มน้ำใช้ในการพ่นซอสแบบน้ำจะอยู่ที่ตู้เครื่องอย่างเนื้อวัวทำงานทั้งโหมดแมนนวลและโหมดออโต้
- 5) บัชเซอร์ใช้ในการแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัวทั้งโหมดแมนนวลและโหมดออโต้
- 6) หลอดไฟแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดตู้ของเครื่องอย่างเนื้อวัวไว้เป็นหลอดไฟสีแดงเพื่อเตือนให้ผู้ใช้งานปิดตู้ก่อนการทำงานเสมอ

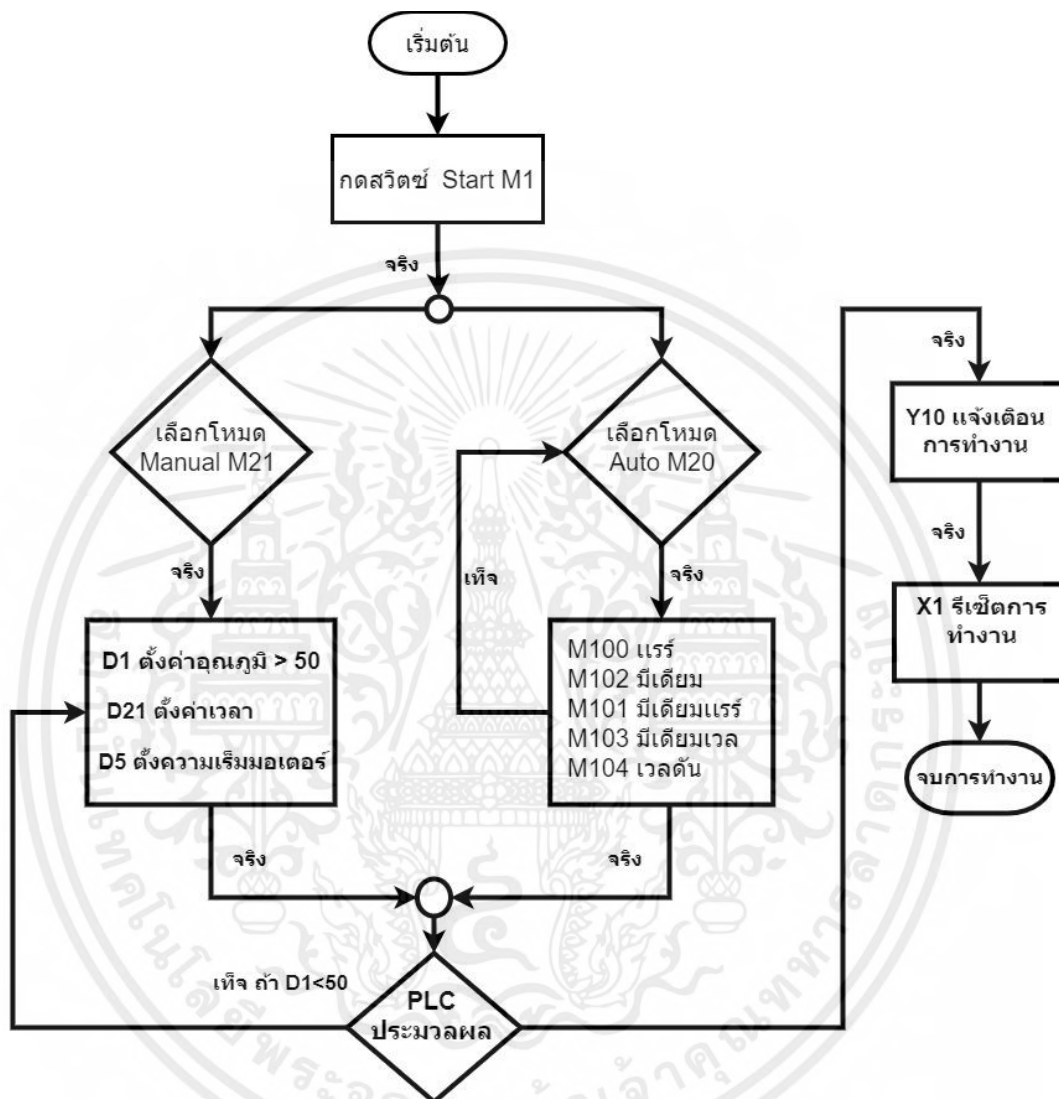
3.1.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

จะใช้บอร์ดพีแอลซี (รุ่น FX-3U-24MT) ในการทำงานเป็นหลักโดยใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัวทั้งโหมดแมนนวลและออโต้โดยจะใช้ร่วมกับจอตสกกรีนและ เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลรวมตัวกับสเต็ปมอเตอร์ปั๊มน้ำใช้ในการพ่นซอสแบบน้ำบัชเซอร์ใช้ในการแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัวทั้งโหมดแมนนวลและโหมดออโต้

3.2 แผนผังการทำงานเครื่องอย่างเนื้อวัว

การทำงานของตัวเครื่องอย่างเนื้อวัวนั้นมี 2 โหมดดังรูป 3.2 1) โหมดการทำงาน Manual ที่สามารถตั้งเวลาและอุณหภูมิได้ที่ต้องการส่วนอุณหภูมิตั้งได้ตั้งแต่ 50-250 องศาเซลเซียสเมื่อครบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่กำหนดไว้จะมีเสียงแจ้งเตือนจากบัสเซอร์ 2) โหมด Auto จะมีด้วยกันทั้งหมด 5 โหมด 1) แอร์ 2) มีเดียมแอร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) เวลตันโหมดแต่ละโหมดจะมีความสุขของระดับเนื้อที่ต่างกัน



รูปที่ 3.2 การทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัว

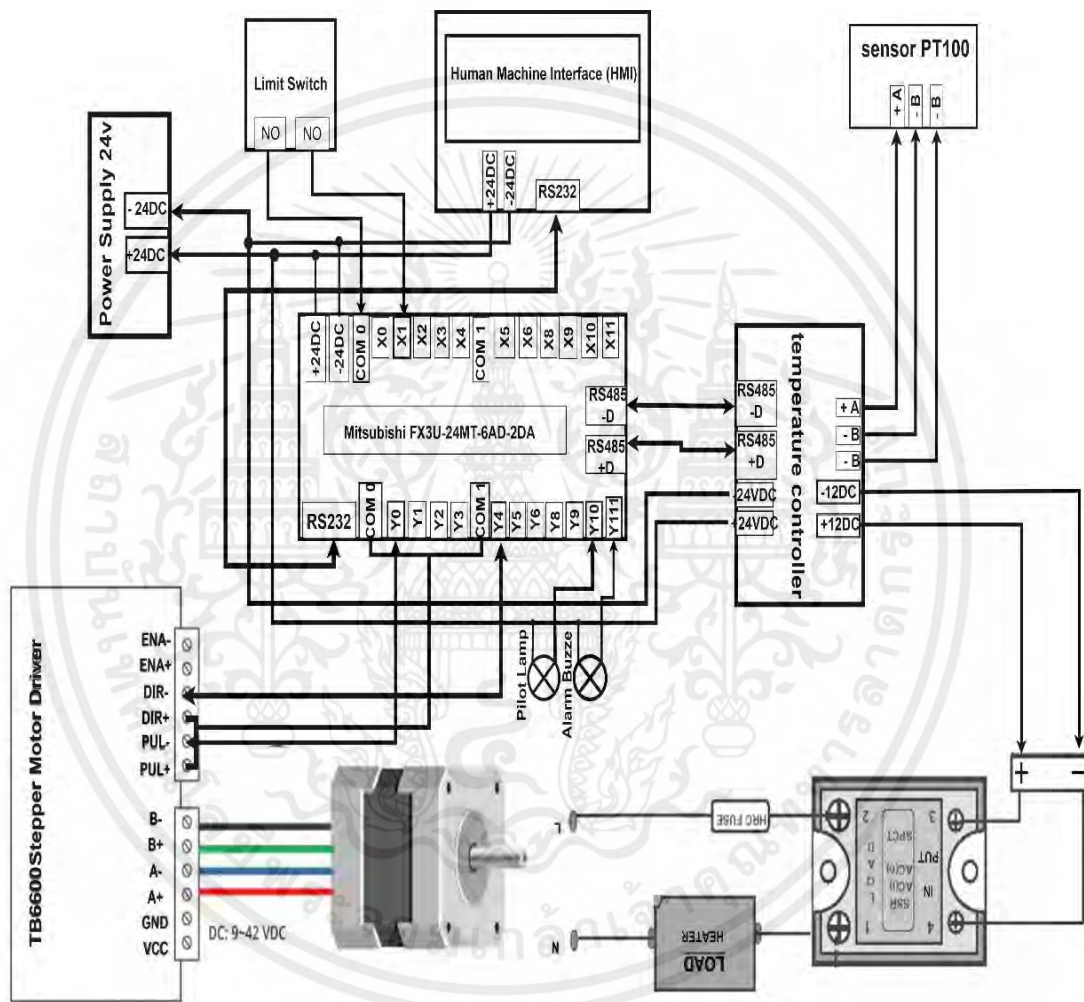
จากรูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อวัว

การทำงานโหมด Manual ขั้นแรกให้กดปุ่ม M1 เพื่อสตาร์ท (สตาร์ท) หลังจากนั้นเลือกโหมดการทำงาน Manual แล้วให้กดเลือก D1 เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการและ กด D5 เพื่อเลือกความเร็วมอเตอร์ที่ต้องการและทำการตั้งเวลาในการทำงาน D21 หลังจากนั้นให้กดยืนยันการทำงานเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วจะมีเสียงแจ้งเตือนจาก Y10 และจะรีเซ็ต (Reset) ค่าทั้งหมดให้อยู่ในค่าเริ่มต้นหากมีการทำงานที่ผิดพลาดระบบจะไม่ทำงานและต่อกดปุ่มรีเซ็ตเพื่อให้เครื่องกลับมาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติการทำงานโหมด Auto จะทำงานต่อเมื่อกดปุ่มสตาร์ทแล้วหลังจากนั้นให้กดปุ่ม Auto แล้วกดเลือกโหมดการย่างที่ต้องการจะมีอยู่ทั้งหมด 5 โหมด 1) แรร์ 2) มีเดียมแรร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) เวลดัน หลังจากนั้นให้กดยืนยันการทำงานหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการแล้วจะทำให้มีการแจ้งเตือนหลังจากนั้นระบบจะทำการรีเซ็ตค่าให้กับคีนส์ค่าเริ่มต้น

3.3 การออกแบบวงจรเครื่องย่างเนื้อวัว



รูปที่ 3.3 วงจรการทำงานของเครื่องย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.3 เป็นการดำเนินงานของวงจรเครื่องย่างเนื้อวัว

- 1) จอทัชกรีนเชื่อมต่อกันกับพีแอลซี ผ่านพอร์ตการเชื่อมต่ออาร์เอส 232 โดยจอทัชกรีนจะทำหน้าที่ป้อนคำสั่งที่ได้จากผู้ใช้งานไปสั่งการพีแอลซีและ ทำให้พีแอลซีทำงานตามคำสั่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ลิมิตสวิสต์นั้นเชื่อมต่อมาจากบอร์ด พีแอลซี โดยจะต่ออยู่ที่ขาทางด้านอินพุตของพีแอลซี โดยต่ออยู่ที่ขา X1 ของบอร์ดพีแอลซีทำหน้าที่ในการตัดการทำงานของโปรแกรมเมื่อมีการเปิดประตู เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน

3) ตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลต่อกับพอดส์การเชื่อมต่อมาตรฐานทางอุตสาหกรรมอาร์เอส485 ในบอร์ดพีแอลซีเพื่อใช้ในการส่งและรับค่าอุณหภูมิในการควบคุมความร้อนในการย่างเนื้อแต่ละโหมดโดยจะต่อใช้งานเข้าไปยังขาของตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่ขา B+ และ B-

4) บอร์ดไดร์มอเตอร์ใช้ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้มีความเร็วตามขนาดของ โหมดแต่ละโหมดในการย่างเนื้อใช้งานร่วมกับบอร์ด พีแอลซี โดยจะต่อใช้งานจากเอาพุตของพีแอลซี โดยใช้ขา Y00 และ Y4 และขา Y0 จะต่อเข้ากับขา PUL- ของบอร์ดไดร์มอเตอร์และขา Y4 จะต่อกับ DIR- ของบอร์ดไดร์มอเตอร์

5) ขา Y10 จากเอาพุตของพีแอลซีจะต่อเข้ากับบัสเซอร์เพื่อใช้ในการแจ้งเตือนเมื่อจบการทำงานของเครื่องย่างเนื้อวัว

6) ขา Y11 จากเอาพุตของพีแอลซีจะต่อเข้ากับแอลอีดีสีแดงเพื่อเป็นการแสดงสถานะว่ามี การเปิดประตูค้างไว้เพื่อให้ผู้ใช้งานปิดประตูเพื่อใช้งานเครื่องย่างเนื้อวัวในครั้งต่อไป

7) ขา Y6 จากเอาพุตของพีแอลซีจะต่อเข้ากับรีเลย์และใช้เพื่อตัดต่อวงจรฟั่นซอส ของเครื่องย่างเนื้อวัวให้เป็นจังหวะในโหมดแมนนวลและออโต้โดยรีเลย์จะต่อกับปั๊มฟั่นซอส

8) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิพีที100 มีการเชื่อมต่อทั้งหมด 3 ขา ได้แก่ A+, B-, B- จากนั้นนำสาย ที่ต้องการต่อเข้ากับตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล A+, B-, B- ให้ตรงกับสายของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิพีที 100 เพื่อนำค่าที่ได้ไปแสดงผลที่หน้าจอและควบคุมความร้อน

9) โซลิตสเตรรี่เล่ย์ต่อตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่ค่าไฟฟ้า +12 โวลต์เข้าขาที่ 3 ของโซลิตสเตรรี่เล่ย์ และ -12 โวลต์เข้าขาที่ 4 ของโซลิตสเตรรี่เล่ย์เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์โดย จะใช้ตัววัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลมาควบคุมการเปิดปิดกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังฮีตเตอร์

10) ฮีตเตอร์ต่อใช้งานมาจากโซลิตสเตรรี่เล่ย์โดยต่อจากขา 1 ของโซลิตสเตรรี่เล่ย์โดยจะต่อ ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ขาที่ 2 ต่อเข้ากับขาฮีตเตอร์นิวตรอนฮีตเตอร์จะทำงานต่อเมื่อโซลิตสเตรรี่เล่ย์ทำงานครบวงจร

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านอินพุต

ชื่อขาอินพุต	หน้าที่การทำงาน
RS485	เชื่อมต่อกับ Digital Temperature Controller เพื่อวัดอุณหภูมิ
D1	เชื่อมต่อกับหน้าจอทัชสกรีนเพื่อ Set ค่าอุณหภูมิ
D21	เชื่อมต่อกับหน้าจอทัชสกรีนเพื่อ Set ค่าเวลาในการทำงาน
M0	เชื่อมต่อกับหน้าจอทัชสกรีนเพื่อ Stop การทำงาน
M1	เชื่อมต่อกับหน้าจอทัชสกรีนเพื่อ Start การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านอินพุต(ต่อ)

ชื่อขาอินพุต	หน้าที่การทำงาน
M40	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ Reset การทำงาน
M33	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ confirm ใช้ยืนยันการทำงาน Manual
M74	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ confirm ใช้ยืนยันการทำงาน Auto
M37	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ Sauce ใช้ในการพ่นซอส
M21	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ Manual ใช้เปิดการใช้งานโหมด Manual
M90	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อใช้หมุนมอเตอร์เมื่ออย่างเนื้อเสร็จ
M20	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อ Auto ใช้เปิดการใช้งานโหมด Auto
M100	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อเลือกโหมดในการย่างแบบแรร์
M101	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อเลือกโหมดในการย่างแบบมีเดียมแรร์
M103	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อเลือกโหมดในการย่างแบบมีเดียมเวล
M104	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อเลือกโหมดในการย่างแบบเวลตัน
D50	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์
M102	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนเพื่อเลือกโหมดในการย่างแบบมีเดียม

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรที่ทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านเอาต์พุต

ชื่อขาเอาต์พุต	หน้าที่การทำงาน
D0	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนแสดงค่าอุณหภูมิ
D22	เชื่อมต่อกับหน้าจอตชสกรีนแสดงค่าเวลาที่ลดลงในการทำงาน
M71	แสดงสถานะโหมด RARE
M72	แสดงสถานะโหมด MEDIUM RARE
M73	แสดงสถานะโหมด MEDIUM
M74	แสดงสถานะโหมด MEDIUM WELL
M75	แสดงสถานะโหมด WELL DONE

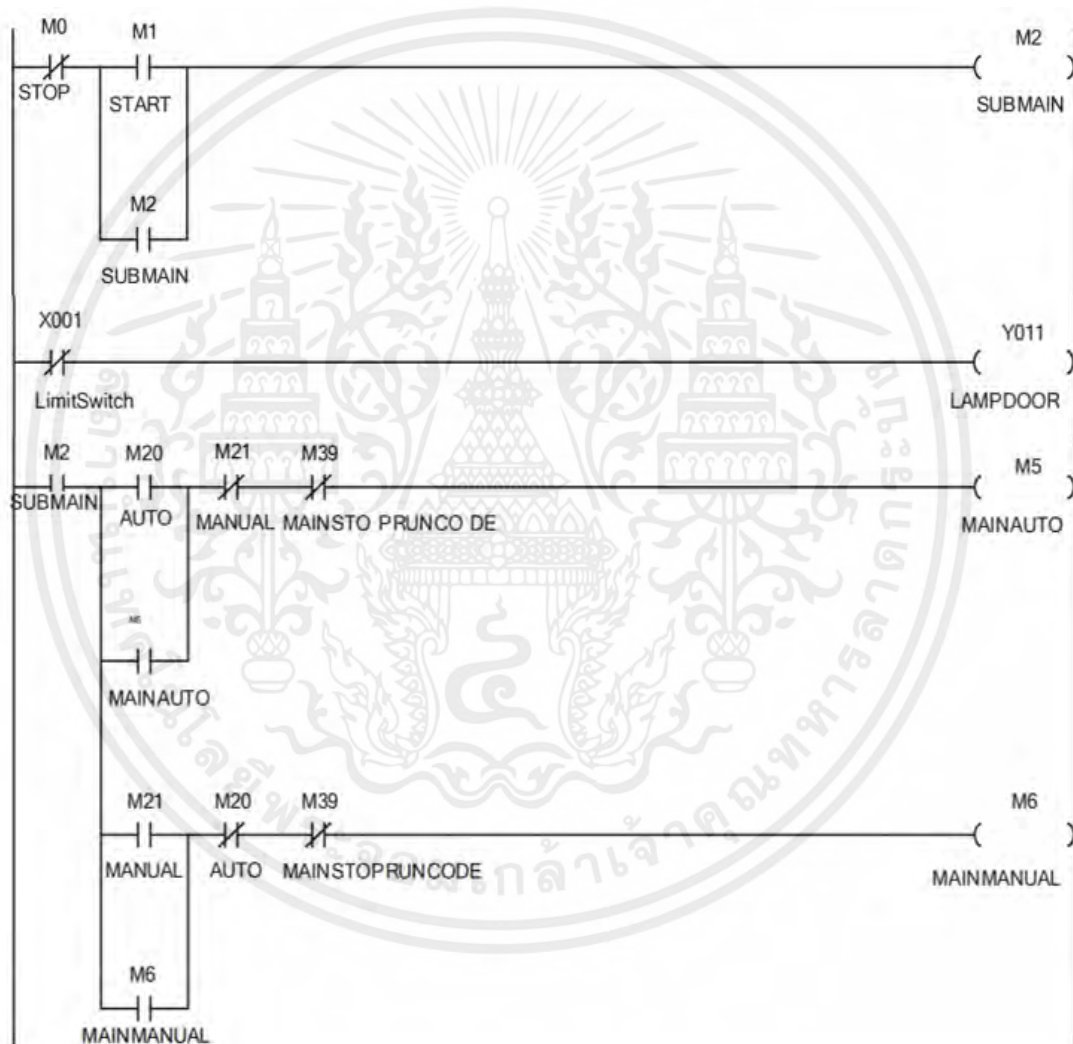
จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 เป็นตารางแสดงการต่อใช้งานของขาทางด้านอินพุตและการต่อใช้งานขาทางด้านเอาต์พุตของพีแอลซี ที่ใช้กับวงจรเครื่องอย่างเนื้อวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีที่ใช้งาน

ในการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ ถือเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบเครื่องอย่างเนื้อัวควบคุม โดยพีแอลซี ดังนั้นการเขียนซอฟต์แวร์ จึงเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมาก บอกถึงขั้นตอนการทำงานของเครื่องและเป็นการกำหนดขั้นต่อนก่อนหลังในการทำงาน ซึ่งทำให้ระบบการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อัวทำงานอย่างเป็นระบบดังรูป 3.4

3.4.1 การออกแบบโปรแกรมเริ่มต้น

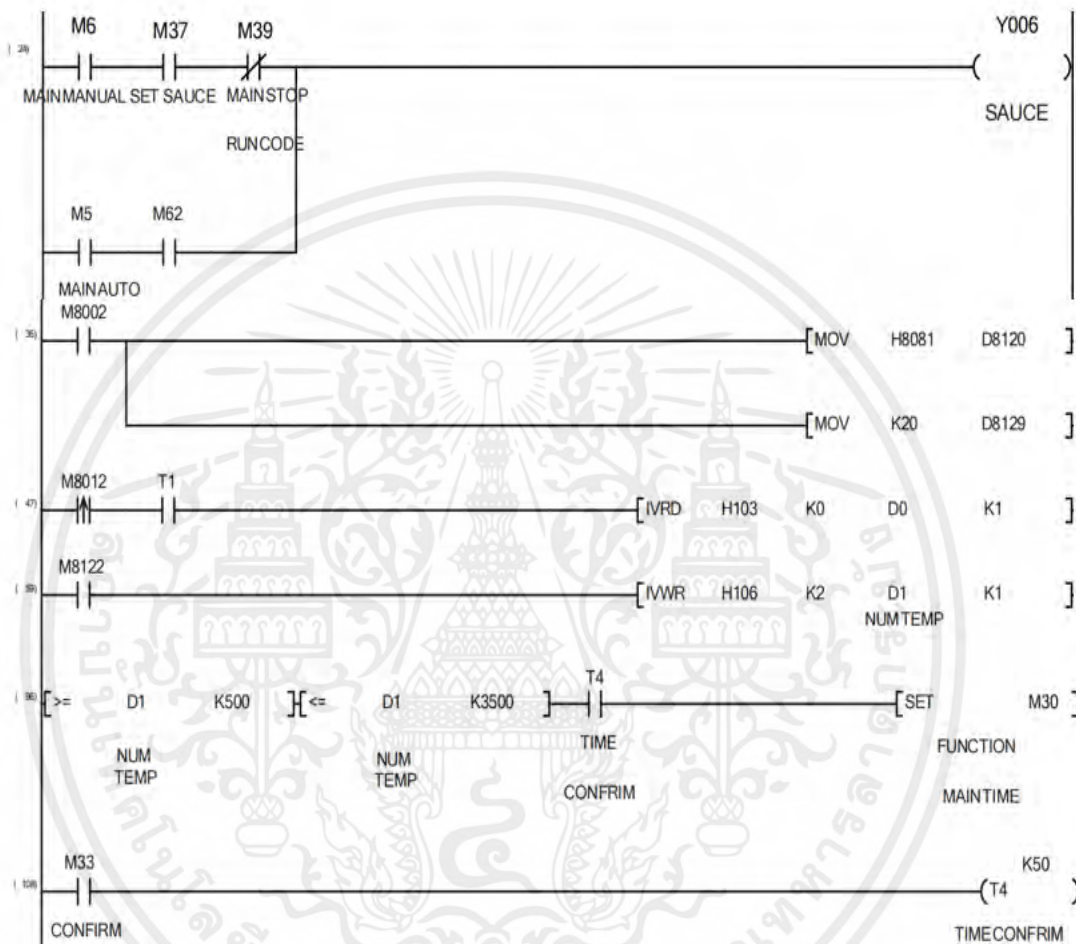


รูปที่ 3.4 การออกแบบคำสั่งการทำงานของเครื่องอย่างเนื้อัว

จากรูปที่ 3.4 ในส่วนของคำสั่ง Stop จะใช้หน้าสัมผัสแบบ NC ใช้เป็นตัวแปร M0 เป็นคำสั่งภายในของ PLC ใช้เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรมในส่วนของคำสั่ง สตาร์ท จะใช้หน้าสัมผัสแบบ NO ใช้ตัวแปร M1 เป็นคำสั่งภายในใช้ในการเปิดการทำงานของโปรแกรม X1 จะใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น NO ใช้เพื่อเป็นการตัดการทำงานของวงจรโดยกำหนดให้ X1 เป็นลิมิตสวิทช์เมื่อ M20 จะทำให้ M5 ทำงานเป็นการเปิดคำสั่งการทำงานโหมด Auto และเมื่อ M21 ทำงานจะทำให้ M6 ทำงานเป็นการเปิดคำสั่งการทำงานโหมด Manual

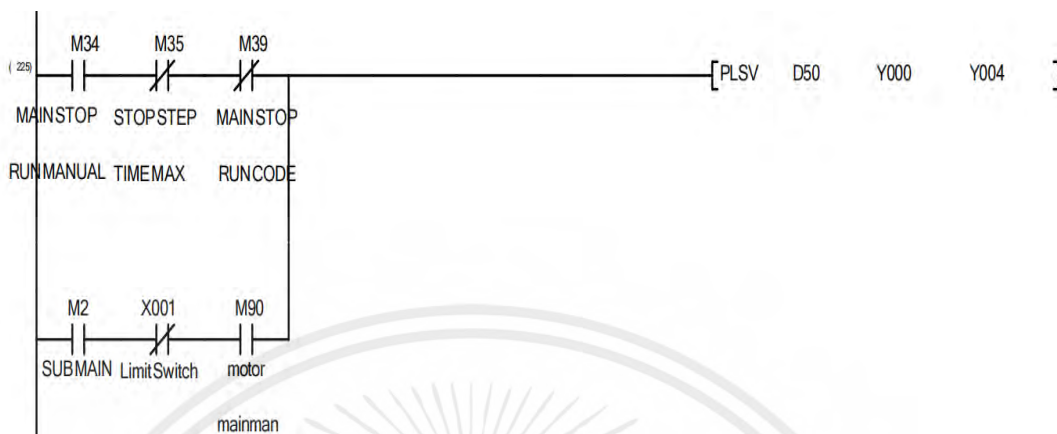
3.4.2 การออกแบบโปรแกรมโหมด Manual



รูปที่ 3.5 การออกแบบคำสั่งRS485

จากรูปที่ 3.5 เป็นรูปที่ใช้ในการควบคุมคำสั่งต่างๆในโหมด Manual จะเริ่มการทำงานก็ต่อเมื่อ M6 ทำงานเมื่อ M6 จะทำให้สามารถตั้งงาน M37 ให้ทำงานและเมื่อ M37 ทำงานจะทำให้ Y6 ทำงานในส่วนของการเปิดพอสการใช้งานRS485 M80002 เป็นหน้าสัมผัสรีเลย์ชนิดพิเศษ จะทำงานต่อเมื่อตัว PLC ทำงานในโหมด RUN ส่วน H8081 ใช้ติดต่อกับพอส RS485เพื่อที่จะนำค่าอุณหภูมิที่ได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิ PT100 โดยจะนำค่าที่ได้ไปเก็บใน D0 แสดงเป็นค่าตัวเลขออกหน้าจอทัชสกรีน

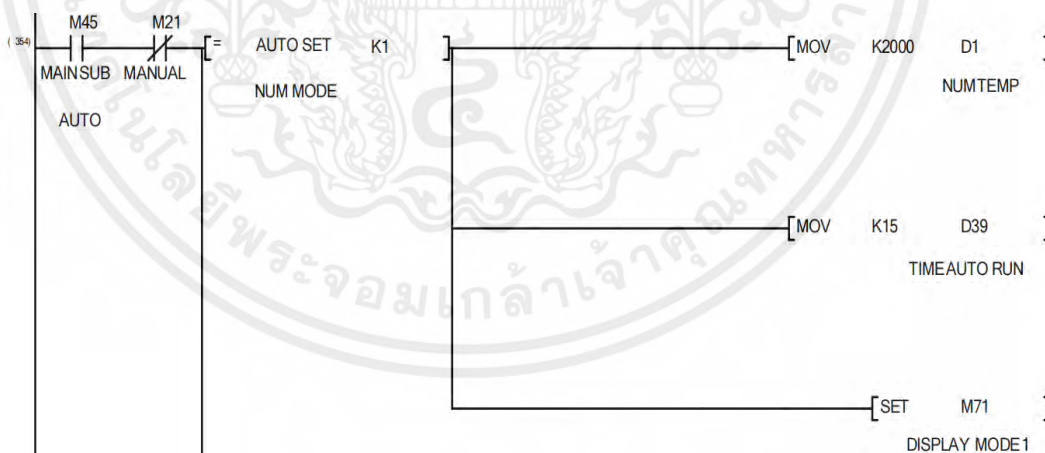
3.4.3 การออกแบบโปรแกรมของมอเตอร์



รูปที่ 3.6 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Manual

จากรูปที่ 3.6 เป็นการออกแบบการทำงานของการทำงานของการหมุนสแต็ปปีงมอเตอร์จะเป็นการสั่งงานของ M34 เมื่อ M34 ทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงานโดนจะใช้คำสั่งในการทำงานเป็น PLSV เป็นคำสั่งที่ทำให้สแต็ปปีงมอเตอร์หมุน

