เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ

SEMI-AUTOMATIC MASSAGE OIL PRODUCTION MACHINE

ภาณุพงศ์ น้อยนิยม

สุชาวดี จันสุกสี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ

SEMI-AUTOMATIC MASSAGE OIL PRODUCTION MACHINE

ภาณุพงศ์ น้อยนิยม

สุชาวดี จันสุกสี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

COPYRIGHT 2020

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

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

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ

SEMI-AUTOMATIC MASSAGE OIL PRODUCTION MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุพงศ์ น้อยนิยม รหัสนักศึกษา 60511068
2. นางสาวสุชาวดี จันสุกสี รหัสนักศึกษา 60511083

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

ชื่อปริญญานิพนธ์	เครื่องผลิตน้ำมันคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายภาณุพงศ์ น้อยนิยม	รหัสนักศึกษา 60511068
	นางสาวสุชาวดี จันสุกสี	รหัสนักศึกษา 60511083
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ เพื่อที่จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานที่เป็นชาวบ้านหรือธุรกิจขนาดเล็ก ระบบที่ออกแบบประกอบด้วย 4 ส่วน 1. ส่วนจอแสดงผล 2. ส่วนประมวลผลกลาง 3. ส่วนปล่อยวัตถุดิบ และ 4.ส่วนบรรจุน้ำมันลงขวด ระบบที่ออกแบบมี 2 โหมด คือ โหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ และแบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติเป็นการผลิตน้ำมันคลายเส้นที่อุณหภูมิ 170°C ระบบกึ่งอัตโนมัติผู้ใช้สามารถกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ทอดสมุนไพร เวลาและปริมาณน้ำมันที่ผลิตผ่านหน้าจอทัชสกรีนได้ เมื่อผลิตน้ำมันเสร็จมีระบบเตือนด้วยบลัซเซอร์ ผู้ใช้เลือกบรรจุน้ำมันลงขวดได้ 3 ขนาด ขนาด 5, 24 และ 90 มิลลิลิตร เครื่องที่ออกแบบใช้พีแอลซีเป็นตัวประมวลผลกลาง

จากการทดลองการทำงานระบบอิเล็กทรอนิกส์ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทดลองผลิตน้ำมันคลายเส้นโหมดอัตโนมัติ ที่ปริมาณ 0.5 ลิตร โดยใช้สูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐานประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว 500 มิลลิลิตร, ผิวมะกรูด 180 กรัม, ดีปลี 5.1 กรัม, เทียนทั้ง 5 3.8 กรัม, การบูร 15 กรัมและสูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 5 ทำการเพิ่มใบพลู, เมนทอลและน้ำมันระกำตามลำดับ และทดลองเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมันเป็น 1 ลิตร และ 2 ลิตร โดยเพิ่มวัตถุดิบสมุนไพรขึ้นตามอัตราส่วนการเพิ่มน้ำมัน จากการทดลองวัดค่าพี-เอช (PH) ตามมาตรฐานมอก.S ค่าพีเอชของน้ำมันเท่ากับ 5 และการทดสอบความพึงพอใจพบว่า สูตรที่ 3 เมื่อทดลองผลิตน้ำมันโหมดกึ่งอัตโนมัติ (รักษาอุณหภูมิคงที่ 80 องศาเซลเซียส) ที่ปริมาณ 0.5 ลิตร สูตรที่ 3 พบว่าระยะเวลาในการผลิตน้ำมันจะนานกว่าการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติ

Project Title	SEMI-AUTOMATIC MASSAGE OIL PRODUCTION MACHINE	
Student	Mr. Panupong Noiniyom	ID. 60511068
	Miss. Suchavadee Junsuksee	ID. 60511083
Advisor	Asst.Prof.Dr. Montree Chaichanyut	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2020	

ABSTRACT

This project presents the semi-automatic massage oil production machine. The objective of this study to facilitate users who are villagers or small businesses. A system designed consists of 4 parts: 1.Display monitor 2.Central processor Unit 3.The release of raw materials and 4.Packing of massage oil into the bottle. The designed system has 2 modes were: the automatic mode (AM) and Semi-automatic mode (SAM). The AM is produced by maintaining a temperature of 170 °C. The oil volume of 0.5, 1 and 2liters. For the SAM, user can set the temperature for frying the herbs, time and the amount of oil on the touch screen display monitor. Warning on a buzzer after the production oil was finished, users can choose to package oil into the bottles in three sizes, 5, 24 and 90 ml. All machines designed using the PLC as a central processor Unit.

From the experimental, the electronic system can be works efficiently. And experiment to produce massage oil on AM (Maintain the temperature of 170°C) at a volume of 0.5 liters. First standard formula consisting of coconut oil 500 ml, kaffir lime peel 180 g, long pepper 5.1 g, Dill Seeds 3.8 g, Garden Cress 3.8 g, Cumin Komijn 3.8 g, Fennel Seeds 3.8 g, Cumin Black Seeds 3.8 g and Camphor 15 g. Massage oil formula 2-5: add the Betel Piper, Menthol, and Methyl Salicylate respectively. And experiment to increase the oil volume production of 1 liter and 2 liters by adding more herbal ingredients according to the ratio of adding oil. From testing the pH value according to Thai Industrial Standard S, PH value of massage oil was 5 and It found that researcher satisfaction the massage oil was formula 3, While the experiment to produce massage oil on a ASAM (Maintain the temperature of 80 °C.) at a volume of 0.5liters, It found that the oil production time is longer than the automatic production.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากปราศจากความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่างๆ รวมทั้งเอื้อเฟื่อเครื่องมือ เครื่องใช้ในการทำโครงงานและติดตามเกี่ยวกับงานโครงงานตลอดมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และต้องขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภาณุพงศ์ น้อยนิยม

สุชาวดี จันสุกสี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง IX
สารบัญรูป X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 2
1.6 ขั้นตอนการทำงาน 2
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 พีแอลซี 5
2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซี 5
2.1.2 อุปกรณ์อินพุต (Input Device) 7
2.1.3 อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) 7
2.1.4 คอมพิวเตอร์กับพีแอลซี 8
2.1.5 ความสามารถของพีแอลซี 8
2.1.6 ขนาดของพีแอลซี 9
2.1.7 การติดตั้งพีแอลซี 9
2.1.8 ตู้ควบคุมสำหรับพีแอลซี 9
2.2 การใช้งานโปรแกรมจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 (GX Works2) 10
2.2.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน 10
2.2.2 การเขียนวงจรแลดเดอร์ลิงค์ไปยังพีแอลซี 12
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 14
2.3.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า 14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 15
2.3.3 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง 18
2.3.4 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 18
2.4 จอสัมผัส 20
2.5 อลูมิเนียมโปรไฟล์ 21
2.5.1 การนำอลูมิเนียม ไปใช้งาน 22
2.6 โฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ 22
2.6.1 สภาวะแวดล้อมที่รบกวนการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ 22
2.7 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 23
2.7.1 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์สองชิ้นคือ 23
2.7.2 หลักการทำงานของไฟเบอร์เซนเซอร์ 24
2.8 เซนเซอร์แบบลอจิก 25
2.8.1 ลักษณะเอาต์พุตของเซนเซอร์ 25
2.8.2 เอาต์พุตแบบสวิตช์ (Switch) 26
2.8.3 เอาต์พุตแบบทีแอล (TL Transistor Logic) 26
2.8.4 เอาต์พุตแบบซิงค์และซอส (Sinking / Sourcing) 27
2.9 โซลินอยด์วาล์ว 31
2.10 ดีปลีเชือก 32
2.11 เทียนขาว 33
2.12 เทียนตาตั๊กแตน 34
2.13 เทียนแดง 34
2.14 เทียนดำ 35
2.15 เทียนข้าวเปลือก 36
2.16 การบูร 36
2.17 ผิวมะกรูด 37
2.18 เมนทอล 38
2.19 ใบพลู 39
2.20 น้ำมันระกำ 40
2.20.1 สรรพคุณทางยาของน้ำมันระกำ 40
2.20.2 ปริมาณที่ควรใช้ของน้ำมันระกำ 40

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.20.3 ข้อควรระวังของน้ำมันระกำ 41
2.21 เทอร์โมคัปเปิล 42
2.21.1 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล 43
2.21.2 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน 43
2.21.3 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล 44
2.21.4 การเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิล 45
2.22 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า 45
2.22.1 การประหยัดพลังงาน 45
2.22.2 ข้อแนะนำในการใช้งานเตาแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 46
2.23 ขวดแก้ว 46
2.24 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 47

บทที่ 3 การออกแบบ 49
3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานโดยรวม 49
3.2 การออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ 50
3.2.1 การเลือกใช้งานเซนเซอร์เพื่อคัดแยกวัตถุ 52
3.2.1.1 การเลือกใช้งานไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์เพื่อตรวจจับระดับของน้ำมัน 52
3.2.1.2 การเลือกใช้งานโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์เพื่อตรวจจับภาชนะในการบรรจุ .. 52
3.2.2 แผนผังการทำงานของเหล่งจ่ายไฟ 53
3.3 การออกแบบโปรแกรม 53
3.3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องผลิตน้ำมันกึ่งอัตโนมัติ 54
3.3.2 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซี 55
3.3.3 การออกแบบหน้าจอสัมผัส 59
3.3.3.1 การสร้างโปรเจคสำหรับหน้าจอสัมผัส 59
3.3.4 การออกแบบฉลากบนผลิตภัณฑ์ 65
3.4 การออกแบบโครงสร้าง 66
3.4.1การออกแบบชิ้นส่วนของโครงสร้าง 66
3.4.2 การออกแบบชุดโครงสร้าง 67
3.4.3 การออกแบบชิ้นส่วนของระบบขับเคลื่อน 70

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 72
4.1 การทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์ 72
4.1.1 การทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ 72
4.1.2 การทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์ 72
4.1.3 การทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของปั้มน้ำมัน 73
4.1.4 การทดลองที่ 4 การทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ 74
4.1.5 การทดลองที่ 5 การทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 74
4.1.6 การทดลองที่ 6 การทดลองของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า 76
4.1.7 การทดลองที่ 7 การทดลองของเทอร์โมคัปเปิล 76
4.2 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น 77
4.2.1 การทดลองที่ 1 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 0.5 ลิตร 77
4.2.2 การทดลองที่ 2 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 1 ลิตร 88
4.2.3 การทดลองที่ 3 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 2 ลิตร 99
4.2.4 การทดลองที่ 4 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นโดยการรักษาอุณหภูมิ 110
4.3 การทดลองที่ 1 ทดสอบการบรรจุน้ำมันลงขวด 116
4.4 การทดลองที่ 1 การทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส 117
4.5 การทดสอบที่ 1 การทดสอบการเปลี่ยนสี,กลิ่น 118

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 123
5.1 สรุปผลการทดลอง 123
5.1.1 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ 123
5.1.2 สรุปผลการทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์ 123
5.1.3 สรุปผลการทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของปั้มน้ำมัน 124
5.1.4 สรุปผลการทดลองที่ 4 การทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ 124
5.1.5 สรุปผลการทดลองที่ 5 การทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 124
5.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 6 การทดลองของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า 124
5.1.7 สรุปผลการทดลองที่ 7 การทดลองของเทอร์โมคัปเปิล 124
5.1.8 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส 124
5.1.9 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดสอบการเปลี่ยนสี,กลิ่น 124
5.1.10 สรุปผลการทดลองสูตร 124

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง 125
5.3 ข้อเสนอแนะ 125
เอกสารอ้างอิง 126
ภาคผนวก ก 129
ภาคผนวก ข 135
ภาคผนวก ค 140
ประวัติผู้เขียน 165

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 1 3
1.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2 3
1.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2(ต่อ) 4
4.1 ทดสอบแรงดันคงที่ (Switching Power Supply) 72
4.2 ทดสอบการทำงานของดีซีมอเตอร์ 73
4.3 ทดสอบการทำงานของปั้มสูบน้ำมัน 73
4.4 ทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ 74
4.5 ทดสอบการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 75
4.6 ทดสอบการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า 76
4.7 ทดลองการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล 76
4.8 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1 79
4.9 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2 81
4.10 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3 83
4.11 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4 85
4.12 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5 87
4.13 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1 90
4.14 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2 92
4.15 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3 94
4.16 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4 96
4.17 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5 98
4.18 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1 101
4.19 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2 105
4.20 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3 105
4.21 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4 107
4.22 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5 109
4.23 ทดลองการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 112
4.24 ทดลองการบรรจุน้ำมัน 115
4.25 ทดลองการการเป็นกรด-เบส(พีเอส) 115
4.26 ทดลองการการเปรียบเทียบสีโหมดอัตโนมัติ 117

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี 5
2.2 อุปกรณ์อินพุต (Input Devices) 7
2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) 8
2.4 การตั้งค่าใช้งานจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 10
2.5 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงรุ่นของพีแอลซี 11
2.6 เข้าสู่หน้าจอการเขียนโปรแกรม 11
2.7 ตัวอย่าง การเขียนวงจรแลดเดอร์ 12
2.8 การเขียนวงจรแลดเดอร์.... 12
2.9 การเขียนวงจรแลดเดอร์แล้วทำการดาวน์โหลดลงพีแอลซี.... 12
2.10 การเลือก พอร์ทให้ตรงกัน 13
2.11 การตกลงในการโหลดโปรแกรม.... 13
2.12 การตกลงในการโหลดโปรแกรม.... 14
2.13 ส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ 16
2.14 แกนขั้ว 16
2.15 ขดลวดสนามแม่เหล็ก.... 17
2.16 โรเตอร์ 17
2.17 วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.... 19
2.18 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน 19
2.19 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงแบบชอร์ทชั้นท์คอมปาว์ดมอเตอร์.... 20
2.20 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลองชั้นท์คอมปาว์ดมอเตอร์.... 20
2.21 อลูมิเนียมโปรไฟล์.... 21
2.22 การทำงานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ประเภทลำแสงผ่านตลอด....23
2.23 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 23
2.24 ลักษณะหัวไฟเบอร์ออปติก.... 24
2.25 หลักการทำงานของไฟเบอร์เซนเซอร์.... 24
2.26 ลักษณะหัวไฟเบอร์ออปติก.... 25
2.27 ตัวอย่างเซนเซอร์แบบสวิตช์.... 26
2.28 วงจรชมิททริกเกอร์ (Schmitt trigger).... 26
2.29 วงจรเอาต์พุตเอ็นพีเอ็นหรือซิงค์ 27
2.30 วงจรเอาต์พุตพีเอ็นพีหรือซอส 28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.31 เซนเซอร์แบบเอ็นพีเอ็น/พีอ็นพี ที่ขับโหลดโดยตรง 28
2.32 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์แบบซิงค์ 29
2.33 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์แบบซอส 29
2.34 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์ได้ทั้งซิงค์และซอส 30
2.35 เซนเซอร์ 2 สาย (Two wire sensor) 30
2.36 โซลินอยด์วาล์วในรูปแบบต่างๆ 31
2.37 ดีปลีเชือก 33
2.38 เทียนขาว 34
2.39 เทียนตาตั๊กแตน 34
2.40 เทียนแดง 35
2.41 เทียนดำ 35
2.42 เทียนข้าวเปลือก 36
2.43 การบูร 36
2.44 ผิวมะกรูด 37
2.45 เมนทอล 38
2.46 ใบพลู 39
2.47 น้ำมันระกำ 41
2.48 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิล 42
2.49 ปรากฏการณ์ เพลเทียร์ “Peltier Effect” 42
2.50 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล 43
2.51 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า 45
2.52 ขวดแก้ว 46
2.53 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 47
3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆ ในการออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ ควบคุมโดยพีแอลซี 48
3.2 แบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี 51
3.3 การทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 52
3.4 การทำงานของแหล่งจ่ายไฟ 53
3.5 แสดงแผงผังลำดับการทำงานของโปรแกรมควบคุม 54
3.6 แสดงแผงผังลำดับการทำงานของโปรแกรมควบคุม(ต่อ) 55

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.7 ตัวอย่างสัญลักษณ์การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม 56
3.8 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมใช้รีเลย์ช่วยควบคุมการเลือกโหมด 56
3.9 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมเตาแม่เหล็กไฟฟ้า 57
3.10 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมมอเตอร์ปล่อยวัตถุ 57
3.11 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมปั้มมอเตอร์ 58
3.12 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมเทอร์โมคัปเปิล 58
3.13 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(1) 59
3.14 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(2) 60
3.15 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(3) 60
3.16 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(4) 61
3.17 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(5) 61
3.18 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(6) 61
3.19 ลักษณะของโปรแกรมการออกแบบหน้าจอ SKTOOL7.0 62
3.20 แสดงโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ 62
3.21 แสดงโหมดการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ 63
3.22 ปรับเวลาในการทำงานของแต่ละชนิด(1) 64
3.23 ปรับเวลาในการทำงานของแต่ละชนิด(2) 64
3.24 แสดงโหมดบรรจุ 65
3.25 ฉลากบนผลิตภัณฑ์ 65
3.26 อลูมิเนียมโปรไฟล์ 66
3.27 อลูมิเนียมฉากและน็อต 66
3.28 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น (1) 67
3.29 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น (2) 67
3.30 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง 68
3.31 โครงสร้างช่องปล่อยวัตถุดิบของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นที่ออกแบบ 68
3.32 โครงสร้างช่องปล่อยวัตถุดิบของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง 69
3.33 โครงสร้างจุดบรรจุของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นที่ออกแบบ 69
3.34 โครงสร้างจุดบรรจุของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง 70
3.35 มอเตอร์ 70
3.36 แกนหมุน 70

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 ผลการทดลองสถาะนะของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ขวดเปล่า 75
4.2 ผลการทดลองสถาะนะของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ขวดมีน้ำมัน 75
4.3 การเตรียมวัตถุดิบลงในภาชนะ 77
4.4 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 78
4.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1 79
4.6 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 80
4.7 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2 81
4.8 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 82
4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3 83
4.10 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 84
4.11 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4 85
4.12 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 86
4.13 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5 87
4.14 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร 88
4.15 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 89
4.16 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1 90
4.17 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 91
4.18 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2 92
4.19 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 93
4.20 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3 94
4.21 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 95
4.22 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4 96
4.23 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 97
4.24 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5 98
4.25 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร 99
4.26 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 100
4.27 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1 101
4.28 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 102
4.29 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2 103
4.30 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 104

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.31 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3 105
4.32 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 106
4.33 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4 107
4.34 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 108
4.35 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5 109
4.36 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร 110
4.37 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ 111
4.38 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3 112
4.39 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3 113
4.40 แสดงการใส่ผิวมะกรูดลงในหม้อทอด 114
4.41 แสดงการใส่ดีปลีลงในหม้อทอด 114
4.42 แสดงการใส่เทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด 114
4.43 แสดงการตักกากออกจากหม้อทอด 115
4.44 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันนวด 115
4.45 กากของสมุนไพรที่ได้จากการทอด 115
4.46 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส 117
4.47 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส(ต่อ) 117
4.48 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส 118
4.49 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 1 119
4.50 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 2 119
4.51 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 3 120
4.52 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 4 120
4.53 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 5 121
4.54 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของทุกสูตร 121
4.55 ผลการทดลองโหมดกึ่งอัตโนมัติอุณหภูมิคงที่ 80 องศาเซลเซียส 122
4.56 ผลิตภัณฑ์น้ำมันนวดคลายเส้น 122

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงานและโครงสร้างปริญญานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำมันนวดคล้ายเส้นหรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า น้ำมันเหลืองหรือน้ำมันเขียวนั้นเป็นยานวดแผนโบราณ ซึ่งประกอบไปด้วยสมุนไพรต่างๆ เช่น ผิวมะกรูด ดีปลี เทียนทั้ง 5 โดยประกอบไปด้วย (เทียนดำ เทียนแดง เทียนขาว เทียนข้าวเปลือกและเทียนตาตั๊กแตน) และการบูร โดยสมุนไพรข้างต้นมีสรรพคุณที่ช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อย แก้ลม แก้ริดสีดวงทวารเป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันพบว่าการทำน้ำมันนวดคลายเส้นมีขั้นตอนการทำที่ยุ่งยากและแต่ละขั้นตอนการทำนั้นจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์และการสังเกตุในการคาดการณ์อุณหภูมิและเวลาของน้ำมันในแต่ละขบวนการผลิต ซึ่งสมุนไพรแต่ละชนิดก็มีลักษณะและขนาดที่แตกต่างกัน จึงทำให้การผลิตน้ำมันนวดในแต่ละครั้งจะอาศัยการคาดการณ์มากกว่าการคำนวณที่ถูกต้อง ซึ่งในปัจจุบันผู้จัดทำโครงงานพบว่าในท้องตลาดยังไม่มีเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงมีความคิดที่จะสร้างเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำน้ำมันนวดคลายเส้นและนำระบบกึ่งอัตโนมัติเข้าไปแทนที่การทำน้ำมันนวดแบบดังเดิม เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการผลิตน้ำมันนวดและมีความแม่นยำมากขึ้นในการควบคุมเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม อีกทั้งสามารถนำไปสร้างรายได้ในอนาคตได้ เป็นต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำน้ำมันนวดคลายเส้น
2. เพื่อศึกษาการออกแบบและจัดสร้างเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ
3. เพื่อศึกษาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
4. เพื่อให้สะดวกต่อผู้ใช้งานที่ไม่มีประสบการณ์ในการผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น
5. เพื่อนำความคิดในการทำชิ้นงานไปต่อยอด เพื่อสร้างรายได้อนาคต

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

เครื่องผลิตน้ำมันกึ่งอัตโนมัติควบคุมโดยพีแอลซี ร่วมกับโปรแกรม GX work2 ในการเขียนคำสั่ง เพื่อให้พีแอลซีไปควบคุมดีซีมอเตอร์ เทอร์โมคัปเปิ้ล เตาแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์และโซนินอยด์วาล์วให้ทำงาน โดยมีการปล่อยสมุนไพรที่ผ่านกระบวนการเตรียมมาแล้วลงในหม้อและเมื่อเสร็จแต่ละขั้นตอนก็จะมีการแจ้งเตือนผ่านไฟแสดงสถานะและเสียงเพื่อให้ผู้ใช้นำกากออกเพื่อที่จะเริ่มการทำงานขั้นตอนไปและทำการบรรจุลงขวด โดยจะมีการเก็บค่าของขวดแต่ละขนาดในการบรรจุและบันทึกค่าไว้ในจอได้ สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการทำงานผ่านหน้าจอแสดง โดยสามารถตั้งเป็นแบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติได้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น
2. สามารถใส่วัตถุดิบที่ผ่านการเตรียมมาแล้วลงในภาชนะแบบอัตโนมัติ
3. สามารถบรรจุน้ำมันลงขวดแบบกึ่งอัตโนมัติได้ โดยการนำขวดไปวางไว้บริเวณจุดบรรจุและเมื่อบรรจุน้ำมันเต็มขวดแล้ว จะมีการตัดการบรรจุน้ำมันแบบอัติโนมัติ มีขวดจำนวน 3 ขนาด ได้แก่ 5 มิลลิลิตร, 25 มิลลิลิตรและ 90 มิลลิลิตร
4. สามารถทำงานได้ 2 โหมด คือแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ
5. สามารถแสดงผลอุณหภูมิบนจอทัชสกรีน
6. สามารถแจ้งเตือนโดยเสียงและไฟแสดงสถานะได้ เมื่อการทำงานแต่ละขั้นตอนเสร็จสิ้น
7. สามารถเลือกขนาดในการบรรจุน้ำมันได้
8. สามารถนับจำนวนขวดที่บรรจุของแต่ละขนาดและทำการรีเซ็ตได้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้รับความรู้และความเข้าใจในการศึกษาพีแอลซีและการออกแบบวงจร
2. เข้าใจหลักการทำงานของเซนเซอร์ต่าง
3. เข้าใจหลักการการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ
4. สามารถนำชิ้นงานไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นคว้าหาข้อมูลของอุปกรณ์รวมทั้งหลักการทำงานต่างๆ ของวงจรที่นำมาใช้งาน
2. ออกแบบโครงสร้างของชิ้นงาน
3. จัดหาอุปกรณ์ และสั่งซื้อวัสดุที่ใช้ในการทำโครงงาน
4. ทดลองเขียนโปรแกรม เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของชิ้นงาน

5. นำชิ้นงานมาประกอบร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์

6. ทดลองใช้งานจริงรวมไปถึงการแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการทำโครงงาน

7. สรุปผลการทำโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้ เริ่มจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ออกแบบโครงสร้าง การจัดหาอุปกรณ์ จัดทำโครงงานการทดลอง เก็บผลการทดลองการแก้ไขจะแบ่งตามภาคเรียนที่ 1 และ 2 ซึ่งได้แจกแจง รายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และ 1.2 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																			
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.คิดหัวข้อโครงงานนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา																				
2.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง																				
3.ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ																				
4.ศึกษาและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ได้โปรแกรมที่สามารถควบคุมได้ด้วยพีแอลซี																				
5.จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์																				
6.ทดสอบโปรแกรมที่ควบคุมเซนเซอร์																				
7.จัดทำรายงานและการนำเสนอ																				
8.นำเสนอผลงาน																				

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																			
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ศึกษาการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์																				
2.การเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมการทำงานตามลำดับขั้นตอน																				
3. ศึกษาการทำน้ำมันนวดคลายเส้นสูตรอื่นๆ																				
4.เขียนโปรแกรมจอสัมผัสทัชสกรีน																				
5.ทดสอบการทำงานของตัวเครื่อง																				

ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2(ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																			
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6.จัดทำเล่มปริญญานิพนธ์																				
7.นำเสนอผลงาน																				

1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเรื่องเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมในการทำงาน อธิบายขั้นตอนการทำงาน ผลการทดลอง สุดท้ายจะเป็นการสรุปและข้อเสนอแนะ

บทที่1 ในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ขอบเขตของการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงานและโครงสร้างปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึง พีแอลซี การใช้งานโปรแกรม GX Works2 หรือ GX Developer มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จอสัมผัสอลูมิเนียมโปรไฟล์ พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ ไฟเบอร์ออบติกเซนเซอร์ รีเลย์ ระบบนิวเมติก โซลินอยด์วาล์ว

บทที่ 3 ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นควบคุมโดยพีแอลซี ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆในโครงงาน และการออกแบบภาคจ่ายไฟการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ โครงงานชิ้นนี้คณะผู้จัดทำขออธิบายรายละเอียดการทำงานและการออกแบบดังต่อไปนี้

บทที่4 ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองวงจรภาคจ่ายไฟ ทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์ เซนเซอร์ และทดลองการทำงานตามของเขตของโครงงาน

บทที่5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง สรุปการทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ ควบคุมโดยพีแอลซี และข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง พีแอลซี การใช้งานโปรแกรมจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 (GX Works2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จอสัมผัส อลูมิเนียมโปรไฟล์ ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ โฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ ดีปลีเที่ยนทั้ง 5 ดังรายละเอียดที่กล่าวถึงต่อไปนี้