3.4.4 การออกแบบการทำงานโหมด Auto

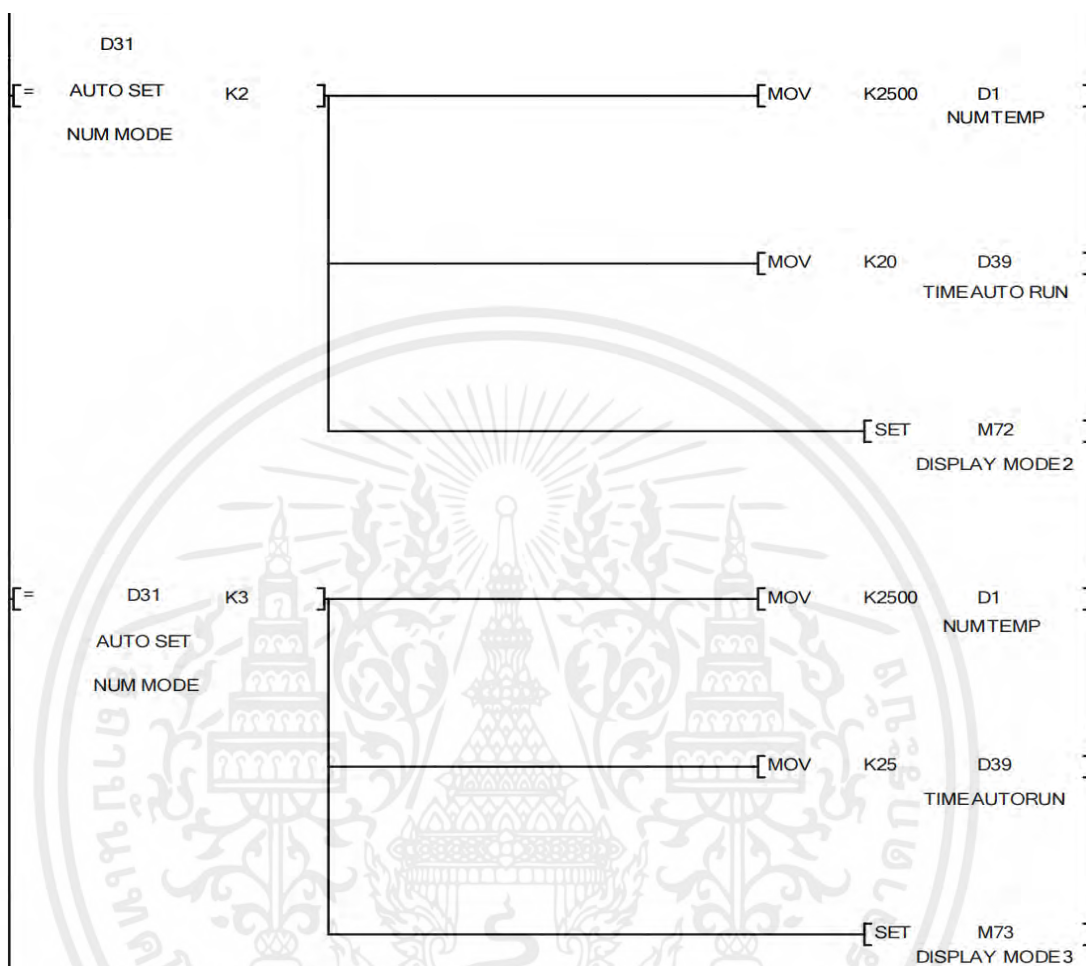


รูปที่ 3.7 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Auto การย่่างแบบแรร์

จากรูปที่ 3.7 เป็นการออกแบบการทำงานของโหมดการย่่างแบบแรร์โดยจะสั่งให้ M6 ทำงานและนำค่าตัวแปลของอุณหภูมิไปยังคำสั่ง MOV รวมถึงค่าเวลาด้วยค่าอุณหภูมิจะเป็น K200 เวลาจะเป็น K15และใช้คำสั่ง SET ในการสั่งงานโปรแกรมทั้งหมดให้อยู่ในตัวแปล K1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

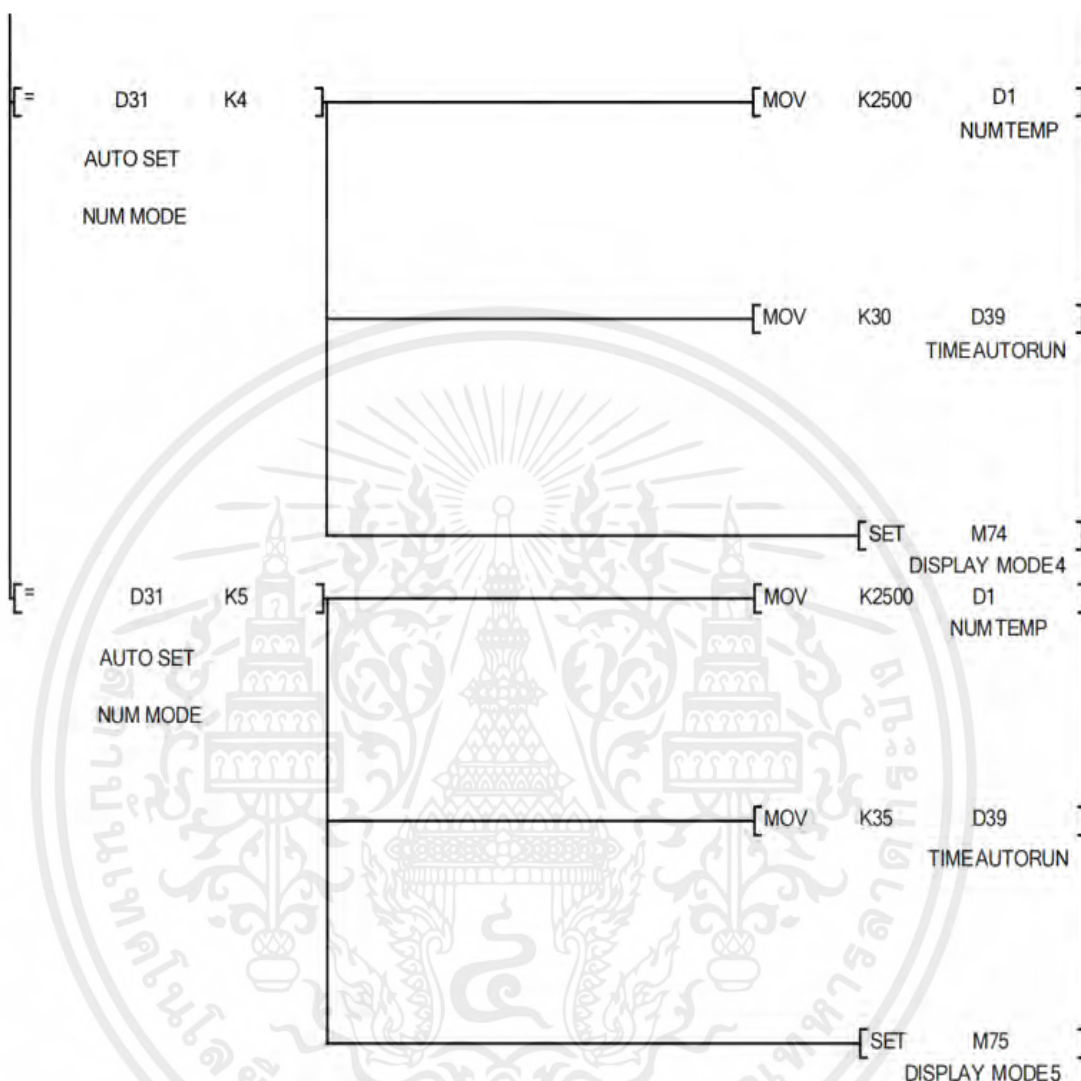
3.4.5 การออกแบบใส่ค่าอุณหภูมิ



รูปที่ 3.8 การออกแบบคำสั่งใช้งานโหมด Auto การอย่างแบบมีเดียมแรรร์และมีเดียม

จากรูปที่ 3.8 เป็นการออกแบบโหมดการอย่างแบบมีเดียมแรรร์โดยจะกำหนดค่าอุณหภูมิอยู่ในตัวแปร K250 ให้ไปยังตัวแปร D1 ที่เป็นการตั้งค่าอุณหภูมิและกำหนดให้ตัวแปร K20 เป็นเวลาและนำค่าเวลาไปเก็บในตัวแปร D39 และเมื่อโปรแกรมทำงานจะสั่งให้ M72 ที่เป็น แอลอีดี ในหน้าจการทำงานเพื่อแสดงสถานะในโหมดการอย่างแบบมีเดียมแรรร์ไปเก็บในตัวแปร K2 ส่วนการอย่าง โหมดมีเดียมโดยกำหนดค่าอุณหภูมิอยู่ในตัวแปร K250 ให้ไปยังตัวแปร D1 ที่เป็นการตั้งค่าอุณหภูมิ และกำหนดให้ตัวแปร K25 เป็นเวลาและนำค่าเวลาไปเก็บในตัวแปร D39 และเมื่อโปรแกรมทำงาน จะสั่งให้ M73 ที่เป็น แอลอีดี ในหน้าจการทำงานเพื่อแสดงสถานะในโหมดการอย่างแบบมีเดียมไปเก็บใน ตัวแปร K3

3.4.6 การออกแบบปุ่มAuto

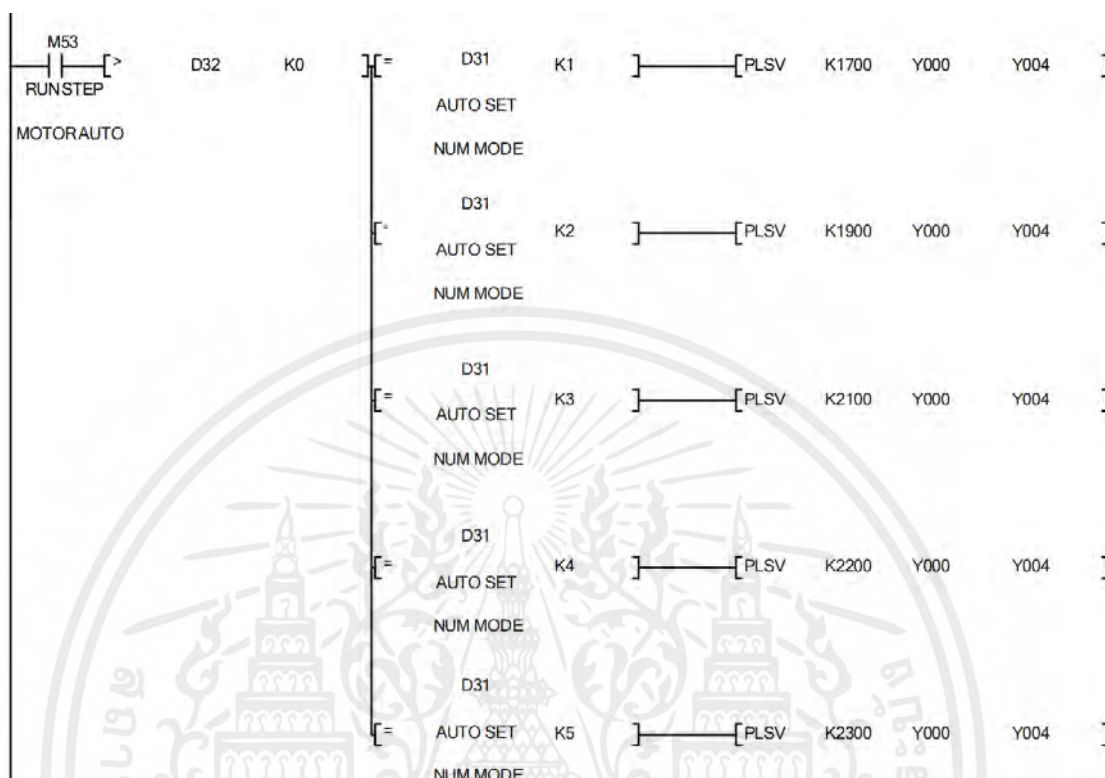


รูปที่ 3.9 การออกแบบโหมดการอย่างแบบมีเดียมเวลและเวลดัน

จากรูปที่ 3.9 เป็นการออกแบบโหมดการอย่างแบบมีเดียมเวลโดยจะกำหนดค่าอุณหภูมิอยู่ในตัวแปร K250 ให้ไปยังตัวแปร D1 ที่เป็นการตั้งค่าอุณหภูมิและกำหนดให้ตัวแปร K30 เป็นเวลาและนำค่าเวลาไปเก็บในตัวแปร D39 และเมื่อโปรแกรมทำงานจะสั่งให้ M72 ที่เป็น แอลอีดี ในหน้าจอทำงานเพื่อแสดงสถานะในโหมดการอย่างแบบมีเดียมแรร่ไปเก็บในตัวแปร K4 ส่วนการอย่าง โหมดมีเดียมโดยกำหนดค่าอุณหภูมิอยู่ในตัวแปร K250 ให้ไปยังตัวแปร D1 ที่เป็นการตั้งค่าอุณหภูมิ และกำหนดให้ตัวแปร K40 เป็นเวลาและนำค่าเวลาไปเก็บในตัวแปร D39 และเมื่อโปรแกรมทำงาน จะสั่งให้ M73 ที่เป็น แอลอีดี ในหน้าจอทำงานเพื่อแสดงสถานะในโหมดการอย่างแบบมีเดียมไปเก็บใน ตัวแปร K5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 การออกแบบการทำงานโหมด Auto



รูปที่ 3.10 การออกแบบการหมุนของมอเตอร์โหมด Auto

จากรูปที่ 3.10 เป็นการออกแบบการหมุนในโหมด Auto โดยในการหมุนของมอเตอร์ในแต่ละโหมดนั้นจะแตกต่างกันโดยที่ K1 จะอยู่ในโหมดการตั้งค่าแบบแร้วจะใช้ตัวแปล PLSV เป็นคำสั่งใช้งานมอเตอร์ส่วน K2000 เป็นความเร็วของมอเตอร์ เมื่อทั้ง 2 ตัวแปลทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงานสแต็ปปั๊มมอเตอร์หมุน K2 จะอยู่ในโหมดการตั้งค่าแบบมีเดียมแร้วจะใช้ตัวแปล PLSV เป็นคำสั่งใช้งานมอเตอร์ส่วน K1900 เป็นความเร็วของมอเตอร์เมื่อทั้ง 2 ตัวแปลทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงาน K3 จะอยู่ในโหมดการตั้งค่าแบบมีเดียมจะใช้ตัวแปล PLSV เป็นคำสั่งใช้งานมอเตอร์ส่วน K2100 เป็นความเร็วของมอเตอร์ เมื่อทั้ง 2 ตัวแปลทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงานทำให้สแต็ปปั๊มมอเตอร์หมุน K4 จะอยู่ในโหมดการตั้งค่าแบบมีเดียมเวลจะใช้ตัวแปล PLSV เป็นคำสั่งใช้งานมอเตอร์ส่วน K2200 เป็นความเร็วของมอเตอร์ เมื่อทั้ง 2 ตัวแปลทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงานทำให้สแต็ปปั๊มมอเตอร์หมุน K5 จะอยู่ในโหมดการตั้งค่าแบบเวลดันจะใช้ตัวแปล PLSV เป็นคำสั่งใช้งานมอเตอร์ส่วน K2300 เป็นความเร็วของมอเตอร์ เมื่อทั้ง 2 ตัวแปลทำงานจะทำให้ Y0 และ Y4 ทำงานทำให้สแต็ปปั๊มมอเตอร์หมุน

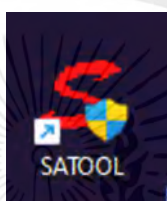
3.5 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีน

การออกแบบหน้าจอทัชสกรีนเป็นการออกแบบในการแสดงผลต่างๆ และยังทำหน้าที่ในการค่าต่างๆ ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยการออกแบบหน้าจอทัชสกรีนจะมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

3.5.1 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีน

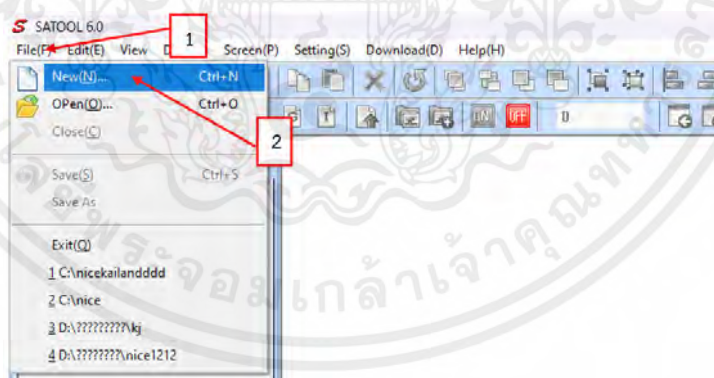
การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการคลิกที่ไอคอนโปรแกรมที่มีชื่อว่า “SKTOOL” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.11 และคลิกไปแล้วจะปรากฏหน้าต่างสร้าง “New project” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ไอคอนของโปรแกรม SKTOOL

2.) หลังจากที่มีหน้าต่าง “New project” ปรากฏให้ทำการคลิกไปที่ “File” จะมีแถบคำสั่งให้เลือกไปที่ “New” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.12



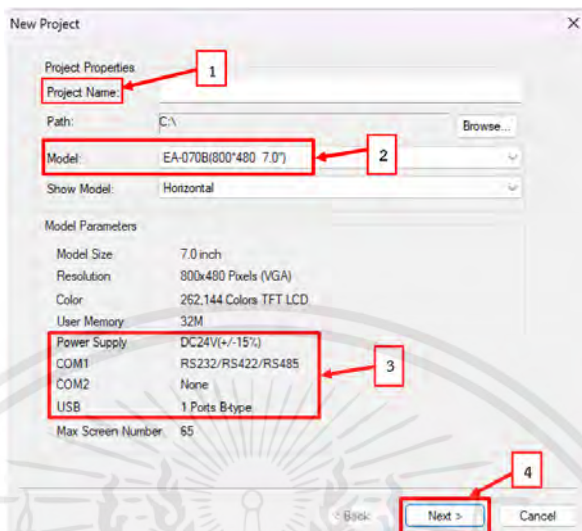
รูปที่ 3.12 หน้าต่างสร้างไฟล์โปรเจคใหม่

3.5.2 การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซี

การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซี มีขั้นตอนดังนี้

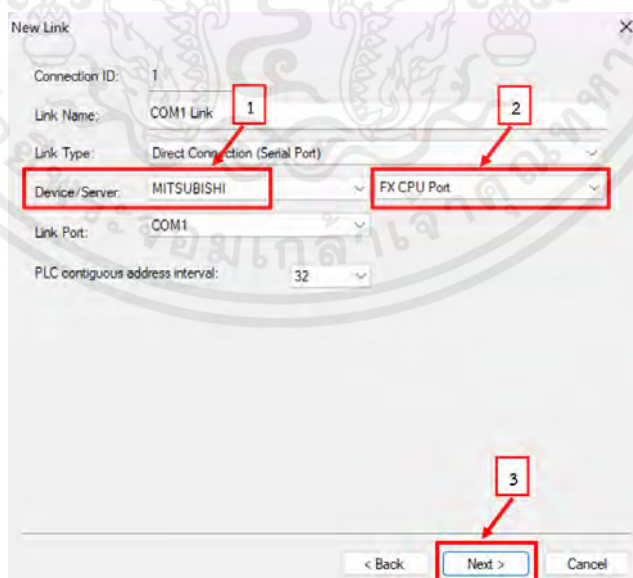
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เมื่อทำการสร้างไฟล์โปรเจกใหม่แล้วจะปรากฏหน้าต่าง “New project” ให้ทำการตั้งชื่อไฟล์ “Project Name” แล้วทำการเลือกรุ่นของหน้าจอที่ซัสกรีน “Model” จากนั้นให้ดูการเชื่อมต่อที่ต้องใช้งาน “USB” นั้นกด “Next” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การสร้างไฟล์โปรเจกใหม่

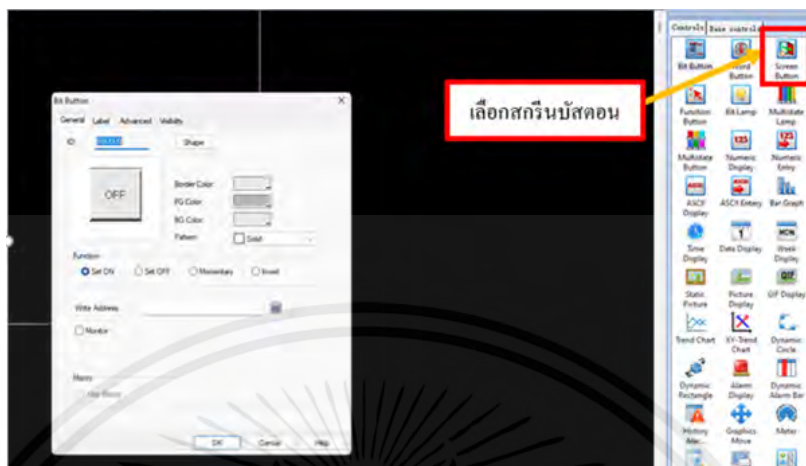
2) หลังจากทีกด “Next” ปรากฏหน้าต่างที่ชื่อว่า “New Link” ให้ทำการตั้ง “Device/Server” และจากนั้นทำการตั้งการเชื่อมต่อกับพีแอลซีที่จะเลือก “FX CPU Port” จากนั้นกด “Next” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การกำหนดการเชื่อมต่อ New Link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 4 เป็นการเลือกการเชื่อมต่อระหว่างหน้าสกรีนดังรูปที่ 3.18 ขั้นตอนที่ 5 จะเป็นการยืนยันการสร้างปุ่ม “OK” ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 รูปการเลือกชนิดปุ่ม Screen Button



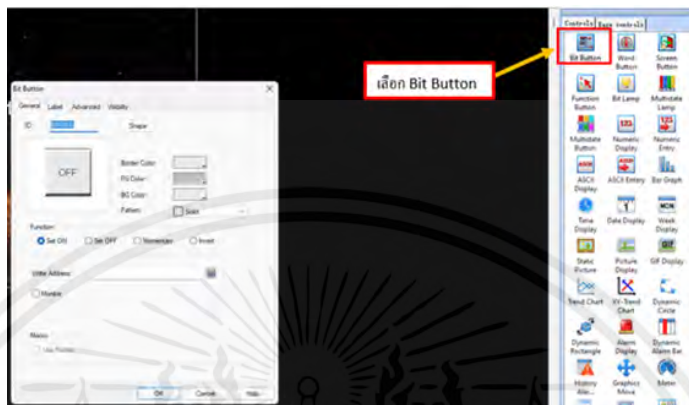
รูปที่ 3.18 รูปการตั้งค่าปุ่ม Screen Button

3.5.4 การออกแบบปุ่มหน้าจอทัชสกรีนชนิด Bit Button

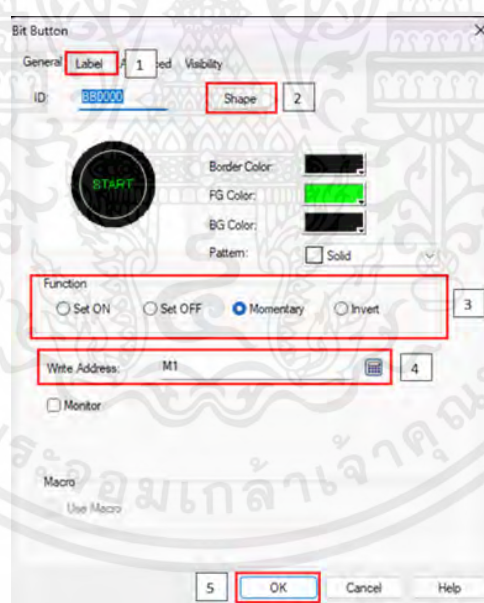
1) การออกแบบปุ่มหน้าจอทัชสกรีนชนิด Bit Button โดยจะเลือกกดปุ่ม “Bit Button” เพื่อเลือกปุ่มที่ต้องการดังรูปที่ 3.19 ขั้นตอนที่ 1 ให้เลือก “Label” รูปที่ 3.20 เพื่อใส่ข้อความที่เราต้องการขั้นตอนที่ 2 ให้เลือก “Shape” เพื่อออกแบบรูปแบบของปุ่มตามที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 3.20 ขั้นตอนที่ 3 ให้เลือก “Momentary” เป็นการเลือกชนิดของสวิตช์เพื่อใช้งานงานให้ตรงกับการใช้งานดังรูปที่ 3.20 ขั้นตอนที่ 4 เป็นการเลือกปุ่มให้ตรงกับตัวแปลใน PLC เพื่อใช้งานให้กด “Write Address” ให้ตรงกับตัวแปลใน PLC ดังรูปที่ 3.20 ขั้นตอนที่ 5 เป็นการกดยืนยันการสร้างปุ่ม “OK” ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 รูปการเลือกชนิดปุ่ม Bit Button



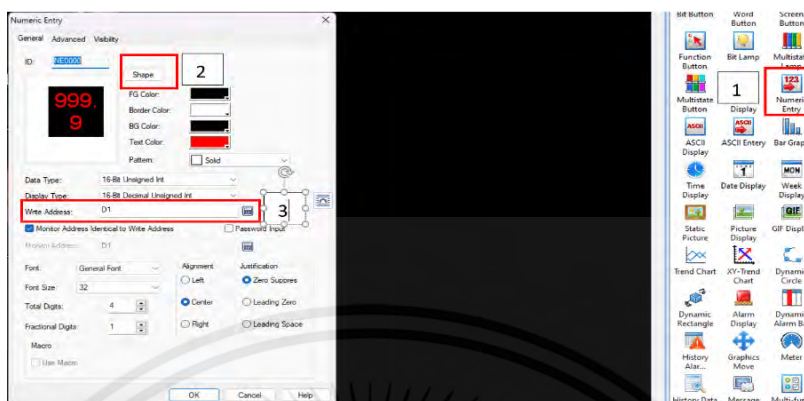
รูปที่ 3.20 รูปการตั้งค่าปุ่ม Bit Button

3.5.5 การออกแบบปุ่มหน้าจอตชกรีนชนิด Numeric Entry

ขั้นตอนการสร้างการออกแบบปุ่มหน้าจอตชกรีนชนิด Numeric Entry โดยขั้นตอนที่ 1 จะเลือก “Numeric Entry” ดังรูปที่ 3.21 ขั้นตอนที่ 2 ให้เลือก “Shape” ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

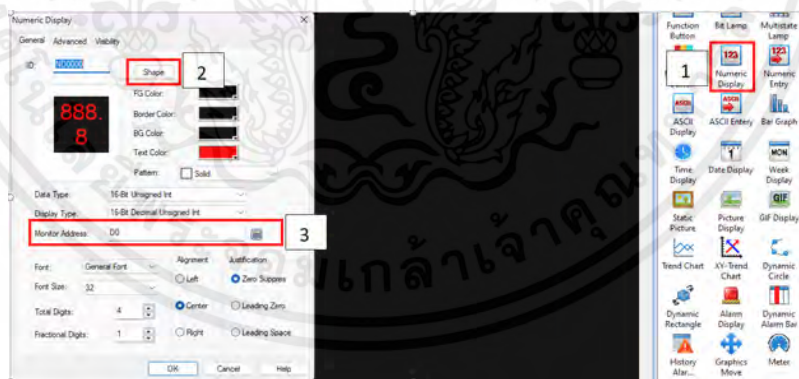
เพื่อออกแบบปุ่มตามที่เราต้องการขั้นตอนที่ 3 เป็นการเลือกชนิดของตัวแปล PLC ให้ตรงกับปุ่มที่เราต้องการใช้งานโดยจะเลือก “Write Address”จากนั้นให้กด “OK” ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การเลือกชนิดปุ่ม Numeric Entry

3.5.6 การออกแบบปุ่มหน้าจอตชสกรีนชนิด Numeric Display

ขั้นตอนออกแบบปุ่มหน้าจอตชสกรีนชนิด Numeric Display ขั้นตอนที่ 1 จะเลือก “Numeric Display” ดังรูปที่ 3.22 ขั้นตอนที่ 2 ให้เลือก “Shape” ดังรูปที่ 3.22 เพื่อออกแบบปุ่มตามที่เราต้องการขั้นตอนที่ 3 เป็นการเลือกชนิดของตัวแปล PLC ให้ตรงกับปุ่มที่เราต้องการใช้งานโดยจะเลือก “Write Address”จากนั้นให้กด “OK” ดังรูปที่ 3.22



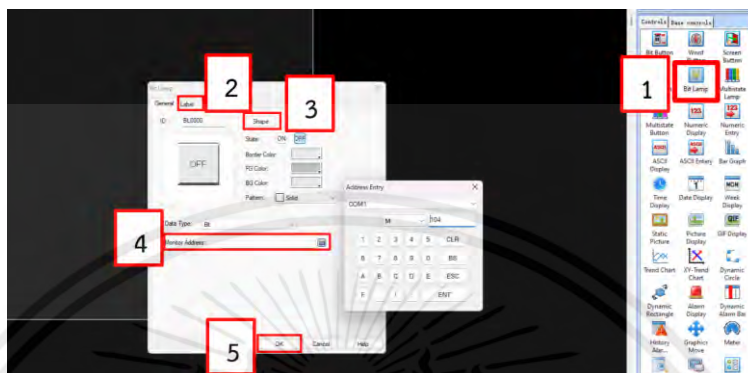
รูปที่ 3.22 การเลือกชนิดปุ่ม Numeric Display

3.5.7 การออกแบบปุ่มหน้าจอตชสกรีนชนิด Bit Lamp

1) การออกแบบปุ่มหน้าจอตชสกรีนชนิด Bit Lamp โดยจะเลือกกดปุ่ม “Bit Lamp” เพื่อเลือกปุ่มที่ต้องการดังรูปที่ 3.23 ขั้นตอนที่ 1 ให้เลือก “Label” รูปที่ 3.23 เพื่อใส่ข้อความที่เราต้องการขั้นตอนที่ 2 ให้เลือก “Shape” เพื่อออกแบบรูปแบบของปุ่มตามที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 3.23 ขั้นตอนที่ 3 ให้เลือก “Momentary” เป็นการเลือกชนิดของสวิตซ์เพื่อใช้งานงานให้ตรงกับการใช้งานดังรูปที่ 3.23 ขั้นตอนที่ 4 เป็นการเลือกปุ่มให้ตรงกับตัวแปลใน PLC เพื่อใช้งานให้กด “Write Address” ให้ตรงกับตัวแปลใน PLC ดังรูปที่ 3.23 ขั้นตอนที่ 5 เป็นการกดยืนยันการสร้างปุ่ม “OK” ดังรูปที่ 3.23