2.1 พีแอลซี

พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ถูกคิดค้นและพัฒนาการมาในการใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่า ซึ่งเป็นยุคแรกที่จะใช้รีเลย์จำนวนมากในการควบคุมวงจร ทำให้เกิดความยุ่งยากในการควบคุม[1] ดังนั้นจึงได้มีระบบพีแอลซีมาใช้ในการควบคุม เนื่องจากมีความสะดวกขึ้นทั้งในด้านการควบคุมและการแก้ไขระบบการทำงานได้ดีขึ้น

พีแอลซี เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานโดยภายในจะมี “Micro-Processor” เป็นอุปกรณ์หลักในการสั่งการ โดยที่พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) ที่สามารถต่อไปใช้งานได้ทันทีกับอุปกรณ์เช่นตัวจับสัญญาณ,สวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต (Input) ของพีแอลซีและส่วนที่เป็นเอาต์พุต (Output) จะต่อไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลเช่น จอแสดงผลโซลินอยด์วาล์ว ฯลฯ การควบคุมการทำงานสามารถทำได้โดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซี

รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี
(**ที่มา**: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2htm)

จากรูปที่ 2.1 จัดเป็นลักษณะโครงสร้างภายในของพีแอลซีเป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม โดยโปรแกรมได้ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากวงจรรีเลย์นั่นมีอุปกรณ์เยอะ ทำให้เกิดความยุ่งยากในการควบคุม อีกทั้งยังมีความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่ายซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนหลักดังนี้

1. ภาคอินพุต (Input Section)
2. ตัวประมวลผล (CPU)
3. หน่วยความจำ (Memory)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Section)
5. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

1. ภาคอินพุต (Input Section)

ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังตัวประมวลผล(CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไปโดยข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นสัญญาณอินพุตมาจากเซนเซอร์(Sensor) ลิมิตสวิตช์(Limit Switch) และเอนโค้ดเดอร์(Encoder) เป็นต้น

2. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซีภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโพรเซสเซอร์เบส(Micro Processor Based)ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์,เคาน์เตอร์,ไทม์เมอร์และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ (Relay Ladder Diagram) ได้ “CPU” จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

3. หน่วยความจำ (Memory)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงานโดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่งซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ รอม (ROM) และ แรม(RAM)

แรม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้ เหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

รอม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ รอมยังสามารถแบ่งได้เป็น (EPROM) ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม

นอกจากนี้ยังมีแบบ (EEPROM) หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

4. ภาคเอาต์พุต (Output Section)

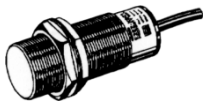
ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่นควบคุมหลอดไฟมอเตอร์และวาล์วเป็นต้น

5. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

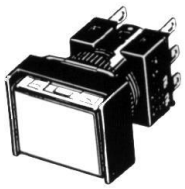
ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ (CPU Unit) หน่วยความจำและหน่วยอินพุตเอาต์พุต

2.1.2 อุปกรณ์อินพุต

สัญญาณอินพุตจะเป็นสัญญาณแบบรีเลย์พัลส์แรงดัน(VDC) หรือกระแส(mA) สัญญาณเหล่านี้ได้จะถูกส่งมาจากอุปกรณ์อินพุตเมื่อพีแอลซีได้รับสัญญาณอินพุตแล้วหลังจากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผลต่อไปอุปกรณ์อินพุตที่ให้สัญญาณดังกล่าวได้แก่ สวิตช์ Encoder และโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photo Sensor) เป็นต้น อุปกรณ์อินพุตดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.2



PHOTOELECTRIC SENSOR



SWITCH

รูปที่ 2.2 อุปกรณ์อินพุต (Input Devices)
(**ที่มา:** https://sites.google.com/site/pophimphisa/hnwy/)

2.1.3 อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device)

สัญญาณที่ออกมาจากภาคเอาต์พุตของพีแอลซี ไม่ว่าจะเป็นเอาต์พุตแบบรีเลย์หรือทรานซิสเตอร์ก่อนทีสัญญาณจะผ่านไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตได้ต้องผ่าน (Buffer Relay) ก่อนจึงจะสามารถต่อเข้าโหลดได้หรือต้องต่อผ่านวงจรไดร์ฟก่อน เช่น ถ้าต้องการสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงานต้องผ่านวงจรไดร์ฟก่อน เนื่องจากระแสที่จ่ายออกมาจากพีแอลซี มีค่าน้อยเกินไปเป็นต้นอุปกรณ์เอาต์พุตต่างๆ แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.3

มอเตอร์ไฟฟ้า

เตาไฟฟ้า

รูปที่ 2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device)

2.1.4 คอมพิวเตอร์กับพีแอลซี

พีแอลซี เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่จะมีข้อแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์กับพีแอลซีดังต่อไปนี้

1. พีแอลซี ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมเช่น ความร้อนความหนาว, ระบบไฟฟ้ารบกวน, การสั่นสะเทือน, การกระแทก เป็นต้น

2. การใช้โปรแกรมของ พีแอลซี จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ พีแอลซีจะมีระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและการบำรุงรักษาง่ายกว่าคอมพิวเตอร์

3.พีแอลซี ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมพร้อมๆกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

4. พีแอลซีใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อกและแบบลอจิก (ON-OFF)

2.1.5 ความสามารถของพีแอลซี สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น

1.1 การทำงานของระบบรีเลย์

1.2 การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์

1.3 การทำงานของ P.C.B. Card

1.4 การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

2.1 การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร

2.2 การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุม

อุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น

2.3 การควบคุม P.I.D. (Proportional-Intergral-Derivation)

2.4 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)

2.5 การควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepper-motor)

2.6 Information Handling

3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

3.1 งานสัญญาณเตือน (Alarm)

3.2 ตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่อง

3.3 งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)

3.4 เชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ / แอสกี

3.5 งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.6 ขนาดของพีแอลซี

1.ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด

2.ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด

3.ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด

4.ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 8192 จุด

2.1.7 การติดตั้งพีแอลซี

1. ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง พีแอลซี

1.1 พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่

1.2 จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่

1.3 การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย

1.4 อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ พีแอลซี หรือไม่

1.5 วิธีการป้องกันพีแอลซี จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2. สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง พีแอลซี

2.1 มีแสงแดดส่องโดยตรง

2.2 มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C

2.3 มีฝุ่นหรือไอเกลือ

2.4 มีความชื้นมาก

2.5 มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนหรือไวไฟ

2.6 สั่นสะเทือนมาก

2.1.8 ตู้ควบคุมสำหรับพีแอลซี

1. ต้องป้องกันไม่ให้พีแอลซีเสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆ เช่นจากสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปือนในอากาศ เช่นความชื้น น้ำมัน ฝุ่นผง ก๊าซที่มีฤทธิ์การกัดกร่อน

2. มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ

3. ควรติดตั้งตู้พีแอลซีห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว

4. มีสายดิน (Ground)

5. ควรแยกการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

6. ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูง เช่น ฮีทเตอร์ หม้อแปลง

7. ไม่ควรให้พีแอลซี ติดตั้งอยู่บนเพดานหรืออยู่กับพื้น

8. ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60° C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน

9. ควรต่อสายดินแยกออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่น คือ สายดินควรมีขนาด 2 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และค่าความต้านทานของสายดินไม่ควรเกิน 100 โอห์ม

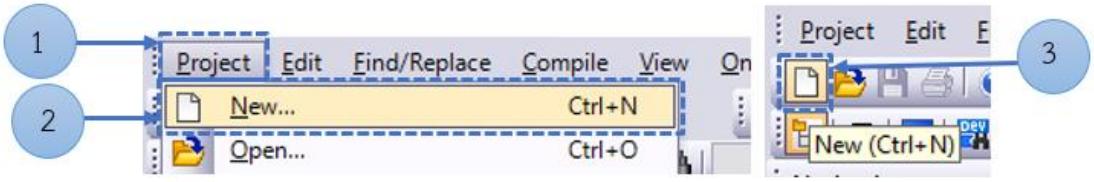
2.2 การใช้งานโปรแกรมจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 (GX Works2)

การใช้งานพีแอลซีผู้ใช้งาน จะต้องใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ในการติดต่อกับพีแอลซี เช่น การเขียนโปรแกรมไปยังพีแอลซี โดยโหลดโปรแกรมจากพีแอลซี , มอนิเตอร์ (Monitor) ดูการทำงานของโปรแกรม, เปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ (Parameter)ของพีแอลซี เป็นต้น ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ใช้เขียนโปรแกรมแลดเดอร์ให้กับพีแอลซี เรียกว่า MELSOFT ซึ่งมี 3 ซอฟต์แวร์ คือ GX Developer, จีเอ็กซ์เวิร์ค 2 และจีเอ็กซ์เวิร์ค 3 ซึ่งแต่ละซอฟต์แวร์สามารถใช้ได้กับพีแอลซีในแต่ละซีรีส์ได้ต่างกัน

2.2.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน

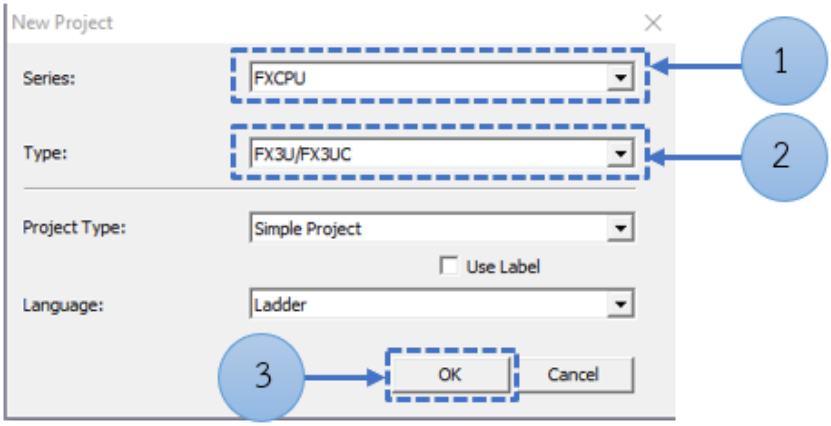
เมื่อเปิดโปรแกรมจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 จะพบกับโปรแกรมดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.4 ต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรมสำหรับการใช้งานดังต่อไปนี้

1. ช่องที่ 1 คลิกที่เมนู Project
   ช่องที่ 2 เลือกแท็บ New project
   ช่องที่ 3 หรือเลือก New project แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.4



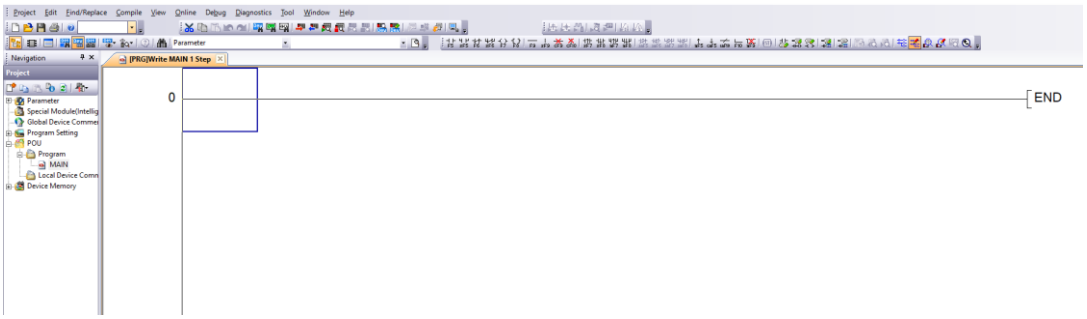
รูปที่ 2.4 การตั้งค่าใช้งานจีเอ็กซ์เวิร์ค 2

2. จะปรากฏหน้าต่าง (Change PLC) แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.5
   ช่องที่ 1 เลือก series เพื่อเลือกชนิดของพีแอลซี
   ช่องที่ 2 เลือก Type เพื่อเลือกรุ่นของพีแอลซี
   ช่องที่ 3 กดปุ่มตกลง (OK)



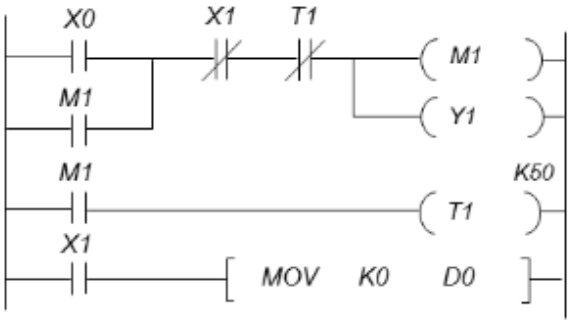
รูปที่ 2.5 หน้าต่างเปลี่ยนแปลงรุ่นของพีแอลซี

3. เมื่อกดเลือกปุ่มตกลงแล้วก็จะเข้าสู่หน้าจอการเขียนโปรแกรม ดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.6.

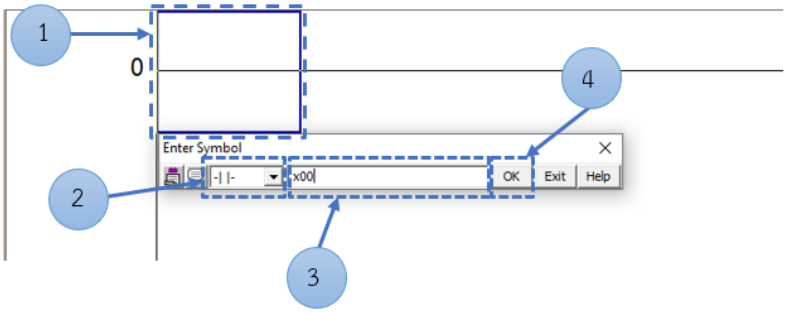


รูปที่ 2.6 เข้าสู่หน้าจอการเขียนโปรแกรม

4. ขั้นตอนการเขียนแลดเดอร์ ตัวอย่างการเขียนแลดเดอร์ดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8 โดยที่
   ช่องที่ 1 คือช่อง NO contact
   ช่องที่ 2 คือการเลือกระบุ อินพุต X0
   จากนั้นกดปุ่มตกลง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่าง การเขียนแลดเดอร์

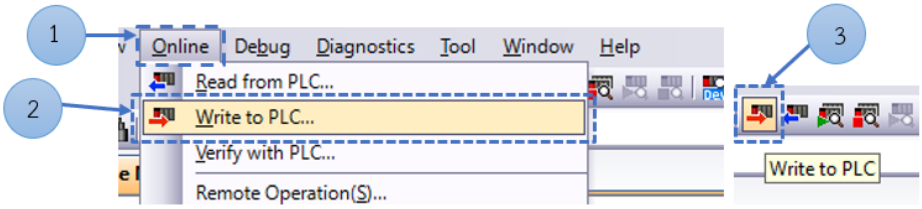


รูปที่ 2.8 การเขียนแลดเดอร์

2.2.2 การเขียนแลดเดอร์ลิงค์ไปยังพีแอลซี

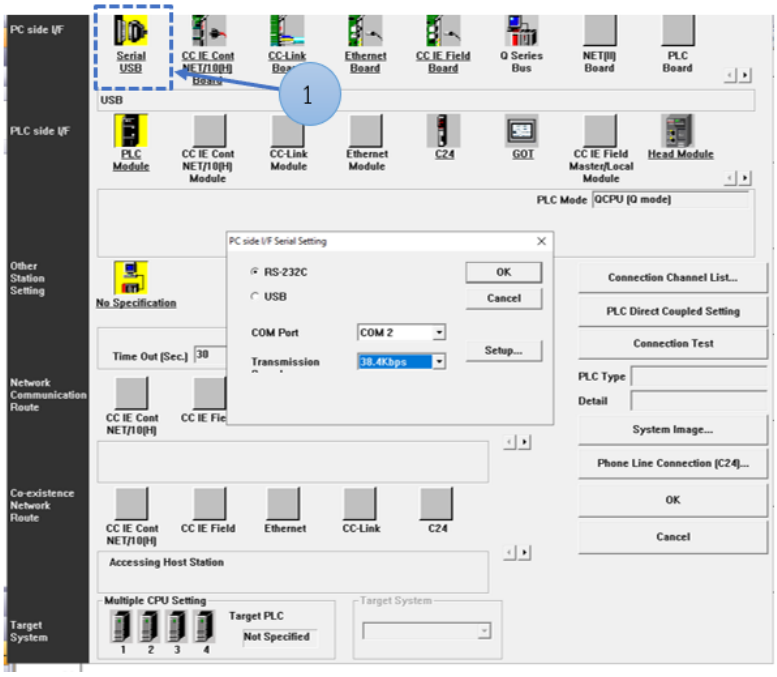
เมื่อ (Convert Program) แล้ว ต่อมาคือการเขียนโปรแกรมไปยังพีแอลซี การเขียนโปรแกรมไปยังพีแอลซี ทำได้ในขณะที่พีแอลซี อยู่ในโหมด “Stop” หรือในขณะที่พีแอลซี ในโหมด “RUN” ก็ได้ การเขียนโปรแกรมไปยังพีแอลซี ในโหมด “Stop” มีขั้นตอนการโหลดลงตัวพีแอลซี ดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.9

1. ช่องที่ 1 เลือกแท็บ Online
   ช่องที่ 2 เลือก Write to PLC
   ช่องที่ 3 หรือเลือก Write to PLC โดยใช้จากเมนู (Menu) ลัดก็ได้



รูปที่ 2.9 การเขียนแลดเดอร์แล้วทำการดาวน์โหลดลงพีแอลซี

2. เมื่อกดเลือกเสร็จแล้วก็จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.10

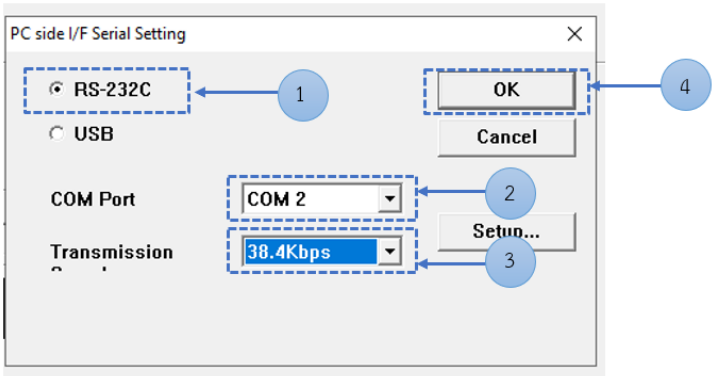


รูปที่ 2.10 การเลือกพอร์ทให้ตรงกัน

3. ทำการเลือกชนิดของสายเบิร์น RS-232C

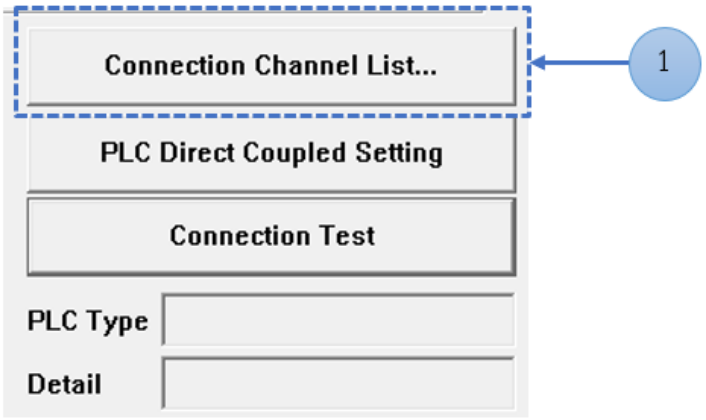
ช่องที่ 1 ตรวจดู COM Port ให้ตรงกับ Port ที่ใช้เชื่อมต่อพีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ในตัวอย่างใช้ COM 2

ช่องที่ 2 Transmission จากตัวอย่างใช้ 38.4 Kbps จากนั้นกดปุ่มตกลงในช่องที่ 3 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การตกลงในการโหลดโปรแกรม

4. เลือก Connection Channel List... เป็นการเสร็จสิ้น แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การตกลงในการโหลดโปรแกรม

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงาน[3] ดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดจนคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆ และสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบงานประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

-ความหมายของมอเตอร์และการจำแนกชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

-ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า แบ่งออกตามการใช้งานของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้ดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส
   - สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor)
   - คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
   - รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)

- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 2 เฟส

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้ดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุขนานหรือเรียกว่าชั้นท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมหรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า,โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์,โรงงานถลุงโลหะ หรือให้เป็นต้นกาลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า,เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่างๆของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.3.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

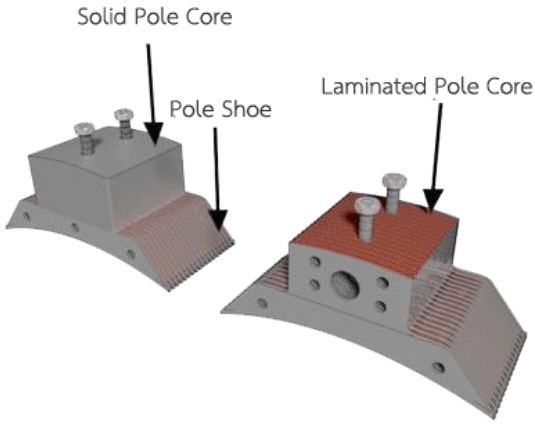
1. ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

-เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของ เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

-ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวดส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่า “ขั้วแม่เหล็ก (PoleShoes)” มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้ว ทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์
(**ที่มา**: http://www.crengineer.com/images/pulldown.htm)

-แกนเสาแม่เหล็กและรองเท้าเสา แกนขั้วแม่เหล็กถือขดลวดสนามในเครื่องจักรขนาดเล็ก แกนขั้วแม่เหล็กทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อ ในเครื่องจักรขนาดใหญ่แกนเสาทำจากเหล็กแผ่นรีดเย็นเคลือบ รองเท้าเสาช่วยให้สนามคดเคี้ยวและป้องกันไม่ให้ขดลวดหลุดออกจากแกนเสา รองเท้าเสายังกระจายฟลักซ์สนามแม่เหล็กอย่างสม่ำเสมอในช่องว่างของอากาศระหว่างเกราะและสนาม แกนเสาอาจเป็นของแข็งหรือลามิเนตขึ้นอยู่กับเกณฑ์การออกแบบ แต่รองเท้าเสาจะเคลือบเสมอ แกนเสาพร้อมกับรองเท้าพูลติดตั้งเข้ากับขอบด้านในของแอกโดยใช้สลักเกลียว ในเครื่องจักรที่ทันสมัยแทนที่จะใช้รองเท้าโพลามิเนตเพียงอย่างเดียวเราใช้การเคลือบที่สมบูรณ์สำหรับทั้งแกนเสาและรองเท้า ในทั้งสองกรณีการเคลือบจะถูกตรึงเข้าด้วยกันแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แกนขั้ว
(**ที่มา**: https://www.aboutcircuit.com/dc-generator-construction/)

ส่วนที่สองขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบ ๆ แกนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้นและเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้นแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ขดลวดสนามแม่เหล็ก
(**ที่มา**: http://www.crengineer.com/images/pulldown.htm)

2. ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 โรเตอร์
(**ที่มา**: http://www.crengineer.com/images/pulldown.htm)

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. แกนเพลา (Shaft)
2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core)
3. คอมมิวเตอร์ (Commutator)

4. ขอลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding)

1. แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่งเพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทาด้วยแผ่นเหล็กบางอาบ ฉนวน (LaminatedSheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์

3. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทาด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวน ไมก้า(mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวด อาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้วเรียกว่า ปฏิกริยามอเตอร์ (Motor action)

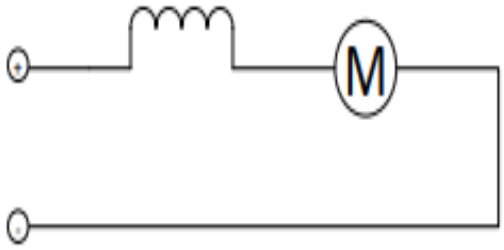
2.3.3 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกันและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ซึ่งวางแกนเพลาและแกนเพลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกริยาต่อกันทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming left hand rule)

2.3.4 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

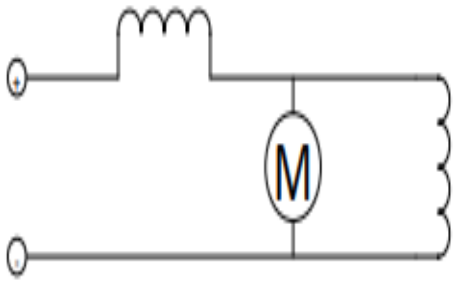
มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่าซีรีสฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของเครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลายอย่างเช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องของผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า

เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดี เมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ ดังรูปวงจรที่ 2.17



รูปที่ 2.17 วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)หรือเรียกว่าชั้นท์มอเตอร์ มอเตอร์แบบขนาดนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวดชุดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะมีความเร็วคงที่แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ชั้นท์มอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้ เพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ ดังรูปวงจรที่ 2.18

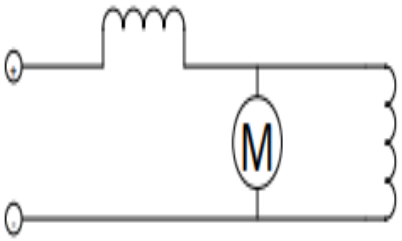


รูปที่ 2.18 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)หรือเรียกว่า คอมปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High staring torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั้งมีโหลดเต็มที่

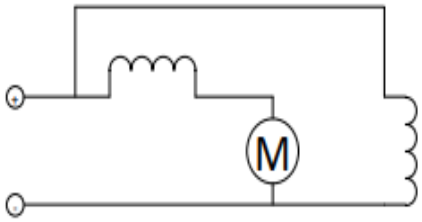
มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นท์อยู่ 2 วิธี

วิธีที่ 1 ใช้ต่อขดลวดแบบชั้นท์ขนานกับอาร์เมเจอร์เรียกว่า ชอร์ทชั้นท์ (Short Shunt Compound Motor) ดังรูปวงจรที่ 2.19



รูปที่ 2.19 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงแบบชอร์ทชั้นท์คอมปาว์ดมอเตอร์

วิธีที่ 2 คือต่อขดลวดขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาร์เมเจอร์เรียกว่า ลองชั้นท์คอมปาวด์มอเตอร์ (Long shunt motor) ดังรูปวงจรที่ 2.19



รูปที่ 2.20 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลองชั้นท์คอมปาว์ดมอเตอร์

2.4 จอสัมผัส

เป็นรูปแบบหนึ่งขออุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมร่วมกัน [4] เพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งานโดยโปรแกรมจะแสดงผลภาพกราฟิกบนจอภาพและผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพเพื่อเลือกรายการต่างๆ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพหรือข้อความก็ได้ เพื่อสั่งงานจอสัมผัสนิยมนำมาใช้ในลักษณะของงานที่ช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาการใช้อุปกรณ์นำเข้าแบบจับต้อง เช่น แป้นพิมพ์, เมาส์ เป็นต้น หน้าจอสัมผัสจะสามารถรู้ตำแหน่งที่เราสัมผัสได้นั้นจะต้องอาศัยระบบพื้นฐานซึ่งมี 3 ประเภท คือ

1. ตัวต้านทาน (resistive) ระบบตัวต้านทานประกอบด้วยช่องกระจกเคลือบด้วยตัวนำและตัวต้านทานโดยทั้งสองชั้นนี้ไม่ได้อยู่ติดกัน โดยมีตัวกั้นและชั้นตัวต้านทานที่ปรับค่าได้อยู่บนสุด ในขณะที่หน้าจอกำลังทำงานจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งสองชั้น เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ทำให้

ชั้นทั้งสองชั้นสัมผัสกันตรงตำแหน่งที่เราสัมผัส เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหล

ผ่านถูกบันทึกไว้และคำนวณหาตำแหน่งโดยทันที เมื่อรู้ว่าสัมผัสตรงส่วนใดแล้ว จะมีไดรเวอร์พิเศษที่ทำหน้าที่แปลการสัมผัสไปเป็นสัญญาณหรือรหัสส่งไปให้ระบบปฏิบัติการ

2. ตัวเก็บประจุ (capacitive) ระบบตัวเก็บประจุ จะเป็นชั้นที่ไว้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้า ซึ่งจะวางอยู่บนช่องกระจกของหน้าจอ เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ประจุไฟฟ้าบางส่วนจะถูกส่งไปยังตัวผู้ใช้ ทำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในตัวเก็บประจุลดลง การลดลงนี้จะเป็นตัวบอกตำแหน่งของการสัมผัสซึ่งจะมีวงจรที่คอยตรวจสอบอยู่ที่มุมของหน้าจอทั้งสี่มุมต่อจากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณ จากผลต่างของประจุไฟฟ้าในแต่ละมุมจนได้ตำแหน่งตรงที่ผู้ใช้สัมผัสแล้วจึงส่งไปให้ไดรเวอร์

3. คลื่นเสียงที่ผิวของหน้าจอ (surface acoustic wave) ระบบคลื่นเสียง บนหน้าจอของระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะมีตัวรับ และส่งสัญญาณอยู่ตลอดแนวตั้งและแนวนอน ของแผ่นกระจกของหน้าจอ และตัวตัวสะท้อน ซึ่งจะทำหน้าที่ ส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวอื่น ตัวรับสัญญาณจะเป็นตัวบอกถ้าคลื่นถูกรบกวนโดยการสัมผัสของผู้ใช้ และจะสามารถระบุตำแหน่งที่สัมผัสได้ การใช้ระบบคลื่นทำให้หน้าจอสามารถแสดงภาพได้อย่างชัดเจนมากกว่าทั้งสองระบบข้างต้น

2.5 อลูมิเนียมโปรไฟล์

เป็นโลหะที่สะสมอยู่ภายใต้ผิวโลกมากเป็นอันดับสามในบรรดาธาตุต่างๆ ที่มีในผิวโลก ผู้คนจึงหันมานิยมการใช้งานสินค้าที่ทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ [5] (Aluminum Profile) มากขึ้น ด้วยอัตราการนำอลูมิเนียมจากผิวโลกขึ้นมาใช้ในปัจจุบัน สินแร่บอกไซด์จะยังคงพอเพียงกับการบริโภคได้อีกเป็นเวลาหลายร้อยปี อลูมิเนียม (Aluminum Profile) สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ใหม่จึงเป็นทางเลือกที่จะช่วยประหยัดทรัพยากรโลกได้ เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ,อิเล็กทรอนิกส์,ก่อสร้าง,สถาปัตยกรรมด้วยอัลลอย ดังกล่าวแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 อลูมิเนียมโปรไฟล์
(**ที่มา**: http://tonanasia.com/aluminium-profile.php)

คุณสมบัติอลูมิเนียม (Aluminum Profile) ที่ดีกว่าโลหะทั่วไปคือ

1 เบาแต่แข็งแรง

2 ทนทานต่อการสึกกร่อน

3 นำพาความร้อนและกระแสไฟได้ดี ไม่เป็นพิษและไม่ติดไฟ

4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้มากมาย

5 สามารถนำไปประกอบ ตัด เจาะ ดัด ปั๊ม ได้ตามต้องการ

6 สามารถเชื่อมต่อได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

2.5.1 การนำอลูมิเนียม ไปใช้งาน

เดิมทุกคนอาจคุ้นเคยกับอลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัด ที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างอาคารและที่อยู่อาศัยเพียงอย่างเดียว แต่ด้วยคุณสมบัติพิเศษต่างๆของอลูมิเนียม (Aluminum Profile) ทำให้ทุกวันนี้มีการนำอลูมิเนียมมาใช้งานในอุตสาหกรรมที่หลากหลายเกินกว่าที่คุณเคยรู้ นอกจากการนำมาใช้ในงานประตู,หน้าต่าง,ฝ้า ฯลฯ แล้ว เรายังสามารถดัดแปลงอลูมิเนียมไปใช้เป็นชิ้นงานสำหรับธุรกิจผลิตรถยนต์,รถจักรยานยาน,เครื่องมือช่างและอุปกรณ์มอเตอร์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และอื่นๆ อีกมากมาย

2.6 โฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์

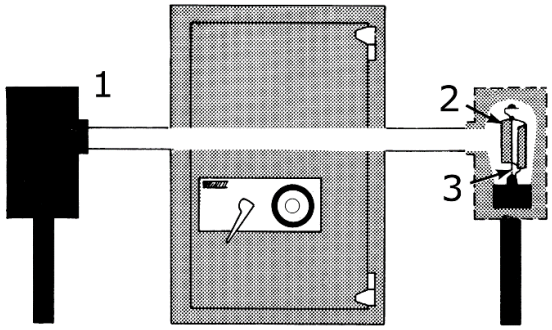
โฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ [6] (อังกฤษ: photoelectric sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุและการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสตัววัตถุ แต่เป็นการอาศัยหลักการส่งและรับแสง โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวส่งแสง(emitter) และตัวรับแสง(receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป เซนเซอร์ประเภทนี้ โดยทั่วไปจะมีระยะการตรวจจับที่ 0–200 เมตร เป็นเซนเซอร์ที่เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับ และงานที่ไม่ต้องการสัมผัสกับตัววัตถุ แต่จะไม่ค่อยเหมาะกับการติดตั้งในบริเวณที่มีฝุ่นเยอะ หรืองานที่มีสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากจะทำให้ระยะในการตรวจจับและความแม่นยำในการตรวจจับลดลงเป็นอย่างมาก โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ แบ่งตามลักษณะการตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้งตัวรับแสงและตัวส่งแสงได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทตรวจจับโดยตรง (diffuse-reflective optical sensor)
2. ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (retro-reflective optical sensor)
3. ประเภทลำแสงผ่านตลอด (through-beam optical sensor)

2.6.1 สภาวะแวดล้อมที่รบกวนการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์

แสง ความชื้นและฝุ่น เป็นตัวแปรหลัก ที่จะมารบกวนแสงของโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ ทำให้การทำงานเกิดความไม่แม่นยำได้ การติดตั้งจึงต้องตรวจสอบสภาพแวดล้อมหรือเลือกเซนเซอร์ที่ผลิตมาเพื่อสภาวะเหล่านั้น เช่น ในกรณีที่มีฝุ่นเยอะ ต้องติดตั้งเซนเซอร์ที่ตรวจจับได้ไกลซึ่งสามารถยิงแสงทะลุฝุ่นผงไปได้ หรือในกรณีที่มีแสงรบกวนมาก ควรติดตั้งเซนเซอร์ที่ใช้แสงแบบมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า(Non visible light source) เช่น แสงอินฟาเรด หากใช้โฟโตอิเล็กทริก

เซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว ควรติดตั้งให้ตัวส่ง(emitter) และตัวรับ(receiver) ของแต่ละตัวสลับกันไป เนื่องจากตัวรับของเซนเซอร์ตัวหนึ่ง อาจไปรับสัญญาณของเซนเซอร์อีกตัว ทำให้เกิดการทำงานผิดพลาดได้หรืออีกวิธีหนึ่งอาจเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีตัว (Polarizing Filter) ซึ่งสามารถกรองเฉพาะแสงจากตัวส่งที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามฟิลเตอร์ก็มีข้อเสียตรงที่ทำให้ระยะการตรวจจับของเซนเซอร์สั้นลง ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การทำงานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ประเภทลำแสงผ่านตลอด
(**ที่มา:** https://th.wikipedia.org/wiki/โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์)

2.7 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ [7] เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับตรวจจับการมีหรือไม่มีของวัตถุที่ต้องการจะตรวจจับ โดยอาศัยหลักการวัดปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์ คล้ายกับการทำงานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (photolelectric sensor) แต่สามารถตรวจจับชิ้นงานได้เล็กกว่า ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงวัตถุได้ละเอียดกว่า

2.7.1 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ประกอบด้วยอุปกรณ์สองชิ้นคือ

1.ไฟเบอร์แอมพลิฟายเออร์ (Fiber Amplifier) ทำหน้าที่หลักๆในการปล่อยแสงออกไปยังสายไฟเบอร์ออพติกและเป็นส่วนในการประมวลผลในการตรวจจับวัตถุ ส่วนคุณสมบัติอื่นๆจะแตกต่างกันตามแต่ละรุ่นแสดงดังรูปที่ 2.23

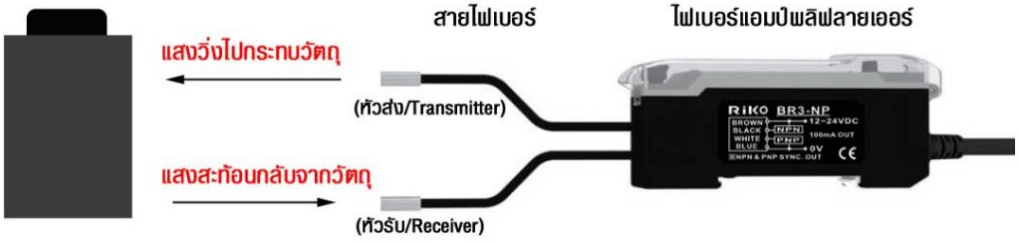
รูปที่ 2.23 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

2. หัวไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic) สายไฟเบอร์มีความสำคัญในการนำพาแสงจากส่วนของแอมป์พลิฟลายเออร์ไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ซึ่งหัวไฟเบอร์ออปติกจะมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้งานให้เหมาะแก่การใช้งานและติดตั้งแสดงดังรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24 ลักษณะหัวไฟเบอร์ออปติก

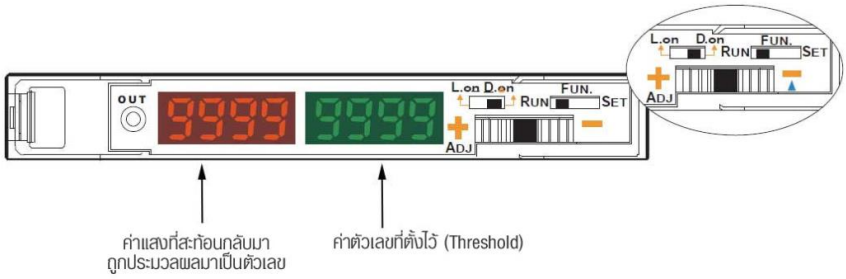
2.7.2 หลักการทำงานของไฟเบอร์เซนเซอร์

ทำงานโดยวงจรภายในแอมพลิไฟเออร์กำเนิดแสงและยิงแสงออกมาผ่านไปยังสายไฟเบอร์ที่หัวส่ง(Transmitter) ไปกระทบกับวัตถุ และสะท้อนกลับมายังหัวรับ(Receiver) แล้วส่งกลับไปยังแอมพลิไฟเออร์ ทำการประมวลผลจากค่าความเข้มแสงสะท้อนกลับมาเป็นตัวเลขแสดงดังรูปที่ 2.25 และ 2.26



รูปที่ 2.25 หลักการทำงานของไฟเบอร์เซนเซอร์
(**ที่มา**: https://www.riko.in.th/index.php?option=com)

เมื่อแอมป์พลิฟลายเออร์ประมวลผลแสงที่สะท้อนกลับมาเป็นตัวเลข เราสามารถตั้งค่า Threshold เพื่อให้แอมป์พลิฟลายเออร์ตัดสินใจในการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมาในกรณีที่ตัวเลขแสงที่สะท้อนกลับมาเกินกว่าหรือต่ำกว่าค่า Threshold ที่ตั้งขึ้น



รูปที่ 2.26 ลักษณะของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

(**ที่มา**: https://www.riko.in.th/index.php?option=com)

ข้อดีของการใช้ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensors)

1. ขนาดของหัวไฟเบอร์ออปติกที่มีขนาดเล็ก ทำให้เหมาะกับการใช้งานกับพื้นที่จำกัดหรือตรวจจับชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก

2. สามารถใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงได้ เนื่องจากสายไฟเบอร์ออปติกนั้นเป็นแค่ตัวนำสัญญาณแสงโดยที่ไม่มีวงจรไฟฟ้าอยู่ภายใน

3. มีหลายแบบให้เลือกใช้ตามการใช้งาน เช่น รุ่นทนความร้อน สูงสุด 300 องศา หรือ รุ่นทนสารเคมี

4. สามารถจับวัตถุหรือจุดที่มีความแตกต่างกันน้อยได้ดีกว่าเซนเซอร์ประเภทโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์

2.8 เซนเซอร์แบบลอจิก

เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้พีแอลซี สามารถตรวจจับสถานะของกระบวนการต่างๆ ได้ เซนเซอร์แบบลอจิก [8] จะตรวจสอบสถานะเป็นลักษณะ ON และ OFF ในปัจจุบันเซนเซอร์เหล่านี้มีราคาไม่สูงและมีหลายยี่ห้อให้เลือกใช้งาน เช่น Omron, Sick และ Banner เป็นต้น

2.8.1 ลักษณะเอาต์พุตของเซนเซอร์

เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้ มันจะส่งสัญญาณลอจิกให้กับพีแอลซี โดยการสับเปลี่ยนระดับแรงดันหรือกระแสให้ ON หรือ OFF ในบางครั้งเอาต์พุตของเซนเซอร์จะต่อเข้ากับโหลดโดยตรง ลักษณะเอาต์พุตของเซนเซอร์ มีดังต่อไปนี้

-สวิตช์ ใช้สับเปลี่ยนแรงดันไฟให้ ON / OFF

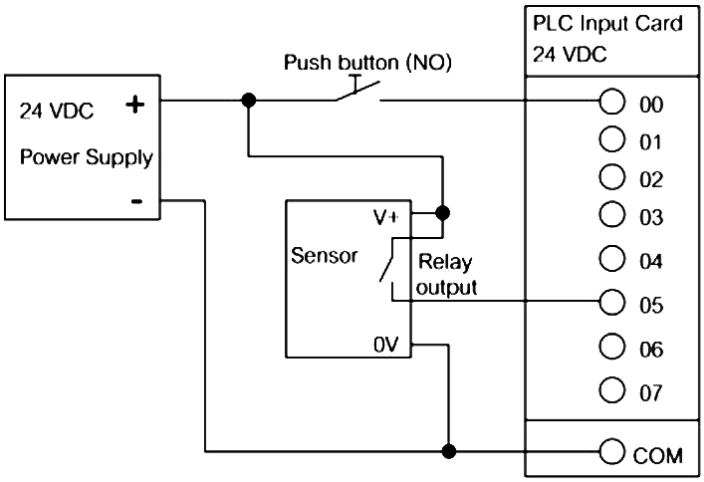
-TTL ใช้กับแรงดันไฟ และ 5 โวลต์ เพื่อแสดงระดับลอจิก

-Sinking / Sourcing ใช้สับเปลี่ยนกระแสไฟให้ ON / OFF

-Solid State Relay ใช้สับเปลี่ยนไฟ AC

2.8.2 เอาต์พุตแบบสวิตช์ (Switch)

ตัวอย่างที่ง่ายที่สุดของเอาต์พุตของเซนเซอร์ชนิดนี้ คือ สวิตช์ และรีเลย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.29 ในรูปแสดงหน้าคอนแท็ค NO ของสวิตช์ถูกต่อเข้ากับอินพุต 00 ส่วนเซนเซอร์ชนิดเอาต์พุตรีเลย์ ถูกต่อเข้ากับอินพุต 05 เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้มันจะสั่งให้รีเลย์ทำงาน จึงทำให้กระแสไฟไหลจากขั้วบวก (V+) ไหลผ่านเอาต์พุตของเซนเซอร์เข้าไปที่อินพุต 05 แสดงดังรูปที่ 2.27

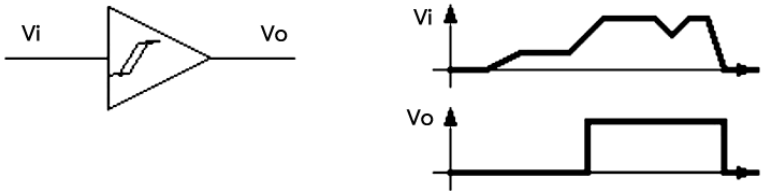


รูปที่ 2.27 ตัวอย่างเซนเซอร์แบบสวิตช์

(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

2.8.3 เอาต์พุตแบบทีแอล (TL,Transistor Logic)

TTL จะทำงานด้วยระดับแรงดัน 2 ระดับ คือ 0 โวลต์ เพื่อแสดงสถานะ False และ 5 โวลต์ แสดงสถานะ True ในทางปฏิบัติ ถ้าแรงดันสูงกว่า 0 โวลต์ และต่ำกว่า 5 โวลต์ ก็ยังสามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้อง แต่สัญญาณแบบนี้มักถูกรบกวนได้ง่ายจากสัญญาณรบกวน (Noise) ในโรงงาน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.28



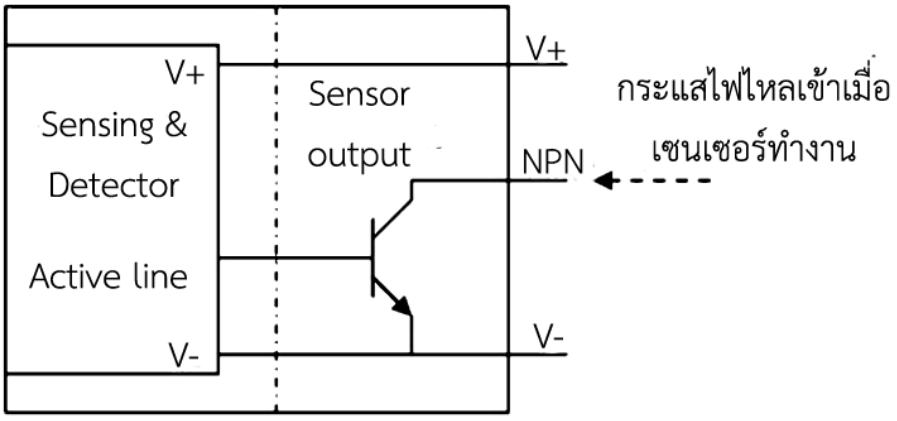
รูปที่ 2.28 วงจรชมิททริกเกอร์ (Schmitt trigger)

(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

2.8.4 เอาต์พุตแบบซิงค์และซอส (Sinking / Sourcing)

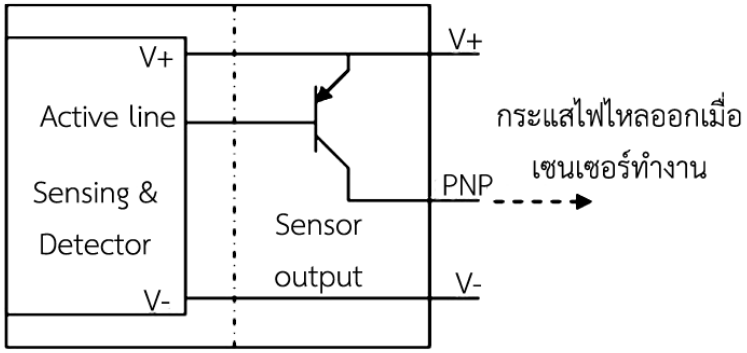
เอาต์พุตเซนเซอร์ชนิดซิงค์กระแสไฟที่ขั้วเอาต์พุตจะไหลเข้าสู่ตัวเซนเซอร์ และผ่านไปยังขั้วคอมมอน (Common) ขณะที่เซนเซอร์ชนิดซอส จะจ่ายกระแสไฟจากแหล่งจ่ายไฟบวกออกไปที่ขั้วเอาต์พุต เอาต์พุตทั้งสองชนิดนี้จะเน้นที่ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่ใช่แรงดัน ซึ่งวิธีการกำหนดการไหลของกระแสไฟแทนแรงดันไฟจะช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า

เมื่อกล่าวถึงซอสและซิงค์ เรากำลังอ้างถึงเอาต์พุตของเซนเซอร์ที่ทำงานคล้ายกับสวิตช์ตัวหนึ่ง แต่ในความเป็นจริงแล้วเอาต์พุตของเซนเซอร์ คือ ทรานซิสเตอร์ธรรมดาตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ โดยทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี (PNP) ถูกใช้กับเอาต์พุตซอสและเอ็นพีเอ็น (NPN) ถูกใช้กับเอาต์พุต ซิงค์บางครั้งเราจึงเรียกแทนว่า เอาต์พุตแบบพีเอ็นพีและเอ็นพีเอ็น ตัวอย่างของเซนเซอร์ชนิดเอาต์พุต ซิงค์แสดงดังรูปที่ 2.29 เซนเซอร์จะใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอกเพื่อให้มันสามารถตรวจจับวัตถุและทำงานได้ เมื่อมันตรวจจับสถานะบางอย่างได้มันจะส่งสัญญาณกระตุ้นออกมาที่ Active line ซึ่งจะต่อเข้าโดยตรงที่ทรานซิสเตอร์เอ็นพีเอ็น ถ้าแรงดันของ Active line เป็น 0 โวลต์ ทรานซิสเตอร์จะไม่ยอมให้กระแสไฟไหลผ่าน แต่ถ้าแรงดันของ Active line สูงขึ้น เช่น 5 โวลต์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและกระแสไฟจะไหลผ่านโหลดเข้ามาที่ขั้วเอาต์พุตของเซนเซอร์และครบวงจรที่ 0 โวลต์



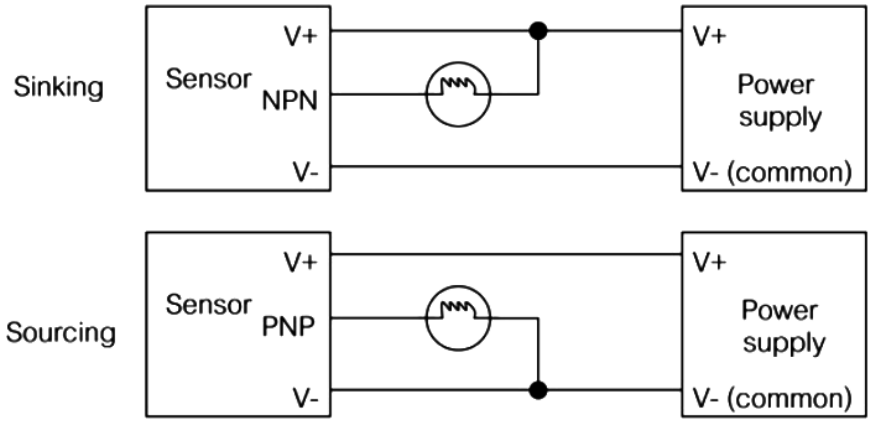
รูปที่ 2.29 วงจรเอาต์พุตเอ็นพีเอ็นหรือซิงค์
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

ส่วนเอาต์พุตเซนเซอร์ชนิดซอส แสดงข้างล่างนี้ ขณะที่การทำงานจะตรงกันข้ามกับ Sinking เมื่อเซนเซอร์ยังไม่ตรวจจับวัตถุแรงดันที่ Active line จะเป็นบวก (+) และทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้แรงดันไฟที่ Active line จะเป็น 0 โวลต์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและกระแสไฟไหลผ่านขั้วเอาต์พุตออกไปด้านนอกเซนเซอร์ไหลผ่านโหลดและครบวงจรที่ 0 โวลต์ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 วงจรเอาต์พุตพีเอ็นพีหรือซอส
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

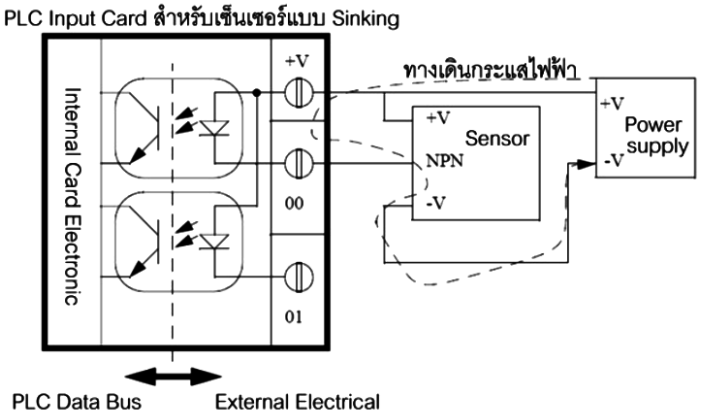
เซนเซอร์เอาต์พุตชนิดเอ็นพีเอ็น/พีเอ็นพี จะขับกระแสได้ไม่สูงมากนัก แต่ก็สามารถขับโหลดได้โดยตรง ตัวอย่างการใช้ในการขับโหลดหลอดไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 เซนเซอร์แบบเอ็นพีเอ็น/พีเอ็นพี ที่ขับโหลดโดยตรง
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

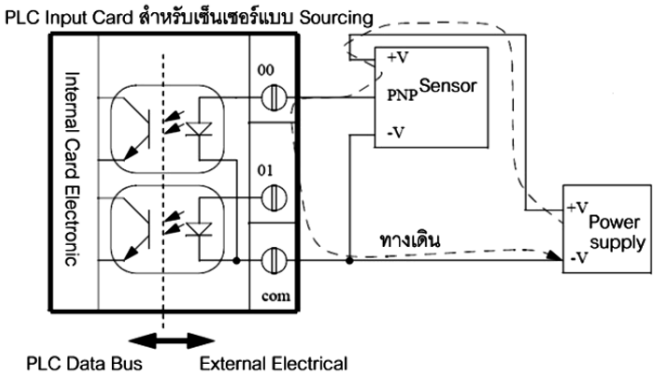
ในการต่อเอาต์พุตชนิดซิงค์หลอดไฟจะต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ และอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเอาต์พุต เอ็นพีเอ็นของเซนเซอร์ เมื่อเซนเซอร์ทำงาน กระแสไฟจะไหลจากไฟบวกผ่านหลอดไฟเข้าที่ขั้วเอาต์พุตและครบวงจรที่ 0 โวลต์ ในทางกลับกับชนิดซอส เมื่อเซนเซอร์ทำงาน กระแสไฟจะไหลจากไฟบวกของเซนเซอร์ออกไปยังหลอดไฟ และครบวงจรที่ 0 โวลต์