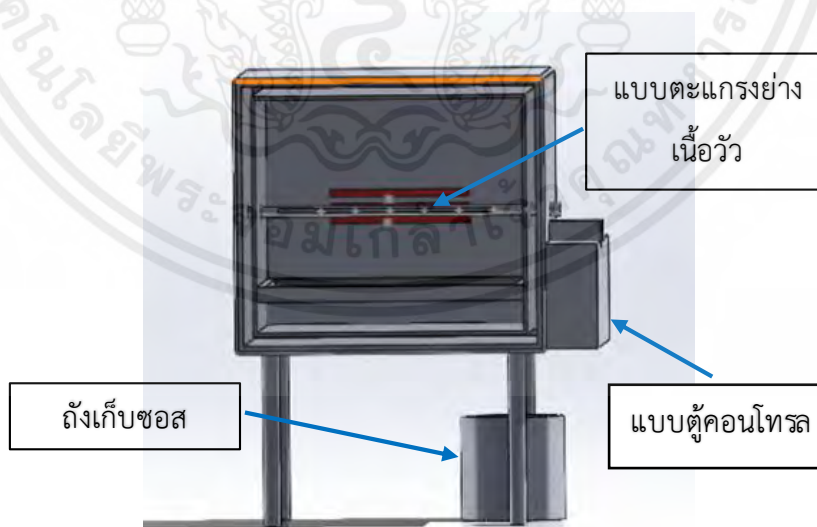


รูปที่ 3.23 การเลือกชนิดปุ่ม Bit Lamp

3.6 โครงสร้างของตัวเครื่อง

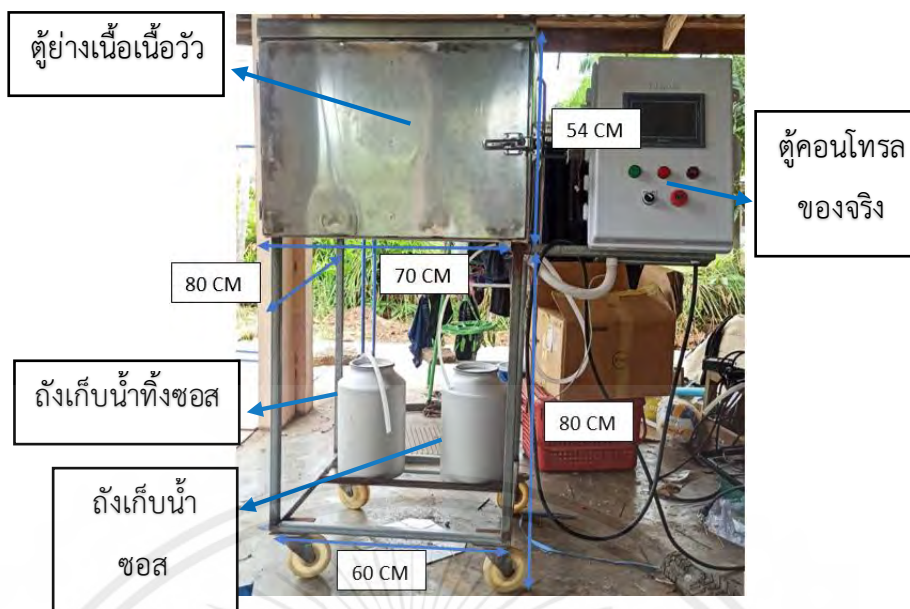
3.6.1 ตัวเครื่องยางเนื้อวุ้น

เครื่องยางเนื้อวุ้นจะมีการออกแบบดังนี้จะมีความสูงอยู่ที่ 54 เซนติเมตรจะมีความกว้าง 70 เซนติเมตรจะมีความ ยาว 80 เซนติเมตรดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การออกแบบของตัวเครื่อง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 การออกแบบของจริง

3.6.2 เตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อวัว



รูปที่ 3.26 เตาอย่างเครื่องอย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.26 เป็นการจัดทำเตาอย่างเนื้อวัวให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยจะมีความสูงอยู่ที่ 54 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร กว้าง 70 เซนติเมตรเพื่อให้เป็นเตาอย่างเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

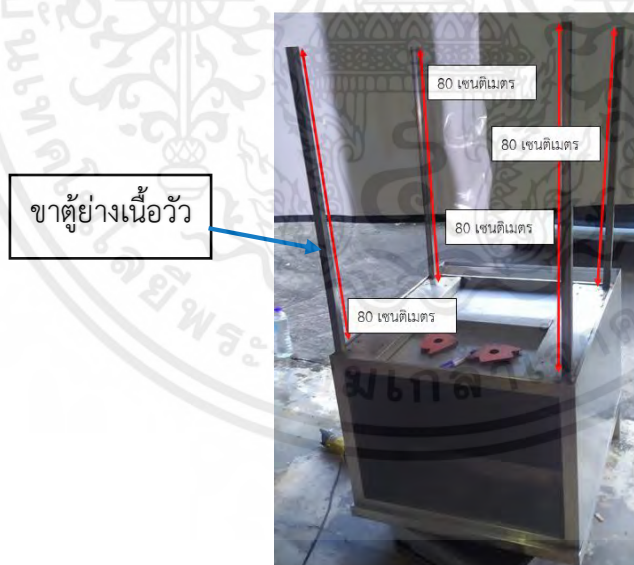
3.6.3 ประตูลักษณะเครื่องอย่างเนื้อวัว



รูปที่ 3.27 ประตูลักษณะเครื่องอย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.27 เป็นการจัดทำประตูลักษณะเครื่องอย่างเนื้อวัวให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อไม่ให้มีความร้อนกระจายออกมาภายนอกโดยจะมีความกว้างอยู่ที่ 50 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร

3.6.4 ขาตั้งเตาเครื่องอย่างเนื้อวัว

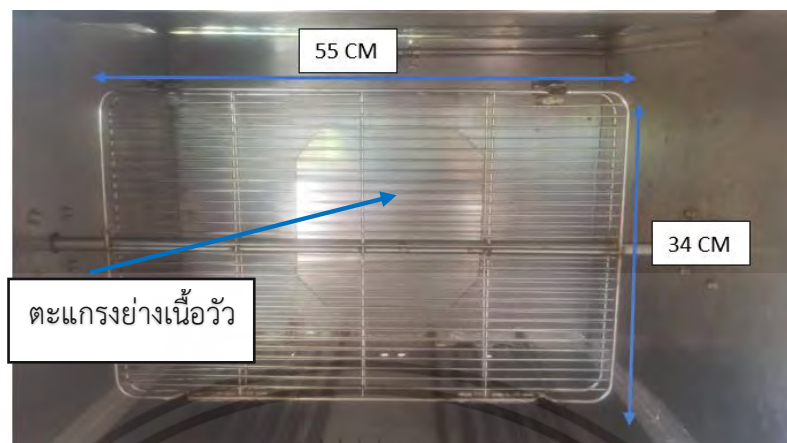


รูปที่ 3.28 ประตูลักษณะเครื่องอย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.28 เป็นการจัดทำขาตั้งเนื้อวัวเพื่อให้เวลาใช้งานเตาเครื่องอย่างเนื้อวัว อยู่ในระดับสายตาเพื่อให้ใช้งานเครื่องอย่างเนื้อวัวได้ง่ายและสะดวกขึ้นจะมีความสูงของขาตั้ง 80 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

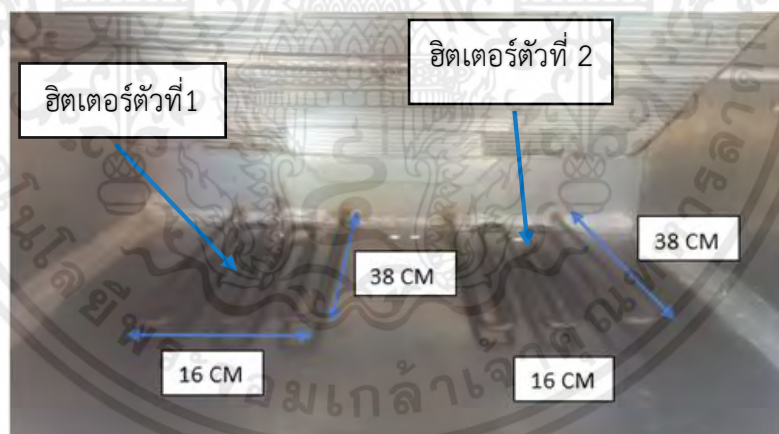
3.6.5 ตะแกรงย่างเนื้อวัว



รูปที่ 3.29 ตะแกรงย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.29 เป็นภาพของตะแกรงย่างเนื้อวัวที่ใช้สำหรับการใส่เนื้อวัวลงในกรวย โดยมีความยาวอยู่ที่ 55 เซนติเมตร มีความกว้างอยู่ที่ 34 เซนติเมตร

3.6.6 ฮีตเตอร์



รูปที่ 3.30 ฮีตเตอร์

จากรูปที่ 3.30 เป็นภาพของฮีตเตอร์ย่างเนื้อวัวที่ใช้สำหรับการย่างเนื้อวัวโดยมีความยาวอยู่ที่ 55 เซนติเมตร มีความกว้างอยู่ที่ 34 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า โดยในการคำนวณนั้นสามารถที่จะทำการคำนวณ หรือกลับค่า การคำนวณได้โดยสมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากการนำค่าแรงดันไฟฟ้า คูณด้วยค่ากระแสไฟฟ้า ดังสมการที่ 3.1

$$P = V * I \quad (3.1)$$

การคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากการนำค่ากำลังไฟฟ้า หารด้วยค่ากระแสไฟฟ้า ดังสมการที่ 3.2

$$V = P / I \quad (3.2)$$

การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากการนำค่ากำลังไฟฟ้า หารด้วยค่าแรงดันไฟฟ้า ดังสมการที่ 3.3

$$I = P / V \quad (3.3)$$

เมื่อ V คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมป์ (A)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

ตัวอย่างการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า สามารถหาค่าได้จากสมการที่ 3.3 จากสมการที่ 3.3

$$I = P / V$$

แทนค่าในสมการที่ 3.3

$$I = 5600 / 220$$

$$I = 25.45 \text{ แอมป์}$$

การคำนวณหาค่าความต้านทานจากขดลวดแต่ละขด สามารถหาได้จากการนำแรงดันไฟฟ้ายกกำลังสอง หารด้วยกำลังไฟฟ้า จะได้ค่าความต้านทานออกมาดังสมการที่ 3.4

$$R = V / P \quad (3.4)$$

เมื่อ R คือ ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 3.4

$$R = V / P$$

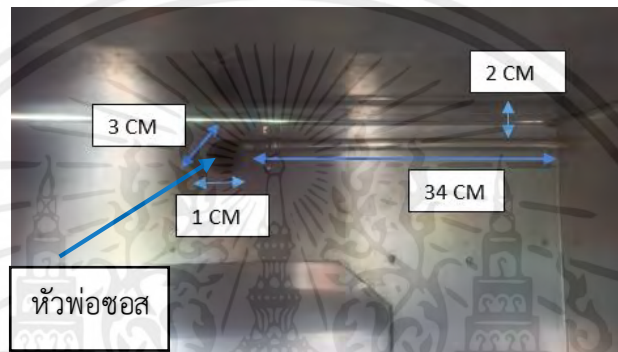
แทนค่าในสมการที่ 3.4

$$R = 220^2 / 5600$$

$$R = 8.64 \text{ โอห์ม}$$

ดังนั้น ค่าความต้านทานของขดลวดแต่ละขดที่กำลังไฟฟ้า 5600 วัตต์ จะเท่ากับ 8.64 โอห์ม

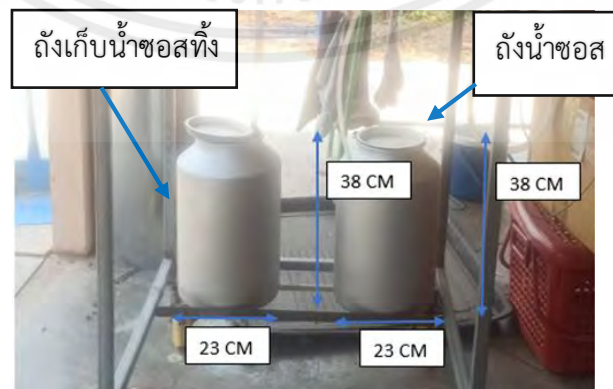
3.6.7 หัวพ่นซอสและท่อลำเลียงน้ำซอส



รูปที่ 3.31 หัวพ่นซอสและท่อลำเลียงน้ำซอส

จากรูปที่ 3.31 เป็นภาพหัวพ่นซอสและท่อลำเลียงน้ำซอสที่ใช้สำหรับพ่นซอสใส่เนื้อวัว โดยมีขนาดความยาวของหัวพ่นซอสอยู่ที่ 3 เซนติเมตร มีขนาดความกว้างของหัวพ่นซอสอยู่ที่ 1 เซนติเมตร มี ขนาดความยาวของท่อลำเลียงน้ำซอส 34 เซนติเมตร ขนาดความกว้างของท่อลำเลียงน้ำซอสอยู่ที่ 2 เซนติเมตร รูพ่นน้ำซอสอยู่ที่ 0.5 มิลลิเมตร

3.6.8 ถังพ่นซอสและถังระบายน้ำซอส

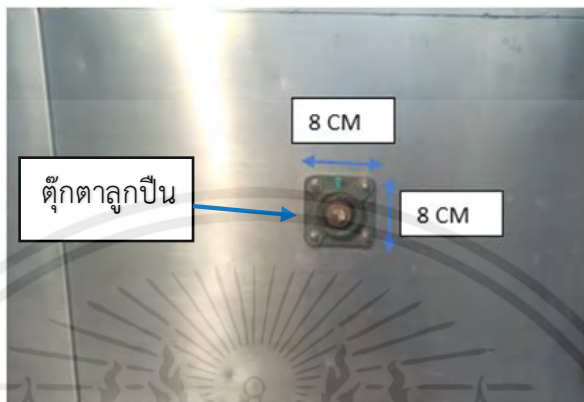


รูปที่ 3.32 ถังพ่นซอสและถังระบายน้ำซอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.32 เป็นภาพของถังพ่นซอสและถังระบายน้ำซอสที่มีขนาดของถังพ่นซอสอยู่ที่ความสูง 38 เซนติเมตร กว้างอยู่ที่ 23 เซนติเมตร ถังน้ำซอสทั้งที่มีขนาดอยู่ที่ความสูง 38 เซนติเมตร กว้างอยู่ที่ 23 เซนติเมตร

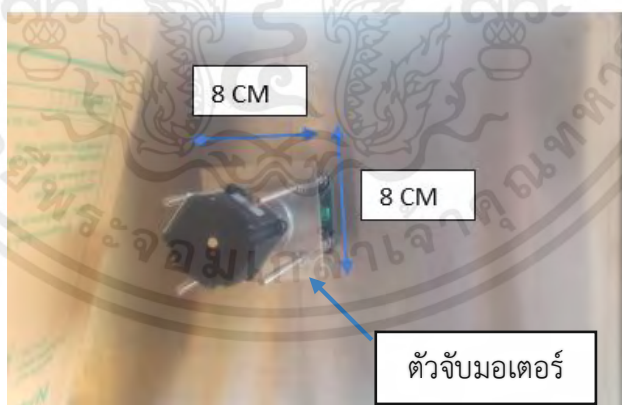
3.6.9 ตู๊กตาลูกปืนจับแกน



รูปที่ 3.33 ตู๊กตาลูกปืนจับแกน

จากรูปที่ 3.33 เป็นภาพของตุ๊กตาลูกปืนจับแกนที่มีขนาดความกว้างอยู่ที่ 8 เซนติเมตร มีขนาดความยาวอยู่ที่ 8 เซนติเมตร

3.6.10 ตู๊กตาลูกปืนจับแกนมอเตอร์

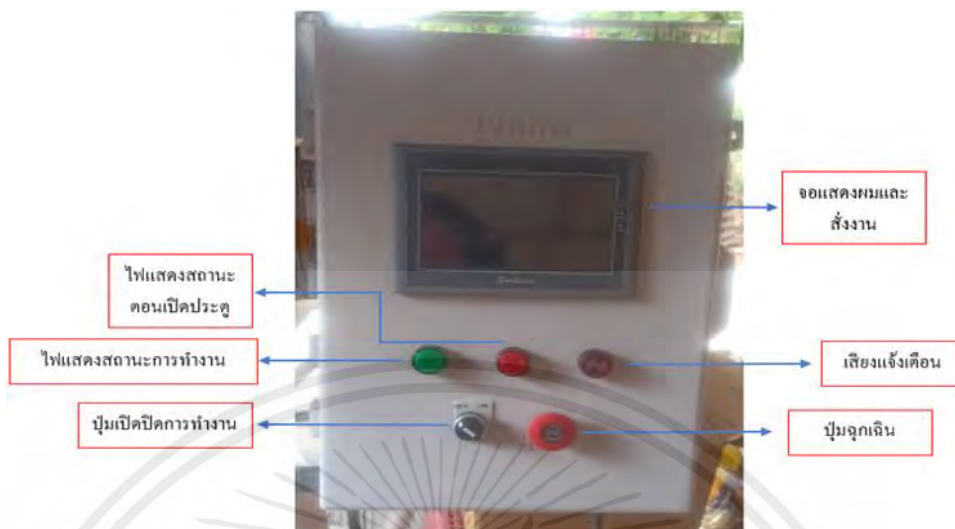


รูปที่ 3.34 แป้นจับแกน

จากรูปที่ 3.34 เป็นภาพของตุ๊กตาลูกปืนจับแกนที่มีขนาดความกว้างอยู่ที่ 8 เซนติเมตร มีขนาดความยาวอยู่ที่ 8 เซนติเมตรที่มีไว้สำหรับยึดมอเตอร์ที่ใช้สำหรับหมุนการยางเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.11 ตู้ควบคุมและสั่งงานเครื่องอย่างเนื้อวัว



รูปที่ 3.35 ตู้ควบคุมและสั่งงานเครื่องอย่างเนื้อวัว

จากรูปที่ 3.35 เป็นภาพของตู้กตาลูกปืนจับแกนที่มีขนาดความกว้างอยู่ที่ 8 เซนติเมตร มีขนาดความยาวอยู่ที่ 8 เซนติเมตรที่มีไว้สำหรับยึดมอเตอร์ที่ใช้สำหรับหมุนการย่างเนื้อ โดยจะมีปุ่มที่ใช้งานทั้งหมด 3 ปุ่มหลักๆโดยปุ่มที่

- 1) จะเป็นหน้าจอแสดงผลและเป็นหน้าจอสั่งงานโดยจะเป็นหน้าจอแบบทัชสกรีนใช้ในการสั่งงานการทำงานต่าง ๆ
- 2) ปุ่มเปิดปิดเครื่องเป็นปุ่มที่ใช้ในการเปิดและปิดเครื่องอย่างเนื้อวัว
- 3) ปุ่มฉุกเฉินเป็นปุ่มที่จะใช้งานเมื่อตั้งเครื่องมีปัญหาโดยจะทำให้ตัวเครื่องนั้นหยุดทำงานในทันทีเมื่อกดใช้งาน
- 4) หลอดไฟ แอลอีดี สีเขียวที่ใช้แสดงสถานะของไฟฟ้าที่มาจ่ายให้กับเครื่องอย่างเนื้อวัวหากมีไฟแสดงสถานะติดแสดงว่าเครื่องทำงานถ้าหากไฟไม่ติดแสดงว่าไฟฟ้าไม่มาจ่ายให้กับตัวเครื่องอย่างเนื้อวัว
- 5) หลอดไฟ แอลอีดี สีแดง สถานการณ์เปิดประตูและการหยุดทำงานเมื่อมีการเปิดประตูของเครื่องอย่างเนื้อวัวจะทำให้ไฟแสดงติดจะหมายถึงประตูเครื่องอย่างเนื้อวัวเปิดอยู่หากไม่มีไฟแสดงสถานะแสดงว่าประปิด
- 6) บัสเซอร์แจ้งเตือนการทำงานเมื่อเสร็จกระบวนการจะมีเสียงแจ้งเตือนการทำงานเมื่อเสร็จและไฟแสดงสถานะสีแดงแบบกระพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบการย่างตามระดับความสุขของเนื้อวัว

3.7.1 การย่างเนื้อแบบแรร์ (Rare)

การย่างเนื้อจะต้องย่างเนื้อให้มีอุณหภูมิภายในเนื้อประมาณ 48 เซลเซียส



รูปที่ 3.36 อุณหภูมิที่ต้องการย่างแบบแรร์
(ที่มา: <https://www.beefbrotherth.com>)

3.7.2 การย่างเนื้อแบบมีเดียมแรร์ (Medium Rare)

การย่างเนื้อจะต้องย่างเนื้อให้มีอุณหภูมิภายในเนื้อประมาณ 55 เซลเซียส



รูปที่ 3.37 อุณหภูมิที่ต้องการย่างแบบมีเดียมแรร์
(ที่มา: <https://www.beefbrotherth.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 การย่างเนื้อแบบมีเดียม (Medium)

การย่างเนื้อจะต้องย่างเนื้อให้มีอุณหภูมิภายในเนื้อประมาณ 58-60 เซลเซียส



รูปที่ 3.37 อุณหภูมิที่ต้องการย่างแบบมีเดียม
(ที่มา: <https://www.beefbrotherth.com>)

3.7.4 การย่างเนื้อแบบมีเดียมเวล (Medium Well)

การย่างเนื้อจะต้องย่างเนื้อให้มีอุณหภูมิภายในเนื้อประมาณ 65 เซลเซียส



รูปที่ 3.37 อุณหภูมิที่ต้องการย่างแบบมีเดียมเวล
(ที่มา: <https://www.beefbrotherth.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.5 การย่างเนื้อแบบเวลตัน (Well Done)

การย่างเนื้อจะต้องย่างเนื้อให้มีอุณหภูมิภายในเนื้อประมาณ 65 °C ขึ้นไปเพื่อให้เนื้อสุกทั่วทั้งชิ้นเซลเซียส



รูปที่ 3.37 อุณหภูมิที่ต้องการย่างแบบเวลตัน
(ที่มา: <https://www.beefbrotherth.com>)

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามาได้นำข้อมูลมาปรับใช้ในเครื่องย่างเนื้อวัวให้มีระดับความสุขตามข้อมูลที่ได้มาใช้ในเครื่องย่างเนื้อวัวและทดลองให้ได้อุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้ได้ระดับความสุขในเนื้อวัว 5 ระดับความสุขภายในเนื้อวัว 1) แรร์ 2) มีเดียมแรร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) เวลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของเครื่องย่างเนื้อวัวซึ่ง ประกอบไปด้วย การทดลองเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การทดลองการหมุนของสตีปิ้งมอเตอร์ การทดลองตัวพ่นซอส การทดลองย่างเนื้อวัว 5 ระดับ แรร์ (Rare), มีเดียมแรร์ (Medium Rare), มีเดียม (Medium), มีเดียมเวล (Medium Well), เวลตัน (Well Done) การทดลองย่างโหมตเนกประสงค์รวมไปถึงการทดลองการทำงานของหน้าจอทัชสกรีนและการทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ในการทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์ จะใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในเครื่องย่างเนื้อวัวเป็นตัววัดอุณหภูมิอิตเตอร์ในการย่างเนื้อวัว และใช้ตัวเทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอลมาทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิความร้อน อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดปุ่ม Start เริ่มโปรแกรม
- 4) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมต Manual
- 5) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 6) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Manual
- 7) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

$$\text{ค่าความผิดพลาด} = \left[\frac{\text{ค่าจริง}-\text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าจริง}} \right] \times 100$$

4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ต้องการ วัด (เซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้จาก เทอร์โมคัปเปิล (เซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้จาก PT100 (เซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
50	50.3	50.5	1
55	55.4	55.6	1
60	60.2	60.5	0.8
65	65.4	65.7	1
70	70.3	70.5	0.7
75	75.2	75.6	0.8
80	80.5	80.6	0.7
85	85.4	85.7	0.8
90	90.5	90.6	0.6
95	95.3	95.7	0.7
100	100.2	100.5	0.5

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิได้ผลการทดลองคือตัววัดอุณหภูมิที่ใช้งานนั้นมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 1 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าความผิดพลาดที่สูงที่สุดและมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดอยู่ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.1 อุณหภูมิที่วัดได้จาก PT100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิล

4.2 การทดลองควบคุมความเร็วรอบ

เป็นการทดสอบการหมุนสเต็ปปีงมอเตอร์ในการโหมดการอย่างแบบ Manual โดยจะมีการทดลองการหมุนตามความถี่แต่ละความถี่ให้สามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้เพื่อใช้ในการประยุกต์ในการอย่างโหมด Manual

4.2.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของสเต็ปปีงมอเตอร์ Manual

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องอย่างเนื่อว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กดปุ่ม “Speed Motor” เพื่อเลือกความเร็วของมอเตอร์
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Manual
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าความเร็วมอเตอร์จากสมการที่ 4.2

$$\text{ความเร็วรอบมอเตอร์} = \frac{\left[\frac{\text{step (degree/step)}}{360 \text{ step}} \right] \times \text{จำนวน Pluses} \times 60\text{s}}{\text{Gear Ratio}}$$

4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทำงานของสตีปปีงมอเตอร์โหมด Manual

จำนวนครั้งที่ ทดลอง	ความเร็วมอเตอร์จากการคำนวณ (นาท)					
	35 rpm	70 rpm	73 rpm	105 rpm	140 rpm	224 rpm
1	√	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√	√
3	√	√	√	√	√	√
4	√	√	√	√	√	√
5	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ: √ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.2 การทดลองการหมุนของมอเตอร์โหมด Manual ในแต่ละความถี่นั้นพบว่าสตีปปีงมอเตอร์ทำงานได้ตามปกติแล้วไม่มีความผิดพลาดในการทำงานเลยจึงทำให้สตีปปีงมอเตอร์ทำงานได้ตามปกติ

4.2.2 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของสตีปปีงมอเตอร์ Auto

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องอย่างเนื่อว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่ม Rare, Medium Rare, Medium, Medium Well, Well Done
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำงานของสตีปปีงมอเตอร์โหมด Auto

จำนวนครั้งที่ ทดลอง	การทำงานของ สตีปปีงมอเตอร์ในแต่ละโหมด				
	Rare	Medium Rare	Medium	Medium Well	Well Done
1	√	√	√	√	√
2	√	√	√	√	√
3	√	√	√	√	√
4	√	√	√	√	√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์โหมด Auto (ต่อ)

จำนวนครั้งที่ ทดลอง	การทำงานของ สแต็ปปีงมอเตอร์ในแต่ละโหมด				
	Rare	Medium Rare	Medium	Medium Well	Well Done
5	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.3 การทดลองการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์โหมด Auto พบว่าการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์ในโหมด Auto นั้นมีการทำงานที่ปกติไม่มีความผิดพลาดและไม่มีควมคลาดเคลื่อนจึงทำให้ สแต็ปปีงมอเตอร์ได้ตามปกติ

4.3 การทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual

การทดลองการทำงานหน้าจอในโหมด Manual เป็นการกดปุ่มใช้งานคำสั่งต่างๆ ผ่านการกดหน้าจอตชสกรีนโดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในกร่างที่เริ่มตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียสไปจนถึง 250 องศาเซลเซียสและยังสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้เริ่มต้นที่ความเร็ว 35 Rpm ไปจนถึง 224 Rpm และยังสามารถตั้งเวลาเปิดปิดการทำงานได้อีกด้วยเริ่มตั้งแต่ 1 นาที ไปจนถึง 120 นาทีเมื่อหมดเวลาลงจะหยุดการทำงานของระบบ Manual ทั้งหมด

4.3.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องอย่างเนื่อว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 5) กดปุ่ม “Set Time” เพื่อเลือกเวลาที่ต้องการ
- 6) กดปุ่ม “Speed Motor” เพื่อเลือกความเร็วของมอเตอร์ที่ต้องการ
- 7) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Manual
- 8) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการทำงานการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual

การทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual	จำนวนครั้งในการทดลอง				
	1	2	3	4	5
RESET	✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการทำงานการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual (ต่อ)

การทำงานหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual	จำนวนครั้งในการทดลอง				
	1	2	3	4	5
START	✓	✓	✓	✓	✓
STOP	✓	✓	✓	✓	✓
SPEED MOTOR	✓	✓	✓	✓	✓
MOTOR ON	✓	✓	✓	✓	✓
CONFIRM	✓	✓	✓	✓	✓
SET TEMPERATURE	✓	✓	✓	✓	✓
SET TIME	✓	✓	✓	✓	✓
SAUCE	✓	✓	✓	✓	✓
TEMPERATURE	✓	✓	✓	✓	✓
TIME	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.4 การทดลองกดใช้งานปุ่มทั้งหมดในโหมด Manual ทุกการใช้นปุ่มทั้งหมดทำงานได้ตามปกติไม่มีความผิดพลาดทำให้การทำงานของระบบ Manual ได้ตามปกติ

4.4 การทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Auto

การทำงานโหมด Auto เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติโดยมีการทำงานทั้งหมด 5 แบบในแต่ละแบบจะมีการกำหนดความสุขของระดับเนื้อได้แก่ 1) แรร์ 2) มีเดียมแรร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) เวล ดันไว้โดยที่ไม่ต้องคอยระวังการย่างโดยในแต่ละโหมดจะกำหนดอุณหภูมิและความเร็วของมอเตอร์ไว้แล้วและกำหนดเวลาฟ้นซอสเองตามโปรแกรมที่คำนวณไว้เรียบร้อยแล้วจึงเป็นโหมดที่มีความแม่นยำในระดับหนึ่งนั่นเองขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Auto

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อไว้
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Rare, Medium Rare, Medium, Medium Well, Well Done
- 5) เพื่อเลือกความสุขของเนื้อวัวที่ต้องการ
- 6) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการทำงานของหน้าจอตช์สกรีนโหมด Auto

จำนวนครั้งในการทดลอง	จำนวนครั้งในการทดลอง การทำงานหน้าจอตช์สกรีนโหมดAuto				
	Rare	Medium Rare	Medium	Medium Well	Well Done
1	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบระบบในโหมด Auto จากการทดลองสรุปได้ว่าไม่มีความผิดปกติในการทำงานในโหมด Auto ระบบทำงานได้ตามปกติในแต่ละโหมด

4.5 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอส

เป็นการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอสโดยการวัดแรงดันไฟฟ้าจากปั๊มซอสเพื่อตรวจสอบว่าปั๊มซอสมีการทำงานหรือไหมถ้ามีการทำงานปั๊มซอสจะมีแรงดันแต่ถ้าไม่มีแรงดันไฟฟ้าจะแสดงถึงปั๊มซอสไม่ทำงานขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.5.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอส

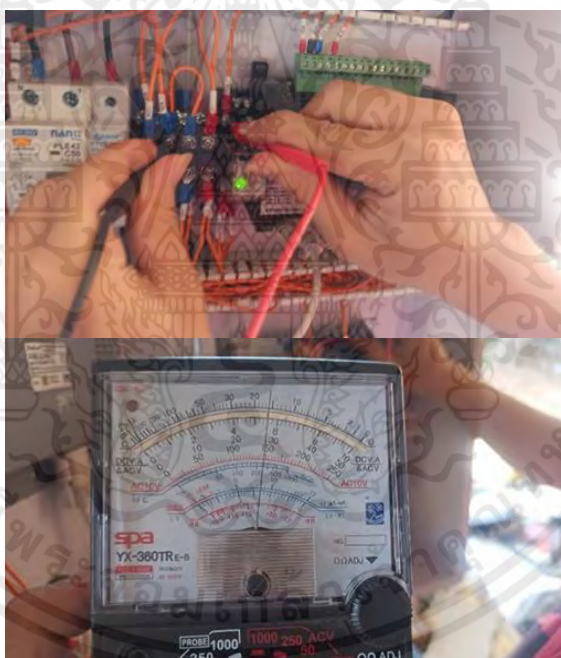
- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องอย่างเนือ้ว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กด “Sauce” เพื่อใช้งานปั๊มพ่นซอสให้ปั๊มซอสทำงาน
- 6) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 7) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มพ่นซอส

จำนวนครั้งในการทดลอง	แรงดันที่วัดได้ (โวลต์)	สถานะมอเตอร์ทำงาน/ไม่ทำงาน
1	24	✓
2	24	✓
3	24	✓
4	24	✓
5	24	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.6 การทดลองการทำงานของปั๊มซอสสรุปได้ว่าจะมีแรงดันไฟฟ้าเมื่อปั๊มซอสทำงานเห็นได้ว่าปั๊มซอสทำงานได้ปกติทั้งโหมด Manual และ Auto ไม่มีความผิดปกติแต่อย่างใด



รูปที่ 4.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าขณะปั๊มพ่นซอสทำงาน

4.6 ผลการทำงานของฮีตเตอร์

โดยการทดสอบควบคุมอุณหภูมิของฮีตเตอร์โดยการทำงานของฮีตเตอร์จะทำงานโดยมีการจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันไฟฟ้า 220 VAC เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้เกิดความร้อนต่อฮีตเตอร์ทำให้ฮีตเตอร์ทำงานขั้นตอนการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของฮีตเตอร์

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องอย่างเนือว้าว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Manual
- 6) ใช้มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่โซลิตสเตอร์รี่เพื่อที่จะวัดแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้ฮีต

เตอร์ทำงาน

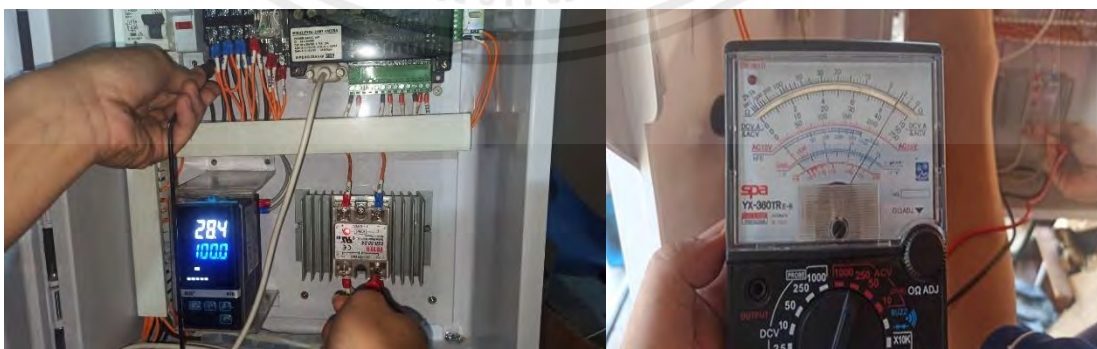
7. บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการทำงานของฮีตเตอร์

อุณหภูมิที่ตั้งไว้ (องศาเซลเซียส)	แรงดันที่วัดได้ (โวลต์)	สถานะ (ทำงาน/ไม่ทำงาน)
50	220	✓
100	220	✓
150	220	✓
200	220	✓
250	220	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.7 การทดลองการทำงานของฮีตเตอร์พบว่าเมื่อทำการตั้งค่าอุณหภูมิแล้วจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปยังฮีตเตอร์ทำให้ฮีตเตอร์ทำงานโดยอุณหภูมิเริ่มต้นอยู่ที่ 50 องศาเซลเซียสจากการทดลองฮีตเตอร์ทำงานได้ตามปกติ



รูปที่ 4.4 แรงดันกระแสไฟฟ้าตอนฮีตเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการทดลองการทำงานโซลิตสเตตรีเลย์

การทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์นั้นทำงานเมื่อมีไฟฟ้า 24 VDC มาเป็นสะพานเชื่อมของวงจรให้ไฟฟ้าไหลในวงจรเพื่อทำให้ไฟฟ้าครบวงจรจนทำให้โซลิตสเตตรีเลย์ทำงานเมื่อมีการทำงานจะมีกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 220 VAC และมีหลอดไฟแสดงสถานะสีแดงติดแสดงถึงการทำงานหากหลอดไฟไม่ติดจะแสดงถึงสถานะไม่ทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์ขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.7.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานโซลิตสเตตรีเลย์

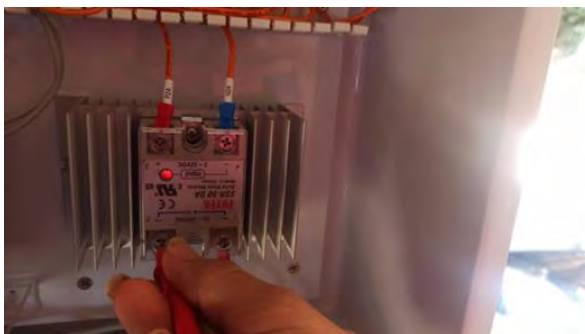
- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องอย่างเนือว้าว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Manual
- 6) ใช้มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่โซลิตสเตตรีเลย์เพื่อดูการทำงาน
- 7) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์

จำนวนครั้งในการทดลอง	แรงดันที่วัดได้ (โวลต์)	สถานะโซลิตสเตตรีเลย์ทำงาน/ไม่ทำงาน
1	220	✓
2	220	✓
3	220	✓
4	220	✓
5	220	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากการทดลองเมื่อมีการทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและหลอดไฟสีแดงจะติดเพื่อเป็นการบอกถึงการทำงานของโซลิตสเตตรีเลย์จากการทดลองนี้โซลิตสเตตรีเลย์มีการทำงานปกติ



รูปที่ 4.5 สถานะ LED ตัดโซลิสเตอรีทำงาน

4.8 ผลการอย่างเนื้อโหมต Manual

เป็นการอย่างเนื้อให้สุดโดยใช้คนควบคุมอุณหภูมิและเวลาด้วยตัวเองโดยโหมตนี้จะเป็นการทดลองอย่างเนื้อ 3 ชนิดได้แก่ 1) เนื้อหมู 2) เนื้อวัว 3) เนื้อไก่ให้มีความสุขโดยให้ไม่มีเลือดภายในเนื้อเลยขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.8.1 ขั้นตอนการทดลองการทำงานของการอย่างเนื้อวัวโหมต Manual

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องอย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Manual
- 4) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 5) กดปุ่ม “Set Time” เพื่อเลือกเวลาที่ต้องการ
- 6) กดปุ่ม “Speed Motor” เพื่อเลือกความเร็วของมอเตอร์ที่ต้องการ
- 7) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Manual
- 8) ใช้มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่โซลิสเตอรีเลยเพื่อดูการทำงาน
- 9) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองการอย่างเนื้อโหมต Manual

เนื้อสัตว์(ชิ้น)	อุณหภูมิที่ใช้ย่าง (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ย่าง (นาที)	ชนิดของเนื้อที่นำมาย่าง		
			หมู	ไก่	วัว
1.	250	45	สุก	สุก	สุก
2.	200	30	สุก	สุก	สุก
3.	250	40	สุก	สุก	สุก

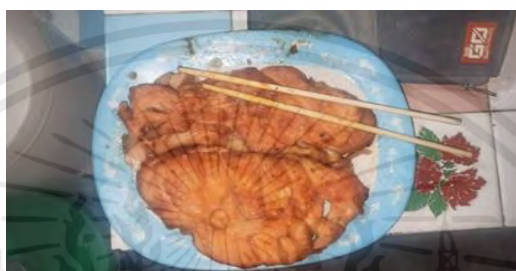
จากตารางที่ 4.9 ผลการทดลองพบการอย่างเนื้อทั้ง 3 ชนิดในโหมตสามารถอย่างเนื้อได้สุด

ทั้งหมดโดยที่โหมต MANNUAL ทำงานได้ตามปกติทุกอย่าง

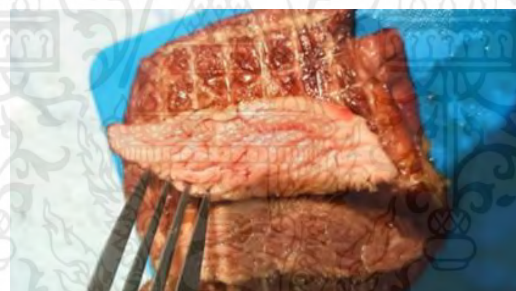
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การย่างเนื้อหมู



รูปที่ 4.7 การย่างเนื้อไก่



รูปที่ 4.8 การย่างเนื้อวัว

4.9 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto

ในการทดลองเป็นการย่างเนื้อวัวให้สุกโดยการควบคุมอุณหภูมิและเวลาอัตโนมัติในโหมดนี้ จะเป็นการทดลองย่างเนื้อ 5 แบบได้แก่ 1) แรร์ 2) มีเดียมแรร์ 3) มีเดียม 4) มีเดียมเวล 5) เวลตัน และได้ตามระดับที่ตั้งไว้

4.9.1 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare น้ำหนัก 300 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในอยู่ที่ประมาณ 46-48 องศาเซลเซียสโดน ใช้อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 15 นาทีเป็นการย่างเนื้อวัวที่น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง

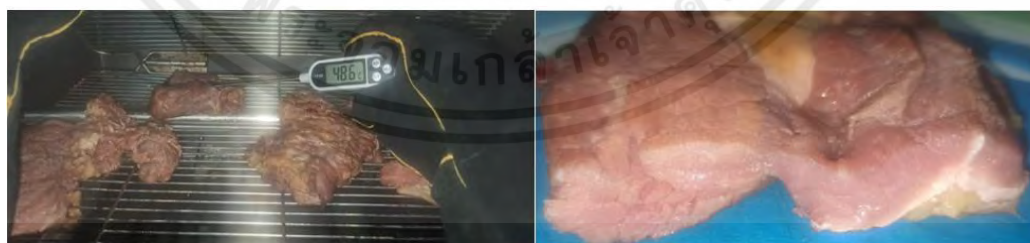
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เปิดสวิตช์เครื่องอย่างเนื้อวัว
 - 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
 - 4) กดปุ่มเลือก Rare
 - 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
 - 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.10
- นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบ Rare

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในเนื้อที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	47.6	46.5	49.2	47.7	0.6
2	48.5	49.3	46.9	48.2	0.4
3	49.3	48.2	47.7	48.4	0.8
4	49.1	46.8	49.5	48.4	0.8
5	48.3	47.2	46.9	47.4	0.5

จากตารางที่ 4.10 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 48.02 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกิดจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.9 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 300 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 54-55 องศาเซลเซียส โคนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 20 นาทีเป็นการย่างเนื้อวัวที่น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 5 ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium Rare
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.11

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	55.6	54.6	55.5	55.2	0.3
2	56.3	54.8	55.3	55.4	0.7
3	54.7	55.3	56.3	55.4	0.7
4	55.5	55.7	53.7	54.9	0.1
5	56.1	53.9	55.3	55.1	0.1

จากตารางที่ 4.11 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 55.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 55-56 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกิดจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.10 อุณหภูมิในเนื้อวัวที่ได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.3 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Medium น้ำหนัก 300 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 58-60 องศาเซลเซียส โคนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 25 นาทีเป็นการย่างเนื้อวัวที่น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 5 ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.12

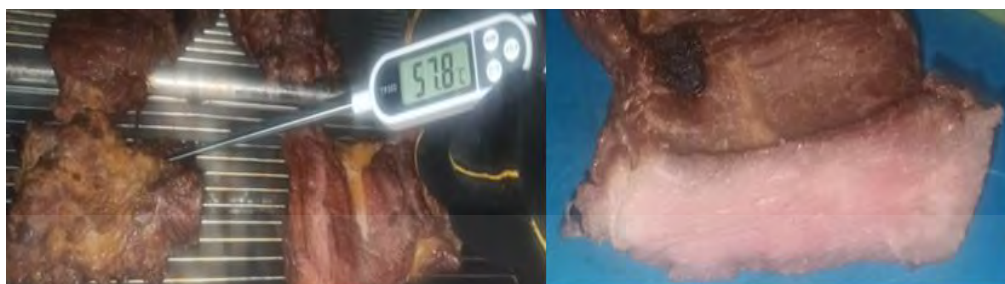
นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Medium

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	57.4	58.6	61.2	59	1.6
2	56.9	58.5	60.8	58.7	1.2
3	57.8	58.8	60.5	59	1.6
4	57.6	58.4	61.3	59.2	1.7
5	58.4	59.3	60.8	59.5	1.8

จากตารางที่ 4.12 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 59 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้ อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ



รูปที่ 4.11 อุณหภูมิในเนื้อวัวที่ได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.4 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 300 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 64-65 องศาเซลเซียส โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 30 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 5 ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium well
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.13

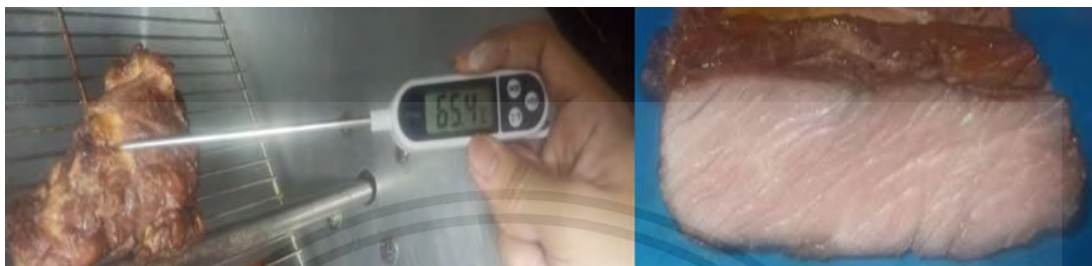
นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบมีเดียมเวล

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	64.3	65.3	66.2	65.2	0.3
2	64.8	65.4	65.8	65.3	0.4
3	64.7	65.1	66.2	65.3	0.4
4	64.2	65.7	66.4	65.4	0.5
5	64.8	65.2	66.5	65.5	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนวิชาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 65.3 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ



รูปที่ 4.12 อุณหภูมิในเนื้อวัวที่ได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.5 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 300 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 65 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 40 นาทีเป็นการย่างเนื้อวัวที่น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 5 ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Well Done
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.14

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองการย่างเนื้อวัวโหมด Auto แบบ Well Done

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	68.8	69	71.3	69.7	1
2	67.5	70.2	72.5	70	1.4
3	67.5	71	72.3	70	1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done (ต่อ)

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
4	67.3	68.8	73.2	69.7	1
5	68.2	69.3	70.9	69.4	0.5

จากตารางที่ 4.14 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไปจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ



รูปที่ 4.13 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.6 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 500 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในอยู่ที่ประมาณ 46-48 องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 15 นาทีเป็นการย่างเนื้อวัวที่น้ำหนัก 500 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

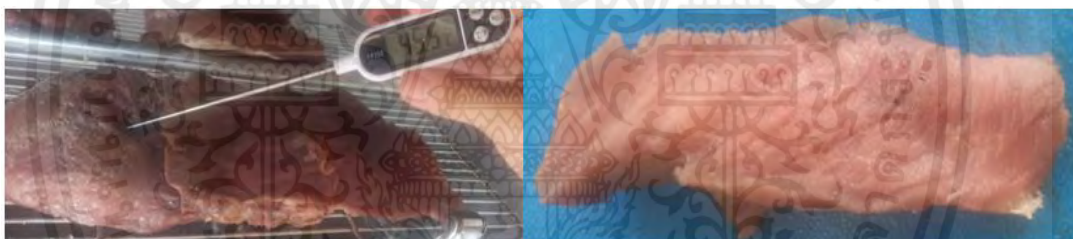
- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Rare
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบแรรี่

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้นเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	44.6	45.4	46.6	45.5	1.08
2	44.8	45.6	46.7	45.7	1.1
3	44.3	45.5	46.6	45.4	1.06
4	44.9	45.3	46.4	45.5	1.08
5	44.7	45.6	46.5	45.6	1.09

จากตารางที่ 4.15 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 45.5 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ไม่ถึงที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นไม่ถึงที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.14 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.7 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 500 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 54-55 องศาเซลเซียส โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 20 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนักเนื้อ 500 กรัม จำนวน 5ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium Rare
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.16

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบมีเดียมแรร์

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	53.2	54.3	55.2	54.2	1.4
2	53.4	54.8	55.6	54.5	0.9
3	53.8	54.2	55.4	54.4	1
4	53.9	54.8	55.3	54.6	0.7
5	53.6	54.5	55.4	54.5	1.4

จากตารางที่ 4.16 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 54.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 55-56 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.15 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.8 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 500 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 58-60 องศาเซลเซียส โคนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 25 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 500 กรัม จำนวน 5ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto

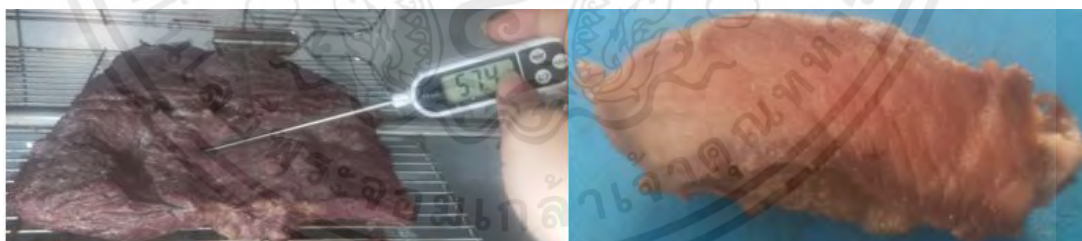
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) กดปุ่มเลือก Medium
 - 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
 - 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.17
- นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบมีเดียม

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	57.2	58.2	58.5	57.9	0.1
2	57.3	58.3	58.4	58	0
3	57.5	58.5	58.6	58.2	0.3
4	57.4	58.4	58.5	58.1	0.2
5	57.6	58.5	58.6	58.2	0.3

จากตารางที่ 4.17 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 58.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เล็กน้อยเพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ



รูปที่ 4.16 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

4.9.9 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 500กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 64-65 องศาเซลเซียส โดนใช้อุณหภูมิที่จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 64-65 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 30 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนักเนื้อ 500 กรัม จำนวน 5 ชิ้นขั้นตอนการทดลองดังนี้

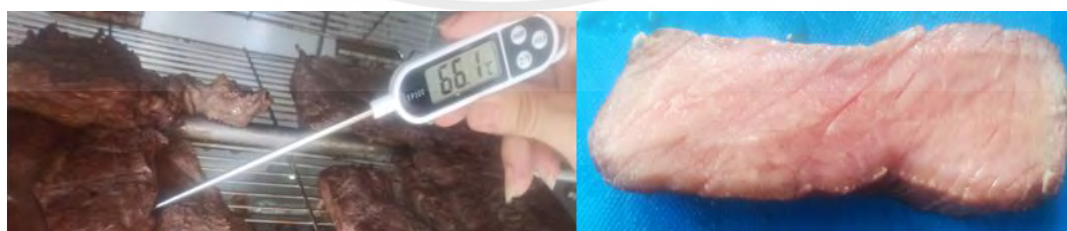
- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium Well
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมด Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.18

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมด Auto แบบมีเดียมเวล

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	64.3	65.2	66.2	65.2	0.3
2	64.4	65.4	66.4	65.4	0.6
3	64.7	65.5	66.3	65.5	0.7
4	64.5	65.7	66.4	65.5	0.7
5	64.8	65.2	66.5	65.5	0.7

จากตารางที่ 4.18 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 65.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เล็กน้อยเพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้ อุณหภูมิที่เกินจากที่ต้องการ



รูปที่ 4.17 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.10 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 500 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 65 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการย่าง 40 นาที เป็นการย่างที่น้ำหนัก 500 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก 5. Well Done
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.19

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.19 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบเวลตัน

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	68.3	69	71.3	69.5	0.7
2	67.5	70.2	72.5	70	1.4
3	66.5	72	72.3	70	0.7
4	67.3	68.8	73.2	69.7	1
5	66.2	69.3	70.9	68.8	0.2

จากตารางที่ 4.19 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ



รูปที่ 4.18 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.11 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 700 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในอยู่ที่ประมาณ 46-48 องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 15 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนักเนื้อ 700 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Rare
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.20

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบแรร์

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	43.2	43.5	43.2	43.3	5.8
2	43.4	43.3	43.5	43.4	5.9
3	43.5	43.8	43.4	43.5	6
4	43.8	43.6	43.3	43.5	6
5	43.5	43.7	43.6	43.6	6.1

จากตารางที่ 4.20 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 43.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อมีความหนาเพิ่มขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นจึงทำให้ไม่ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ



รูปที่ 4.19 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.12 ขั้นตอนการทดลองย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 700

กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 54-55 องศาเซลเซียส โคนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 20 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 700 กรัมจำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตซ์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตซ์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก MEDIUM RARE
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.21

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.21 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบมีเดียมแรร์

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	54.8	54.5	55.2	54.8	0.3
2	54.6	54.7	54.8	54.7	0.4
3	54.5	54.4	54.2	54.3	1.2
4	54.6	54.8	55.3	54.9	0.2
5	54.7	54.6	54.5	54.6	0.5

จากตารางที่ 4.21 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 54.6 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 54-55 องศาเซลเซียสพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ



รูปที่ 4.20 อุณหภูมิในเนื้อที่วัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.13 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 700 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 58-60 องศาเซลเซียส โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 25 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 700 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.22

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.22 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบมีเดียม

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	56.2	56.6	57.8	56.8	2
2	56.5	56.5	57.2	56.7	2.2
3	56.6	56.6	57.3	56.8	2
4	56.4	56.7	57.2	56.7	2.2
5	56.3	56.6	57.8	56.9	1.8

จากตารางที่ 4.22 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 56.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อในการทดลองครั้งนี้หนากว่าปกติจึงทำให้อุณหภูมินั้นต่ำกว่าที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.21 อุณหภูมิในเนื้อวัวที่วัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.14 ขั้นตอนการทดลองย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 700 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 64-65 องศาเซลเซียส โดนใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 30 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 700 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก Medium Well
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.23

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.23 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบมีเดียเวล

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	62.5	63.2	62.7	62.8	1.8
2	62.8	62.9	62.8	62.8	1.8
3	62.8	63.4	62.9	63	1.5
4	62.4	62.8	63.2	62.8	1.8
5	62.3	62.6	63.4	62.7	1.7

จากตารางที่ 4.23 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 62.8 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อในการทดลองครั้งนี้หนากว่าปกติจึงทำให้อุณหภูมินั้นต่ำกว่าที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4.22 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.14 ขั้นตอนการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 700 กรัม

จะเป็นการย่างเนื้อวัวให้มีอุณหภูมิภายในเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 65 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยใช้อุณหภูมิที่ 250 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการย่าง 40 นาทีเป็นการย่างที่น้ำหนัก 700 กรัม จำนวน 5 ชิ้น ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมต Auto
- 4) กดปุ่มเลือก 5. Well Done
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของโหมต Auto
- 6) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.24

นำผลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.24 ผลการทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบเวลตัน

เนื้อวัว (ชิ้น)	อุณหภูมิภายในที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิที่ได้ในเนื้อ โดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	68.5	69.5	69.8	69.2	0.2
2	69.5	69.2	69.9	69.5	0.7
3	69.4	69.1	70.2	69.6	0.8
4	69.5	69.3	69.5	69.4	0.5
5	69.7	69.4	69.7	69.6	0.8

จากตารางที่ 4.24 การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไปจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ



รูปที่ 4.23 อุณหภูมิในเนื้อวัดได้ที่ต้องการและสีของเนื้อที่ทดลองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานในโหมด

Manual

เป็นการทดลองระบบการทำงานเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานว่าจะมีเสียงแจ้งเตือนเมื่อการย่างเนื้อวัวเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนดไว้แล้วมีไฟกระพริบหรือไม่ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องย่างเนื้อวัว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมด Manual
- 4) กดปุ่ม “Set Temperature” เพื่อเลือกอุณหภูมิที่ต้องการ
- 5) กดปุ่ม “Set Time” เพื่อเลือกเวลาที่ต้องการ
- 6) กดปุ่ม “Speed Motor” เพื่อเลือกความเร็วของมอเตอร์ที่ต้องการ
- 7) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงาน
- 8) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 การทดลองการแจ้งเตือนหลังการทำงานเสร็จสิ้นโหมด Manual

จำนวนครั้งที่ทดลอง	แรงดันที่วัดได้ (โวลต์)	เวลาที่ตั้งไว้ นาที	การแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานโหมด Manual
1	24	5	√
2	24	10	√
3	24	15	√
4	24	20	√
5	24	25	√
6	24	30	√
7	24	40	√

หมายเหตุ: √ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.25 จากการทดลองเมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้วันที่จะมีการแจ้งเตือนและหลอดไฟกระพริบและมีเสียงทำให้การทำงานของระบบแจ้งเตือนของเครื่องย่างเนื้อวัวนั้นทำงานได้ตามปกติ

4.10.1 ขั้นตอนการทดลองการทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานในโหมด Auto

เป็นการทดลองกดเลือกโหมด 5 แบบ แรร์, มีเดียมแรร์, มีเดียม, มีเดียมเวล, เวล ดัน เพื่อรอให้แต่ละโหมดทำงานที่ได้เซตเวลาไว้ในโปรแกรมว่าพอเสร็จสิ้นกระบวนการแต่ละโหมดมีการแจ้งเตือนหรือไม่ขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เสียบปลั๊กของเครื่อง
- 2) เปิดสวิตช์เครื่องอย่างเนือวัว
- 3) กดสวิตช์เริ่มการทำงานของโหมด Auto
- 4) กดเลือกปุ่ม Rare, Medium Rare, Medium, Medium Well, Well Done
- 5) กดปุ่ม “Confirm” เพื่อเป็นการยืนยันการทำงาน

ตารางที่ 4.26 การทดลองการแจ้งเตือนหลังการทำงานเสร็จสิ้นโหมด Auto

จำนวนครั้งที่ทดลอง	แรงดันที่วัดได้ (โวลต์)	เวลาที่ตั้งไว้ (นาที)	การแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานโหมด Auto				
			Rare	Medium Rare	Medium	Medium Well	Well Done
1	24	15	√	√	√	√	√
2	24	20	√	√	√	√	√
3	24	25	√	√	√	√	√
4	24	30	√	√	√	√	√
5	24	35	√	√	√	√	√

หมายเหตุ: √ หมายถึง สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.26 จากการทดลองเมื่อแต่ละโหมดทำงานเสร็จสิ้นกระบวนการตามเวลาที่เซตไว้ในโปรแกรม เสียงสัญญาณแจ้งเตือนจะดังขึ้นต้องเปิดฝาตู้เครื่องอย่างเนือวัวเพื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ไขปัญหา

5.1 สรุปผลการทดลองเครื่องอย่างเนื้อวัวอัตโนมัติ

5.1.1 การทดลองความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ผลการทดลองวัดอุณหภูมิที่ได้ผลการทดลองคือตัววัดอุณหภูมิที่ใช้งานนั้นมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 1 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าความผิดพลาดที่สูงที่สุดและมีค่าความผิดพลาดต่ำสุดอยู่ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 การทดลองควบคุมความเร็วรอบ Manual

การทดลองการหมุนของมอเตอร์ในโหมด Manual ในแต่ละความถี่นั้นพบว่าสแต็ปมอเตอร์ทำงานได้ตามปกติแล้วไม่มีความผิดพลาดในการทำงานเลยจึงทำให้สแต็ปมอเตอร์ทำงานได้ตามปกติ

5.1.3 การทดลองการทำงานของสแต็ปมอเตอร์ Auto

การทดลองการทำงานของสแต็ปมอเตอร์โหมด Auto พบว่าการทำงานของสแต็ปมอเตอร์ในโหมด Auto นั้นมีการทำงานที่ปกติไม่มีความผิดพลาดและไม่มีความคลาดเคลื่อนจึงทำให้ สแต็ปมอเตอร์ได้ตามปกติ

5.1.4 การทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Manual

การทดลองกดใช้งานปุ่มทั้งหมดในโหมด Manual ทุกการใช้นปุ่มทั้งหมดทำงานได้ตามปกติไม่มีความผิดพลาดทำให้การทำงานของระบบ Manual ได้ตามปกติ

5.1.5 การทดลองการทำงานของหน้าจอตชสกรีนโหมด Auto

การทดสอบระบบในโหมด Auto จากการทดลองสรุปได้ว่าไม่มีความผิดพลาดในการทำงานในโหมด Auto ระบบทำงานได้ตามปกติในแต่ละโหมด

5.1.6 ผลการทดลองการทำงานของปั๊มฟอส

การทดลองการทำงานของปั๊มฟอสสรุปได้ว่าจะมีแรงดันไฟฟ้าเมื่อปั๊มฟอสทำงานเห็นได้ว่าปั๊มฟอสทำงานได้ปกติทั้งโหมด Manual และ Auto ไม่มีความผิดพลาดต่อย่อใด

5.1.7 ผลการทำงานของฮีตเตอร์

การทดลองการทำงานของฮีตเตอร์พบว่าเมื่อทำการตั้งค่าอุณหภูมิแล้วจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไปยังฮีตเตอร์ทำให้ฮีตเตอร์ทำงานโดยอุณหภูมิเริ่มต้นอยู่ที่ 50 องศาเซลเซียสจากการทดลองฮีตเตอร์ทำงานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.8 ผลการทดลองการทำงานโซลิตสเตอร์รี่เลย์