มาถึงจุดนี้ เราจะเห็นว่าเอาต์พุตเซนเซอร์จะถูกต่อเข้า อินพุตของพีแอลซี โดยเซนเซอร์ เอ็นพีเอ็นจะนิยมใช้ในญี่ปุ่นและเอเชีย ขณะที่ยุโรปและอเมริกาจะใช้พีเอ็นพี แสดงดังรูปที่ 2.32 แสดงการต่อเซนเซอร์ชนิดซิงค์เข้ากับอินพุตของพีแอลซี



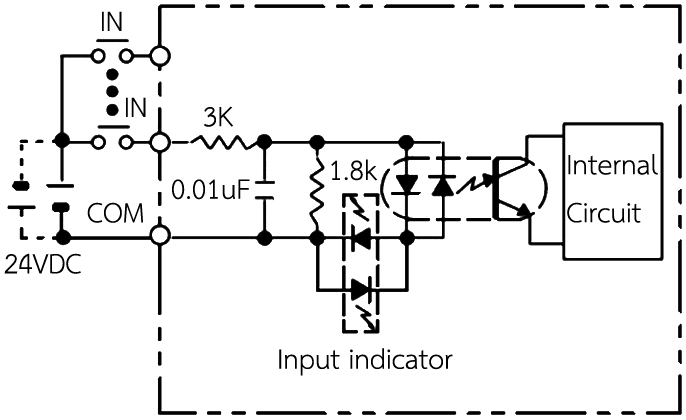
รูปที่ 2.32 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์แบบซิงค์
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

เส้นประแสดงเส้นทางการไหลของกระแสไฟเมื่อเซนเซอร์ทำงาน โดยกระแสจะไหลจากไฟขั้ว +V และผ่านเข้าไปยัง Optocoupler กระแสไฟนี้จะทำให้แสงของ Optocoupler ติด เพื่อให้หน่วยประมวลทราบว่ามีกระแสไฟไหลที่อินพุต จากนั้นกระแสจะไหลออกไปที่อินพุต 00 และครบวรจรที่ขั้ว 0 โวลต์ เมื่อเซนเซอร์ไม่ทำงานกระแสไฟจะไม่ไหลและแสงที่ Optocoupler จะดับ เหตุที่ต้องใช้ Optocoupler เพราะว่ามันจะช่วยป้องกันพีแอลซี จากอุบัติเหตุทางไฟฟ้าจากภายนอกตัวพีแอลซี เช่น ไฟลัดวงจรจะทำให้อินพุตพังเท่านั้นแต่ตัวประมวลผลยังทำงานได้ปรกติยูนิตอินพุตสำหรับต่อกับเซนเซอร์พีเอ็นพีจะมีลักษณะคล้ายกับเอ็นพีเอ็นดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.33



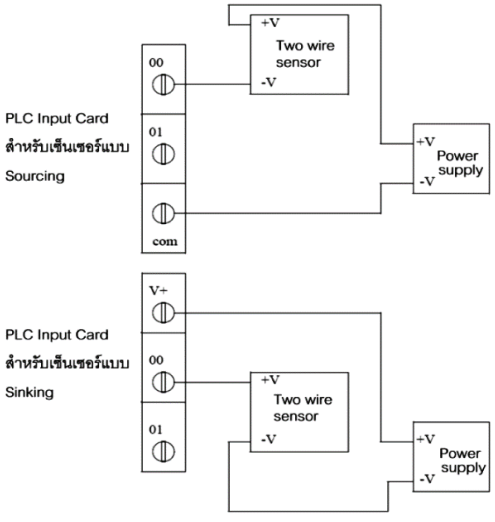
รูปที่ 2.33 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์แบบซอส
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

ในปัจจุบัน ผู้ผลิตบางรายได้พัฒนาให้ยูนิตอินพุตของพีแอลซี สามารถเลือกใช้กับเซนเซอร์พีเอ็นพีหรือเอ็นพีเอ็นอย่างใดอย่างหนึ่งในยูนิตเดียวกัน โดยมี Optocoupler ที่สามารถจ่ายไฟกลับทิศทางได้ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 โมดูลหรือการ์ดอินพุตที่ต่อเซนเซอร์ได้ทั้งซิงค์ และซอส
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

การเดินสายไฟจำนวนมาก ถือเป็นเรื่องใหญ่ของพีแอลซี ดังนั้น เพื่อลดจำนวนของสาย จึงทำให้เซนเซอร์ชนิด 2 สาย นิยมใช้กันมากขึ้น ซึ่งมันทำได้โดยรวมแหล่งจ่ายไฟกับฟังก์ชั่นการตรวจจับเป็นอันเดียวกันแสดงดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 เซนเซอร์ 2 สาย (Two wire sensor)
(**ที่มา**: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก)

เซนเซอร์ 2 สาย สามารถใช้ได้กับอินพุตของพีแอลซี ได้ทั้งโมดูลแบบ Sinking และ Sourcing ในขณะที่เซนเซอร์ยังไม่ทำงาน มันจะมีกระแสไฟปริมาณเล็กน้อยไหลผ่านอินพุตเพื่อเลี้ยงเซนเซอร์ เราเรียกว่า Leakage Current ดังนั้นโมดูลอินพุตของพีแอลซี ต้องสามารถยอมให้กระแสนี้ไหลผ่านได้ โดยที่อินพุตพีแอลซี ยังคงไม่ทำงาน

2.9 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว[10] คือวาล์วควบคุมทิศทางลมโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่ อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิตช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิตช์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม โดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อปิดวาล์ว อาทิ โซลินอยด์วาล์วน้ำ, โซลินอยด์วาล์วแก๊ส, โซลินอยด์วาล์วไฮดรอลิค, โซลินอยด์วาล์วลม

โซลินอยด์วาล์วแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve)

Solenoid Valve (โซลินอยด์วาล์ว) วาล์วที่ควบคุมทิศทางลมแบบ 2/2 ทาง โดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้าโซลีนอยด์ (Solenoid) Directional Control Valve คือ วาล์วที่ควบคุมทิศทางลมโดยการสั่งงานด้วยแรงลมหรือไฟฟ้า แบบ3/2, 4/2, 5/2, 5/3 ทางเป็นต้น โซลินอยด์วาล์ว (Pneumatic Solenoid Valve) วาล์วควบคุมทิศทางลมโดยการสั่งงานด้วยคอยไฟฟ้า ร่วมกับสปริงหรือคอยไฟฟ้า วาล์วน้ำไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ ปิด-เปิด ท่อน้ำ,แก๊ส,น้ำมัน เมื่อจ่ายไฟให้อุปกรณ์นี้ มีทั้งแบบวาล์พลาสติก แสดงดังรูปที่ 2.36

รูปที่ 2.36 โซลินอยด์วาล์วในรูปแบบต่างๆ
(**ที่มา**: https://www.factomart.com/th/factomartblog)

โซลินอยด์วาล์วลม วาล์วควบคุมทิศทางลมด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถควบคุมทิศทางลมได้ตามต้องการ มีหลายแบบให้เลือกเช่น 2/2, 3/2, 5/2 way และ มีทั้งแบบ N/O (Normal

Open) , N/C (Normal Close) สั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิตช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิตช์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม โซลินอยด์วาล์ว(Solenoid Valve) 2 ทาง ใช้กับงานลม, แก๊สทั่วไป, น้ำ, น้ำมัน

โซลินอยด์วาล์วน้ำ (Solenoid Valve) อุปกรณ์วาล์วแบบต่าง ๆ ใช้กับระบบน้ำ และเครื่องกรองน้ำ วาล์วหัวถังแรงดัน วาล์วควบคุมถังกรองน้ำทำงานคล้ายกับรีเลย์(Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติยกตัวอย่างการนำไปใช้งาน เช่น ในโรงเรือน ในฟาร์ม ระบบรดน้ำที่ต้องการจ่ายน้ำหลายๆจุด แบ่งเป็นโซนๆ หลายๆโซน โดยต่อกับระบบคอนโทรล มี Pressure Switch หรือเวลาเป็นตัวสั่งงานให้ โซลินอยด์วาล์วทำงาน เป็นต้น

2.10 ดีปลีเชือก

ดีปลี[11] มีชื่อท้องถิ่นอื่นอีกคือ: ดีปลีเชือก (ภาคใต้) ประดงข้อ ปานนุ (ภาคกลาง) เป็นไม้เลื้อยชนิดหนึ่ง ใบรูปไข่ โคนมน ปลายแหลม เป็นพืชใบเดี่ยว คล้ายใบย่านางแต่ผิวใบมันกว่าบางกว่าเล็กน้อย ดอกเป็นรูปทรงกระบอกปลายมน เมื่อแก่จะมีผลเป็นสีแดง นิยมปลูกโดยการใช้เถาชอบดินร่วนและอุดมสมบรูณ์ ทนแห้งแล้งได้ดี ฤดูที่เหมาะสมในการปลูกก็คือฤดูฝน เวลาปลูกใช้เถาที่ชำจนรากงอกแล้วปลูก แล้วทำเสาให้เลื้อย ควรดูแลเรื่องน้ำและศัตรูพืชด้วย ดีปลีเป็นสมุนไพรที่ใช้มากในอุตสาหกรรม ยาแผนโบราณประมาณ 5000 - 7000 กิโลกรัม/ปี ปลูกได้ดีในภาคใต้ของประเทศไทย นับว่าเป็นพืชสมุนไพรตัวหนึ่งที่อยู่ในแผน พัฒนาเพื่อส่งเป็นสินค้าส่งออก ใช้ผลแก่แห้งเป็นยา โดยเก็บช่วงที่ผลแก่จัดแต่ยังไม่สุก ตากแดดให้แห้ง มีรสเผ็ดร้อน ขม มีสรรพคุณขับลม บำรุงธาตุ แก้จุกเสียด ซึ่งจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ดีปลีแห้งประกอบด้วย " อัลคาลอยด์" ชื่อว่า Piperine ประมาณ 4 - 6% chavicine, น้ำมันระเหยหอม 1% ตามรายงานการศึกษาวิจัยพบว่า ดีปลีใช้ประกอบตำรับยาที่ใช้รักษาโรคเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร ท้องอืดเฟ้อ ธาตุไม่ปกติ ทั้งนี้เพราะดีปลีมีน้ำมันหอมระเหย โดยผลแก่แห้งของดีปลี ใช้เป็นยารักษาอาการดังนี้ อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และอาการปวดท้อง รวมทั้งแก้อาการคลื่นไส้อาเจียน ที่เกิดจากธาตุที่ไม่ปกติ โดยการใช้ผลแก่แห้ง 1 กำมือ (ประมาณ 10-15 ดอก) ต้มเอาน้ำมาดื่ม ถ้าไม่มีดอกก็ให้ใช้เถาต้มแทนได้อาการไอและมีเสมหะใช้ผลแก่แห้งประมาณครึ่งผล ฝนกับน้ำมะนาวผสมเกลือกวาดในลำคอหรือจิบบ่อยๆ นอกจากนี้ ผลดีปลีแห้งสามารถใช้เป็นเครื่องเทศประกอบอาหารต่างๆได้ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.37

รูปที่ 2.37 ดีปลีเชือก

2.11 เทียนขาว

เทียนขาว[12] มีลักษณะเป็นผลแห้ง รูปยาวรี สีน้ำตาล กว้าง 1.3-2.0 มิลลิเมตร ยาว 4.5-6.7 มิลลิเมตร เมื่อแก่แตก แบ่งเป็น 2 ซีก แต่ละซีกมี 1 เมล็ด ซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูน ด้านในที่ประกบกันหรือด้านแนวเชื่อม มีลักษณะเว้า ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของผล ลักษณะคล้ายเส้นด้ายจำนวน 3 เส้น ด้านแนวเชื่อม 2 เส้น สันนูน พบขนแข็งสั้นๆ หักง่ายปกคลุมอยู่ที่สัน ระหว่างสันมีลักษณะเป็นเนินเล็กๆ มีขนแข็ง เมล็ดมีกลิ่นหอม น้ำมันจากเมล็ดมีรสชาติเผ็ดร้อน ขม มีฤทธิ์กระตุ้น ขับลม ใช้ขับผายลมในเด็ก ปรุงเป็นยาหอมขับลมในลำไส้ บำรุงธาตุ แก้ดีพิการ ขับเสมหะ แก้นิ่ว ขับระดูขาว ผสมกับยาระบายแก้ปวดมวน ไซร้ท้อง ใช้เป็นยาฝาดสมานแก้ท้องเสีย ในตำรายาไทย: มีการใช้ผลเทียนขาว ตามองค์ความรู้ดั้งเดิม ปรากฏการใช้ในบัญชียาจากสมุนไพร ตามประกาศคณะกรรมการแห่งชาติด้านยา ในการรักษาอาการโรคในระบบต่างๆของร่างกาย ได้แก่

1. ยารักษากลุ่มอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (แก้ลม) ปรากฏตำรับ”ยาหอมเทพจิตร” และตำรับ ”ยาหอมนวโกฐ” มีส่วนประกอบของเทียนขาว อยู่ในพิกัดเทียนทั้ง 9 ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นๆ ในตำรับ มีสรรพคุณในการแก้ลมวิงเวียน แก้อาการหน้ามืด ตาลาย ใจสั่น คลื่นเหียน อาเจียน แก้ลมจุกแน่นในท้อง

2. ยารักษากลุ่มอาการทางระบบทางเดินอาหาร ปรากฏตำรับ “ยาธาตุบรรจบ” มีส่วนประกอบของเทียนขาว เทียนดำ เทียนแดง เทียนสัตตบุษย์ และเทียนเยาวพาณี ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นๆ ในตำรับ มีสรรพคุณ บรรเทาอาการท้องอืดเฟ้อ และตำรับ “ยาประสะกานพลู” มีส่วนประกอบของเทียนขาว และเทียนดำ ร่วมกับสมุนไพรชนิดอื่นๆในตำรับ มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดท้อง จุกเสียด แน่นเฟ้อจากอาหารไม่ย่อย เนื่องจากธาตุไม่ปกติ

ถึงแม้ว่าเทียนขาวเป็นสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ในตำรับยาแผนโบราณของไทยหลายตำรับ แต่เทียนขาว เป็นสมุนไพรที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และมีปลูกกันอยู่ทั่วๆไปทางยุโรปตะวันออกเฉียงใต้และอเมริกาเหนือ แต่ได้มีการนำมาใช้ในเครื่องยาไทย ที่เรียกว่า พิกัดเทียน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.38

รูปที่ 2.38 เทียนขาว

2.12 เทียนตาตั๊กแตน

เทียนตาตั๊กแตน[13] มีลักษณะเป็นเมล็ดแห้ง รูปไข่ คล้ายตาตั๊กแตนด้านข้างแบน ไม่มีขน ขนาดกว้างประมาณ 2-3 มิลลิลิตร มีผิวเรียบผลแยกเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนเป็น 1 เมล็ด ผลแห้งส่วนมากมักไม่ค่อยแตกเป็น 2 ซีก เมล็ดหรือซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูนและด้านในที่ประกบกันของมะเมล็ดหรือแนวเชื่อมแบน ด้านข้างของเมล็ดมีลักษณะยื่นออกไปคล้ายปีก ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของเมล็ดจำนวน 3 เส้น สันมีลักษณะยื่นนูนจากผิว สีน้ำตาลอ่อน เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม บดเป็นผงมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีรสขม เผ็ดเล็กน้อย สรรพคุณใช้เป็นยาขับลม บำรุงกำลัง บำรุงธาตุ ช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องอืดเฟ้อในเด็ก แก้เสมหะพิการ แก้โรคกำเดา น้ำมันเทียนตาตั๊กแตน ระงับอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ แก้เส้นท้องพิการ แก้นอนสะดุ้ง คลุ้มคลั่ง เพิ่มปริมาณการหายใจ แต่ลดความดันโลหิต ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.39

รูปที่ 2.39 เทียนตาตั๊กแตน

2.13 เทียนแดง

เทียนแดง[14] มีลักษณะเมล็ดแก่แห้ง มีสีน้ำตาลแดง หรือแดงอมน้ำตาล ขนาดเล็ก กว้าง 1-1.4 มิลลิเมตร ยาว 2.5-2.8 มิลลิเมตร รูปไข่ ผิวมันลื่น เรียบไม่มีขน ปลายข้างที่เรียบมีลักษณะเป็นร่องตามแนวยาวสั้นๆ เปลือกเมล็ดจะพองตัวเมื่อถูกความชื้น เมล็ด มีรสชาติเผ็ดร้อน ขมเล็กน้อย มี

กลิ่นหอมหอม มีสรรพคุณแบบพื้นบ้านของไทยนิยมใช้แก้เสมหะ แก้ลม แก้น้ำดีพิการ แก้คลื่นไส้อาเจียน แก้ลมเสียดแทงสองราวข้าง ขับน้ำนม แก้ลักปิดลักเปิด ฟอกโลหิต บำรุงโลหิต และใช้ในตำรับยาหอม ถึงแม้ว่าเทียนแดงเป็นสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ในตำรับยาแผนโบราณของไทยหลายตำรับ แต่เทียนแดงเป็นสมุนไพรที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เนื่องจากเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศเอธิโอเปีย และมีการปลูกมากที่ประเทศอินเดีย ในแถบอินเดีย จะใช้ทั้งใบ รากและเมล็ดเพื่อเป็นยาในทางยาพื้นบ้าน แถบอินเดีย และโมรอคโค ใช้เมล็ดในการรักษาหอบหืด โรคผิวหนัง โรคเบาหวาน และช่วยขับน้ำนม ในหญิงให้นมบุตร ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.40

รูปที่ 2.40 เทียนแดง

2.14 เทียนดำ

เทียนดำ[15] มีลักษณะ เมล็ดรูปสามเหลี่ยม ถึงห้าเหลี่ยม สีดำ เนื้อในสีขาว ขนาดกว้าง 1.4-1.8 มิลลิเมตร ยาว 2.5-3.0 มิลลิเมตร เมล็ดแก่แห้ง มีสีดำสนิท ผิวนอกขรุขระ ไม่มีขน มีกลิ่นเล็กน้อย และค่อนข้างแข็ง หากใช้มือถูที่เมล็ด หรือนำเมล็ดไปบด จะได้กลิ่นหอม ฉุน มีรสชาติขม เผ็ด ร้อน คล้ายเครื่องเทศ มีสรรพคุณช่วยขับเสมหะให้ลงสู่คูทวาร ขับลมในลำไส้ ช่วยย่อย แก้ท้องอืด เฟ้อ แก้อาเจียน บำรุงโลหิต ขับน้ำนม ขับปัสสาวะ ขับระดู บีบมดลูก แก้โรคลม ขับพยาธิ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.41

รูปที่ 2.41 เทียนดำ

2.15 เทียนข้าวเปลือก

เทียนข้าวเปลือก[16] มีลักษณะผลแห้ง รูปขอบขนาน ด้านข้างค่อนข้างแบน ไม่มีขน ผิวเรียบ เมล็ดหรือซีกผลมีลักษณะด้านนอกนูน ด้านในที่ประกบกันของเมล็ดหรือด้านแนวเชื่อมค่อนข้างแบนหรือเว้าเล็กน้อย ด้านที่นูนมีสันตามแนวยาวของเมล็ดจำนวน 3 เส้นด้านแนวเชื่อม 2 เส้น สันมีลักษณะยื่นนูนจากผิวเด่นชัด เมล็ดมีสีน้ำตาล ขนาดกว้าง 1.1-2.5 มม. ยาว 3.6-8.4 มม.ผลมักไม่ค่อยแตกเป็น 2 ซีก ทำให้ดูคล้ายข้าวเปลือก แต่ก็มีบ้างที่อาจแตกเป็น 2 ซีก ภายในแต่ละซีกมีเมล็ด 1 เมล็ด ทำให้ดูเหมือนแกลบ เมื่อบดเป็นผงมีสีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมเขียว กลิ่นหอมเฉพาะตัว รสหวาน และเผ็ดร้อน มีสรรพคุณ ใช้เป็นยาบำรุงกำลัง ขับผายลม ขับเสมหะ แก้ชีพจรอ่อนหรือพิการ แก้นอนสะดุ้ง แก้คลั่ง แก้เส้นศูนย์กลางท้องพิการ การใช้ตามเภสัชตำรับและการแพทย์แผนเดิม ใช้ขับลม , อาหารไม่ย่อย , เบื่ออาหาร , ลำไส้อักเสบในเด็ก , ขับปัสสาวะ , กระตุ้นความอยากอาหาร , แก้ไอ , ละลายเสมหะ และขับเสมหะ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.42

รูปที่ 2.42 เทียนข้าวเปลือก

2.16 การบูร

การบูร[17] มีลักษณะเป็นผลึกที่แทรกอยู่ในเนื้อไม้ของต้นการบูร ที่เกิดอยู่ทั่วไปทั้งต้น มักจะอยู่ตามรอยแตกของเนื้อไม้ มีมากที่สุดในแก่นของรากรองลงมาที่แก่นของต้น ส่วนที่อยู่ใกล้โคนต้นจะมีการบูรมากกว่าส่วนที่อยู่สูงขึ้นมา ในใบและยอดอ่อนมีการบูรอยู่น้อย ในใบอ่อนจะมีน้อยกว่าใบแก่ ผงการบูรเป็นเกล็ดกลมเล็ก ๆ สีขาวแห้ง อาจจับกันเป็นก้อนร่วน ๆ แตกง่าย ทิ้งไว้ในอากาศ จะระเหิดไปหมด มีรสร้อนปร่าเมา มีสรรพคุณใช้ทาถูนวดแก้ปวด แก้เคล็ดบวม ขัดยอกแพลง แก้กระตุก แก้ปวดข้อ แก้ปวดเส้นประสาท แก้รอยผิวหนังแตก แก้พิษแมลงต่อย และโรคผิวหนังเรื้อรัง เป็นยาระงับเชื้ออย่างอ่อน ขับเหงื่อ ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ แก้ไข้หวัด และขับลม บำรุงธาตุ บำรุงกำหนัด ยากระตุ้นหัวใจ บำรุงหัวใจ ใช้เป็นส่วนผสมในยาหอมต่างๆ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.43

รูปที่ 2.43 การบูร

2.17 ผิวมะกรูด

มะกรูด[18] มีชื่อภาษาท้องถิ่นว่า มะกูด มะขุน ส้มกรูด ส้มมั่วผี มีชื่อภาษาอังกฤษว่า ลิชไลม์(Leech Lime) โพคิวไพน์ออเรนจ์(Pocupine orange) และคาฟไฟร์ไลม์(Kaffir Lime) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่าไซตรัสไฮสตริซ (Citrus hystrix DC.) จัดอยู่ในวงศ์ รูทาซีอี้ (Rutaceae)
มะกรูด มีคุณค่าทางโภชนาการคือ ประกอบด้วยกรดซิตริก(citric acid) เป็นสารหลักในน้ำมะกรูด นอกจากนี้ก็มี คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี2 ไนอาซิน และวิตามินซี ในผิวมะกรูดมีสารสำคัญ คือมีน้ำมันหอมระเหย เช่น เบต้าไพนีน (Bada-pinnine) ไลโมนีน(limonine) ซิโตรเนลลัล(citronellal) และโตรเนลลิอะซีเตท(citronellyl acetate) จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ตามกิ่งก้านมีหนามแหลมคมจำนวนมาก ผลค่อนข้างกลมโต ผลดิบมีสีเขียว เมื่อผลสุกจะมีสีเหลือง ภายในผลมีน้ำมีรสเปรี้ยวมีความเป็นกรด ที่เรียกว่า กรดซิตริก
สรรพคุณของมะกรูดและวิธีใช้ ส่วนที่ใช้ประโยชน์ของมะกรูด คือ น้ำในผลมะกรูด ผิวผลมะกรูด ใบ ราก และผลมะกรูด ซึ่งแต่ละส่วนจะให้สรรพคุณแตกต่างกันดังต่อไปนี้

- น้ำในผลมะกรูด ขับลมในลำไส้ แก้น้ำลายเหนียว แก้ปวดท้อง แก้โรคเลือดออกตามไรฟัน วิธีใช้ ให้บีบน้ำมะกรูดลงคอ 5-6 หยด ทุก 5-10 นาที ใช้แก้อาการไอ ช่วยละลายและขับเสมหะ แต่ควรให้ถูกฟันน้อยที่สุด เพราะน้ำมะกรูดมีความเป็นกรดสูง จึงอาจจะทำลายสารเคลือบฟันได้

- ผิวลูกมะกรูด ใช้ขับลมในลำไส้ ปรุงเป็นยาลม ขับระดู แก้ปวดท้อง วิธีใช้ ให้ใช้ผิวมะกรูดนำผิวมะกรูดมาหั่นแล้วตำให้ละเอียด บีบน้ำมะกรูดผสมแล้วเติมน้ำอุ่นคนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงกรองเอาส่วนน้ำไปสระผม หรือจะนำผลมะกรูดไปย่างก่อนที่จะนำผิวผลและน้ำมะกรูดไปสระผมก็ได้ เพราะจะได้กลิ่นหอมของมะกรูดมากยิ่งขึ้นด้วย เนื่องจากน้ำมะกรูดมีความเป็นกรดจึงช่วยล้างคราบแชมพูซึ่งเป็นด่างออก ทำให้ผมลื่น หวีง่าย และช่วยบำรุงหนังศรีษะและรากผม ทำให้ผมไม่ร่วง ไม่หงอกเร็ว ไม่เป็นรังแค และเส้นผมดกดำอีกด้วย หากใช้น้ำข้าวผสมกับน้ำมะกรูดดังกล่าวแล้วเอาไปสระผมจะทำให้ผมไม่หงอก แต่มีข้อควรระวังคือ อย่าใช้ผิวมะกรูดมาก เกินไป เพราะอาจจะทำให้ระคายได้ นอกจากนี้น้ำในผลมะกรูด ยังใช้ในการย้อมผ้าและทำน้ำยาสระผมได้ด้วย
ใบมะกรูด ใช้แก้ไอ แก้อาเจียนเป็นเลือด แก้ช้ำใน มีสารต้านมะเร็ง
รากมะกรูด ใช้แก้ไข้ แก้กำเดา ถอนพิษ แก้ลมจุกเสียด แก้พิษฝีภายใน แก้เสมหะเป็นโทษ