จากการทดลองเมื่อมีการทำงานของโซลิตสเตอร์รี่เลย์จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และหลอดไฟสีแดงจะติดเพื่อเป็นการบอกถึงการทำงานของโซลิตสเตอร์รี่เลย์จากการทดลองนี้โซลิตสเตอร์รี่เลย์มีการทำงานปกติ

5.1.9 ผลการย่างเนื้อโหมต Manual

ผลการทดลองพบการย่างเนื้อทั้ง 3 ชนิดในโหมตสามารถย่างเนื้อได้สุกทั้งหมดโดยที่โหมต Manual ทำงานได้ตามปกติทุกอย่าง

5.1.10 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมต Auto

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 48.02 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกิดจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง

5.1.11 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 300 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 55.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 55-56 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกิดจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง

5.1.12 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 300 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 55.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 55-56 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกิดจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง

5.1.13 การทดลองการย่างเนื้อวัวโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 300 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 59 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ

5.1.14 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well เนื้อ 300 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 65.3 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ

5.1.15 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 300 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไปจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ

5.1.16 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 500 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 45.5 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ไม่ถึงที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นไม่ถึงที่ต้องการนั่นเอง

5.1.17 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 500 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 58.2 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เล็กน้อยเพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ

5.1.18 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 500 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 65.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้เล็กน้อยเพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการ

5.1.19 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 500 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ

5.1.20 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Rare น้ำหนัก 700 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 43.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 46-48 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อมีความหนาเพิ่มขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นจึงทำให้ไม่ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ

5.1.21 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Rare น้ำหนัก 700 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 54.6 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 54-55 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อแต่ละชิ้นนั้นมีไขมันและเส้นใยของเนื้อที่ไม่เท่ากันจึงทำให้อุณหภูมินั้นเกินจากที่ต้องการนั่นเอง

5.1.22 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium น้ำหนัก 700 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 56.7 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 58-60 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อในการทดลองครั้งนี้หนากว่าปกติจึงทำให้อุณหภูมินั้นต่ำกว่าที่ต้องการนั่นเอง

5.1.23 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Medium Well น้ำหนัก 700 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้ออยู่ที่ 62.8 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 64-65 องศาเซลเซียสจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้เพราะเนื้อในการทดลองครั้งนี้หนากว่าปกติจึงทำให้อุณหภูมินั้นต่ำกว่าที่ต้องการนั่นเอง

5.1.24 การทดลองการย่างเนื้อโหมต Auto แบบ Well Done น้ำหนัก 700 กรัม

การทดลองทั้งหมดจะมีอุณหภูมิภายในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 69.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิที่ต้องการอยู่ที่ 69 องศาเซลเซียสขึ้นไปจากการทดลองพบว่าในเนื้อแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิที่เกินจากที่กำหนดไว้ได้เพราะการย่างเนื้อโหมตนี้ไม่จำเป็นต้องมีชั้นความสุกของเนื้อ

5.1.25 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานในโหมต Manual

จากการทดลองเมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้วันที่จะมีการแจ้งเตือนและหลอดไฟกระพริบและมีเสียงทำให้การทำงานของระบบแจ้งเตือนของเครื่องย่างเนื้อวุ้นนั้นทำงานได้ตามปกติ

5.1.26 การทดลองการแจ้งเตือนเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงานในโหมต Auto

จากการทดลองเมื่อแต่ละโหมตทำงานเสร็จสิ้นกระบวนการตามเวลาที่เซตในโปรแกรม เสียงสัญญาณแจ้งเตือนจะดังขึ้นต้องเปิดฝาทู้อ่างเนื้อวุ้นเพื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1) การควบคุมอุณหภูมิในช่วงแรกของฮีตเตอร์นั้นไม่ค่อยแม่นยำจะค่อนข้างแม่นยำในช่วงหลัง
- 2) ในโหมต Auto นั้นการย่างเนื้อในแต่ละระดับนั้นมีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากเนื้อวุ้นในแต่ละส่วนนั้นมีเส้นใยในเนื้อวุ้นที่ไม่เท่ากันและไขมันในเนื้อที่ไม่เท่ากันอีกด้วยจึงทำให้มีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้
- 3) ในการนำเอาเนื้อวุ้นที่ย่างเสร็จออกมานั้นต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมากเนื่องจากภายในเครื่องย่างเนื้อวุ้นนั้นมีอุณหภูมิที่สูงมากอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้
- 4) ในการตั้งความเร็วของมอเตอร์นั้นหากช้าหรือเร็วเกินไปจะส่งผลให้มอเตอร์ไม่ทำงาน

5.3 ข้อเสนอแนะและวิธีการแก้ปัญหา

- 1) ควรมีการ warm การทำงานของฮีตเตอร์ก่อนการทำงานเสมอเพื่อช่วยให้ฮีตเตอร์มีการทำงานที่แม่นยำขึ้นโดยจะ warm การทำงานที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เมื่ออย่างโหมด Auto คลาดเคลื่อนสามารถใช้โหมด Manual ในการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ระดับ
เนื่อว้าวที่สึกตามความต้องการของผู้ใช้งาน
- 3) ควรใส่ถุงมือผ้าที่มีความหนาระดับหนึ่งเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อนำเนื่อว้าวออกมาจาก
เครื่อง
- 4) ควรตั้งความเร็วของมอเตอร์ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์, ระบบPLC (Programmable Logic Controller), กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2565.
- [2] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, คัมภีร์การใช้งานพีแอลซี เบคฮอฟฟ์ PLC BECKHOFF, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2559.
- [3] “เทคนิคการควบคุมอุณหภูมิ” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.gtech.ac.th/vdo/moterdoc/Temperature%20Controller.pdf> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565.
- [4] “ฮีตเตอร์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.mtheattech.co.th/> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565.
- [5] ผศ. ดร.วราพงษ์ ตั้งศรีรัตน์, เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2565
- [6] พิศนุรัตน์ เขจร, PLC และการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์, พิมพ์ครั้งที่ 1, มิถุนายน 2564
- [7] “ไทรฟัสเต็ปมอเตอร์” (ระบบออนไลน์), แหล่งที่มา: <http://www.mikroelec.com> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [8] รศ.ดร.วิบูลย์ บุญยธโรกุล, ปัมระบบสูบน้ำ, ชป.บ.เกียรตินิยม (เกษตร), 2529
- [9] “โซลิตสเตตรีเลย์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.9ddn.com/content.php?pid=884>, เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [10] “หัวฉีดสเปรย์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://shopee.co.th/Ftth> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [11] “ซีเล็คเตอร์สวิตช์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://shopee.co.th/Ftth> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [12] “บัสเซอร์” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://s2ins.com> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [13] พิศนุรัตน์ เขจร, คู่มือการเขียน” HMI GOT1000, GOT2000, พิมพ์ครั้งที่ 1, เมษายน 2561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14] “มาตรฐานRS-485 / RS-232” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: www.tic.co.th
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565
- [15] “เนื้อวัว” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.baanlaesuan.com>
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 8 มิถุนายน 2565



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

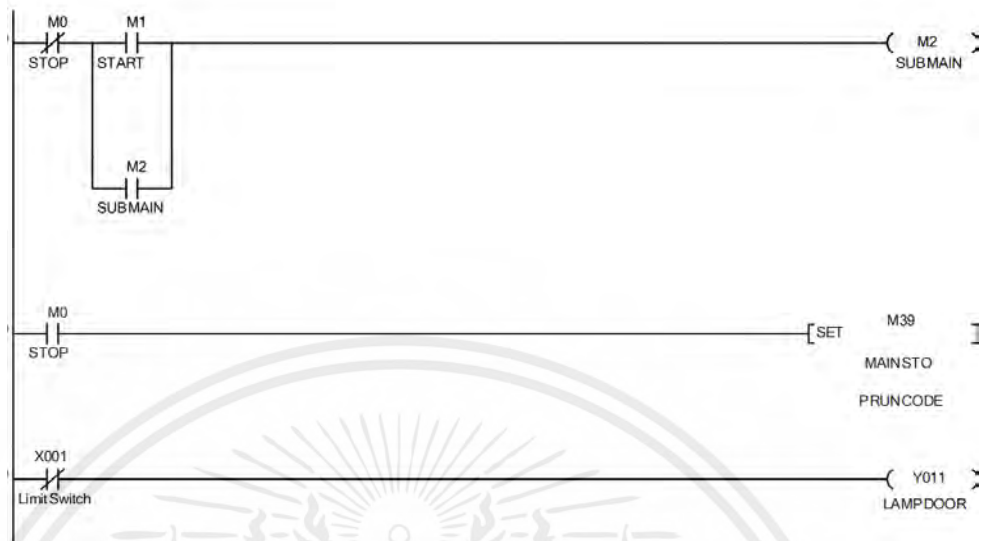


ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องย่นเนื้อวัว

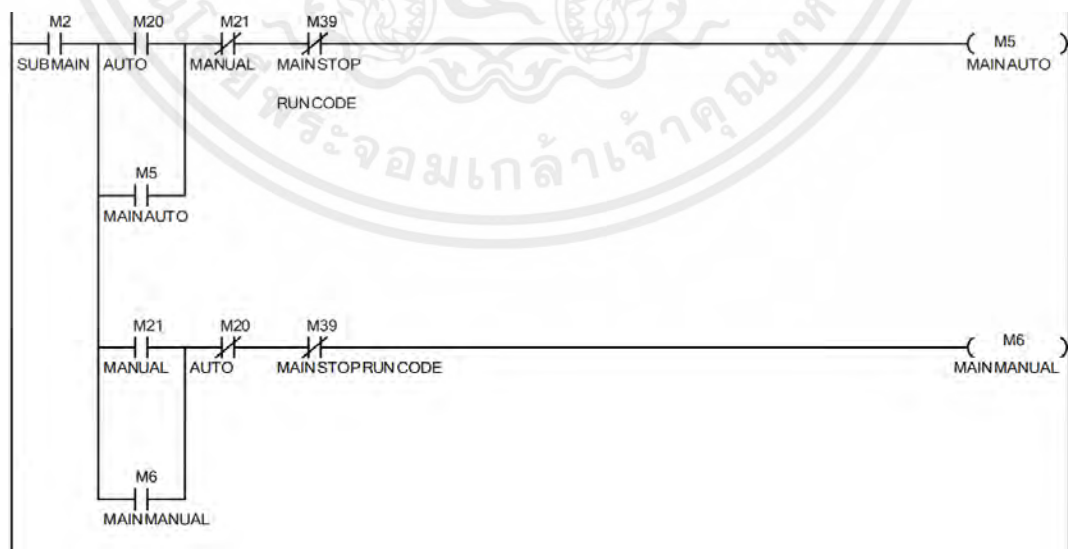
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของพีแอลซี



รูปที่ ก.1 โปรแกรมการเริ่ม

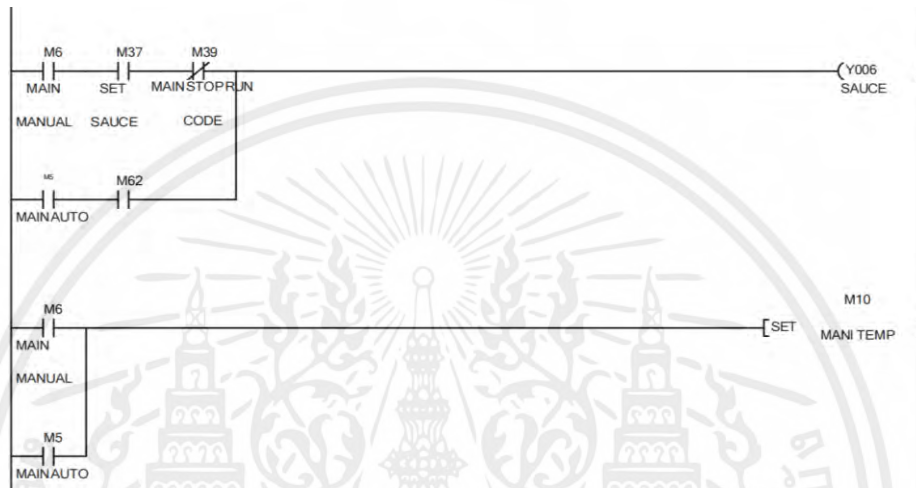
จากรูปที่ ก.1 เป็นการออกแบบปุ่มการทำงาน STOP โดยใช้อินพุตภายในพีแอลซีโดยใช้เป็นชนิด NC เป็นตัวแปร M0 ต่อเข้ากับปุ่มใช้งาน START โดยใช้เป็นชนิด NO เป็นตัวแปร M1 ต่อคร่อมกับปุ่ม M2 เป็นการการทำงานของปุ่ม START เมื่อ M1 และ M2 ทำงานจะทำให้โปรแกรมทำงาน แต่ถ้า M0 ทำงานโปรแกรมจะไม่ทำงานจะ SET ให้ M39 หยุดการทำงานของโปรแกรมส่วน X001 จะเป็น Limit Switch เมื่อ X001 ทำงานจะทำให้ Y011 ทำงานเป็นการแสดงสถานะการเปิดประตู



รูปที่ ก.2 โปรแกรมการการทำงานโหมด Manual และ Auto

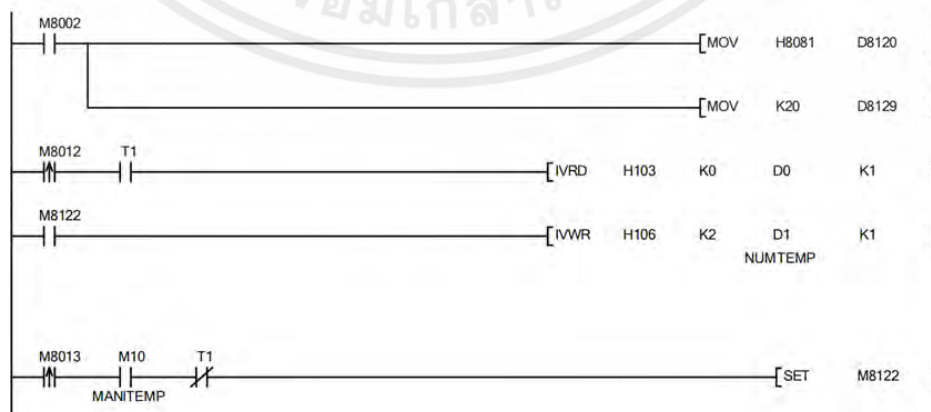
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ก.2 เป็นการออกแบบการทำงานของโหมด Manual และโหมด Auto โดยจะทำงานก็ต่อเมื่อ M2 ที่เป็น SUBMAIN ทำงานและ M20 ที่เป็นโหมด Auto ทำงานจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ M21 ที่เป็น Manual ไม่ทำงานและ M39 ที่เป็น MANSTOP ไม่ทำงานจะทำให้ M5 ที่เป็น MANAUTO นั้นทำงานจึงทำให้ใช้งานโหมด Auto ได้และในส่วน M21 ที่เป็นการทำงานในโหมด Manual จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ M20 ที่เป็นโหมด Auto ไม่ทำงานและ M39 ที่เป็น MANSTOP ไม่ทำงานจะทำให้ M6 ที่เป็นโหมดการทำงาน Manual ทำงานได้



รูปที่ ก.3 โปรแกรมการทำงานโหมด Manual และ Auto (ต่อ)

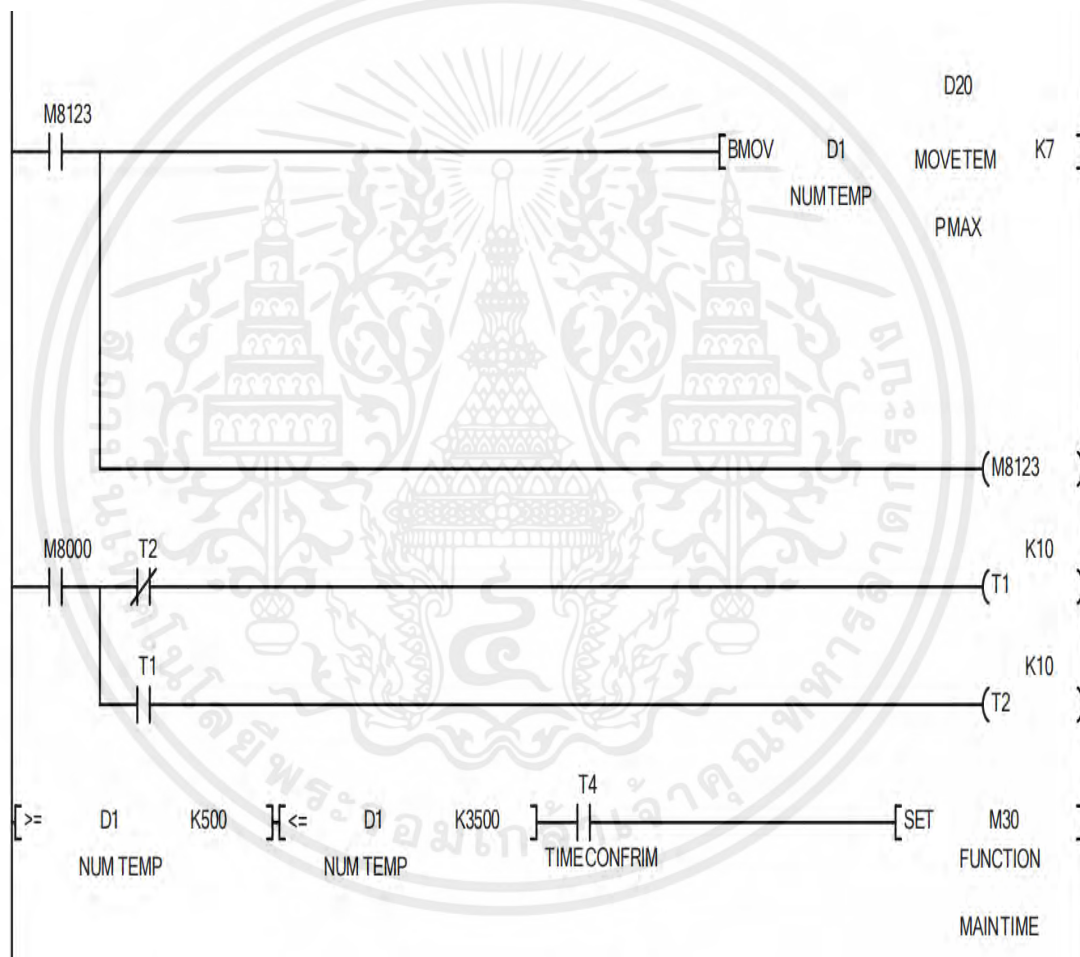
จากรูปที่ ก.3 เป็นการทำงานของตัวพ่นซอสโดยการทำ Y006 ที่เป็นตัวพ่นซอสทำงานได้นั้นจะต้องให้ M39 ที่เป็น MANSTOP นั้นไม่ทำงานจากนั้นต้องกดปุ่ม M6 ที่เป็นโหมด Manual ให้ทำงานจึงสามารถทำให้ Y006 ทำงานในการการตั้งค่าอุณหภูมินั้นจะทำงาน SET อุณหภูมิให้อยู่ใน M10



รูปที่ ก.4 โปรแกรมการทำงานการเชื่อมต่อสื่อสาร RS485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

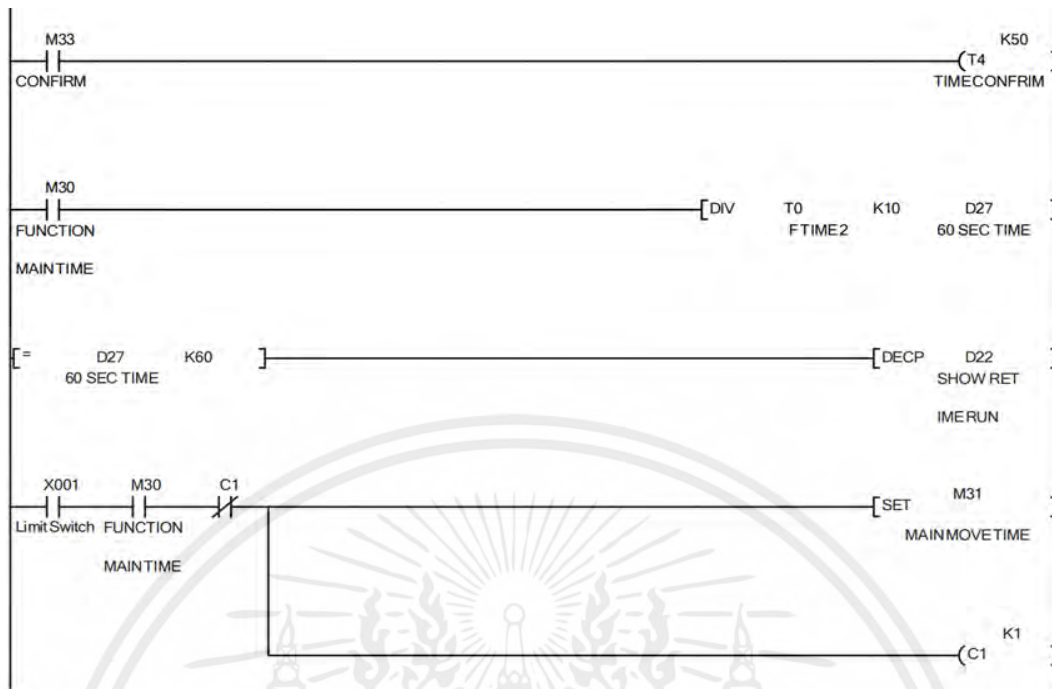
จากรูปที่ ก.4 เป็นการเปิดใช้การทำงานการเชื่อมต่อ RS485 เพื่อใช้งานร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ PT100 โดยจะเริ่มต้นด้วยการเปิดการเชื่อมต่อ RS485 โดยการ M8002 ในการเปิดการเชื่อมต่อหลังจากนั้นประกาศเลือกตัวแปรที่จะใช้ MOV เป็นคำสั่งที่ใช้จัดเก็บข้อมูลไว้ในตัวแปร H8081 เป็นตัวแปรที่อยู่ในการเชื่อมต่อ RS485 ไปเก็บในตัวแปร D8120 เป็นการเก็บข้อมูลชนิดตัวเลขหลังจากนั้นให้ M8012 เป็นตัวเปิดใช้งานการเชื่อมต่อการนำข้อมูลของเซนเซอร์ที่เป็นค่า PV โดยจะใช้คำสั่ง IVRD เพื่อใช้ในการรับค่าจากเซนเซอร์ผ่านตัวแปร H103 ที่เป็นค่า SV ในส่วนของ M8122 เป็นการรับค่าจากเซนเซอร์ผ่านตัวแปร H106 ที่เป็นค่า PV โดนใช้คำสั่ง IVWR ในการเลือกอุณหภูมิที่ต้องการให้อยู่ในตัวแปร D1



รูปที่ ก.5 โปรแกรมการทำงานการเชื่อมต่อการสื่อสาร RS485 (ต่อ)

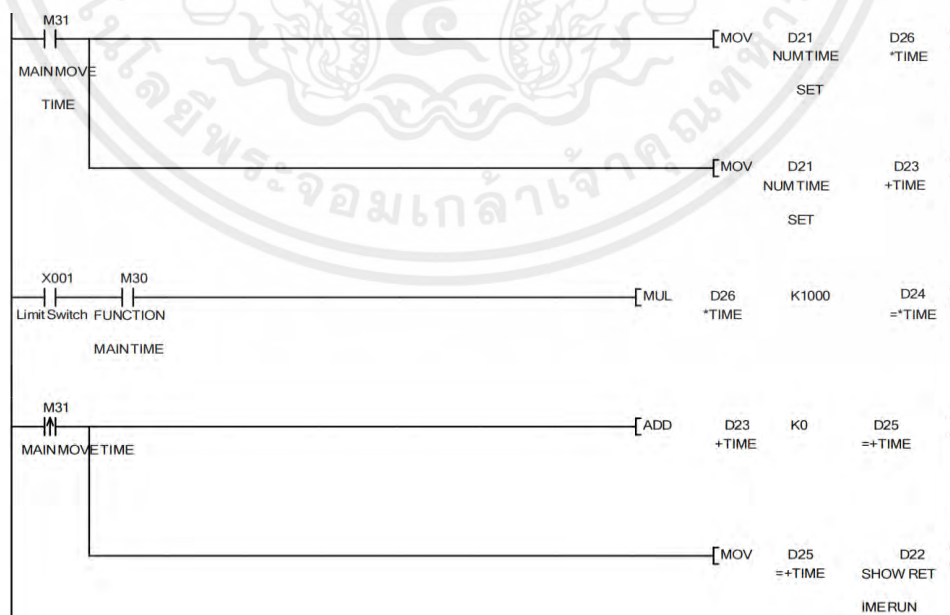
จากรูปที่ ก.5 เป็นการเก็บข้อมูลทั้งหมดมาอยู่ในตัวแปร D20 ผ่านคำสั่งใช้งาน BMOV เป็นคำสั่งที่ใช้เก็บตัวแปรหลายชนิดเข้าไปเก็บในตัวแปรเดียวต่อมาจะเป็นการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของอุณหภูมิโดยกำหนดให้ D1 จะทำงานก็ต่อเมื่ออุณหภูมิที่ต้องการต้องมากกว่า 50 องศาเซลเซียส โดยจะกำหนด K500 เป็นอุณหภูมิ แต่ถ้าหากอุณหภูมิมากกว่าที่กำหนดให้ D1 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 โปรแกรมการทำงานโหมด Manual

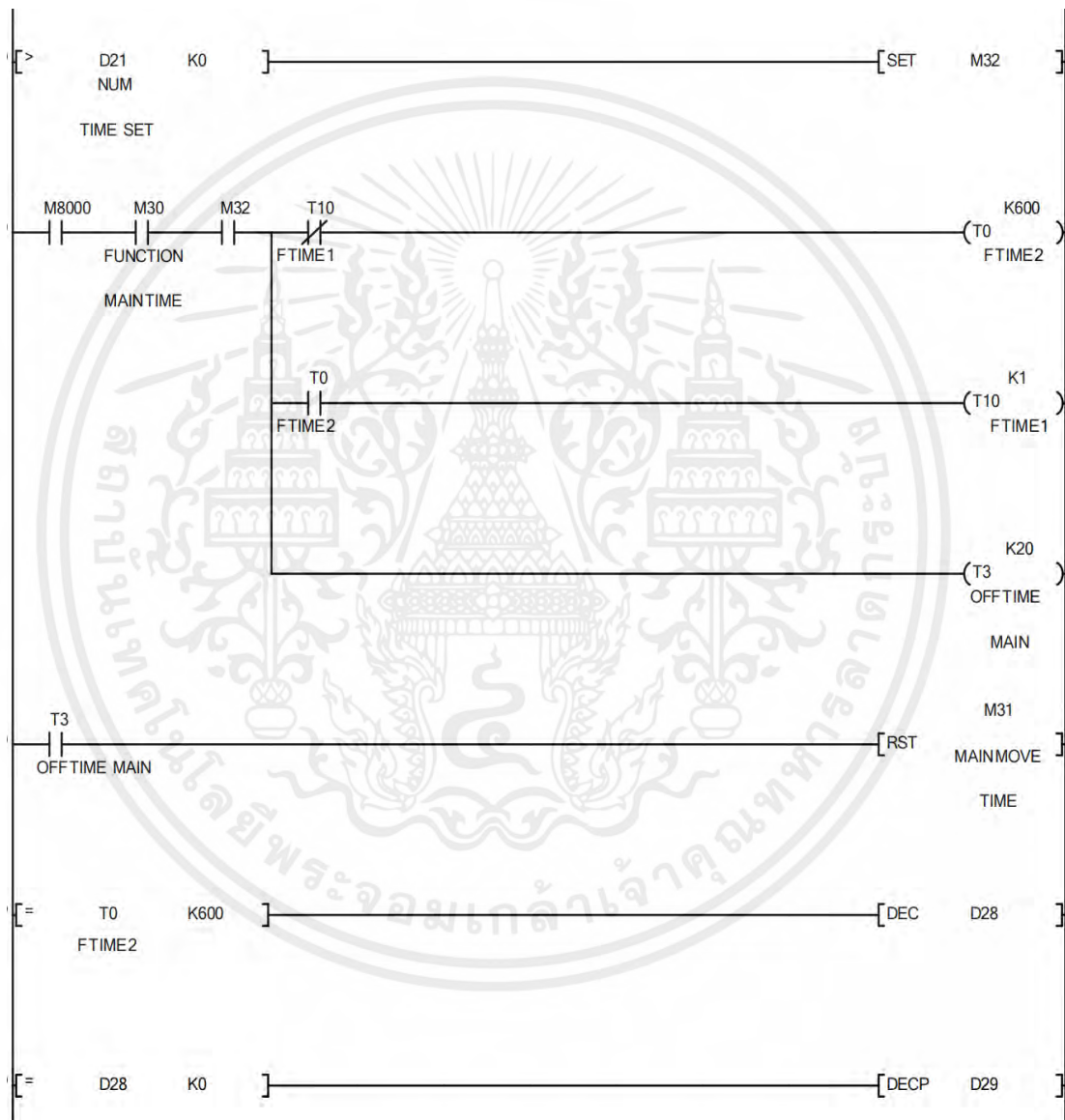
จากรูปที่ ก.6 เป็นการตัดการทำงานของโหมด Manual ด้วยลิมิตสวิทซ์โดยจะกำหนดให้ X001 เป็น Limit Switch เมื่อ X001 ทำงานจะทำให้หยุดการทำงานของ Function Maintime หยุดการทำงานโดยจะให้ M30 เป็นการทำงานของเวลาทั้งหมดไปเก็บข้อมูลไว้ใน D27



รูปที่ ก.7 โปรแกรมการทำงานโหมด Manual (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

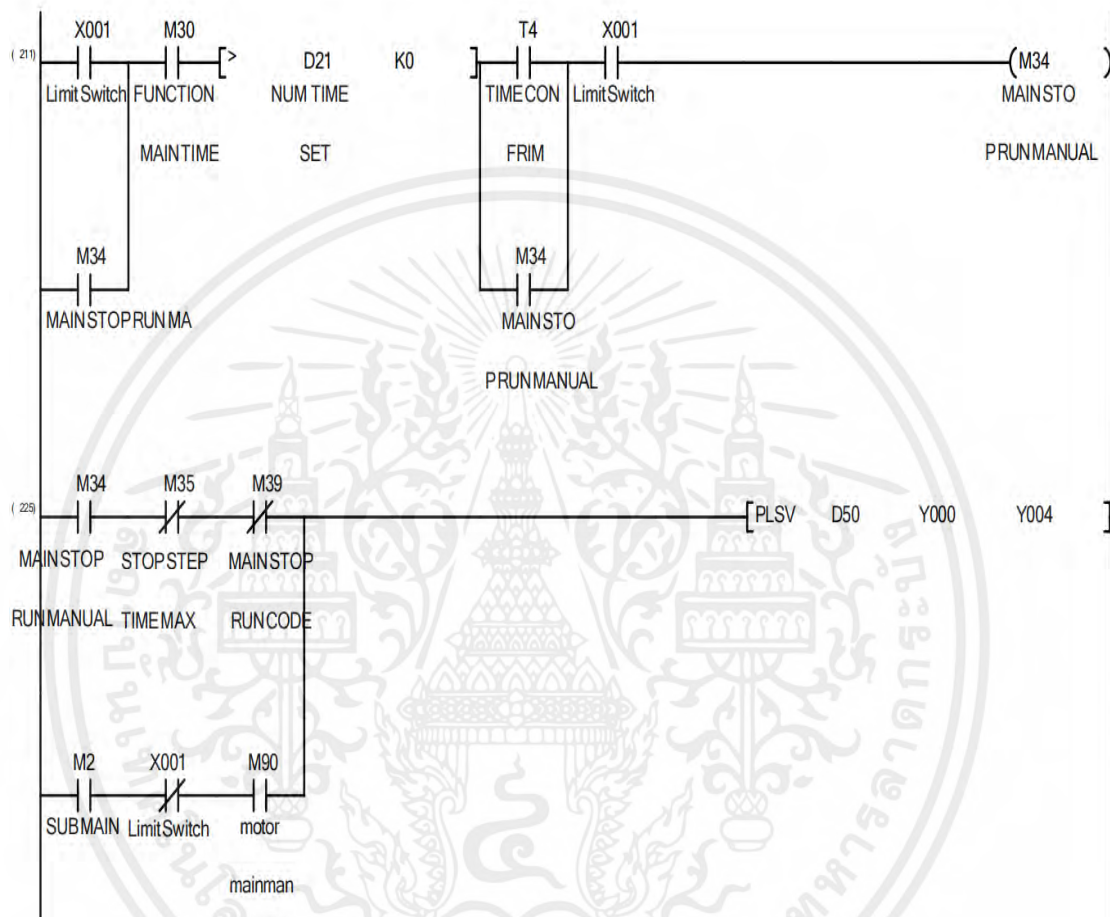
จากรูปที่ ก.7 เป็นการทำงานใน Function Main Time โดยจะกำหนดให้ M31 เป็นการทำงานเก็บค่าข้อมูลของเวลาที่อยู่ในรูปตัวเลขไปอยู่ในคำสั่งใช้งาน MOV เข้าไปยังตัวแปร D21 ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลของค่าอุณหภูมิที่จะใช้งานและการใช้งานทั้งหมดจะถูกจำกัดไว้ด้วย X001 ที่เป็น Limit Switch ในส่วนของ M31 จะเป็นตัวแปรแบบใส่ค่าข้อมูลตามที่ต้องการจะใช้งานพร้อมกับคำสั่ง ADD ที่เป็นคำสั่งใช้งานบวกค่าตัวแปร D23 ไปเก็บไว้ใน K10 และ D25 และนำค่าข้อมูลที่ได้ไปไปยังคำสั่ง MOV เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงค่าในตัวแปร D22



รูปที่ ก.8 โปรแกรมการทำงานโหมด Manual (ต่อ)

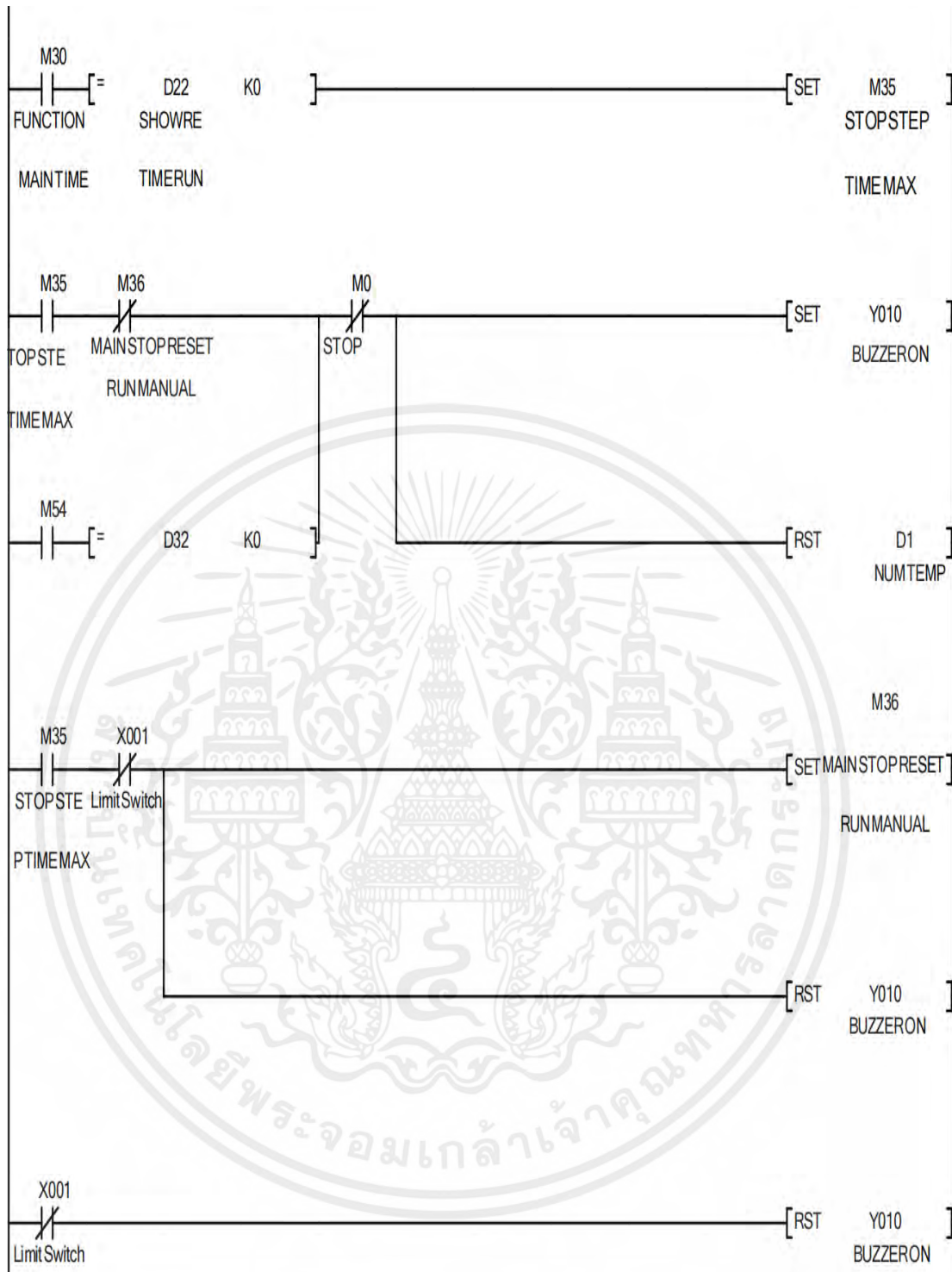
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ก.8 เป็นการทำงานของ การ Reset การทำงานของเวลาเมื่อมีการทำงานจนครบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้เชื่อมต่อการเชื่อมต่อ RS458 โดรนเมื่อ T3 ที่เป็น TIME MAIN นั้นทำงานจะทำให้ Reset ค่าข้อมูลที่อยู่ในตัวแปล M31 ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลของข้อมูลเวลาทั้งหมดกลับคือเป็นค่าเดิม



รูปที่ ก.9 โปรแกรมการทำงานของลิมิตสวิสต์ (ต่อ)

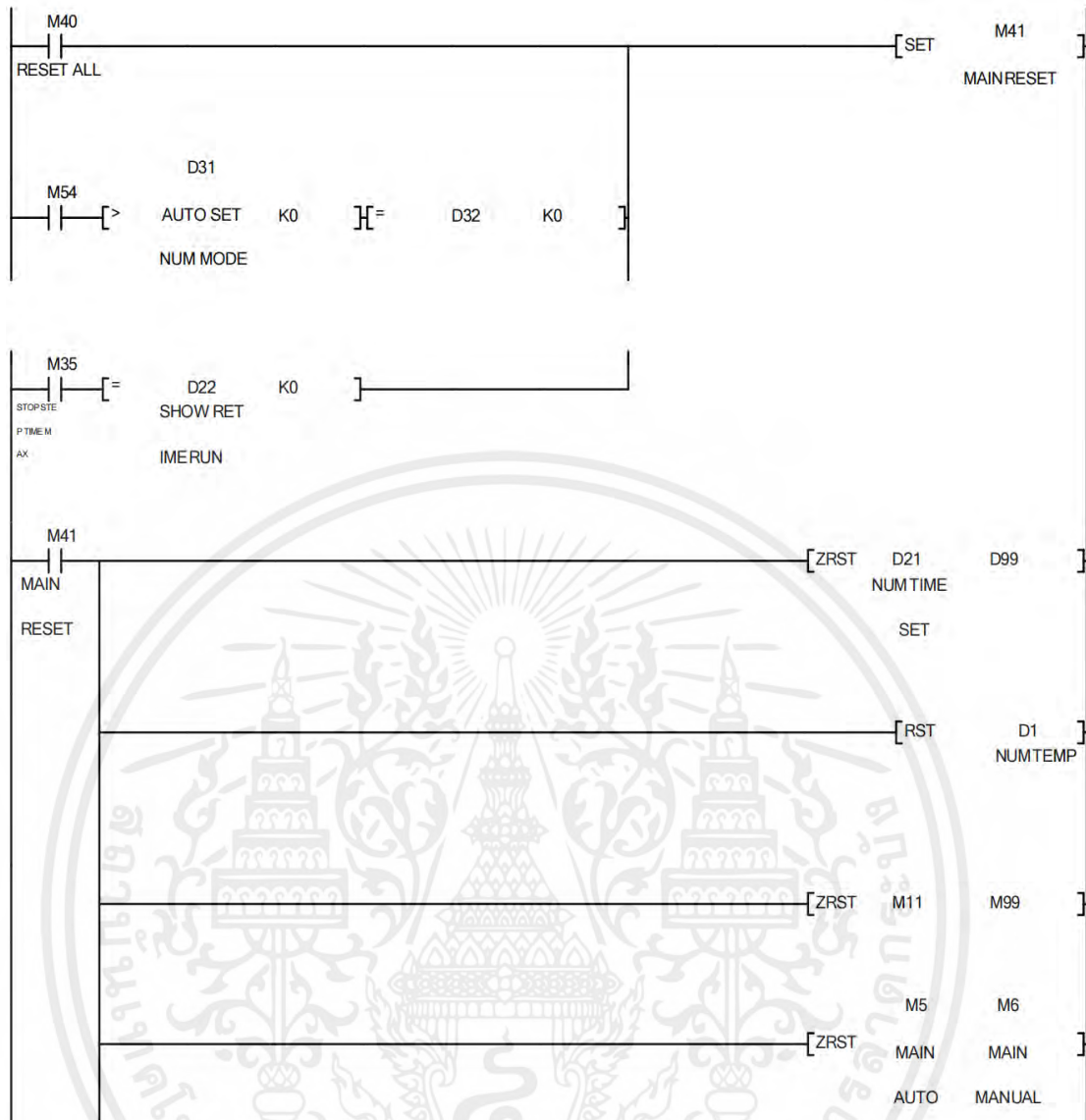
จากรูปที่ ก.9 เป็นการทำงานเมื่อ X001 ทำงานพร้อมกับ M30 จะไปตรวจสอบเงื่อนไขถ้า D21 มีค่ามากกว่าที่ตั้งไว้จะทำให้ M34 ทำงานจะทำให้ M34 ทำงานจะทำให้ไปใช้งานคำสั่งการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์ด้วยคำสั่ง PLSV ไปสั่งให้ Y00 และ Y004 ทำงานเพื่อให้มอเตอร์หมุนและให้ตัวแปล D50 เป็นตัวเก็บข้อมูลความถี่ที่ต้องการใช้งานให้อยู่ในตัวแปล D50 เมื่อ M2 ทำงานและ X001 ไม่ทำงานและ M90 ทำงานจะทำให้สามารถทำให้สแต็ปปีงมอเตอร์ได้หาก M2 ไม่ทำงานจะทำให้ไม่สามารถทำให้มอเตอร์ทำงานได้



รูปที่ ก.10 โปรแกรมการทำงานโหมด Auto

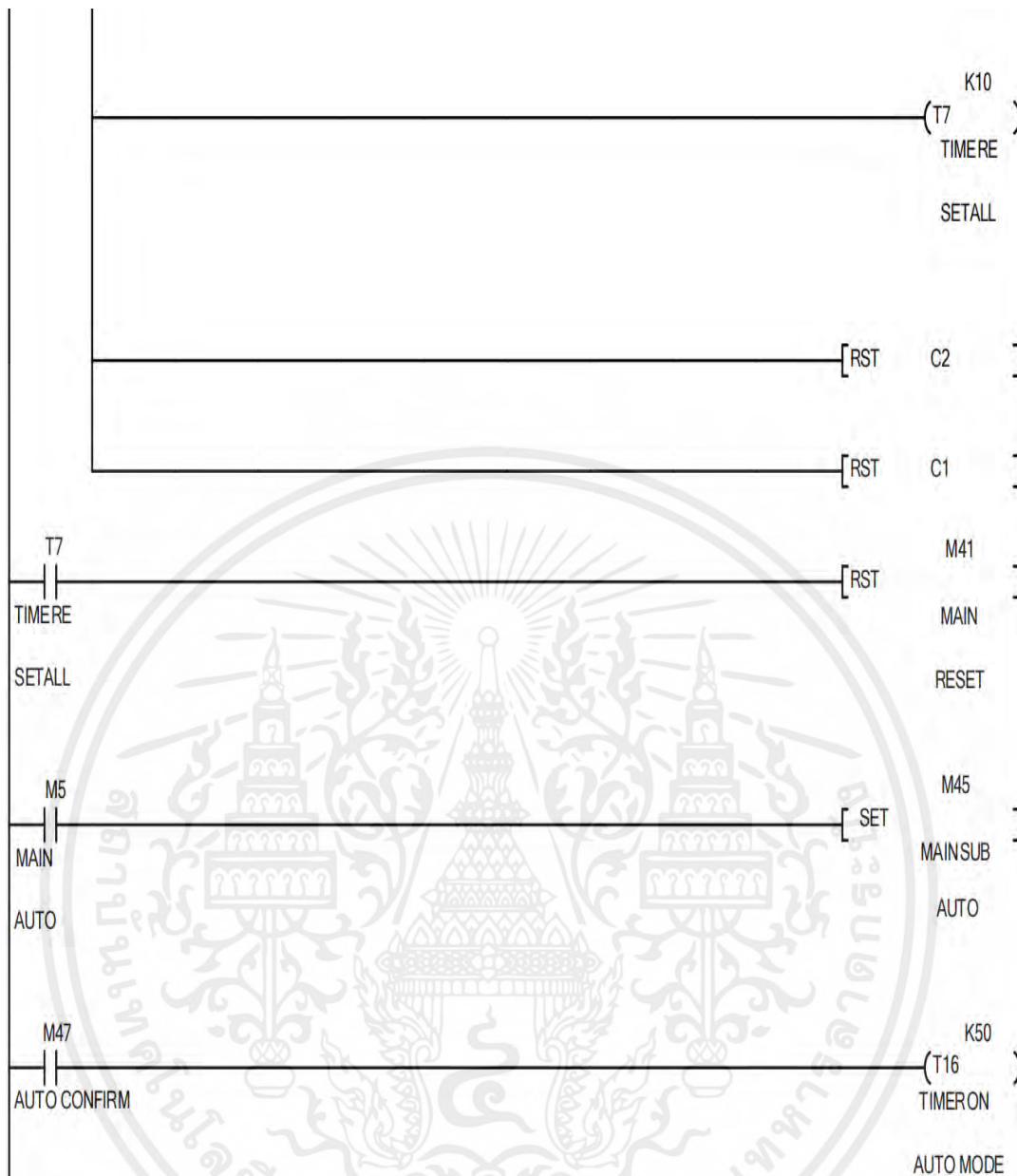
จากรูปที่ ก.10 เป็นการทำงานของเครื่องจักรเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำงาน จะทำงานเมื่อ X001 ทำงานจะทำให้ Y010 ทำงานในกรณีและเมื่อ X001 นั้นกลับสู่สถานะเดิมจะทำการ RESET ค่าทั้งหมดของโหมด Manual และหยุดการทำงานของ Y010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



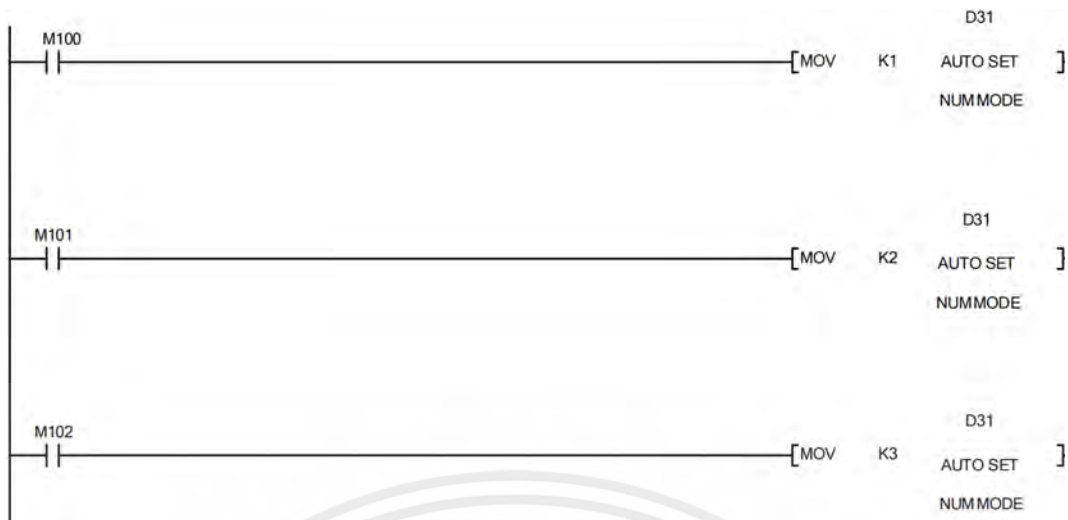
รูปที่ ก.11 โปรแกรมการทำงาน Reset โหมด Auto

จากรูปที่ ก.11 เป็นการทำงานของ M40 ที่เป็นตัวแปรหลักในการ Reset ค่าของข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในค่าเริ่มต้นโดยมีการทำงานที่ M40 ทำงานจะทำให้ SET M41 เป็นตัวแปรที่เก็บคำสั่ง Reset เมื่อ M41 ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง ZRST เป็นคำสั่ง Reset ข้อมูลทั้งหมดโดยจะ Reset D21 ที่เป็นตัวเก็บข้อมูลของค่าอุณหภูมิที่สั่งงานให้อยู่ในค่าเริ่มต้นต่อมาจะเป็นการ Reset โหมดการทำงาน Manual และ Auto ให้อยู่ในค่าเริ่มต้นโดยที่ M5 เป็นโหมด Manual และ M6 เป็น Auto



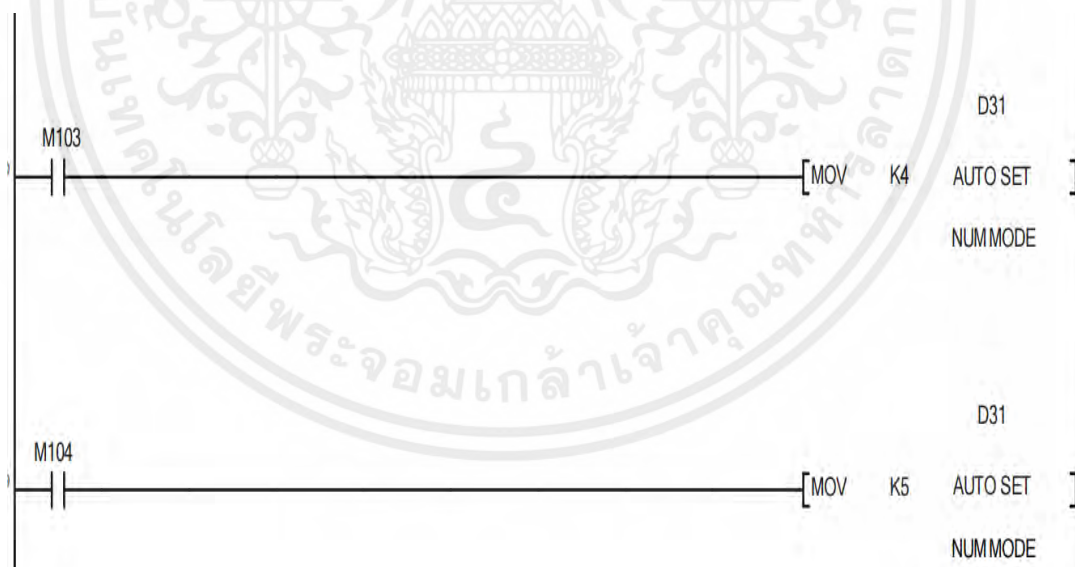
รูปที่ ก.12 โปรแกรมการทำงาน Reset โหมด Auto (ต่อ)

จากรูปที่ ก.12 เป็นการทำงานที่เหมือนกับรูปที่ ก.11 ยังคงเป็นการ Reset ข้อมูลเมื่อมีการทำงานที่เสร็จสิ้นทั้งหมดเพื่อไม่ให้เกิดความทับซ้อนกันและจะมีการยืนยันการทำงานของโหมด Auto โดยจะกำหนดให้ M45 เป็น MANSUBAUTO และให้ M47 เป็นตัวยืนยันการทำงานโหมด Auto และเมื่อ M47 ทำงานจะทำให้ T16 ทำงานโดยหน่วงเวลาเป็นเวลา 5 วินาที



รูปที่ ก.13 โปรแกรมการปุ่มการทำงานโหมด Auto

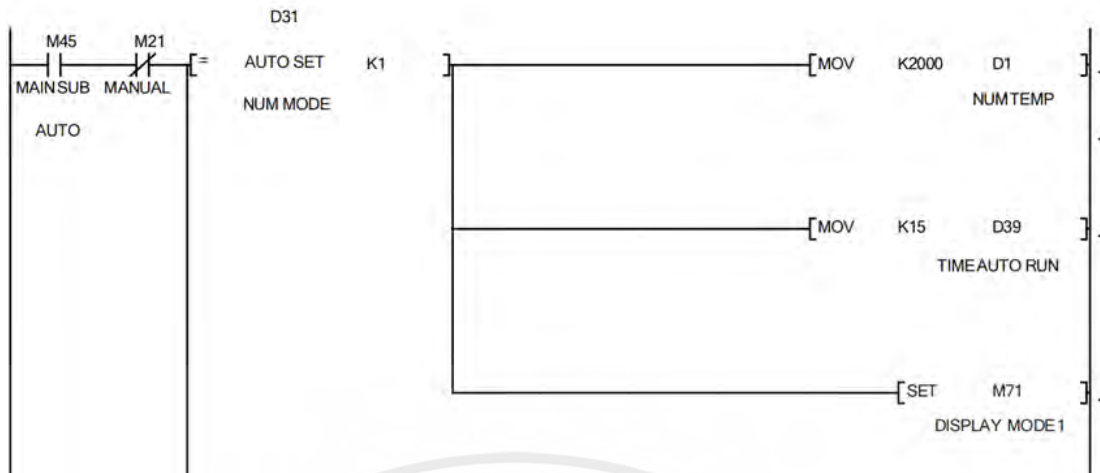
จากรูปที่ ก.13 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยที่ M100 จะเป็นปุ่มกดการทำงานเมื่อ M100 ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ค่าข้อมูลทั้งหมดที่จะทำให้ Auto 1 ทำงานโดนค่าตัวแปรทั้งหมดจะอยู่ใน K1 ส่วน Auto 2 จะอยู่ใน K2 ส่วน Auto 3 จะอยู่ใน K3 ส่วน M101 เป็นปุ่มกดใช้งาน Auto 2 ส่วน M102 เป็นปุ่มกดใช้งาน Auto 3



รูปที่ ก.14 โปรแกรมการปุ่มการทำงานโหมด Auto (ต่อ)

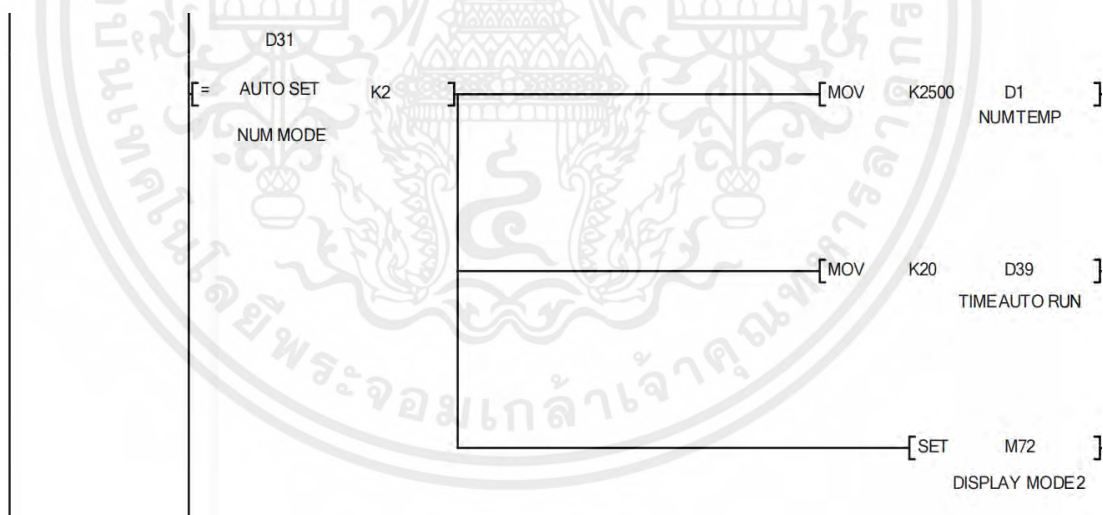
จากรูปที่ ก.14 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยที่ M103 เป็นปุ่มใช้งาน Auto 4 และ M104 เป็นปุ่มใช้งาน Auto 5 ส่วนของคำสั่ง MOV จะเป็นการเก็บข้อมูลของ Auto 4 ไปยัง K4 และ Auto 5 ไปยัง K5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.15 โปรแกรมการการนำของข้อมูลอุณหภูมิ

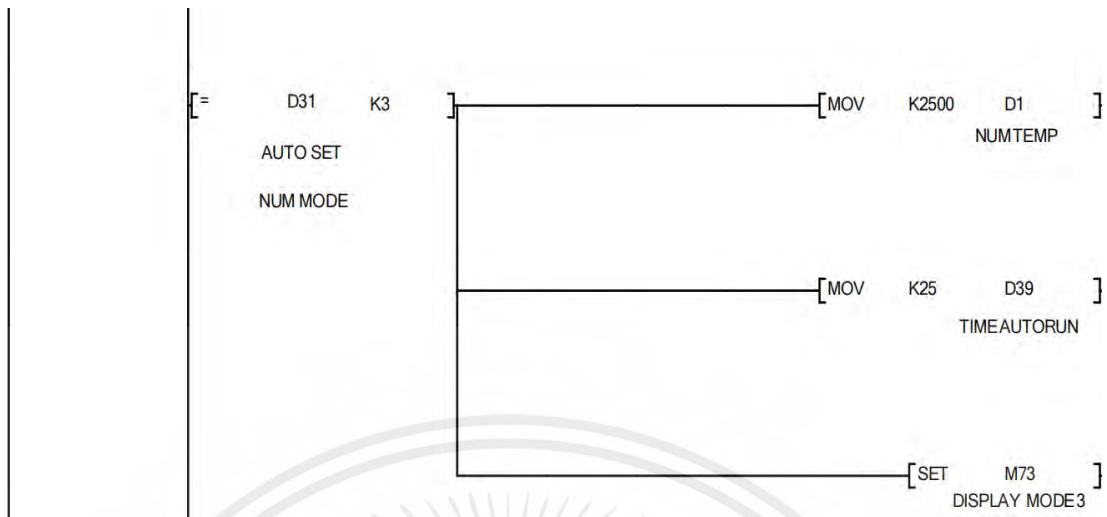
จากรูปที่ ก.15 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำงานต่อเมื่อ M45 ทำงานแต่ M21 ไม่ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ไปยัง K1 เป็นการนำค่าตัวแปรของ Auto 1 ไปใช้งานโดยที่มี K2000 เป็นค่าอุณหภูมิไปใช้งานตัวแปร D1 K15 เป็นเวลาไปใช้งานตัวแปร D39 และเมื่อ D1 และ D39 ทำงานจะทำให้ M71 ทำงานเพื่อแสดงการทำงาน Auto1



รูปที่ ก.16 โปรแกรมการการนำของข้อมูลอุณหภูมิ (ต่อ)