ลูกมะกรูด นำมาดองกินเป็นยาฟอกบำรุงเลือด ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.44

รูปที่ 2.44 ผิวมะกรูด

2.18 เมนทอล

เมนทอล คือ สารชนิดหนึ่งที่พบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชบางชนิดเช่น สะระแหน่ไทย มินท์ หรือสะระแหน่ฝรั่งเป็นต้น เมนทอลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว กลิ่นและรสชาติหอมเย็น ในใบมินท์พบสารเมนทอลอยู่มากถึง 80-89% เลยทีเดียว เนื่องจากเมนทอลมีกลิ่นหอมและมีสรรพคุณทางยาหลายอย่างจึงมักถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรุงแต่งกลิ่นอาหาร ขนมหวาน ขนมขบเคี้ยวต่างๆ รวมไปถึงอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและวงการผลิตยาด้วย[22] ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.45

2.18.1 สรรพคุณทางยาของเมนทอล

1. เมนทอลช่วยบรรเทาอาการหวัด คัดจมูก แก้ไข้ แก้ไอ ลดการอักเสบในลำคอ บรรเทาอาการปวดศีรษะ แก้กระหายน้ำ
2. รสหอมเย็นซ่าของเมนทอลช่วยลดกลิ่นปากได้เป็นอย่างดี
3. เมนทอลช่วยให้สดชื่น ผ่อนคลายจากความเหนื่อยล้า ลดความโกรธ ทำให้ใจเย็นขึ้น
4. เมนทอลมีฤทธิ์เป็นยาชาอย่างอ่อน ลดอาการปวดบวม ลดการบวมของเส้นเลือดที่จมูก บรรเทาอาการเจ็บปวดที่เกิดขึ้นตามร่างกาย
5. เมนทอลช่วยขับลม บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียดแน่นกระเพาะอาหาร ช่วยให้ระบบย่อยอาหารทำงานได้ดีมากขึ้น
6. เมนทอลมีสรรพคุณช่วยคลายเครียด การดมกลิ่นเมนทอลในขณะนอนหลับ ช่วยกระตุ้นการทำงานของหัวใจ ผ่อนคลายความเครียดและช่วยให้ความจำดีขึ้น

7. เมนทอลช่วยลดการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อ บรรเทาอาการปวดประจำเดือน ช่วยขับประจำเดือนและขับปัสสาวะ

8. เมนทอลมีฤทธิ์เย็น ช่วยบรรเทาอาการวิงเวียนศีรษะ หน้ามืดตาลาย อาการเมารถเมาเรือต่างๆ คลื่นไส้อาเจียน ช่วยให้ร่างกายสดชื่นตื่นตัวมากมากขึ้น

รูปที่ 2.44 เมนทอล

2.19 ใบพลู

พลูมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นในแถบเอเชียใต้ เช่น ประเทศอินเดีย ศรีลังกา บังคลาเทศ ฯลฯ (แต่อีกตำราหนึ่งระบุว่าพลูมีต้นกำเนิดมาจากประเทศมาเลเซีย) โดยพบว่าพลูมีมากกว่า 100 สายพันธุ์ทั่วโลกซึ่งส่วนใหญ่พบได้มากในประเทศอินเดียกว่า 40 สายพันธุ์ ส่วนในประเทศไทยพลูพบได้ทั่วไปในทั่วทุกภาคและมีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในประเทศคือ ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครนายก นครปฐม กรุงเทพมหานคร มหาสารคาม ขอนแก่น และนครราชสีมา ซึ่งมักจะเป็นการปลูกเพื่อการบริโภคในท้องถิ่น และปลูกเพื่อการค้า และส่งออกต่างประเทศในบางส่วน [23] ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.45

2.19.1 สรรพคุณของใบพลู

1. ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ
2. รักษาอาการช้ำบวม
3. รักษาอาการผื่นคันอันเนื่องมาจากเกิดลมพิษ
4. รักษาโรคผิวหนัง
5. ทำให้ลมหายใจหอมสดชื่น
6. ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต

รูปที่ 2.45 ใบพลู

2.20 น้ำมันระกำ

น้ำมันระกำหรือเรียกอีกอย่างว่า เมทิลซาลิไซเลต (Methyl salicylate หรือ Wintergreen oil หรือ Oil of wintergreen) เป็นสารอินทรีย์ในธรรมชาติพบได้จากพืชหลายชนิดโดยเฉพาะพืชในกลุ่มวินเทอร์กรีน (Wintergreen) [24] รวมถึงพืชอีกหลายชนิดที่ผลิต เมทิลซาลิไซเลต ในปริมาณเล็กน้อย เช่นสปีชี่ส่วนใหญ่ของวงศ์ Pyrolaceae โดยเฉพาะในสกุล Pyrola บางสปีชี่ของสกุล Gaultheria ในวงศ์ Ericaceae บางสปีชี่ของสกุล Betula ในวงศ์ Betulaceae โดยเฉพาะในสกุลย่อย Betulenta แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ สามารถสังเคราะห์สารเมทิลซาลิไซเลตแบบที่พบในน้ำมันระกำได้เช่นกัน และถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหอม อาหาร เครื่องดื่ม และยาในบ้านเรา น้ำมันระกำมักถูกนำมาเป็นส่วนผสมของ ครีม ขี้ผึ้ง น้ำมันทาถูนวด สำหรับลดอาการปวดของกล้ามเนื้อและปวดข้อ ซึ่งสารเมทิลซาลิไซเลตในน้ำมันระกำมักใช้ได้ผลดีกับอาการปวดชนิดเฉียบพลันไม่รุนแรง แต่อาการปวดชนิดเรื้อรังจะเห็นผลน้อย

2.20.1 สรรพคุณทางยาของน้ำมันระกำ

เป็นยาระงับปวดชนิดใช้เฉพาะที่สำหรับบรรเทาอาการปวดต่างๆ ที่ไม่รุนแรง เช่น ปวดข้อ ปวดกล้ามเนื้อจากภาวะตึงหรือเคล็ด ข้อต่ออักเสบ ช้ำ หรือปวดหลัง เป็นต้น โดยยานี้จะช่วยให้ผู้ป่วยรู้สึกเย็นบริเวณผิวหนังในตอนแรก จากนั้นจะค่อยๆ อุ่นขึ้น ซึ่งช่วยเบี่ยงเบนความสนใจจากการรู้สึกถึงอาการปวด นอกจากนี้ ยังอาจใช้รักษาโรคอื่นๆ ตามดุลยพินิจของแพทย์ด้วย น้ำมันระกำมีกลไกการออกฤทธิ์ โดยตัวยาจะกระตุ้นปลายประสาทที่รับความรู้สึกถึงความร้อน - อบอุ่น ทำให้ร่างกายเกิดการตอบสนองถึงการบรรเทาอาการปวดลดลง จึงทำให้รู้สึกถึงฤทธิ์การรักษาตามสรรพคุณ ในการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชยังพบอีกว่าน้ำมันระกำสามารถแก้ไข ต่อต้านการปวดบวมและอักเสบ แถมมีฤทธิ์เป็นยาชาแบบอ่อนๆ และมี pH เป็นกรด ค่อนข้างแรง และมีโมเลกุลแบบ BHA ด้วย มีฤทธิ์เป็นยาปฏิชีวนะแบบอ่อนๆ ทำให้ทำลายแบคทีเรียที่ผิวหน้าได้มักใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยา แอสไพริน ซาลิโซเลต และยาฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังใช้เมทิลซาลีไซเลตในอุตสาหกรรมอื่นๆอีกเช่น เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยาสีฟัน แป้งฝุ่น ยาหม่อง อุตสาหกรรมย้อมสี น้ำหอม เป็นต้น

2.20.2 ปริมาณที่ควรใช้ของน้ำมันระกำ

น้ำมันระกำตามท้องตลาดในบ้านเราส่วนใหญ่นั้นมักจะเห็นเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มีส่วนผสมของน้ำมันระกำ หรือ เป็นส่วนผสมของยาถูนวดที่ใช้ทาภายนอกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งก็มีเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุว่าร่างกายมนุษย์ไม่ควรได้รับเมทิลยาลิไซเลตเกิน 101 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) โดยหากใช้เป็นยาทาก็อาจจะใช้ทาได้ในบริเวณที่ปวดวันละ 3-4 ครั้งก็น่าจะเพียงพอแล้ว

2.20.3 ข้อควรระวังของน้ำมันระกำ

เนื่องจากน้ำมันระกำมีฤทธิ์คล้ายแอสไพรินดังนั้น จึงควรแจ้งให้แพทย์ทราบก่อนใช้ยาหากมีประวัติการแพ้ยาหรือส่วนประกอบของยาชนิดนี้ แพ้ยาแอสไพรินหรือยาในกลุ่มซาลิไซเลต รวมทั้งยาชนิดอื่น อาหาร หรือสารใดๆ

1. ผู้ที่อยู่ในช่วงให้นมบุตรควรหลีกเลี่ยงการใช้ทาบริเวณเต้านม
2. ห้ามให้เด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี ใช้โดยไม่ได้ปรึกษาแพทย์
3. ห้ามทายานี้ในบริเวณที่เป็นแผลเปิด แผลไหม้
4. หากทายานี้แล้วมีอาการแสบร้อนมากขึ้นให้ล้างออกด้วยน้ำสบู่แล้วเช็ดเบาๆ เพื่อทำความสะอาดกำจัดยาออกไป
5. ห้ามทายานี้บริเวณ ตา อวัยวะเพศ ช่องปาก เพราะยาจะก่อให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างมากต่อเนื้อเยื่อเหล่านั้น
6. หลีกเลี่ยงการใช้เพื่อสูดดม เพราะอาจก่อการระคายเคืองเยื่อบุทางเดินหายใจได้
7. หากใช้ยาชนิดครีม เจล โลชั่น ออยล์ ขี้ผึ้ง หรือสเปรย์ ให้ทาบางๆ ในบริเวณที่มีอาการปวด และนวดเบาๆ ให้ยาซึมเข้าสู่ผิวหนัง
8. การใช้ยาชนิดน้ำหรือแท่ง ให้ทายาบริเวณที่มีอาการปวด จากนั้นนวดช้าๆ จนยาซึมลงผิวหนัง
9. การใช้ยาชนิดแผ่นแปะ ให้ลอกแผ่นฟิล์มออก จากนั้นแปะบริเวณที่มีอาการปวดให้แนบสนิทไปกับผิวหนัง โดยใช้วันละ 1-2 ครั้ง ตามต้องการ

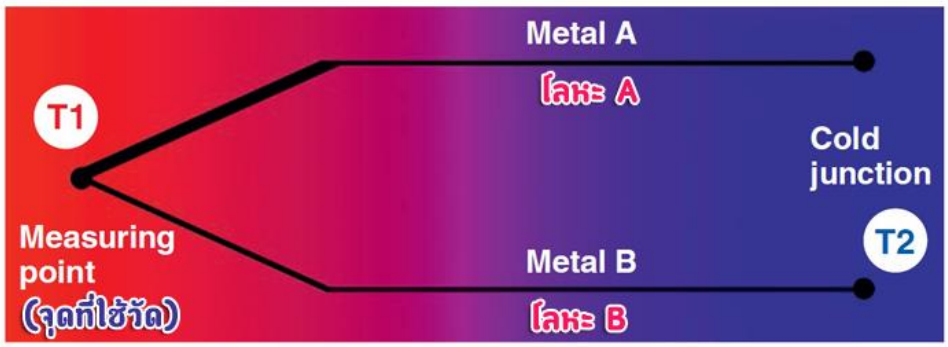
ส่วนผลข้างเคียงจากการใช้น้ำมันระกำ Methyl Salicylate อาจทำให้เกิดผลข้างเคียง เช่น ผิวระคายเคือง แสบ แดง มีอาการชา รู้สึกปวดคล้ายเข็มทิ่มตามผิวหนัง เกิดภาวะภูมิไวเกิน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม หากพบผลข้างเคียงรุนแรงจากการใช้น้ำมันระกำ (Methyl Salicylate) ดังต่อไปนี้ ควรหยุดใช้ยาและไปพบแพทย์ทันที เช่น มีอาการแพ้ยา อาทิ เป็นลมพิษ หายใจลำบาก หน้าบวม ริมฝีปากบวม ลิ้นบวม คอบวม เป็นต้น

หากมีอาการแสบอย่างรุนแรง เจ็บ บวม หรือพุพองในบริเวณที่ใช้ยา หากพบอาการดังกล่าวให้รีบล้างยาออกก่อนและไปพบแพทย์ทันที ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.47

รูปที่ 2.47 น้ำมันระกำ

2.21 เทอร์โมคัปเปิล

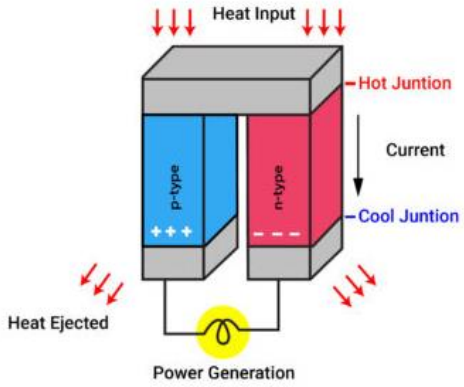
เทอร์โมคัปเปิล[20] (Thermocouple) คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิหรือเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความร้อนหรืออุณหภูมิให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) Thermocouple ประกอบด้วย ลวดโลหะตัวนำ 2 ชนิดที่แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม นำมาเชื่อมปลายทั้ง 2 เข้าด้วยกัน โดยเรียกปลายนี้ว่า Measuring point หรือ Hot junction (T1) (จุดวัดอุณหภูมิ) ซึ่งเป็นจุดที่ใช้วัดอุณหภูมิ และจะมีปลายอีกข้างหนึ่งของลวดโลหะปล่อยว่าง ซึ่งเรียกว่า Cold junction (T2) (จุดอ้างอิง) ดังภาพประกอบด้านล่าง ซึ่งหากจุดวัดอุณหภูมิ และจุดอ้างอิง มีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบในปี ค.ศ.1821 โดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิล
(**ที่มา:** http://www.xn--42c1bna1als2dxb6a9ihv3l.com)

2.21.1 หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล

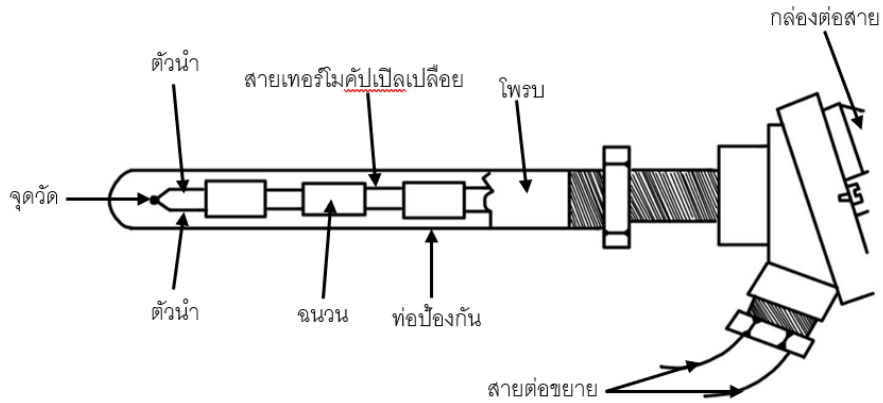
เทอร์โมคัปเปิลทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโลหะ 2 ชนิดที่ว่า เมื่อปลายลวดโลหะหรือโลหะผสม 2 ชิ้นที่ไม่เหมือนกันเชื่อมติดกัน ถ้าอุณหภูมิที่ปลายลวดด้านที่เชื่อมกันแตกต่างกับปลายลวดด้านที่เหลือ จะเกิดความต่างศักดิ์ มีหน่วยเป็น ไมโครโวลท์ (μV) หรือ มิลลิโวลท์ (mV) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck Effect ตามชื่อ Mr. Thomas Johann Seebeck ซึ่งเป็นผู้ค้นพบปรากฏการณ์นี้ โดยลวดโลหะที่กล่าวถึงก็คือ เทอร์โมคัปเปิล หรือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมินั่นเอง ระบบย้อนกลับของ Seebeck Effect คือ เมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าไปในวงจรเทอร์โมคัปเปิล จะได้อุณหภูมิที่เย็นที่ cold junction และร้อนที่ hot junction เรียกผลแบบนี้ว่า “Peltier Effect” ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.49 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ “Peltier Effect”
(**ที่มา:** http://www.xn--42c1bna1als2dxb6a9ihv3l.com)

2.21.2 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน (Characteristic of Standard Thermocouples)

เทอร์โมคัปเปิล มีคุณสมบัติพื้นฐานที่ควรนำมาพิจารณาว่าเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) นั้นๆ ดีหรือไม่อย่างไร โดยมี 5 คุณสมบัติเบื้องต้นที่ควรคำนึงถึง ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.50



รูปที่ 2.50 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

2.21.3 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

1. ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิ้ลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้วงจรปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง

2. โครงสร้าง (Construction) โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณดังรูปที่5 โดยต้องมีลักษณะดังนี้คือ: มีความต้านทานต่ำ ให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากแสตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งเยอรมันเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอโมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (peltier element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่าง และมีขนาดจาก #10 ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่ จนถึงขนาด # 30 หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์(microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา

3. ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิล แต่ละตัวจะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนดในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิ จะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

4. เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับประเภทของเทอร์โมคัปเปิล เช่น ประเภทกราวด์ (Grounded Thermocouple) จะมีเวลาตอบสนองรวดเร็วกว่าประเภท Ungrounded Thermocouple

5. การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

2.21.4 การเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิล

สิ่งสำคัญมากต่อการวัดค่าอุณหภูมิ เนื่องจากแต่ละปรเภทของเทอร์โมคัปเปิ้ล นั้นทำมาจากวัสดุที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานได้โดยตรง ดังนั้นในการเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิล ให้ได้ประสิทธิภาพนั้น เราควรที่จะมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องการแบ่งประเภทด้วยโดยหลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล ที่กล่าวไว้ในบทความของ Factomart.com เราสามารถสรุปกลุ่มของโลหะหรือวัสดุที่ใช้ทำเซ็นเซอร์ออกเป็น 3 กลุ่ม ใหญ่ๆ คือ

1.Nickel Alloy กลุ่มโลหะชนิดนี้ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิล เช่น Type K, J, T

2.Platinum/Rhodium Alloy กลุ่มโลหะชนิดนี้ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิล เช่น Type B, R, S

3.Tungsten/Rhenium Alloy กลุ่มโลหะชนิดนี้ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิล เช่น Type C, D, G

ในกลุ่มของโลหะที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะเป็นโลหะผสมจำพวกอัลลอยซึ่งแล้วปริมาณ นอกจากนี้ต้นทุน จุดหลอมเหลวของโลหะ ความไวต่อการตอบสนองอุณหภูมิ ความสามารถในการทนต่อสารเคมีและสภาพแวดล้อมก็เป็นปัจจัยในการจำแนกประเภทของเซนเซอร์

2.22 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า

เตาเหนี่ยวนำไฟฟ้าหรือเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ความร้อนโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กระหว่างเตาแม่เหล็กไฟฟ้าและภาชนะที่เหนี่ยวนำไฟฟ้า[21] เช่นเหล็กหรือสเตนเลสบางชนิด เพราะฉะนั้นหากภาชะที่นำมาใช้ไม่มีคุณสมบัติในการเหนี่ยวนำแม่เหล็กก็จะไม่สามารถทำให้เกิดความร้อนได้เช่นอลูมิเนียม แก้ว เซรามิค และสเตนเลสบางชนิด ความร้อนของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดขึ้นที่ก้นภาชนะโดยตรง โดยไม่ผ่านตัวกลางอื่นๆเหมือนเตาทั่วไป เช่นเตาเพลทไฟฟ้าหรือเตาไฟฟ้าเซรามิค ความร้อนจะเกิดขึ้นที่ขดลวดและส่งผ่านไปที่จานร้อนเหล็กหล่อหรือกระจกเซรามิคแล้วจึงส่งต่อไปยังภาชนะ ส่วนเตาแก๊สนั้นความร้อนจะเกิดจากการจุดติดขึ้นของเปลวไฟและส่งไปยังภาชนะซึ่งในระหว่างนั้นอาจมีการสูญเสียความร้อน (Heat loss) ในอากาศก่อนที่เปลวไฟจะไปถึงก้นภาชนะ ดังนั้นด้วยหลักการทำงานนี้เองทำให้เตาแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถให้พลังงานความร้อนได้รวดเร็วกว่าและประหยัดพลังงานมากกว่าเตาทั่วไป โดยจะไม่มีความร้อนแผ่ไปในอากาศ อีกทั้งยังปลอดภัยจากการลุกไหม้ หรืออันตรายจากการไปสัมผัสเตาขณะเปิดเครื่องโดยไม่ได้ตั้งใจอีกด้วย ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.51

2.22.1 การประหยัดพลังงาน

แม้ว่าเตาแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีราคาแพงกว่าเตาทั่วๆไป แต่พลังงานที่ใช้ในการทำความร้อนนั้นใช้เพียงครึ่งเดียว โดยเฉพาะประสิทธิภาพในการนำพาความร้อนนั้นมีสูงถึง 84% (จากการ

ทดลองของกระทรวงพลังงานในประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยเทียบประสิทธิภาพเพียง 40-50% ของเตาแก๊ส เตาเซรามิคและเตาเพลทไฟฟ้า

2.22.2 ข้อแนะนำในการใช้งานเตาแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1. หากพบรอยแตกที่หน้าเตาห้ามใช้เตาโดยเด็ดขาด
2. ในขณะใช้เตาให้นำสิ่งของที่มีคุณสมบัติในการดูดแม่เหล็กออกห่างจากตัวเตา
3. ห้ามวางโลหะทุกชนิดบนเตาขณะเตากำลังทำงาน
4. การใช้ภาชนะแบบ Non-Stick อย่าเปิดเตาก่อนที่มีอาหารอยู่ในภาชนะ
5. สำหรับอาหารที่ติดกระทะได้ง่าย ควรเปิดจากระดับไฟต่ำๆก่อนแล้วจึงค่อยเพิ่มความร้อนขึ้นอย่างช้าๆ

รูปที่ 2.51 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า

2.23 ขวดแก้ว

แก้ว[19] หมายถึง วัสดุแข็งที่มีรูปลักษณะอยู่ตัวและเป็นเนื้อเดียว โดยปกติแล้วเกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลันของวัสดุหลอมหนืด ซึ่งทำให้การแข็งตัวนั้นไม่ก่อผลึก ตัวอย่างเช่น น้ำตาลซึ่งหลอมละลายและถูกทำให้แข็งตัวอย่างรวดเร็ว อาจด้วยการหยดลงบนผิวเย็น น้ำตาลที่แข็งตัวนี้จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว ไม่แสดงให้เห็นถึงลักษณะที่เป็นผลึก ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยแตกหักซึ่งมีลักษณะละเอียด (conchoidal fracture) แก้วสามารถที่จะเกิดได้หลากหลายวิธี โดยการที่จะเลือกวัตถุดิบจะต้องมีการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารที่ต้องการใช้ใน Batch เนื่องจากสารที่ต้องการใช้ใน Batch จะได้มาจากปฏิกิริยาของวัตถุดิบ โดยในระหว่างการหลอมวัตถุดิบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และโครงสร้าง โดยจะทำให้เกิดฟองอากาศที่ต้องกำจัดออกไป โดยในผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ต้องการการขึ้นรูปทรงที่เฉพาะ จะทำโดยมีการใช้กระบวนการทางความร้อนเข้าช่วย เพื่อกำจัด Stress ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว และการปรับปรุงให้แก้วมีความแข็งแกร่งขึ้นโดยการอบเทมเปอร์ (Temper)แก้วที่จะกล่าวถึงในบทความนี้ จะหมายถึงเฉพาะแก้วที่ทำจาก ซิลิกา (silica) เนื้อแก้วบริสุทธิ์นั้นจะโปร่งใส ผิวค่อนข้างแข็ง ยากแก่การกัดกร่อน เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมีและชีวภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้แก้วนั้นมีประโยชน์ใช้งานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามแก้วนั้น

ถึงแม้จะแข็ง แต่ก็เปราะแตกหักง่าย และมีรอยแตกที่ละเอียดคม คุณสมบัติของแก้วนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายด้วยการผสมสารอื่นลงในเนื้อแก้ว หรือการปรับสภาพด้วยการใช้ความร้อน แก้วโดยทั่วไปนั้นทำจากซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO2-silicon dioxide) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีในแร่ควอตซ์ (quartz) หรือในรูป polycrystalline ของทราย ซิลิกาบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวที่ 2000 °C (3632 °F) เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิต จะมีการผสมสาร 2 ชนิดลงไปด้วย ชนิดแรกคือโซดาแอช (Soda Ash) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate-Na2CO3) หรือสารประกอบโพแทสเซียม เช่น โพแทสเซียมคาร์บอเนต เพื่อช่วยให้อุณหภูมิในการหลอมเหลวนั้นต่ำลงอยู่ที่ประมาณ 1000~1500 °C แต่อย่างไรก็ตามสารนี้จะส่งผลข้างเคียงทำให้แก้วนั้นละลายน้ำได้ จึงต้องมีการเติมสารอีกชนิด คือ หินปูน ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate-CaCO3) (เมื่ออยู่ในเนื้อแก้ว จะกลายเป็นแคลเซียมออกไซด์; calcium oxide-CaO) เพื่อทำให้แก้วนั้นไม่ละลายน้ำ องค์ประกอบของแก้วที่ใช้ทำภาชนะใช้งานโดยทั่วไป เช่น แก้วน้ำ หรือกระจกใส จะมีองค์ประกอบแต่ละตัวโดยประมาณดังนี้ SiO2 70%, Na2O 15% ,CaO 8% และองค์ประกอบอื่นๆ อีกเล็กน้อย เช่น MgO, Al2O3, K2O เป็นต้น อาจมีแก้วพิเศษชนิดอื่น ซึ่งเกิดจากการเติมวัตถุดิบอื่นๆ ลงไป เพื่อช่วยปรับคุณสมบัติของแก้ว เช่น เติมตะกั่ว (จากวัตถุดิบเช่น ลิธาจ; Litharge) และกลายเป็น PbO ในเนื้อแก้ว เพื่อให้แก้วหนักขึ้น เนื้อแก้วหยุ่นเหนียวและแวววาว ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าแก้วคริสตัล เติมแบเรียมและสังกะสี (BaO, ZnO) เพื่อช่วยทำให้แก้วมีลักษณะคล้ายแก้วคริสตัลโดยไม่ใช้ตะกั่วเป็นต้น ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.52

รูปที่ 2.52 ขวดแก้ว

2.24 แหล่งจ่ายไฟกระแตรง (MEAN WELL LRS-350-24 Low profile 24V 350W 14.6A)

แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง หน้าที่แปลงไฟกระแสสลับที่มีแรงดัน 220 โวลต์ เป็นกระแสตรง 24 VDC 14.8 แอมป์ 350.4 วัตต์ มีเอาต์พุต บวก และลบ 3 ช่อง สามารถปรับแรงดันต่ำสุดได้ 21.6

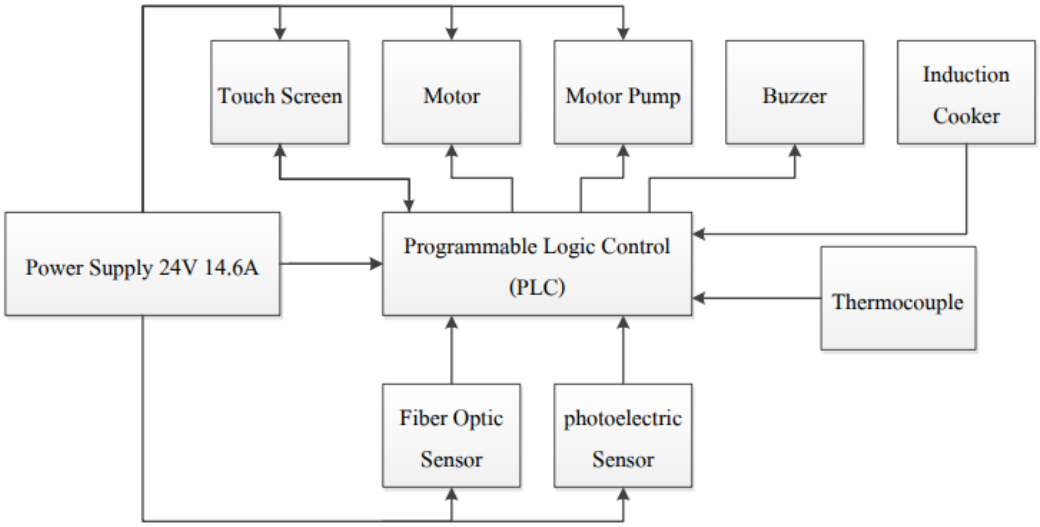
โวลต์ ปรับแรงดันสูงสุดได้ 28.6 โวลต์ พัดลมจะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 50 องศา และจะหยุดทำงานของพัดลมเมื่อมีอุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 องศา DC Voltage 24 V, Rented Current 14.8 A, Current Range 0-14.8A, Ratted Power 350.4 W ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.53

รูปที่ 2.53 แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ

บทที่ 3
การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันนวดกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆในโครงงาน และการออกแบบภาคจ่ายไฟการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ โครงงานชิ้นนี้คณะผู้จัดทำขออธิบายรายละเอียดการทำงานและการออกแบบดังต่อไปนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานโดยรวม



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆ ในการออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติควบคุมโดยพีแอลซี

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายบล็อกไดอะแกรมเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติควบคุมโดยพีแอลซีได้ดังนี้

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply) มีหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 14,6 แอมแปร์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟให้อุปกรณ์ต่างๆสามารถทำงานได้

2. พีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นส่วนสั่งการที่สำคัญจะมีส่วนที่เป็นอินพุต 14 ช่องและเอาต์พุต 10 ช่องที่สามารถต่อใช้งานตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆจะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย

3. จอทัชสกรีน (Touch Screen Monitor) มีหน้าที่ส่งและรับข้อมูลของรีจิสเตอร์ต่างๆกับพีแอลซีเป็นอินพุตหรือเอาต์พุต แสดงเป็นแบบกราฟิก รูปภาพ ค่าที่เป็นตัวเลข หรืออื่นๆ บนหน้าจอ ซึ่งรีจิสเตอร์เหล่านี้จะสัมพันธ์กับแลดเดอร์ไดอะแกรมที่โปรแกรมเอาไว้ในพีแอลซี

4. เซนเซอร์ (Sensor) ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบขวดบริเวณที่บรรจุคือโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ และไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณของน้ำมัน เพื่อให้ระบบการผลิตได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และมีคุณภาพ โดยการใช้งานจะประกอบด้วยโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ 1 ตัว และไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ 3 ตัว

5. ปั้มมอเตอร์ (Motor Pump) ทำหน้าที่เป็นตัวสูบน้ำมันจากหม้อทอดเพื่อทำการบรรจุลงขวดในขนาด 5 มิลลิลิตร, 24 มิลลิลิตร และ 90 มิลลิลิตร

6. มอเตอร์ (Motor) คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลใช้ในการขับเคลื่อนในการปล่อยวัตถุลงสู่หม้อทอดและคนวัตถุดิบในหม้อทอด โดยการใช้งานประกอบด้วยมอเตอร์แกนเยื้อง 1 ตัวและมอเตอร์ขับเคลื่อน 1 ตัว

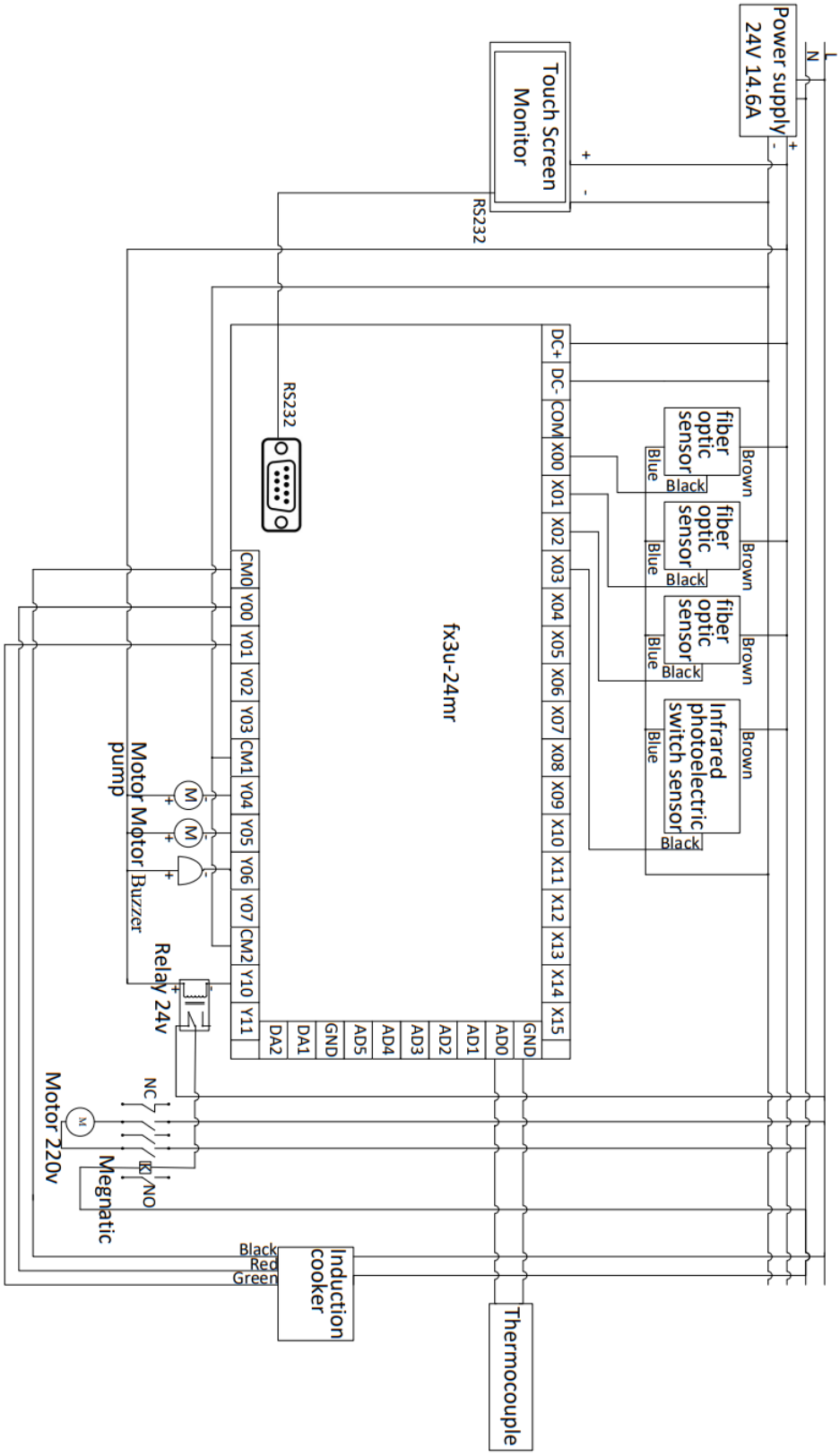
7. บลัซเซอร์ (Buzzer) เป็นอุปกรณ์ให้กำเนิดเสียงทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียง ใช้เป็นการแจ้งเตือนให้ทราบเมื่อการทำงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอน

8. เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Induction Cooker) เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนผ่านทางขดลวด โดยสามารถควบคุมความร้อนได้จากจอทัชสกรีน

9. เทอร์โมคัปเปิล (Themocouple) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ซึ่งต่อเข้ากับค่าอนาล็อกของพีแอลซี ทำหน้าที่ตรวจสอบอุณหภูมิขณะทำการผลิตและแสดงผลผ่านหน้าจอทัชสกรีน

3.2 การออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์

วงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซีใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และปรับลดแรงดันเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟหลักให้กับอุปกรณ์ต่างๆโดยที่พีแอลซีทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลกับ จอทัชกรีน เซนเซอร์ ปั้มมอเตอร์ มอเตอร์ บลัซเซอร์ เตาแม่เหล็กไฟฟ้าและสวิตซ์ ซึ่งการเชื่อมต่ออินพุตจะมีดังนี้ X1 เซนเซอร์ไฟเบอร์ออปติกตัวแรกใช้สำหรับขวดขนาดเล็ก, X2 เซนเซอร์ไฟเบอร์ออปติกตัวที่สองใช้สำหรับขวดขนาดกลาง, X3 เซนเซอร์ไฟเบอร์ออปติกตัวที่สามใช้สำหรับขวดขนาดใหญ่, X4 โฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์สำหรับตรวจจับขวด, และการเชื่อมต่อเอาต์พุตมีดังนี้ Y0 เปิด-ปิดเตาแม่เหล็กไฟฟ้า , Y1 ปรับอุณหภูมิเตาแม่เหล็กไฟฟ้า, Y4 ปั้มมอเตอร์, Y5 มอเตอร์คนสาร, Y6-Y7 บลัซเซอร์แจ้งเตือน, Y10 มอเตอร์ปล่อยสารและ COM0 เชื่อมต่อไฟฟ้ากระแสสลับ, COM2 COM3 COM4 เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงด้านลบ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี

3.2.1 การเลือกใช้งานเซนเซอร์เพื่อคัดแยกวัตถุ

ในส่วนของการตรวจจับวัตถุที่เป็นขวดแก้วและปริมาณในการบรรจุจำเป็นต้องเลือกใช้เซนเซอร์ที่แตกต่างกันเนื่องจากเซนเซอร์ในแต่ละชนิดนั้นมีหน้าที่ ที่แตกต่างกัน

3.2.1.1 การเลือกใช้งานไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์เพื่อตรวจจับระดับของน้ำมัน

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ถือเป็นส่วนสำคัญของโครงงานเนื่องจากการคัดแยกวัตถุที่มีสีโดยพื้นฐานแล้วจำเป็นต้องเลือกใช้เซนเซอร์อาร์จีบี (RGB) เป็นตัวคัดแยกแต่เนื่องจากเซนเซอร์อาร์จีบีมีราคาค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องเลือกใช้งานเซนเซอร์ที่มีราคาที่ถูกกว่าและให้ผลลัพธ์ที่คล้ายกัน โดยไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์นั้นยิงแสงออกมาผ่านไปยังสายไฟเบอร์ที่หัวส่ง (Transmitter) ไปกระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังหัวรับ (Receiver) แล้วส่งกลับไปยังแอมพลิไฟเออร์ ทำการประมวลผลจากค่าความเข้มแสงสะท้อนกลับมาเป็นตัวเลข โดยค่าแสงที่ตกกระทบไปยังวัตถุนั้นจะมีค่าสีที่สะท้อนกลับมาแตกต่างกันจึงได้นำไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อคัดแยกวัตถุที่มีสีได้โดยสถานะการทำงานของเซนเซอร์

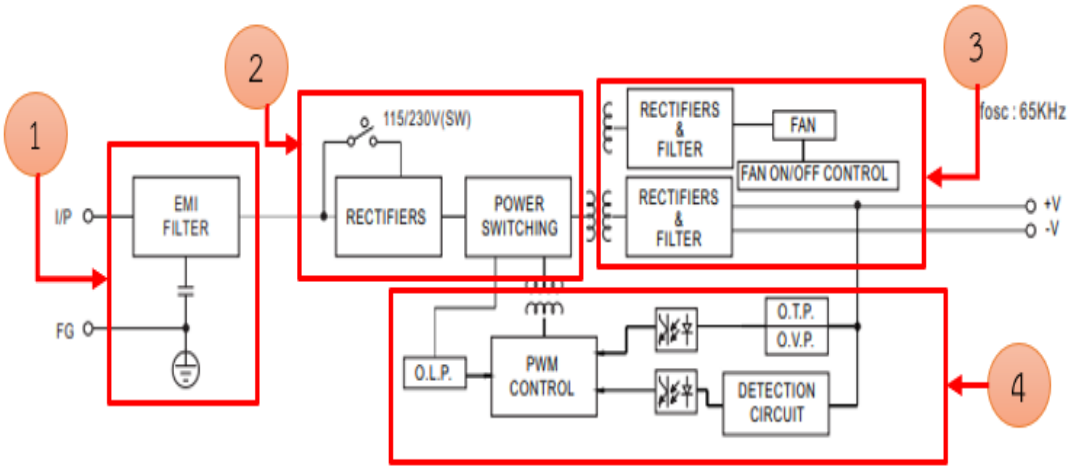
3.2.1.2 การเลือกใช้งานโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์เพื่อตรวจจับภาชนะในการบรรจุ

เมื่อแสงที่ถูกส่งออกมาจากตัวแอลอีดีของภาคส่งสัญญาณ ถูกส่งต่อไปยังภาครับสัญญาณ โดยภายในประกอบด้วยตัวโฟโตไดโอด หรืออีกชื่อหนึ่งคือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการรับแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อถูกส่งไปยังวงจรฟิลเตอร์ความถี่ PLL หรือ (Phase Lock Loop) ต่อจากนั้นจะเป็นการกรองเฉพาะความถี่ ให้ตรงกับแสงที่ตัวส่งเป็นผู้ส่งมาเท่านั้น โดยจะตัดตัวความถี่อื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

เมื่อมีวัตถุวางบริเวณจุดปล่อยก็จะทำให้ตัวรับไม่สามารถรับสัญญาณแสงได้ ซึ่งทำให้ภาควงจรตรวจจับสามารถรับรู้ได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งต่อไปยังภาคขับเอาต์พุตเพื่อควบคุมคุมกระบอกสูบให้ผลักชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

รูปที่ 3.3 การทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

3.2.2 แผนผังการทำงานของแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.4 การทำงานของแหล่งจ่ายไฟ

จากรูปที่ 3.4 การทำงานของแหล่งจ่ายไฟสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ คือ

ช่องที่ 1 EMI FILTER เป็นตัวกรองไฟฟ้า AC จะป้องกันสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าจากคลื่น EMI

ช่องที่ 2 Rectifiers เป็นตัวแปลงไฟฟ้าจาก AC 115 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ เป็นไฟ DC

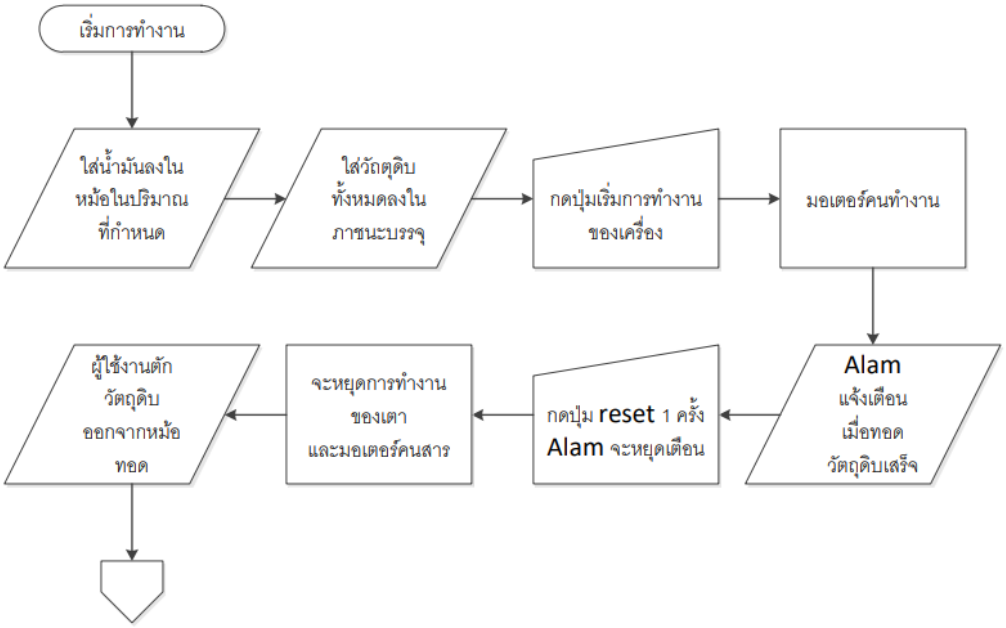
ช่องที่ 3 Rectifiers and Filter เป็นตัวแปลงไฟฟ้าและเป็นตัวกรองไฟฟ้าให้สัญญาณนิ่ง DC และมีการดึงไฟส่วนหนึ่งไปเลี้ยงพัดลม และพัดลมจะทำงานก็ต่อเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 50 องศา และจะหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศา

ช่องที่ 4 WM Control เป็นการปรับแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่ 21.6 โวลต์และสูงสุดที่ 28.6 โวลต์

3.3 การออกแบบโปรแกรม

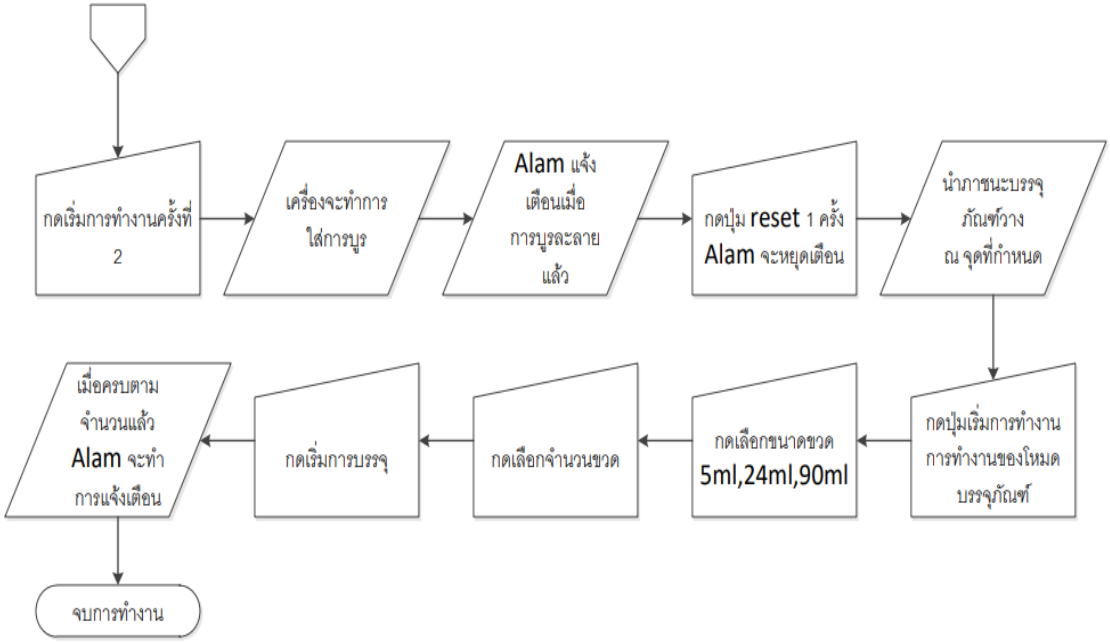
การออกแบบโปรแกรมเป็นการออกแบบแผนผังการทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติและเป็นการออกแบบโปรแกรมพีแอลซี รวมไปถึงการออกแบบจอทัชสกรีนในการใช้งานร่วมกับพีแอลซี นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการออกแบบฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำมันนวดคลายเส้นอีกด้วย

3.3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องผลิตน้ำมันกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.5 แสดงแผงผังลำดับการทำงานของโปรแกรมควบคุม (1)

จากรูปที่ 3.5 แสดงแผงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม มีระบบการทำงานดังนี้ จะเริ่มการทำงานโดยการเติมน้ำมันลงในหม้อและใส่วัตถุดิบลงในภาชนะ กดเริ่มการทำงานของเครื่องที่จอทัชสกรีน โดยเลือกปริมาณที่ผู้ใช้ต้องการและกดปุ่มเริ่มการทำงาน พีแอลซีจะสั่งให้เตาแม่เหล็กไฟฟ้าทำงาน เมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดพีแอลซีจะสั่งให้มอเตอร์หมุนเพื่อปล่อยวัตถุดิบลงในหม้อทอด เมื่อการทำงานเสร็จในแต่ละขั้นตอนจะมีการแจ้งเตือนโดยบลัซเซอร์และไฟแสดงสถานะในจอทัชสกรีน เมื่อการแจ้งเตือนดังขึ้นผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่มหยุดการทำงานของเครื่อง เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์คนสารและทำการหยุดการแจ้งเตือนของบลัซเซอร์ และทำการตักกากของวัตถุดิบออกจากหม้อทอด หลังจากนั้นทำการกดปุ่มรีเซ็ตเพื่อเริ่มการทำงานใหม่



รูปที่ 3.6 แสดงแผงผังลำดับการทำงานของโปรแกรมควบคุม (2)

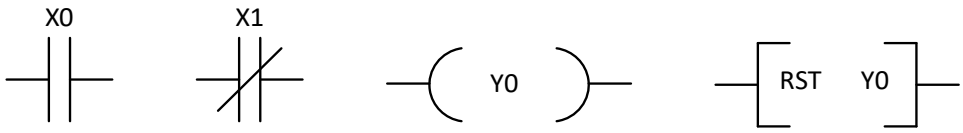
จากรูปที่ 3.6 แสดงแผงผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม มีระบบการทำงานดังนี้ เมื่อกดปุ่มรีเซ็ตเพื่อเริ่มการทำงานใหม่อีกครั้ง พีแอลซีจะสั่งการให้มอเตอร์หมุนทำการปล่อยการบูร เมนทอลลงในหม้ออีกครั้ง เมื่อเสร็จการทำงานจะมีการแจ้งเตือนดังขึ้นผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่มหยุดการทำงานของเครื่องเพื่อหยุดการแจ้งเตือนของบลัซเซอร์ หลังจากนั้นผู้ใช้งานกดเข้าสู่โหมดบรรจุภัณฑ์ โดยทำการเลือกขนาดของขวดและจำนวนที่ต้องการบรรจุ แล้วกดเริ่มการทำงาน โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์จะตรวจจับว่ามีภาชนะที่ตำแหน่งพร้อมบรรจุ พีแอลซีจะสั่งการทำงานของปั้มน้ำมันเพื่อทำการสูบน้ำมันลงมายังบริเวณที่บรรจุ เมื่อถึงจุดที่ตั้งไว้ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์จะส่งข้อมูลไปยังพีแอลซี พีแอลซีรับข้อมูลและสั่งให้ปั้มน้ำมันหยุดการทำงานและเมื่อบรรจุครบตามจำนวนแล้วจะมีการแจ้งเตือนโดยบลัซเซอร์ ผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่มหยุดเพื่อหยุดการทำงานของบลัซเซอร์และทำการรีเซ็ตค่าเดิม

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซี

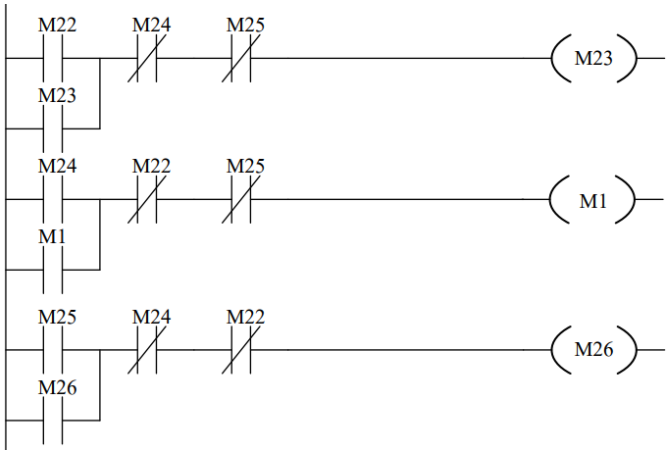
ในการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ถือเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติควบคุมโดยพีแอลซี จะต้องใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงาน ดังนั้นการเขียนซอฟต์แวร์จึงเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมาก การบอกถึงขั้นตอนการทำงานของเครื่องและเป็นการกำหนดขั้นตอนก่อนหลังในการทำงาน ซึ่งจะทำให้ระบบการทำงานของเครื่องทำงานอย่างมีระบบ

จากการทำงานของตัวเครื่องในการควบคุมการทำงานของตัวเครื่องมีอินพุตคือจะใช้ในคำสั่ง X สวิตช์ Set center, Set up ,Switch หัวจ่ายต่างๆใช้การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมจะใช้คำสั่ง

Open Contact (C) คำสั่ง Closed Contact (/) คำสั่งOUT instructionและคำสั่ง PLS instruction แสดงดังรูปที่ 3.7 และ 3.8

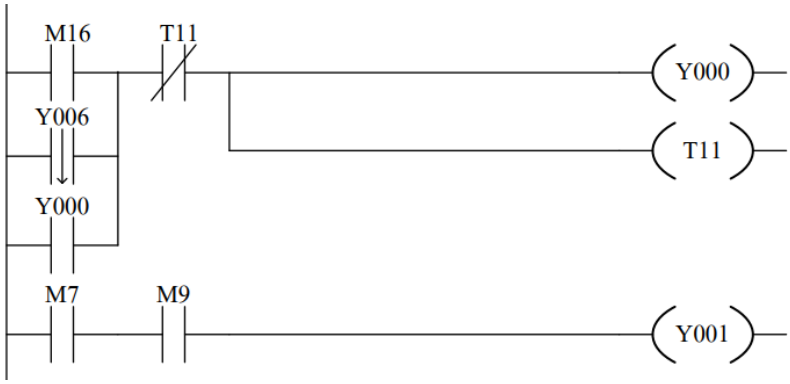


รูปที่ 3.7 ตัวอย่างสัญลักษณ์การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม



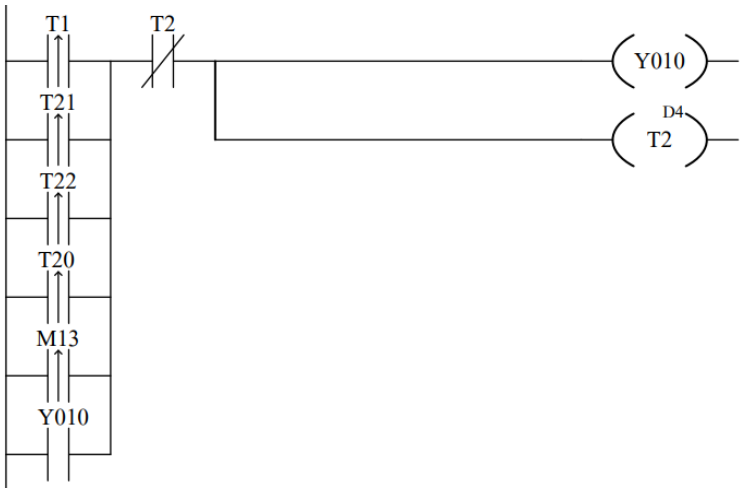
รูปที่ 3.8 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมใช้รีเลย์ช่วยควบคุมการเลือกโหมด

จากรูปที่ 3.8 จากแลดเดอร์ข้างต้นนั้น เป็นแลดเดอร์ในการควบคุมการเลือกปริมาณของน้ำมันในการผลิต ซึ่งกำหนดให้ M22, M24 และ M25 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งอินพุต โดยจะรับค่าจากผู้ใช้งานผ่านทางจอทัชสกรีนและ M23, M1 และ M26 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งเอาต์พุต ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อผู้ใช้งานทำการกด M22 จะทำให้ M23 เกิดการทำงานและส่งคำสั่งให้โหมดการทำงานที่ 0.5 ลิตร ON ,เมื่อผู้ใช้งานทำการกด M24 จะทำให้ M1 เกิดการทำงานและส่งคำสั่งให้โหมดการทำงานที่ 1 ลิตร ON และเมื่อผู้ใช้งานทำการกด M25 จะทำให้ M26 เกิดการทำงานและส่งคำสั่งให้โหมดการทำงาน 2 ลิตร ON หากต้องการเปลี่ยนการทำงานเป็นโหมดใดโหมดหนึ่ง สามารถกด M22 ,M24 หรือ M25 ใหม่ได้เลย เนื่องจากการกด M22 ,M24 หรือ M25 คือสวิตซ์สั่งการทำงานเลือกโหมด ซึ่งเป็นชนิดกดติดปล่อย จะทำให้ M23 ,M1 หรือ M26 ทำงานแล้วยังจะทำให้ M22 ,M24 และ M25 ซึ่งมีสถานะ เป็น Normal on (NO) หรือปกติเปิดเปลี่ยนสถานะเป็น Normal Close (NC) หรือปกติปิด จะทำให้ M ที่ไม่ได้ใช้หยุดการทำงานด้วย



รูปที่ 3.9 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมเตาแม่เหล็กไฟฟ้า

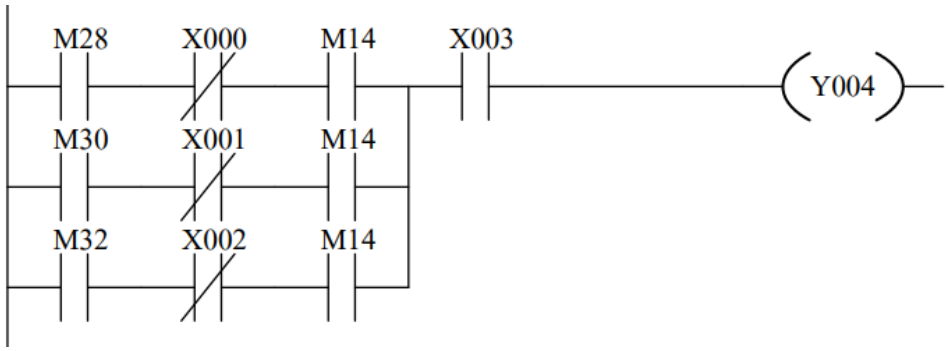
จากรูปที่ 3.9 จากแลดเดอร์ข้างต้นนั้น เป็นแลดเดอร์ในการควบคุมการเปิดเตาแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งกำหนดให้ M16 และ M7 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งอินพุต โดยจะรับค่าจากผู้ใช้งานผ่านทางจอทัชสกรีนและ Y0 และ Y1 เป็นคอยล์ฝั่งเอาต์พุต ซึ่ง T11 เป็นทั้งคอยล์อินพุตและเอาต์พุต ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดเวลา (Timer)จะมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อผู้ใช้งานทำการกด M16 จะเกิดการทำงานและส่งคำสั่งไปทำให้ Y0 ON และ Y0 คือเอาต์พุตที่ใช้ควบคุมเตาแม่เหล็กไฟฟ้า และเมื่อผู้ใช้งานทำการกด M9 จะเกิดการทำงานและส่งคำสั่งไปทำให้ Y1 ON และ Y0 คือเอาต์พุตที่ใช้ควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าและ T11 เป็น



รูปที่ 3.10 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมมอเตอร์ปล่อยวัตถุ

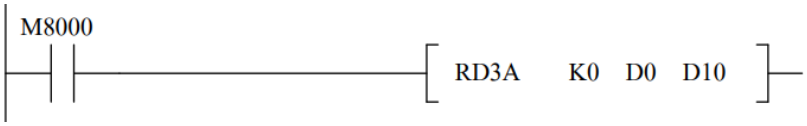
จากรูปที่ 3.10 จากแลดเดอร์ข้างต้นนั้น เป็นแลดเดอร์ในการควบคุมการปล่อยวัตถุลงสู่หม้อทอด ซึ่งกำหนดให้ T1, T21, T22, T20 และ M13 เป็นคอยล์รีเลย์ขอบขาขึ้นฝั่งอินพุต โดยจะรับค่าจากผู้ใช้งานผ่านทางจอทัชสกรีนและ Y10 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งเอาต์พุต ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังนี้

Y10 คือมอเตอร์ปล่อยวัตถุ โดยใช้คำสั่ง T2 แสดงถึงการใช้คำสั่งหน่วงเวลา, K แทนจำนวนเวลาที่กำหนด และ D แทนจำนวนครั้งที่กำหนด กล่าวคือเมื่อ T ทำงานครบ 4 ครั้ง จะหยุดการทำงานของ Y10



รูปที่ 3.11 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมปั้มมอเตอร์

จากรูปที่ 3.11 จากแลดเดอร์ข้างต้นนั้น เป็นแลดเดอร์ในการควบคุมปั้มมอเตอร์ ซึ่งกำหนดให้ M28, M30 และ M22 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งอินพุต โดยจะรับค่าจากผู้ใช้งานผ่านทางจอทัชสกรีนและ Y4 เป็นคอยล์รีเลย์ฝั่งเอาต์พุต ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อผู้ใช้งานทำการกด M28 คือการบรรจุ 5 มิลิลิตร, M30 คือการบรรจุ 24 มิลิลิตร หรือ M32 คือการบรรจุ 90 มิลิลิตร เมื่อ M14 จะเกิดการทำงานและส่งคำสั่งไปทำให้ Y4 ON และเมื่อถึงตำแหน่งที่ตั้งค่า X0-X2 จะหยุดการทำงานของ Y4 ทันที



รูปที่ 3.12 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมเทอร์โมคัปเปิล

จากรูปที่ 3.12 จากแลดเดอร์ข้างต้นนั้น ทำหน้าที่แปลงค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลมายังพีแอลซี โดย M8000 ฝั่งอินพุตทำหน้าที่เป็นคอยล์รีเลย์ที่ทำหน้าที่ตลอดเวลา และฟังก์ชั่น RD3A ฝั่งเอาท์พุตทำหน้าที่อ่านค่าสัญญาณอนาล็อก คือ M8000 มีสถานะเป็น ON M8000 จะส่งสัญญาณไปยัง D20 โดยใช้คำสั่ง RD3A เพื่อเป็นการอ่านค่าอนาล็อกอินพุต K0 คือช่องสัญญาณสำหรับการรับค่า D0 คือจำนวนแรงดันสูงสุดที่รับค่ามายังพีแอลซี ยกตัวอย่างเช่น D0 มีค่าเท่ากับ 1,000 จะมีค่าเท่ากับ 0-10 โวลต์ D10 คือค่าดิจิตอลที่อ่านมาได้จากอุปกรณ์อ่านค่าอนาล็อก

3.3.3 การออกแบบหน้าจอสัมผัส

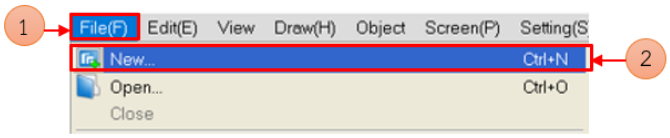
ในการออกแบบหน้าจอสัมผัสถือเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ โดยทำการเขียนหน้าจอได้จากโปรแกรม SKTOOL 7.0 โดยมีการใช้งานของสวิตช์ การแสดงด้วยดวงไฟ การแสดงข้อความ และคุณสมบัติอื่นๆ บนหน้าจอ

3.3.3.1 การสร้างโปรเจคสำหรับหน้าจอสัมผัส

การสร้างโปรเจค SKTOOL 7.0 มีขั้นตอนคือ

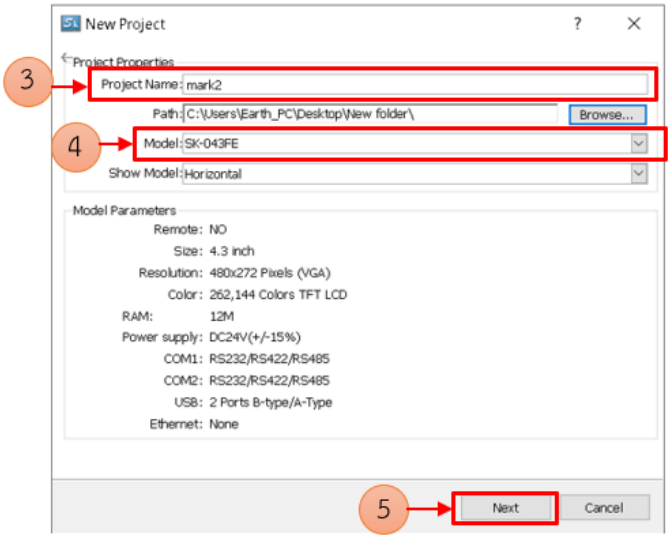
1. ดับเบิลคลิกที่ SKTOOL 7.0

2. เลือก NEW ดังรูปที่ 3.13



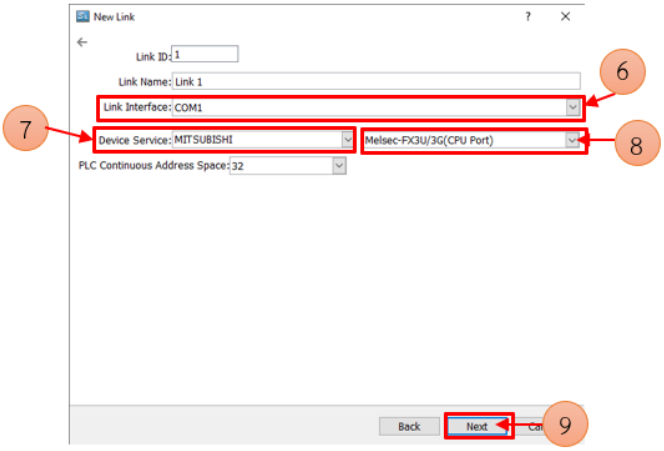
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(1)

3. ทำการตั้งชื่อโปรเจกต์แล้วกด Model เลือก SK-043FE แล้วกด Next ดังแสดงในรูปที่ 3.14



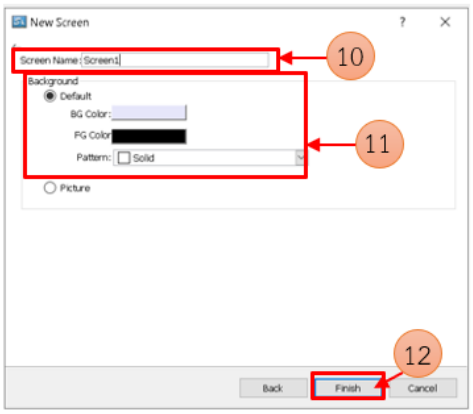
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(2)

4. ช่องที่ 6 Link Interface เลือกช่องสัญญาณจากจอต่อเข้ากับพีแอสซี
   ช่องที่ 7 Device Service เลือก Mitsubishi
   ฏช่องที่ 8 เลือก FX3U แล้วกด Next ดังแสดงในรูปที่ 3.15



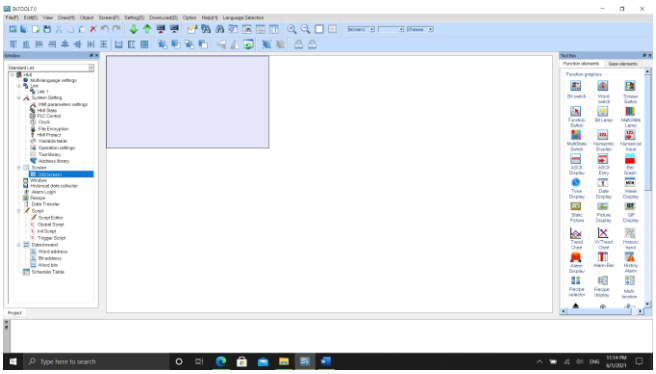
รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(3)

5. ช่องที่ 10 ตั้งชื่อของหน้าจอ
   ช่องที่ 11 การเลือกสีพื้นหลังแล้วกด Finish ดังแสดงในรูปที่ 3.16



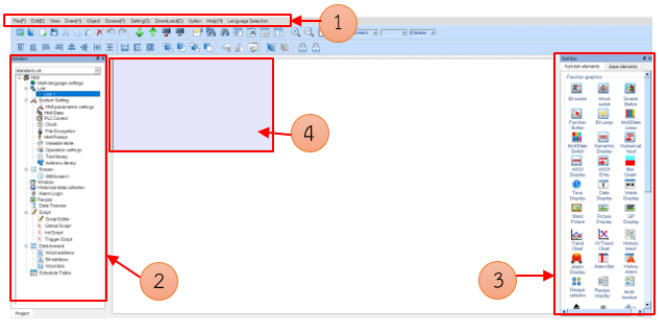
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(4)

6. หน้าต่างของการเขียนโปรแกรม SKTOOL7.0 ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(5)

7. จากรูปที่ 3.17 จะแสดงหน้าต่างเมนูย่อยดังนี้



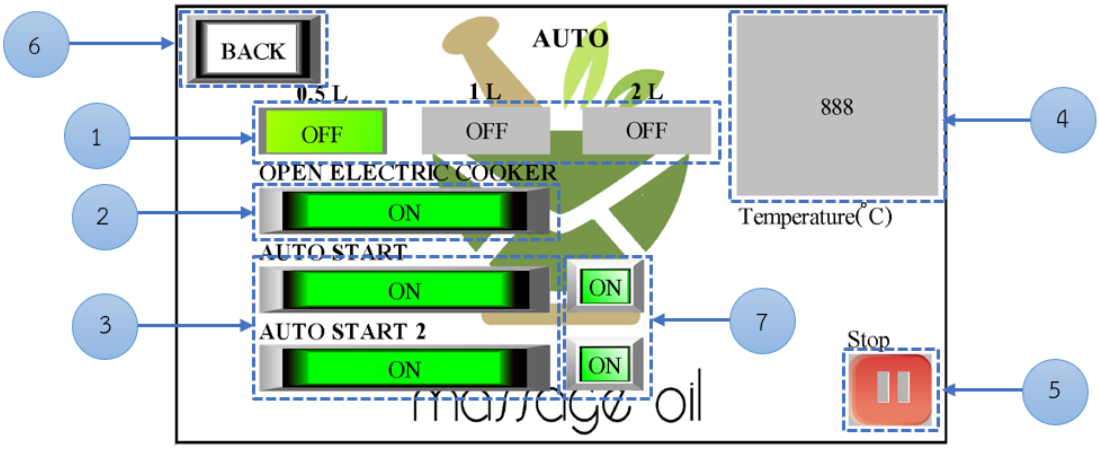
รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์สำหรับหน้าจอสัมผัส(6)

1. Menu bar ใช้ดำเนินการเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม
2. Tool bars เป็นคีย์ลัดของ Manu bar
3. Works tree ใช้ตั้งค่าต่างๆใช้เป็นทางลัดในการเขียน screen
4. Screen editor คือหน้าต่างแก้ไขbase screen และwindow screen จากรูปที่ 3.00 เป็นscreen editor ของ Base screen

8. เมื่อผู้ใช้งานได้เรียนรู้การออกแบบหน้าจอจากรูปที่ 3.18 จะสามารถออกแบบหน้าจอสำหรับเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติดังรูปที่ 3.19 ได้

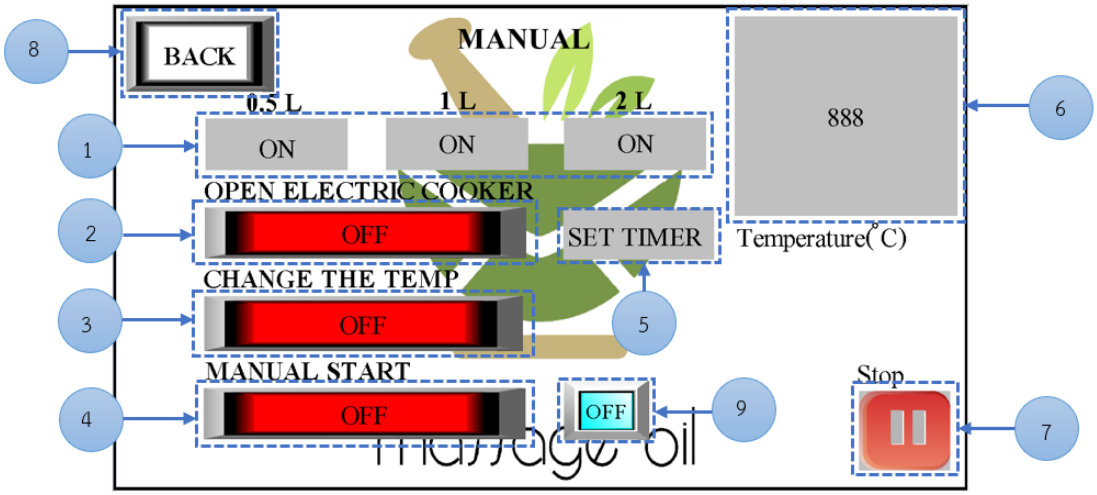
รูปที่ 3.19 ลักษณะของโปรแกรมการออกแบบหน้าจอ SKTOOL7.0

จากรูปที่ 3.19 คือหน้าหลังในการเลือกโหมดการใช้งานแต่ละโหมด โดยแต่ละโหมดจะลิงก์ไปหาหน้าการทำงานของแต่ละส่วน โดยโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.20



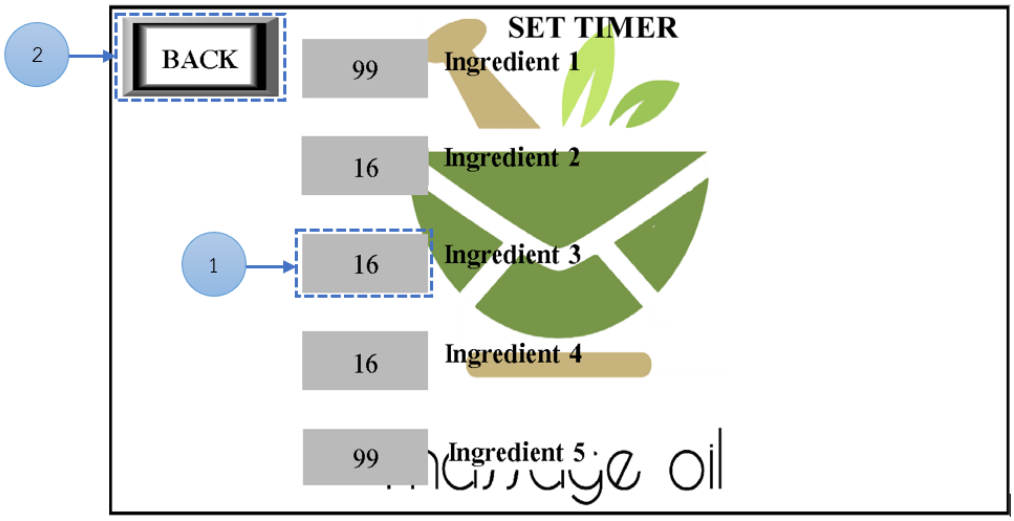
รูปที่ 3.20 แสดงโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.20 เป็นการทำงานในโหมดอัตโนมัติ โดยการทำงานช่องที่ 1 เลือกปริมาณของน้ำมัน, ช่องที่ 2 ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์เปิดเตาแม่เหล็กไฟฟ้า, ช่องที่ 3 การเริ่มต้นการทำงานครั้งที่ 1 คือการเริ่มปล่อยวัตถุดิบชนิดแรกจนถึงการแจ้งเตือนของบลัซเซอร์และครั้งที่ 2 คือการเริ่มขั้นตอนการทำงานของการปล่อยเมนมอลและการบูร, ช่องที่ 4 เป็นช่องแสดงค่าอุณหภูมิ ขณะทำการใช้งาน, ช่องที่ 5 คือการหยุดการทำงานของเครื่อง และช่องที่ 6 เป็นการย้อนกลับไปหน้าหลัก



รูปที่ 3.21 แสดงโหมดการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

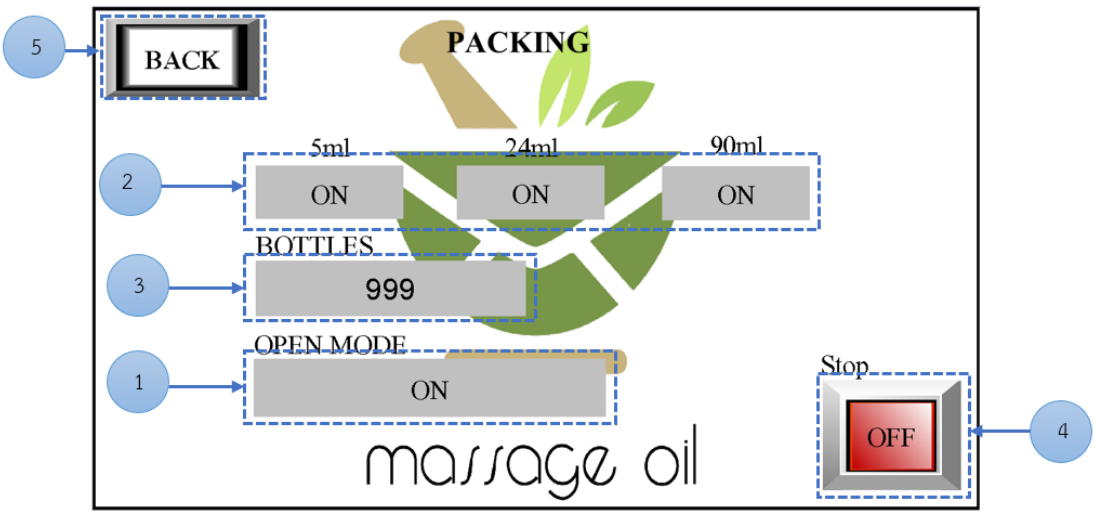
จากรูปที่ 3.21 เป็นการทำงานในโหมดกึ่งอัตโนมัติ โดยการทำงานช่องที่ 1 เลือกปริมาณของน้ำมัน, ช่องที่ 2 ทำหน้าที่เปิดเตาแม่เหล็กไฟฟ้า, ช่องที่ 3 เป็นตัวปรับค่าอุณหภูมิของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า, ช่องที่ 4 เป็นการเริ่มการทำงานของเครื่อง, ช่องที่ 5 เป็นปุ่มเพิ่มเวลาในแต่ละขั้นตอนการผลิต แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.22, ช่องที่ 6 เป็นช่องแสดงค่าอุณหภูมิ ขณะทำการใช้งาน, ช่องที่ 7 คือการหยุดการทำงานของเครื่อง, ช่องที่ 8 เป็นการย้อนกลับไปหน้าหลัก และช่องที่ 9 เป็นไฟแสดงสถานะในการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.22 ปรับเวลาในการทำงานของแต่ละชนิด

รูปที่ 3.23 ปรับเวลาในการทำงานของแต่ละชนิด(ต่อ)

จากรูปที่ 3.22 เป็นหน้าจอการปรับค่าเวลาโดยการกดช่องที่ 1 ในการปรับเวลา โดยจะต้องตั้งมากกว่าหรือเท่ากับ 16 นาทีเท่านั้นโปรแกรมถึงจะทำงาน เมื่อกดปุ่มตามช่องที่ 1 แล้วจะแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.23(ต่อ) ตามเวลาที่ต้องการในการทำแต่ละขั้นตอน, ช่องที่ 2 กลับไปยังหน้าจอหลัก



รูปที่ 3.24 แสดงโหมดบรรจุ

จากรูปที่ 3.24 เป็นการทำงานในโหมดบรรจุ โดยช่องที่ 1 เปิดโหมดในการบรรจุ, ช่องที่ 2 เลือกขนาดของขวดที่จะบรรจุ, ช่องที่ 3 เลือกจำนวนในการบรรจุ, ช่องที่ 4 หยุดการแจ้งเตือนของบลัซเซอร์, ช่องที่ 5 กลับไปหน้าจอหลัก

3.3.4 การออกแบบฉลากบนผลิตภัณฑ์

การออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์เป็นการบอกชื่อของตัวผลิตภัณฑ์รวมไปถึงการบอกวัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.25 ฉลากบนผลิตภัณฑ์

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัตินั้นมีความสำคัญมาก หากโครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติไม่มีความแข็งแรง จะส่งผลให้การทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันมีการผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่สามารถทำงานได้ตรงตามจุดประสงค์