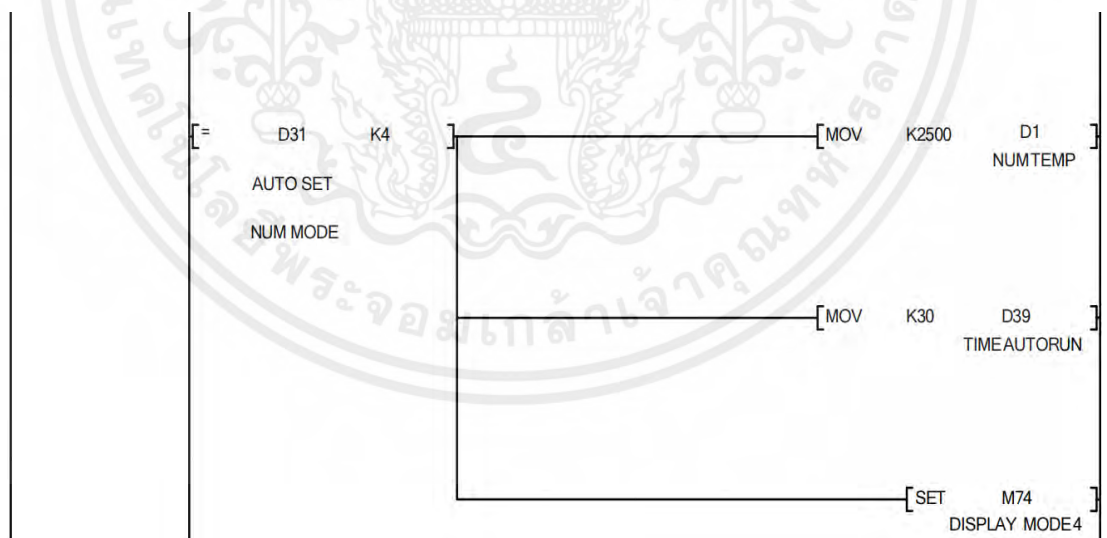
จากรูปที่ ก.16 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำงานต่อเมื่อ M45 ทำงานแต่ M21 ไม่ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ไปยัง K2 เป็นการนำค่าตัวแปรของ Auto 2 ไปใช้งานโดยที่มี K2500 เป็นค่าอุณหภูมิไปใช้งานตัวแปร D1 K20 เป็นเวลาไปใช้งานตัวแปร D39 และเมื่อ D1 และ D39 ทำงานจะทำให้ M72 ทำงานเพื่อแสดงการทำงาน Auto2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.17 โปรแกรมการการนำของข้อมูลอุณหภูมิ (ต่อ)

จากรูปที่ ก.17 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำงานต่อเมื่อ M45 ทำงานแต่ M21 ไม่ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ไปยัง K3 เป็นการนำค่าตัวแปรของ Auto 3 ไปใช้งานโดยที่มี K2500 เป็นค่าอุณหภูมิไปใช้งานตัวแปร D1 K25 เป็นเวลาไปใช้งานตัวแปร D39 และเมื่อ D1 และ D39 ทำงานจะทำให้ M73 ทำงานเพื่อแสดงการทำงาน Auto3

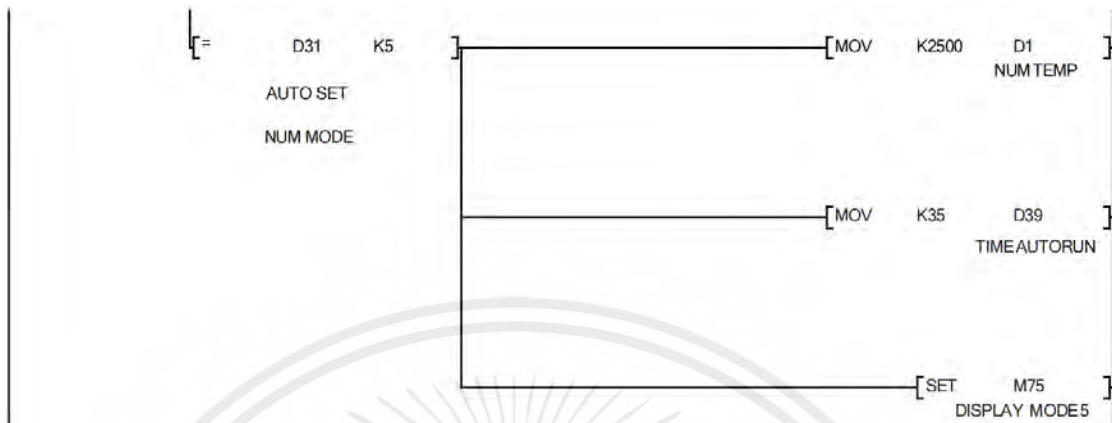


รูปที่ ก.18 โปรแกรมการการนำของข้อมูลอุณหภูมิ (ต่อ)

จากรูปที่ ก.18 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำงานต่อเมื่อ M45 ทำงานแต่ M21 ไม่ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ไปยัง K4 เป็นการนำค่าตัวแปรของ Auto 4 ไปใช้งานโดยที่

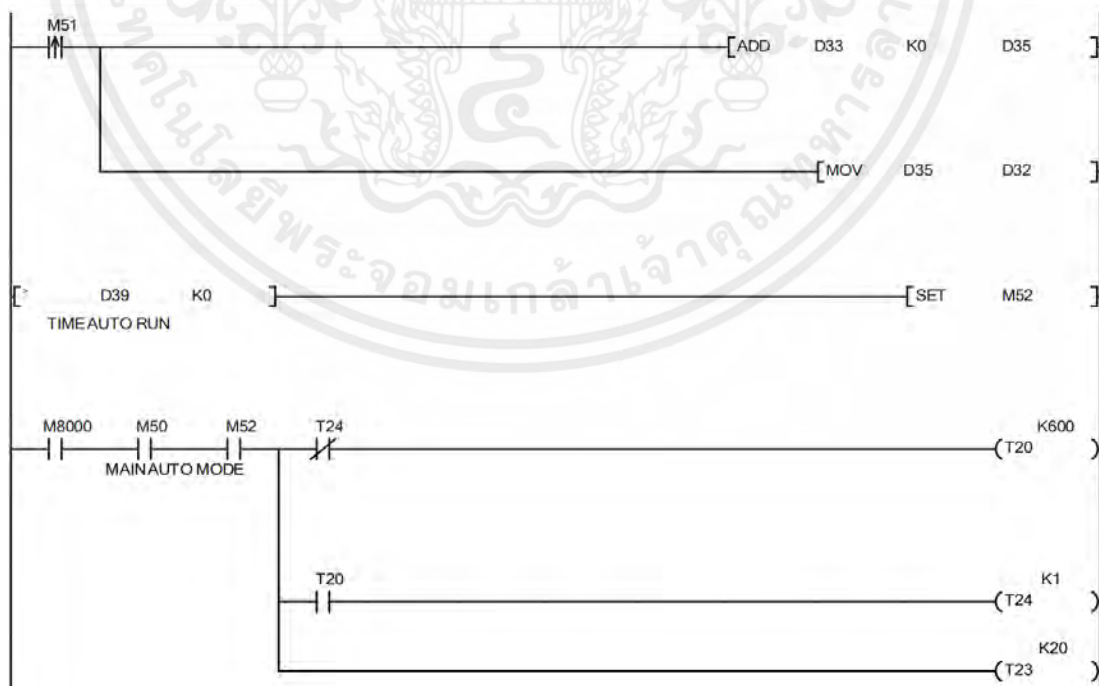
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มี K2500 เป็นค่าอุณหภูมิไปใช้งานตัวแปร D1 K30 เป็นเวลาไปใช้งานตัวแปร D39 และเมื่อ D1 และ D39 ทำงานจะทำให้ M74 ทำงานเพื่อแสดงการทำงาน Auto4



รูปที่ ก.19 โปรแกรมการทำงานการนำของข้อมูลอุณหภูมิ (ต่อ)

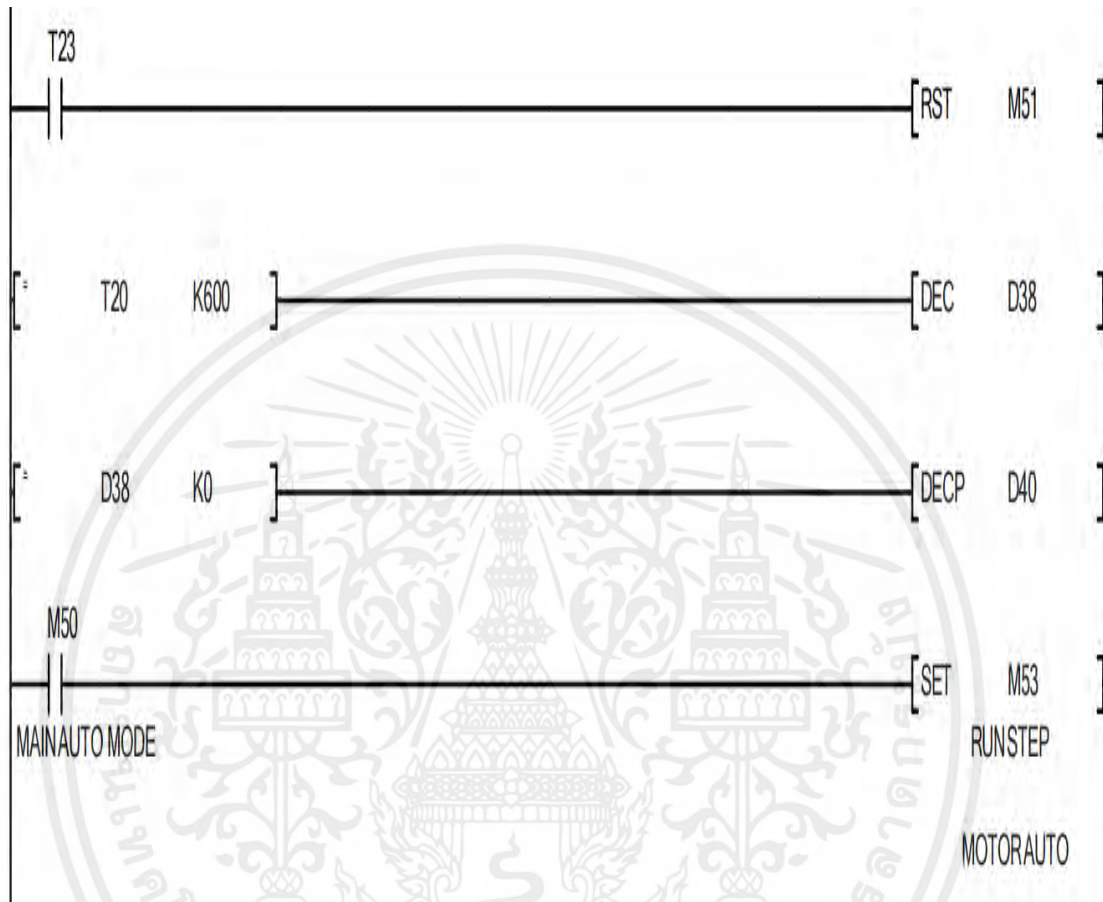
จากรูปที่ ก.19 เป็นการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำงานต่อเมื่อ M45 ทำงานแต่ M21 ไม่ทำงานจะทำให้เปิดใช้งานคำสั่ง MOV ไปยัง K5 เป็นการนำค่าตัวแปรของ Auto 5 ไปใช้งานโดยที่มี K2500 เป็นค่าอุณหภูมิไปใช้งานตัวแปร D1 K40 เป็นเวลาไปใช้งานตัวแปร D39 และเมื่อ D1 และ D39 ทำงานจะทำให้ M75 ทำงานเพื่อแสดงการทำงาน Auto5



รูปที่ ก.20 โปรแกรมการทำงาน Auto (ต่อ)

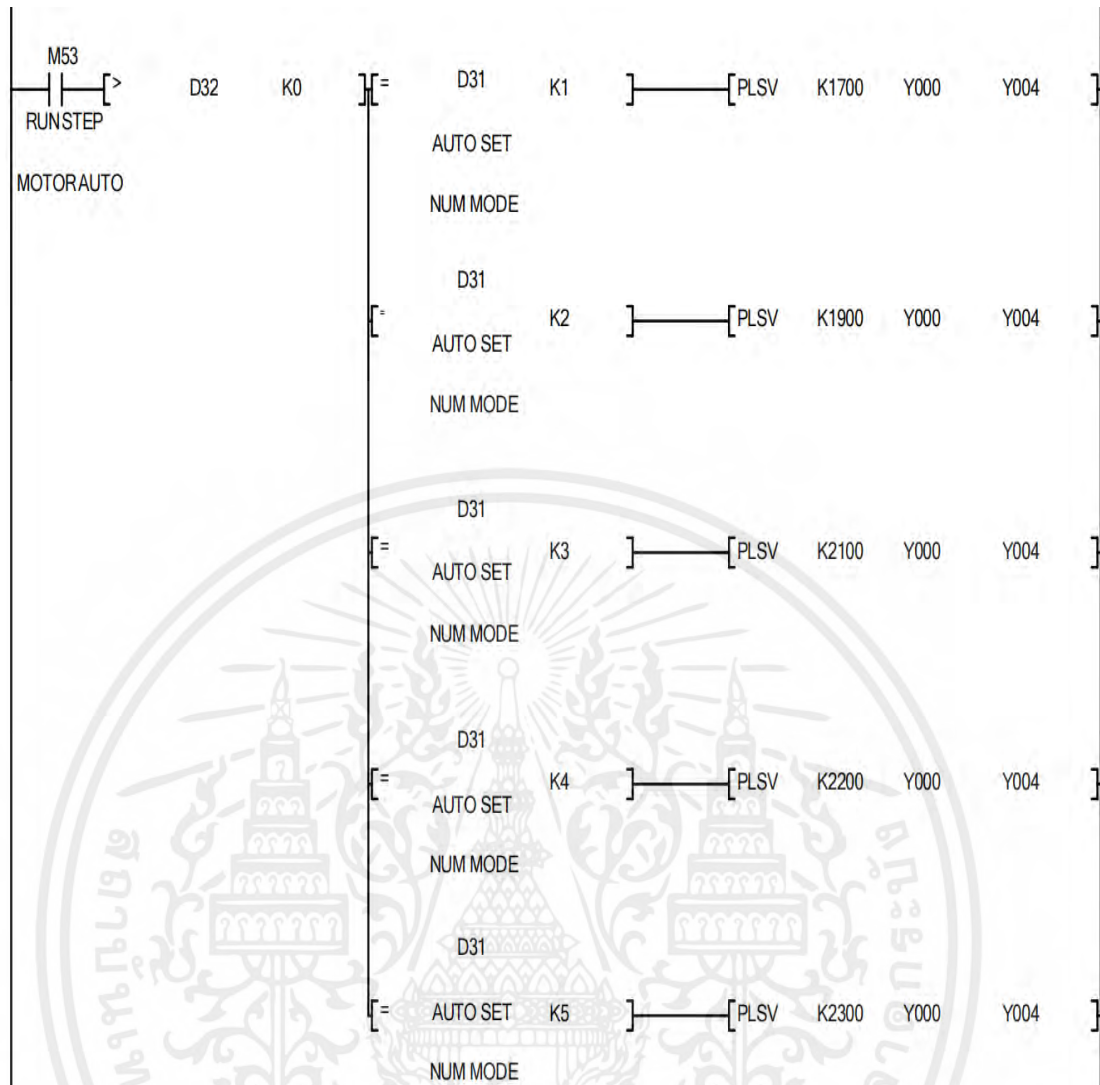
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ก.20 เป็นการทำงานของโหมด Auto จะเป็นการทำงานที่เชื่อมโยงมาจากรูปที่ ก.19 จะเป็นการทำงานโดยจะเป็นการเปิดการใช้งาน RS485 เพื่อที่จะนำข้อมูลที่เป็นอุณหภูมิไปใช้งาน หากไม่มีการเปิดการเชื่อมต่อ RS485 จะไม่สามารถนำข้อมูลเข้าไปใช้งานได้



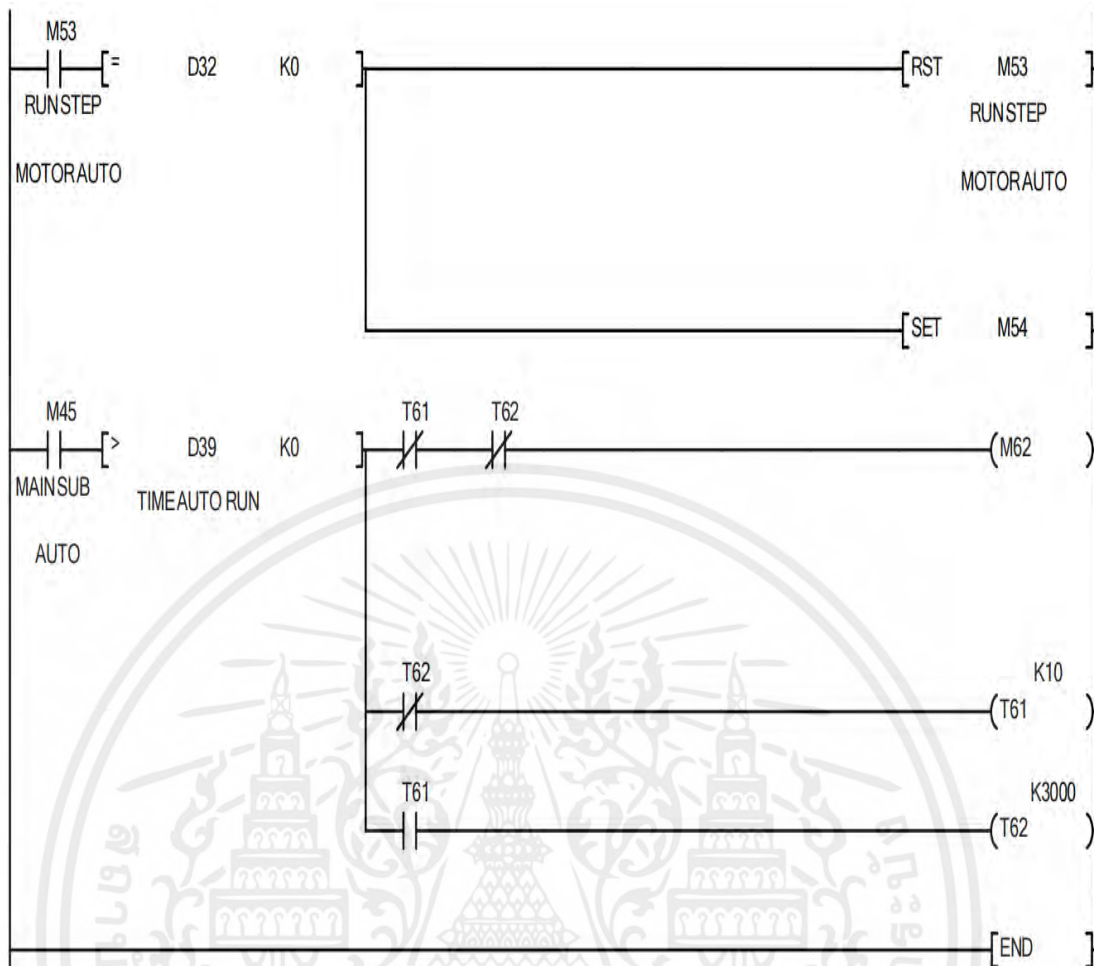
รูปที่ ก.21 โปรแกรมการของการ Reset การทำงานโหมด Auto

จากรูปที่ ก.20 เป็นการทำงานของโหมด Auto จะเป็นการทำงานที่เชื่อมโยงมาจากรูปที่ ก.19 จะเป็นการทำงานโดยจะเป็นการเปิดการใช้งาน RS485 เพื่อที่จะนำข้อมูลที่เป็นอุณหภูมิไปใช้งาน หากไม่มีการเปิดการเชื่อมต่อ RS485 จะไม่สามารถนำข้อมูลเข้าไปใช้งานได้



รูปที่ ก.22 โปรแกรมการทำงานของสตีปปีงมอเตอร์

จากรูปที่ ก.22 เป็นการทำงานของการนำค่าข้อมูลที่เป็นค่าความเร็วของแต่ละโหมดโดยจะกำหนดให้ K1 Auto1 ใช้คำสั่ง PLSV เป็นคำสั่งใช้งานที่ทำให้สตีปปีงมอเตอร์หมุนตลอดโดยจะให้ K1700 เป็นความถี่ที่ต้องการ K2 Auto1 ใช้คำสั่ง PLSV เป็นคำสั่งใช้งานที่ทำให้สตีปปีงมอเตอร์หมุนตลอดโดยจะให้ K1900 เป็นความถี่ที่ต้องการ K3 Auto1 ใช้คำสั่ง PLSV เป็นคำสั่งใช้งานที่ทำให้สตีปปีงมอเตอร์หมุนตลอดโดยจะให้ K2100 เป็นความถี่ที่ต้องการ K4 Auto1 ใช้คำสั่ง PLSV เป็นคำสั่งใช้งานที่ทำให้สตีปปีงมอเตอร์หมุนตลอดโดยจะให้ K2200 เป็นความถี่ที่ต้องการ K5 Auto1 ใช้คำสั่ง PLSV เป็นคำสั่งใช้งานที่ทำให้สตีปปีงมอเตอร์หมุนตลอดโดยจะให้ 2300 เป็นความถี่ที่ต้องการ โดยในแต่ละโหมดจะมีความเร็วที่ไม่เท่ากัน



รูปที่ ก.23 โปรแกรมการทำงานและหยุดการทำงาน

จากรูปที่ ก.23 เป็นการจบการทำงานของโหมด Auto โดยจะทำให้เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้ว จะทำให้ Reset การทำงานของระบบทั้งหมด



ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานเครื่องอย่างเนื้อวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือการใช้งานเครื่องอย่างเนื้อวัว



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
 ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ทำการเสียบปลั๊กไฟ ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 เสียบปลั๊ก

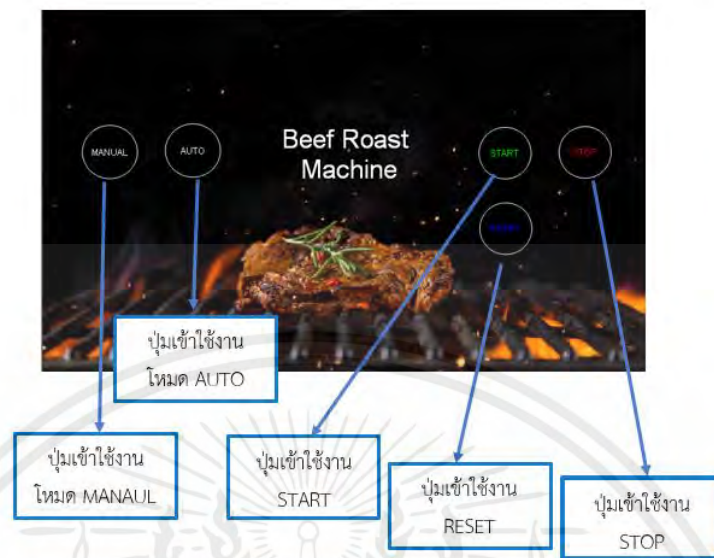
2. เปิดคัทเอ๊าท์เพื่อเปิดเครื่อง ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 เปิดคัทเอ๊าท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะ ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะ

4. หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะโหมด Manual ดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะโหมด Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะโหมด Auto ดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 หน้าจอทัชสกรีนแสดงสถานะโหมด Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

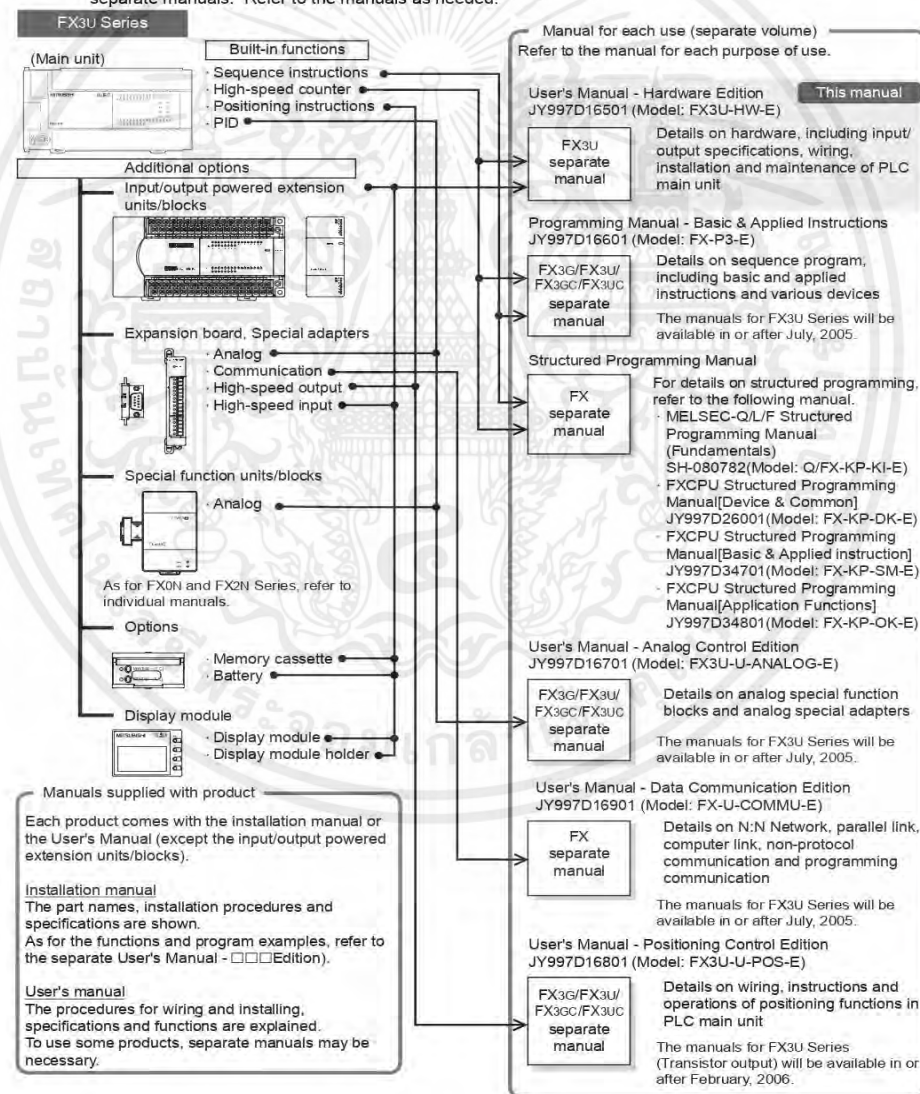
ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.1.2 Manual organization and position of this manual

This manual describes detail on the hardware, including the system configuration, selection, installation and wiring. The instructions, communication control, analog control and positioning control are explained in separate manuals. Refer to the manuals as needed.



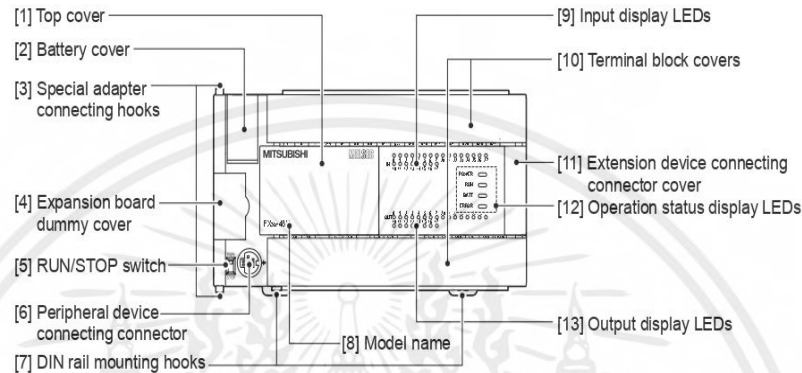
- 1 Introduction
- 2 Features and Part Names
- 3 Product Introduction
- 4 Specifications
- 5 Version and Preparing Devices
- 6 System Configuration
- 7 Input/Output Nos., Unit Nos.
- 8 Installation
- 9 Preparation and Power Supply Wiring
- 10 Input Wiring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Names and Functions of Parts

2.2.1 Front Panel

Factory default configuration (standard)



- | | |
|---|--|
| [1] Top cover | Mount the memory cassette under this cover.
When FX3U-7DM (display module) is used, replace this cover with the cover supplied with FX3U-7DM. |
| [2] Battery cover | The battery (standard accessory) is set under this cover. When replacing it with a new one, open this cover. |
| [3] Special adapter connecting hooks (2 places) | When connecting the special adapter, secure it with these hooks. |
| [4] Expansion board dummy cover | Remove this dummy cover, and mount an expansion board. |
| [5] RUN/STOP switch | To stop writing (batch) of the sequence program or operation, set the switch to STOP (slide it downward).
To start operation (run the machine), set it to RUN (slide it upward). |
| [6] Peripheral device connecting connector | Connect a programming tool to program a sequence.
→ For details on applicable peripheral devices, refer to Chapter 5. |
| [7] DIN rail mounting hooks | The main unit can be installed on a 35 mm (1.38") wide DIN46277 rail. |
| [8] Model name (abbreviation) | The model name of the main unit is indicated.
Check the nameplate on the right side for the model name. |
| [9] Input display LEDs (red) | When an input terminal (X000 or more) is turned on, the corresponding LED is lit. |
| [10] Terminal block covers | The covers can be opened about 90° for wiring.
Keep the covers closed while the PLC is running (the unit power is on). |
| [11] Extension device connecting connector cover | Connect the extension cables of input/output powered extension unit/block or special function unit/block to the extension device connecting connectors under this cover.
FX3U Series extension devices, FX2N Series extension devices and FX0N Series extension devices can be connected.
→ For details on the extension devices, refer to Chapter 15, Chapter 16 and Section 18.1. |

STEPIM

Integrated Closed Loop Stepper Motor

Datasheet Rev. 5.2

NEMA 17, NEMA 23 and NEMA 34

NEMA	IP 20			IP20			IP65			IP20		IP65		
	17S	17M	17L	23S	23M	23L	23S	23M	23L	34M	34L	34M	34L	
Input Power, Nominal ($\pm 10\%$)	VDC	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-48	14-75	14-75	
Auxiliary Input Power, Nominal ($\pm 10\%$)	VDC	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	6-24	
Auxiliary Input Power, Maximum	W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Detent Torque	mNm	25	25	25	40	70	120	40	70	120	250	350	250	350
Thrust Load Limit	kg	0.28	0.36	0.6	0.6	1.0	1.5	0.6	1.0	1.5	2.7	3.8	2.7	3.8
Overhung Load Limit (from shaft end)	N	20	20	20	50	50	50	50	50	50	260	260	260	260
Rotor Inertia	g \cdot cm 2	57	82	125	280	460	750	280	460	750	1850	2750	1850	2750
Holding torque at continuous current	Nm	0.35	0.45	0.65	1.1	1.8	2.6	1.1	1.8	2.6	3.5	5.5	5	7.7
Holding torque at peak current	Nm	0.5	0.6	1.05	1.3	2.1	3.25	1.3	2.1	3.25	4.5	7	6.3	9
Continuous Output Current	A	1.8	1.8	1.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	7	7	7	7
Peak Output Current (application dependent)	A	3.5	3.5	3.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Step Angle	deg	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Magnetic Encoder, Resolution	ppr	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096
Circuit Loss	W	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Weight	kg	0.37	0.44	0.59	0.80	1.13	1.75	0.84	1.18	1.83	3.05	4.30	3.30	4.50
Connection Hardware Screw Size/Torque	Nm	0.63	0.63	0.63	3	3	3	3	3	3	5.2	5.2	5.2	5.2
Under-Voltage Trip, Nominal	VDC	Logic												
Over-Voltage Trip	VDC	Logic												



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

stepIM Integrated Closed Loop Stepper Motor

Control

Feature	Specification	
Operation Modes	Selectable	Profile position, Velocity, Profile velocity, Profile torque, Homing, Cyclic synchronous position
Display		Bi-color LED
Software Tools	User Interface	ServoStudio, Windows-based
	Functions	Connection settings, Drive info, Power info, I/O configuration, Motion settings and tuning, Fault history/display
Rotary Units	Position	Counts
	Velocity	rpm/100
	Acc/Dec	rpm/100/s

Communication

Feature	Specification	
CANopen	CANopen – CiA 301 application layer and CiA 402 device profile for drives and motion control. Baud rate 10 kbps – 1 Mbps CAN ID 1 – 126 (Default 101) Heartbeat producer, SDO, PDO (dynamic mapping)	
EtherCAT	CANopen – CiA 301 application layer and CiA 402 device profile for drives and motion control. Communication cycle time: up to 250 μ s	

Protection and Environment

Feature	Specification	
Protective Functions	IFT limit, Over-voltage, Under-voltage, Drive over-temperature, Over-speed, Velocity error, Position error, Magnet missing, Power stage fault, PLL lock lost, Position command error, Acceleration / deceleration violation	
Standards	IP20 CE, IP65 CE Pending UL Pending	
Environment	Ambient temperature: Operation 0 – 40°C, Storage 0 – 70°C Heat sink max. temperature: 100°C Motor max. temperature: 120°C	
	Humidity: 10 – 90%	
	Altitude: If in accordance with specified clearances, per IEC 61800-5-1, the stepIM is rated for use at altitudes up to 2000m Vibration: under review	
Operating Conditions	Protection class: IP20 or IP65 Pollution degree: 2 as per IEC 60664-1 Do not use where the following are present: corrosive gases, flammable gases, water, oil, chemicals, dust (including iron dust and salts)	
Configuration	Flange mounting	

Inputs/Outputs

Feature	Specification	
1x Analog Input	Signal	Analog \pm 10 VDC differential
	Functions	User define
	Input Resolution	12 bit
	Input Impedance	94 k Ω
4x Digital Input	Signal	Configurable opto-isolated, User defined compatibility with sinking or sourcing input.
	Exception: 3x Digital Input on NEMA23 IP65	Exception: sinking input only on NEMA 17.
Functions	Homing, limit switch, remote enable, start motion command for profiled position operation mode	
	Voltage High Level Input	30 V
	Min. High Level Input	11 V
	Max. Low Level Input	5 V
	Input Resistance	2.2 k Ω Except: 24 k Ω NEMA17 (P20)
	Max. Input Frequency	1 kHz
	Isolation Voltage	2500 Vrms
	Max. Input Current	According to max. voltage level, input current is not limited, drive limits the input current
	Propagation Delay Time	1 ms
	2x Digital Output	Signal
Exception: 1x Digital Output on NEMA23 IP65		
Functions	Motor speed set, Current, Motor speed set clear, Regen resistor control, Motion completed, In position, Zero speed, Software position limit switch, Active, User selectable.	
	Voltage	30 V
	Max. Current	500 mA
	Min Load Resistance	60 Ω
	Output Voltage	0.25 V
	Min. Propagation Delay Time	1 ms (may be longer if load current is lower)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8. Wiring Notes

- In order to improve anti-interference performance of the driver, it is recommended to use twisted pair shield cable.
- To prevent noise incurred in PUL/DIR signal, pulse/direction signal wires and motor wires should not be tied up together. It is better to separate them by at least 10 cm, otherwise the disturbing signals generated by motor will easily disturb pulse direction signals, causing motor position error, system instability and other failures.
- If a power supply serves several drivers, separately connecting the drivers is recommended instead of daisy-chaining.
- It is prohibited to pull and plug connector P2 while the driver is powered ON, because there is high current flowing through motor coils (even when motor is at standstill). Pulling or plugging connector P2 with power on will cause extremely high back-EMF voltage surge, which may damage the driver.

9. Typical Connection

A complete stepping system should include stepping motor, stepping driver, power supply and controller (pulse generator). A typical connection is shown as figure 10.

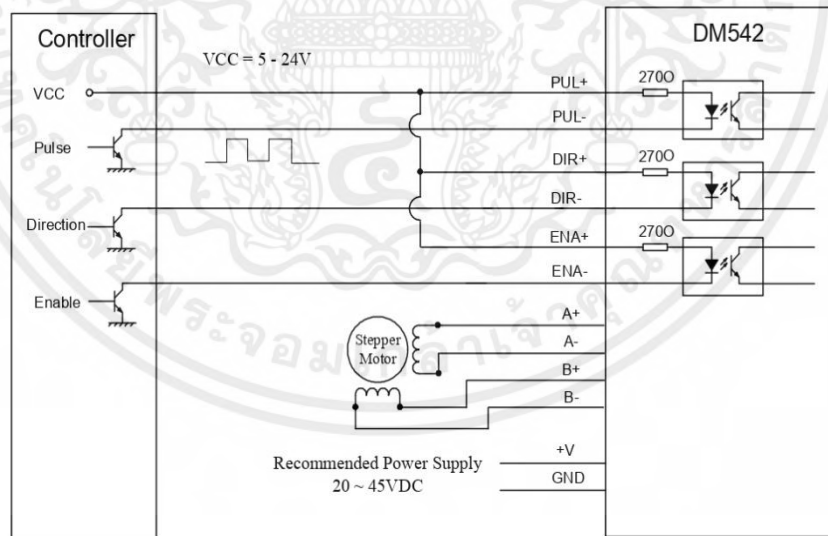


Figure 10: Typical connection

3. Pin Assignment and Description

The DM542 has two connectors, connector P1 for control signals connections, and connector P2 for power and motor connections. The following tables are brief descriptions of the two connectors. More detailed descriptions of the pins and related issues are presented in section 4, 5, 9.

Connector P1 Configurations

Pin Function	Details
PUL+	<u>Pulse signal:</u> In single pulse (pulse/direction) mode, this input represents pulse signal, each rising or falling edge active (set by inside jumper J3); 5-24V when PUL-HIGH, 0-0.5V when PUL-LOW. In CCW mode (set by inside jumper J1), this input represents clockwise (CW) pulse. For reliable response, pulse width should be longer than 2.5 μ s.
PUL-	
DIR+	<u>DIR signal:</u> In single-pulse mode, this signal has low/high voltage levels, representing two directions of motor rotation; in CW/CCW mode (set by inside jumper J1), this signal is counter-clock (CCW) pulse. For reliable motion response, DIR signal should be ahead of PUL signal by 5 μ s at least. 5-24V when DIR-HIGH, 0-0.5V when DIR-LOW. Please note that rotation direction is also related to motor-driver wiring match. Exchanging the connection of two wires for a coil to the driver will reverse motion direction.
DIR-	
ENA+	<u>Enable signal:</u> This signal is used for enabling/disabling the driver. High level (NPN control signal, PNP and differential control signals are on the contrary, namely low level for enabling.) for enabling the driver and low level for disabling the driver. Usually left UNCONNECTED (ENABLED) .
ENA-	

Selecting Active Pulse Edge or Active Level and Control Signal Mode

There are two jumpers J1 and J3 inside the M860 specifically for selecting active pulse edge or effective level and control signal mode, as shown in figure 2. Default setting is PUL/DIR mode and upward-rising edge active. **(Note: J2 inside the driver is used to reverse the default rotation direction.)**

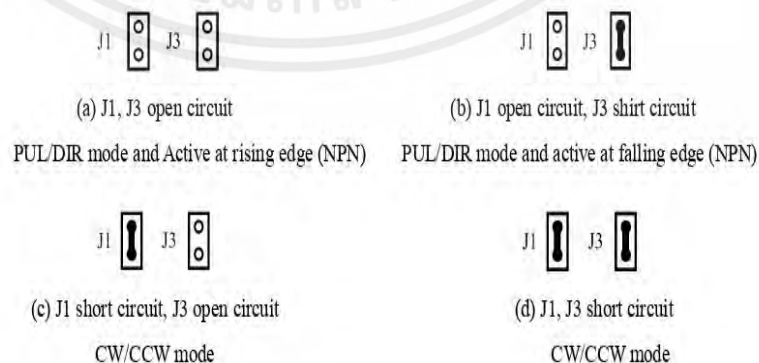


Figure 2: J1 and J3 jumper Settings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temperature Controllers

E5CSV

Easy Setting Using DIP Switch and Simple Functions in DIN 48 × 48 mm-size Temperature Controllers

- Easy setting using DIP switch.
- Models with two alarms added to Series, ideal for temperature alarm applications.
- Multi-input (thermocouple/platinum resistance thermometer) models also available.
- Clearly visible digital display with character height of 13.5 mm.
- Models available with black in addition to white cases.
- RoHS compliant.



Refer to E5CSV/E5CSV Operation.

Model Number Structure

Model Number Legend

Models with Terminal Blocks

E5CSV-□□□□□□
1 2 3 4 5

1. Control Outputs

- R: Relay
- Q: Voltage for driving SSR

2. Alarm Outputs

- Blank: No alarm
- 1: 1 alarm
- 2: 2 alarms

3. Input

- KJ: Thermocouple
- P: Platinum resistance thermometer
- T: Thermocouple/platinum resistance thermometer (multi-input)

4. Power Supply Voltage

- Blank: 100 to 240 VAC
- D: 24 VAC/VDC

5. Case Color

- Blank: Black
- W: Light gray

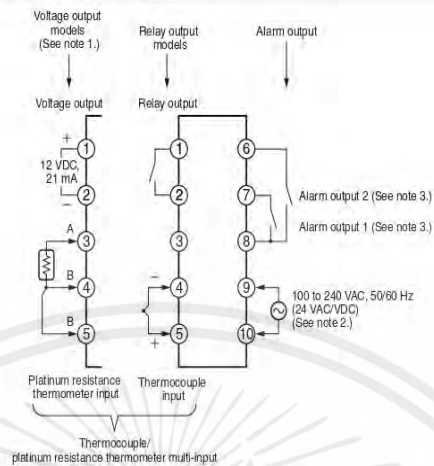
Note: A functional explanation is provided here for illustration, but models are not necessarily available for all possible combinations. Refer to *Ordering Information* when ordering.

Examples

- Relay control output, without alarm, thermocouple input, light gray case: E5CSV-RKJ-W
- Relay control output, one alarm output, platinum resistance thermometer input, black case: E5CSV-R1P-W

E5CSV

External Connection Diagram



- Note:**
1. The voltage output (12 VDC, 21 mA) is not electrically isolated from the internal circuits. When using a grounding thermocouple, do not connect output terminals 1 or 2 to ground. Otherwise, unwanted current paths will cause measurement errors.
 2. Models with 100 to 240 VAC and 24 VAC/VDC are separate. Models using 24 VDC have no polarity.
 3. The number of alarm outputs depends on the model.

Nomenclature

E5CSV Models with Terminal Blocks



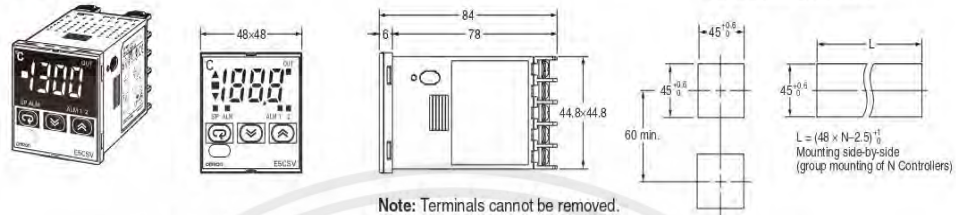
E5CSV

Dimensions

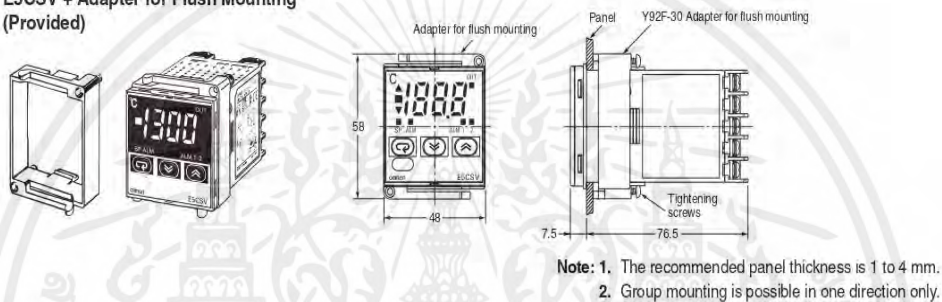
Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

Controller

E5CSV



E5CSV + Adapter for Flush Mounting (Provided)



Accessories (Order Separately)

Hard Protective Cover

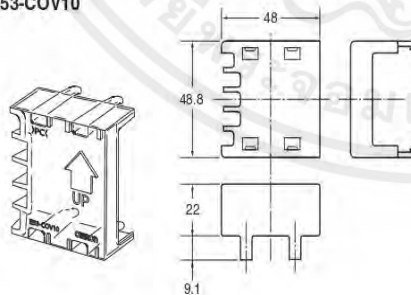
The Y92A-48B Protective Cover (hard type) is available for the following applications.

- To protect the set from dust and dirt.
- To prevent the panel from being accidentally touched causing displacement of set values.
- To provide effective protection against water droplets.



Terminal Cover

E53-COV10



Rubber Packing

Y92S-29 (for DIN48 × 48)

Order the Rubber Packing separately if it becomes lost or damaged. The Rubber Packing can be used to achieve an IP66 degree of protection for models with terminal blocks.

(Deterioration, shrinking, or hardening of the rubber packing may occur depending on the operating environment. Therefore, periodic replacement is recommended to ensure the level of waterproofing specified in NEMA4. The time for periodic replacement depends on the operating environment. Be sure to confirm this point at your site. Consider one year a rough standard. OMRON shall not be liable for the level of water resistance if the customer does not perform periodic replacement.)
The Rubber Packing does not need to be attached if a waterproof structure is not required.

Precautions for Correct Use

Refer to *Safety Precautions for All Temperature Controllers*. Refer to *E5CS/E5CSV Operation*.



Datasheet

RS PRO RTD Sensor

Stock No.s: 1747526, 1747527, 1747528, 1747529, 1747530, 1747531, 1747532, 1747533, 1747534, 1747535, 1747537, 1747538, 1747539



ENGLISH

ITTU SERIES

PROGRAMMABLE TEMPERATURE PROBES - 1/4"NPT - THERMOCOUPLE & PT100 ASSEMBLIES

These temperature probe assemblies are all constructed using a stainless steel sheath containing either a J or K type thermocouple or a P100 RTD sensor element.

The aluminum head contains a programmable 4-20mA transmitter which, although pre-programmed for the standard temperature range of the sensor can be changed by the user* so that the 4-20mA output corresponds to any temperature range within the sensors' capabilities.

A wide range of accessories can be chosen, from plastic and metal cable glands to compression fittings and stainless steel pockets (not supplied).



*Requires free software download from https://www.cynergy3.com/sites/default/files/ITT_Config_upload_file_for_WIN7%2B.zip and ICAB-1 cable

Features

- K or J Type Thermocouples
- PT100 RTD Sensors
- 4-20mA linearised output, configurable to application specific temperature
- 6mm stainless steel sheath

SPECIFICATIONS

Transmitter Technical

Power Supply	12-35 Vdc 2-wire system
Output	4-20mA
Output Load R_L	500 Ω maximum, typically 250 Ω
Typical Accuracy	RTD overall 0.1%, thermocouple overall 0.2%
Temperature Drift	≤ 25 ppm/ $^{\circ}$ C FS
Op./Ambient Temp	-20 $^{\circ}$ C to +50 $^{\circ}$ C
Storage Temp	-40 $^{\circ}$ C to +120 $^{\circ}$ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temperature Sensor Style

The standard sensor type is shown in the diagram below.

The maximum ranges and factory configured ranges are as below:

Sensor Type	Max. Range	Pre-configured Range
J-Type	0°C to 1200°C	0 - 600°C = 4-20mA
K-Type	0°C to 1350°C	0 - 1000°C = 4-20mA
RTD Type	-200°C to +850°C	0 - 200°C = 4-20mA

A free software download is available which enables the scaling of the 4-20mA output to be customized to suit your specific application.* The sheath length ranges from 100mm to 400mm for the PT100 sensor version and from 150mm to 400mm for the thermocouple sensor version. This style of thermocouple allows any standard 6mm compression fitting to be used, making it easy to fit the sensors to any process connection. The head mounting thread is 1/4" NPT.

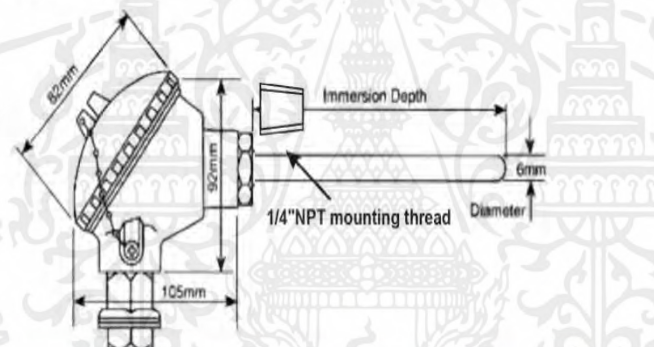
*Requires ICAB-1 USB to serial converter programming cable.

DIMENSIONS

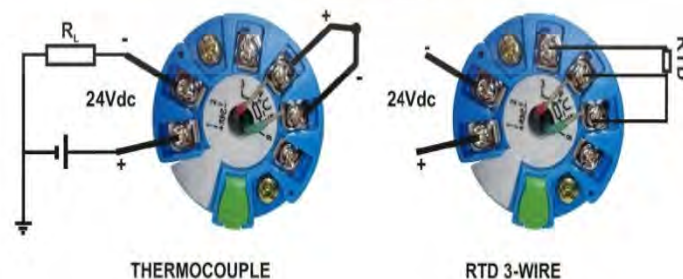
All dimensions are in millimeters.

Connection Head

The dimensions of the standard aluminum connection head are shown below



RS Stock No.	Description	RS Stock No.	Description
1747526	PT100 6x100mm 4-20mA	1747532	J type 6x200mm 4-20mA
1747527	PT100 6x150mm 4-20mA	1747533	J type 6x300mm 4-20mA
1747528	PT100 6x200mm 4-20mA	1747534	J type 6x400mm 4-20mA
1747529	PT100 6x250mm 4-20mA	1747535	K type 6x150mm 4-20mA
1747530	PT100 6x300mm 4-20mA	1747537	K type 6x200mm 4-20mA
1747531	PT100 6x400mm 4-20mA	1747538	K type 6x300mm 4-20mA
		1747539	K type 6x400mm 4-20mA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Innovative Design, Space-Saving, Safety, and Self-Cleaning Contacts

Emergency Stop Switches



Satisfy International Standards

- Safety Lock Mechanism**
 When the emergency stop signal has been generated during actuation of the emergency stop device, the emergency stop function shall be maintained until the emergency stop device is reset (disengaged) (IEC 60947-5-5, 6.2).
- Direct Opening Action**
 Even if the contacts are welded, NC contacts are forced to open and break the circuit (compliant to IEC 60947-5-1, Annex K, IEC 60947-5-5, 5.2).
- Safe Pushbutton Design**
 The pushbutton is designed to ensure that an object cannot become trapped between the mushroom button and the panel, disabling the button operation. In addition, the pushbutton is designed to prevent removal from the front of the panel (IEC 60947-5-5, 6.3.2).

Easy Operation

- Push-to-lock, Pull/Turn-to-release**
 YW emergency stop switches can be unlatched by either pulling or turning the operator.

Unlatching by pulling **Unlatching by turning**

Unibody Pilot Lights

Higher Brightness
Unibody pilot lights achieve high brightness.

Short Depth behind the Panel
Measures only 42mm depth behind the panel.

Four Lens Shapes
Flush, flush with marking, extended, and dome.

Panel Mounting
Unibody pilot lights can be mounted on panels by tightening the locking ring.

Flush Flush w/marketing Extended Dome

Key Selector Switches



A variety of operations, key removal positions, and circuits.

Wide range adds more options to choose from.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

YW Series Switches & Pilot Lights

Space-saving, 10-mm-thick contact blocks. Removable operator.

- Compact and light-weight
- IP20 finger-safe screw terminals (IEC 60529)
- Emergency stop switches feature safety lock mechanism, direct opening action, and safe pushbutton design.
- Separate contact block makes installation and removal easy. Pilot lights feature a large lens for a wide viewing angle.
- Matted surfaces on the buttons, lenses, and bezels reduce reflection of ambient light.
- UL, c-UL listed, EN compliant, and CCC approved.



- UL LISTED, CE, CCC, and Emergency Stop Switch logo.
- UL508, CSA C22.2 No. 14, EN 60947-1, EN 60947-5-1, EN 60947-5-5, GB 14048.5

Contact Ratings (Contact Block)

Rated Insulation Voltage		600V			
Rated Thermal Current		10A			
Operating Voltage		24V	120V	240V	380V
AC 50/60 Hz	Resistive Load (AC-12)	10A	10A	6A	2A
	Inductive Load (AC-15)	10A	6A	3A	1.9A
DC	Resistive Load (DC-12)	8A	2.2A	1.1A	-
	Inductive Load (DC-13)	4A	1.1A	0.55A	-

LED Illuminated Unit Specifications

Pilot Light (removable lamp terminal type)

Illuminated Pushbutton

Unit					LED Lamp				
Unit Type	Input Type	Rated Voltage	Operating Voltage	Color Code	Lamp Base	Part No.	Rated Voltage	Current Draw	Color
Pilot Light (removable lamp terminal type)	Full Voltage	6V AC/DC	6V AC/DC	±10%	A: amber G: green PW: pure white R: red S: blue W: white (Note) Y: yellow	LSED-6-3	6V AC/DC	10mA (A, R, Y) 7mA (G, PW, S)	A: amber G: green PW: pure white R: red S: blue Y: yellow
		12V AC/DC	12V AC/DC			LSED-1-2	12V AC/DC	14mA (A, R, Y) 13mA (G, PW, S)	
		24V AC/DC	24V AC/DC			LSED-2-2	24V AC/DC	14mA (A, R, Y) 13mA (G, PW, S)	
		110V AC/DC	110V AC/DC			LSED-H-3	110V AC/DC	5mA	
Illuminated Pushbutton	Transformer (pilot light only) 50/60 Hz	230/240V AC/DC	207 to 250V AC/DC	±10%		LSED-M-3	230/240V AC/DC	3mA	
		100/110V AC	100/110V AC			LSED-6-2	6V AC/DC	10mA (A, R, Y) 7mA (G, PW, S)	
		200/220V AC	200/220V AC						
		115/120V AC	115/120V AC						
		230/240V AC	207 to 250V AC						

Note: Yellow LED lamps are used for white illumination.

Pilot Light (unibody type)

Unit Type	Rated Voltage	Operating Voltage	Current Draw	Color Code
Pilot Light (unibody type)	6V AC/DC	6V AC/DC	16mA (A, R, W, Y) 13mA (G, PW, S)	A: amber G: green PW: pure white R: red S: blue W: white Y: yellow
	12V AC/DC	12V AC/DC	20mA	
	24V AC/DC	24V AC/DC	20mA	
	100/110V AC (50/60 Hz sine wave)	100/110V AC	20mA	
	230/240V AC (50/60 Hz sine wave)	207 to 250V AC	20mA	

Incandescent Illuminated Unit Specifications

Pilot Light (removable lamp terminal type)

Illuminated Pushbutton

Unit					Incandescent Lamp			
Unit Type	Input Type	Rated Voltage	Operating Voltage	Color Code	Lamp Base	Part No.	Rating	
Pilot Light (removable lamp terminal type)	Full Voltage	6V AC/DC	6V AC/DC	±10%	A: amber G: green R: red S: blue W: white Y: yellow	BAGS13	LS-T6	1W (6.3V)
		12V AC/DC	12V AC/DC				LS-T6	1W (18V)
		24V AC/DC	24V AC/DC				LS-T3	1W (30V)
		100/110V AC	100/110V AC					
Illuminated Pushbutton	Transformer (pilot light only) 50/60 Hz	200/220V AC	200/220V AC	±10%			LS-T6	1W (6.3V)
		115/120V AC	115/120V AC					
		230/240V AC	207 to 250V AC					

TECHNICAL DATASHEET

PMH Panel Mount Power Supply

24 V 200 W 1 Phase / PMH-24V200WCB□

PMH

Highlights & Features

- Household appliance approvals IEC/EN 60335-1, IEC/EN 61558-1 and IEC/EN 61558-2-16
- Universal AC input voltage
- Full power from -20°C to +45°C operation @ 5000 m or 16400 ft. altitude
- Full corrosion resistant aluminium casing
- High MTBF > 700,000 hrs as per Telcordia SR-332
- Versatile connector options available: Front Face and Harness connectors
- Certified according to IEC/EN/UL 62368-1

Safety Standards



CB Certified for worldwide use

Model Number: PMH-24V200WCB□
Unit Weight: 0.61 kg (1.34 lb)
Dimensions (L x W x H): 190 x 97 x 38 mm
 (7.48 x 3.81 x 1.49 inch)



General Description

The PMH-24V200WCB□ offers universal input from 85 Vac to 264 Vac with nominal output voltage of 24 V. The highly efficient convection cooling construction can operate from -30°C to 70°C. The PMH series is specifically designed for household electrical appliances with safety approvals including IEC/EN 60335-1 and IEC/EN 61558-2-16, as well as IEC/EN/UL 60950-1 and IEC/EN/BS EN 62368-1. In addition, the product meets the EMC approvals to EN 55014-1 / EN 55014-2 for household appliances and EN 61000-6-1 / EN 61000-6-3 for residential environment without extra EMI filter required and comes with several connector options consisting of Terminal Block, Front Face and Harness connectors. Other available options include isolation or non-isolation between Primary Earth and output DC Return (-V pins on output connector).

Model Information

PMH Panel Mount Power Supply

Model Number	Input Voltage Range	Rated Output Voltage	Rated Output Current
PMH-24V200WCB□	85-264 Vac (120-375 Vdc)	24 Vdc	8.33 A

Model Numbering

PM	H-	24 V	200 W	C	B	□
Panel Mount	Product Type H – Household Series	Output Voltage	Output Power	Package Type C – Enclosed	With PFC	Connector Type and Primary Earth to Output DC Return Connection. See options in table below



Connector Type	Output non-isolated to PE	Output isolated to PE
Terminal Block	A	S
Front Face	L	-
Harness*	H	T

*Options

1 | All parameters are specified at 25°C ambient and AC input unless otherwise indicated.
www.DeltaPSU.com (April 2022, Rev. 09)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TECHNICAL DATASHEET

PMH Panel Mount Power Supply

24 V 200 W 1 Phase / PMH-24V200WCB□

Specifications

Input Ratings / Characteristics

Nominal Input Voltage	100-240 Vac
Input Voltage Range	85-264 Vac
Nominal Input Frequency	50-60 Hz
Input Frequency Range	47-63 Hz
DC Input Voltage Range*	120-375 Vdc
Input Current	< 2.20 A @ 115 Vac, < 1.2 A @ 230 Vac
Efficiency at 100% Load	> 89.5% @ 115 Vac, > 91.5% @ 230 Vac
Max Power Dissipation	0% load 2.3W typ. @ 115 Vac & 230 Vac 100% load 23W typ. @ 115 Vac & 19W typ. @ 230 Vac
Max Inrush Current (Cold Start)	< 60A @ 115 Vac, < 120 A @ 230 Vac
Power Factor at 100% Load	> 0.98 @ 115 Vac, > 0.92 @ 230 Vac
Leakage Current	< 0.75 mA @ 240 Vac

*Fulfills test conditions for DC input. Safety approval for DC input can be obtained upon request.

Output Ratings / Characteristics**

Nominal Output Voltage	24 Vdc
Factory Set Point Tolerance	24 Vdc \pm 2%
Output Voltage Adjustment Range	22-28 Vdc
Output Current	0-8.33 A (200 W max.)
Output Power	200 W
Line Regulation	< 0.5% (@ 85-264 Vac input, 100% load)
Load Regulation	< 0.5% (@ 85-264 Vac input, 0-100% load)
PAR*** (20MHz)	< 100 mVpp @ -20°C to 70°C < 240 mVpp @ < -20°C to -30°C
Rise Time	< 30 ms @ nominal input, -20°C to 70°C < 100 ms @ nominal input, < -20°C to -30°C
Start-up Time	< 1200 ms @ 100 Vac (100% load) < 800 ms @ 240 Vac (100% load)
Hold-up Time	> 20 ms @ 115 Vac & 230 Vac (100% load)
Dynamic Response (Overshoot & Undershoot O/P Voltage)	\pm 5% @ 85-264 Vac input, 0-100% load (Slew Rate: 0.1 A/ μ S, 50% duty cycle @ 5 Hz to 100 Hz)
Start-up with Capacitive Loads	8,000 μ F Max

**For power de-rating from < -20°C to -30°C, and 45°C to 70°C, see power de-rating on page 3.

***PAR is measured with an AC coupling mode, 5 cm wires, and in parallel with 0.1 μ F ceramic capacitor & 47 μ F electrolytic capacitor.

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล

นายคณิศรเดช ผ่องศรี

วัน เดือน ปีเกิด

20 กรกฎาคม 2542

ที่อยู่

20/4 หมู่ 9 ต.บ่อน้ำร้อน อ.กันตัง จ.ตรัง 92110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2563 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

วิทยาลัยเทคนิคตรัง

Tel. 0925559384

Email. 63201271@kmitl.ac.th



ชื่อ-นามสกุล

นายชวัล ชุมเชิดภัทรกุล

วัน เดือน ปีเกิด

9 สิงหาคม 2541

ที่อยู่

87/1 ถ.รถไฟ ต.กันตัง อ.กันตัง จ.ตรัง 92110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2563 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

วิทยาลัยเทคนิคตรัง

Tel. 0972395417

Email. 63201274@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้