3.4.1 การออกแบบชิ้นส่วนของโครงสร้าง

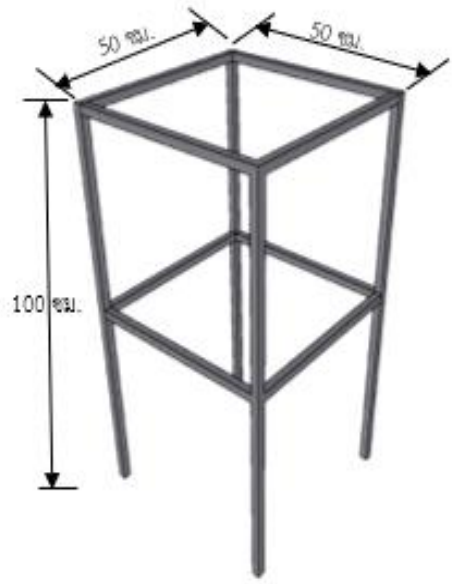
ในส่วนของโครงสร้างเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาดความกว้าง 50 ซม. และสูง 100 ซม. โดยอลูมิเนียมโปรไฟล์มีความแข็งแรงที่เพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้งานเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นและอลูมิเนียมโปรไฟล์นั้นสามารถยึดชิ้นส่วนของโครงสร้างต่างๆเข้ากันได้อย่างง่าย แสดงดังรูปที่ 3.26 อลูมิเนียมฉากและน็อตที่ใช้ยึดชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันแสดงดังรูปที่ 3.27

รูปที่ 3.26 อลูมิเนียมโปรไฟล์

รูปที่ 3.27 อลูมิเนียมฉากและน็อต

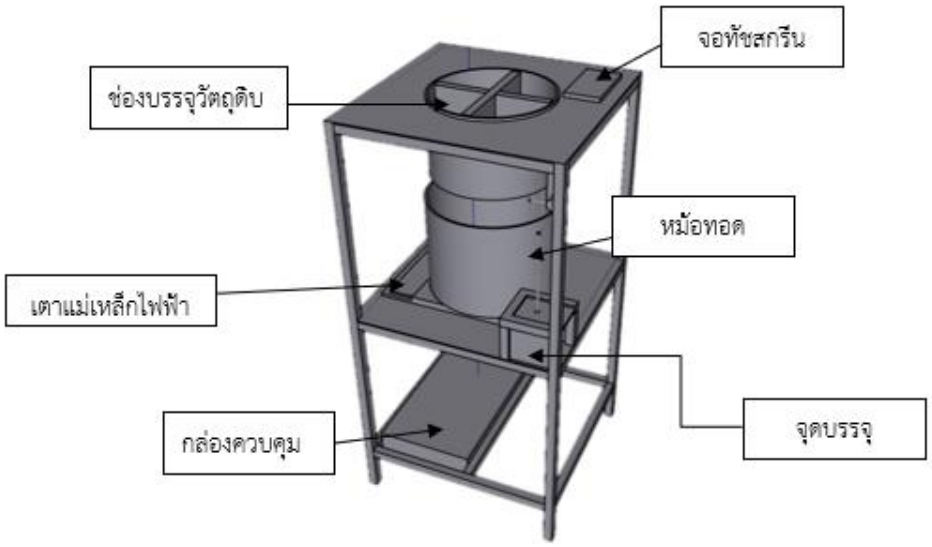
3.4.2 การออกแบบชุดโครงสร้าง

ในการออกแบบโครงสร้างมีขนาด 50 ซม. x 50 ซม. x 100 ซม. แสดงดังรูปที่ 3.28 และใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนตัวปล่อยวัตถุดิบและชุดโครงสร้างที่เสร็จสมบูรณ์ 1. ดังแสดงในรูปที่ 3.28



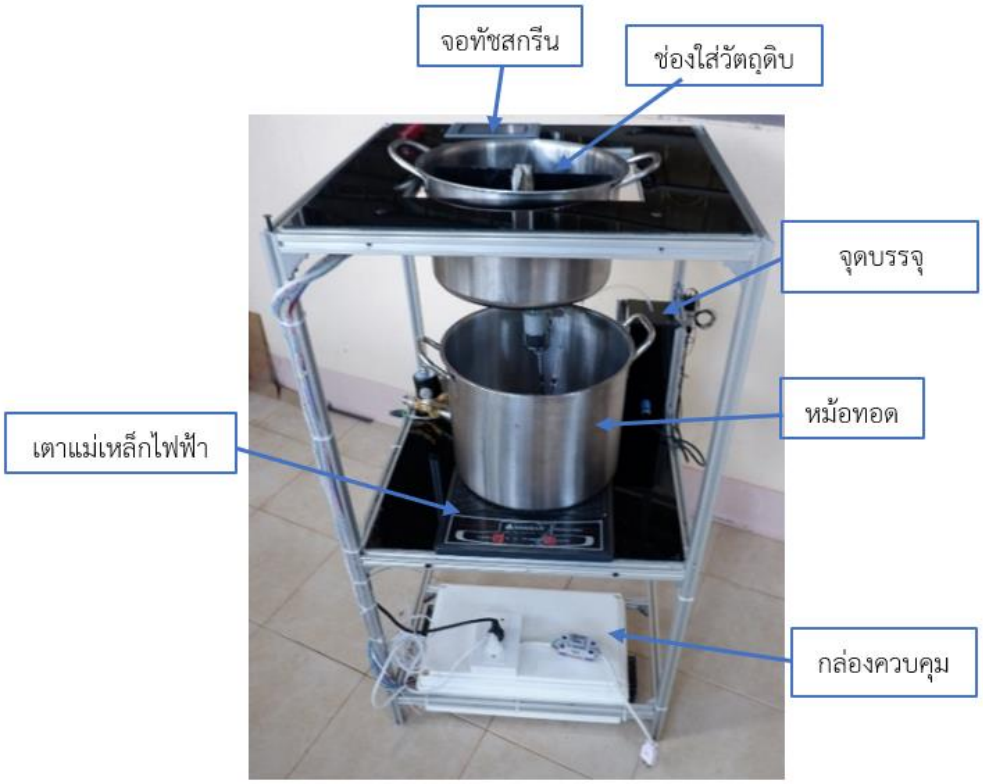
รูปที่ 3.28 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น (1)

การออกแบบเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบสามมิติ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.29



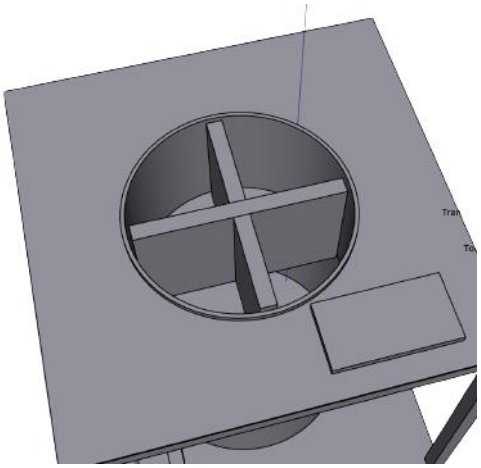
รูปที่ 3.29 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น (2)

เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง

การออกแบบช่องปล่อยวัตถุดิบแบบสามมิติ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.31

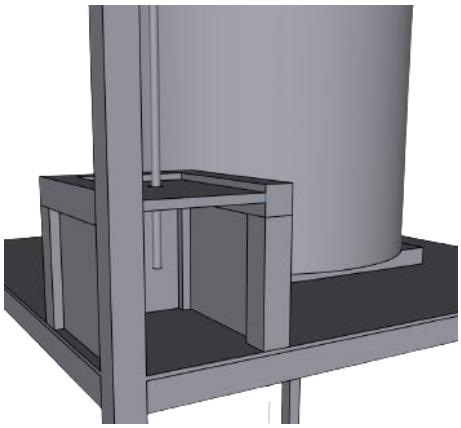


รูปที่ 3.31 โครงสร้างช่องปล่อยวัตถุดิบของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นที่ออกแบบ

การออกแบบช่องปล่อยวัตถุดิบแบบชิ้นงานจริง ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.32

รูปที่ 3.32 โครงสร้างช่องปล่อยวัตถุดิบของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง

การออกแบบช่องปล่อยบรรจุน้ำมันนวดคลายเส้นแบบสามมิติ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.33



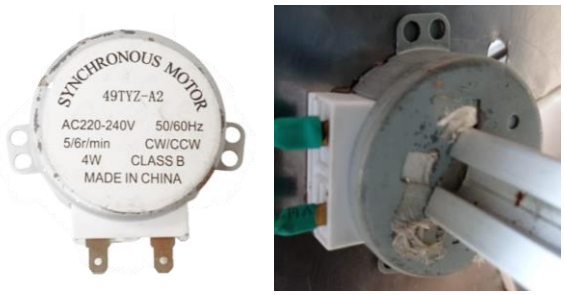
รูปที่ 3.33 โครงสร้างจุดบรรจุของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นที่ออกแบบ

การออกแบบช่องปล่อยบรรจุน้ำมันนวดคลายเส้นแบบชิ้นงานจริง ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.34

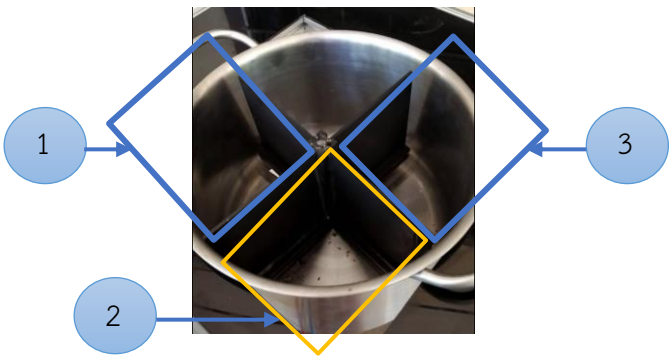
รูปที่ 3.34 โครงสร้างจุดบรรจุของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นแบบใช้งานจริง

3.4.3 การออกแบบชิ้นส่วนของระบบขับเคลื่อน

ในส่วนของระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันกระแสตรง มีอัตราการทดรอบมอเตอร์ เพื่อกำลังในการบิดที่สูงกว่ามอเตอร์ทั่วไป โดยนำมาใช้เป็นตัวขับเคลื่อนตัวปล่อยวัตถุ มีอัตราการหมุนอยู่ที่ 74 รอบ/นาที ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.35 และรูปที่ 3.36 เป็นการแสดงขั้นตอนการปล่อยวัตถุดิบ



รูปที่ 3.35 มอเตอร์



รูปที่ 3.36 แกนหมุน

จากรูปที่ 3.36 เป็นช่องที่เตรียมวัตถุดิบในการทำการผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น โดยวัตถุดิบต้องผ่านการเตรียมมาแล้ว โดยช่องที่ 1 จะต้องใส่ผิวมะกรูด ช่องที่ 2 จะต้องใส่ดีปลีและช่องที่ 3 จะใส่เทียนทั้ง 5 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.35 ซึ่งมอเตอร์จะทำการหมุนเพื่อปล่อยวัตถุจากช่องที่ 1 ไปเรื่อย หากผู้ใช้งานเพิ่มวัตถุดิบในการใส่เพิ่ม สามารถใส่เพิ่มหลังจากการแจ้งเตือนครั้งแรกแล้วกดเริ่มการทำงานใหม่อีกครั้ง เมื่อการแจ้งเตือนดังขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานตักกากของวัตถุดิบออกจากหม้อและทำการใส่การบูรในช่องที่ 1 และใส่เมนทอลในช่องที่ 2 แล้วกดเริ่มการทำงานรอบที่ 2 มอเตอร์จะทำการปล่อยวัตถุดิบลงยังหม้อทอดและเมื่อจบการทำงานจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานอีกครั้ง เพื่อทำการหยุดการแจ้งเตือนของบลัซเซอร์

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองวงจรภาคจ่ายไฟ ทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์ เซนเซอร์ระบบนิวเมติกและทดลองการทำงานตามของเขตของโครงงาน

4.1 การทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการทดลองอุปกรณ์ภายในเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ การทดลองจะประกอบไปด้วย การทดลองภาคจ่ายไฟ, เตาแม่เหล็กไฟฟ้า, ดีซีมอเตอร์, ปั้มน้ำมัน, เทอร์โมคัปเปิลและเซนเซอร์ เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น

4.1.1 การทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ

ในการทดลองนี้ทำการทดลองภาคจ่ายไฟกระแสตรง จ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 24 โวลต์ 14.8 แอมป์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง โดยวิธีการใส่โหลดที่มีความต้านทาน 1 โอห์ม พบว่ามีความผิดพลาด 0 เปอร์เซ็นต์ มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำR 1 โอห์ม มาต่อค่อมระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ แล้ววัดแรงดัน
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ทดสอบแรงดันคงที่ (Switching Power Supply)

แรงดันคงที่	แรงดัน ขณะไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์ คลาดเคลื่อน	แรงดัน ขณะมีโหลด	เปอร์เซ็นต์ คลาดเคลื่อน
24 โวลต์	24 โวลต์	0%	24	0%

จากผลการทดลองตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่าวงจรภาคจ่ายไฟที่ใช้ ทำงานได้อย่างถูกต้อง เมื่อต่อใช้งานจริงวงจรภาคจ่ายไฟทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.2 การทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์

ดีซีมอเตอร์ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนแกน เพื่อผลักวัตถุดิบไปยังจุดปล่อยเมื่อถึงจุดปล่อยมอเตอร์จะหยุดการทำงานทันทีตามที่ได้ตั้งเวลาไว้ในโปรแกรม โดยการทดลองจะทดลองการหยุดการทำงานของดีซีมอเตอร์เมื่อวัตถุถึงตำแหน่งปล่อยวัตถุดิบ มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงานของมอเตอร์ควบคุมการปล่อยวัตถุดิบ
2. ตั้งเงื่อนไขให้มอเตอร์หยุดก็ต่อเมื่อแกนหมุนครบตามที่หน่วงเวลาไว้
3. ทดสอบการหยุดของมอเตอร์ทั้งหมด 8 ครั้ง

4. บันทึกผลการทดลองในแต่ละครั้งลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2. ทดสอบการทำงานของดีซีมอเตอร์

ตำแหน่ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
จุดปล่อย	√	√	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ: √ หมายถึงมอเตอร์สามารถหยุดในตำแหน่งที่ตรงกับจุดปล่อย

จากผลการทดลองตารางที่ 4.2 สรุปได้ว่าการทำงานของพีแอลซีที่ควบคุมมอเตอร์ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำโดยการทดลองให้มอเตอร์หยุดการทำงาน ทำได้โดยการหน่วงเวลาในตัวโปรแกรมพีแอลซีและทุกครั้งที่มอเตอร์หยุดการทำงานวัตถุแต่ละชนิดหยุดตรงตำแหน่งปล่อยวัตถุเสมอ ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4.1.3 การทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของปั๊มน้ำมัน

ปั๊มน้ำมันทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำมันและควบคุมการหยุดจ่ายน้ำมันนวดคลายเส้น ที่บรรจุลงขวดแก้วขนาดต่างๆ โดยการทดลองนั้นจะใช้เซนเซอร์ไฟเบอร์ออปติกในการควบคุมการหยุดจ่ายน้ำมัน มีการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำขวดไปวางตำแหน่งบรรจุ
2. เลือกขนาดในหารบรรจุ
3. เริ่มการทำงานของปั๊มน้ำมัน
4. บันทึกผลการทดลองในแต่ละครั้งลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ทดลองการทำงานของปั๊มสูบน้ำมัน

โปรแกรมควบคุม (ครั้งที่)	การตอบสนอง
1	ปั๊มสูบน้ำมันทำงาน
2	ปั๊มสูบน้ำมันทำงาน
3	ปั๊มสูบน้ำมันทำงาน

จากผลการทดลองตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่าการทำงานของพีแอลซีที่ควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำมัน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ โดยทดลองให้มอเตอร์ปั๊มสูบน้ำมันหยุดการทำงานได้โดยการใช้ไฟเบอร์ออปติกตัดการทำงานของปั๊มน้ำมันในตัวโปรแกรมพีแอลซีและทุกครั้งที่

มอเตอร์ปั้มน้ำมันหยุดการทำงานปริมาณของตำแหน่งของน้ำมันเมื่อถึงระดับที่ต้องการได้เสมอ ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4.1.4 การทดลองที่ 4 การทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์

โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์เป็นเซนเซอร์สำหรับการตรวจจับของวัตถุ เมื่อมีวัตถุอยู่ในระยะเซนเซอร์จะส่งสัญญาณดิจิตอลไปยังพีแอลซี โดยทดสอบการตรวจจับเมื่อขวดแก้วที่อยู่ในตำแหน่งบรรจุ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. ตั้งเงื่อนไขในโปรแกรมให้ เมื่อนำขวดแก้ววางจุดที่กำหนด ให้มีสถานะ ON ค้างเป็น 1
2. เมื่อนำขวดแก้วออกจากจุดที่กำหนดใ ให้มีสถานะ OFF ค้างเป็น 0
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดสอบโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์

ตำแหน่ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
ขวดแก้ว	√	√	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ: √ หมายถึงเซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

จากผลการทดลองตารางที่ 4.4 ได้ดังนี้ การทดลองเพื่อตัวจับวัตถุทั้งหมด 8 ครั้ง เซนเซอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่มีข้อผิดพลาด

4.1.5 การทดลองที่ 5 การทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์เป็นเซนเซอร์ในการกำหนดปริมาณของน้ำมันนวดคลายเส้นในการบรรจุขวด จำแนกได้โดยการตรวจจับสีของขวดเปล่าที่เป็นสีใสและสีของน้ำมันที่เป็นสีเหลือง ดังนั้นการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบการตรวจจับเซนเซอร์ของวัตถุในแต่ละสี โดยวิธีการทดลองมีดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงานของปั้มน้ำมัน
2. ตั้งเงื่อนไขในโปรแกรมให้ เมื่อไม่มีการบรรจุในขวดแก้ว ให้มีสถานะ ON ค้าง สถานะเป็น 1
3. เมื่อทำการบรรจุจนถึงจุดที่กำหนดของขวดแก้ว ให้มีสถานะ OFF ค้าง สถานะเป็น 0
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

ขนาดขวด (ML)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8
5	√	√	√	√	√	√	√	√
24	√	√	√	√	√	√	√	√
90	√	√	√	√	√	√	√	√

หมายเหตุ: √ หมายถึงเซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

รูปที่ 4.1 ผลการทดลองสถานะของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ขวดเปล่า

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองสถานะของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ขวดมีน้ำมัน

จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 ได้ดังนี้ การทดลองเพื่อตัวจับขวดแก้วที่วางไว้มี 3 ปริมาตร คือ 5 มิลลิลิตร 24 มิลลิลิตรและ 90 มิลลิลิตร จำนวน 8 ครั้ง ต่อขนาดขวด เซนเซอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่มีข้อผิดพลาด

4.1.6 การทดลองที่ 6 การทดลองของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า

เตาแม่เหล็กไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมและจ่ายความร้อนของเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น โดยการทดลองจะใช้พีแอลซีในการควบคุมและสังเกตุการทำงานตามที่โปรแกรมควบคุม โดยวิธีการทดลองมีดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กดเปิดการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า
2. กดเพิ่มและลดอุณหภูมิของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า
3. บันทึกผลการทดลองทั้ง 3 ครั้งลงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ทดลองการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า

โปรแกรมควบคุม (ครั้งที่)	การตอบสนอง
1	เตาไฟฟ้าทำงาน
2	เตาไฟฟ้าทำงาน
3	เตาไฟฟ้าทำงาน

จากผลจากตารางที่ 4.6 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าควบคุมโดยพีแอลซีนั้น เตาแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

4.1.7 การทดลองที่ 7 การทดลองของเทอร์โมคัปเปิล

เทอร์โมคัปเปิล ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิขณะการทำงานและควบคุมอุณหภูมิของเครื่อง โดยการทดลองนั้นจะใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงานและสังเกตการณ์ทำงานตามที่โปรแกรมควบคุม โดยวิธีการทดลองมีดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ทดลองการทำงานของเทอร์โมคัปเปิ้ล

โปรแกรมควบคุม (ครั้งที่)	การตอบสนอง
1	เทอร์โมคัปเปิลทำงาน
2	เทอร์โมคัปเปิลทำงาน
3	เทอร์โมคัปเปิลทำงาน

จากผลจากตารางที่ 4.7 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของเทอร์โมคัปเปิลควบคุมโดยพีแอลซีนั้น เทอร์โมคัปเปิลสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

4.2 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น

การทดลองการนี้เป็นการทดลองเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นควบคุมโดยพีแอลซี โดยมีการจัดทำสูตรที่แตกต่างกัน ซึ่งสูตรดั้งเดิมจะมีส่วนประกอบของน้ำมันมะพร้าว ผิวมะกรูด ดีปลี เทียนทั้ง 5 และการบูร ซึ่งการทดลองนี้จะมีการเพิ่มส่วนประกอบในแต่ละสูตรเช่น ใบพลู เมนทอลและน้ำมันระกำ เพื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเช่น สีและกลิ่น โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานนำน้ำมันลงในหม้อทอดและเตรียมวัตถุดิบลงในภาชนะดังรูปที่ 4.3
2. เลือกโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ
3. เลือกปริมาณที่ต้องการผลิต 0.5 ลิตร, 1 ลิตรและ 2 ลิตร
4. กดเริ่มการทำงาน
5. บันทึกผลดังตารางที่ 4.8-4.22

รูปที่ 4.3 การเตรียมวัตถุดิบลงในภาชนะ

4.2.1 การทดลองที่ 1 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 0.5 ลิตร

จากการทดลองนี้จะทำการทดลองในปริมาณที่ 0.5 ลิตร โดยจะมีการเพิ่มวัตถุดิบในแต่ละสูตรที่แต่ต่างกันเช่น ใบพลู, เมนทอลและน้ำมันระกำ เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างเวลาและจุดเดือด(องศาเซลเซียล)ของแต่ละสูตร โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. การทดลองสูตรที่ 1 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5 และการบูร

2. การทดลองสูตรที่ 2 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลูและการบูร
3. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, การบูรและเมนทอล
4. การทดลองสูตรที่ 4 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูรและเมนทอล
5. การทดลองสูตรที่ 5 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูร, เมนทอลและน้ำมันระกำ
6. บันทึกผลการทดลองดังตารางที่ 4.8-4.12

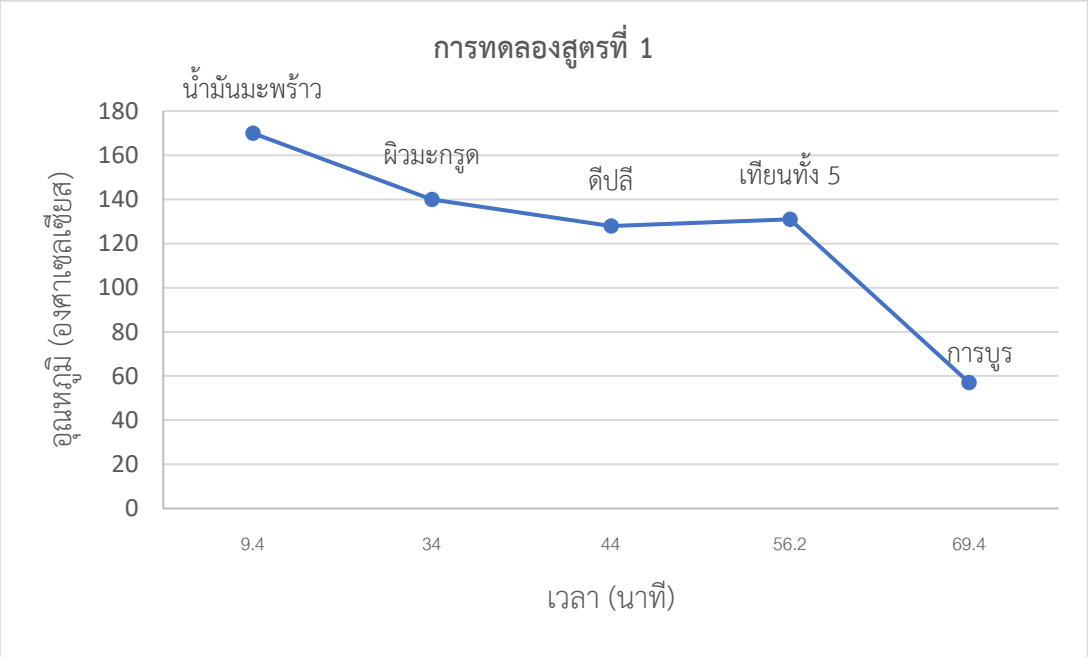
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 1 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัมและการบูรปริมาณ 15 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.8 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	03.40	170
	ผิวมะกรูด	180	09.20	140
	ดีปลี	5.1	10.10	128
	เทียนทั้ง 5	19	11.50	130
	การบูร	15	15.11	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 1 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที 40 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียน

ทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 130 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส

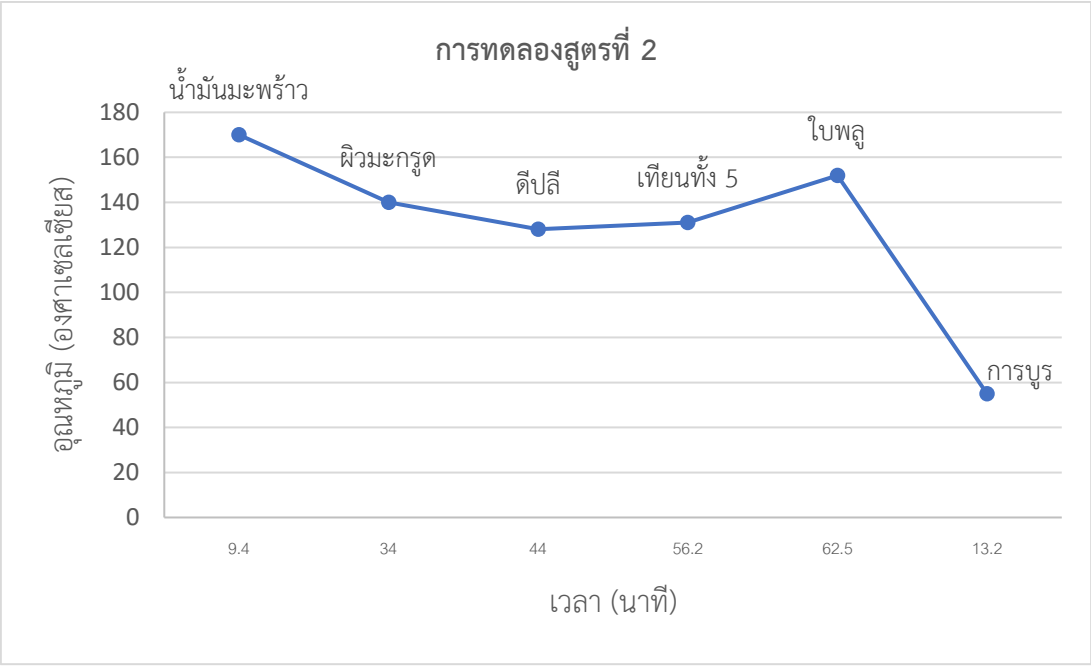
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 2 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม และการบูรปริมาณ 15 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.9 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	03.40	170
	ผิวมะกรูด	180	09.20	141
	ดีปลี	5.1	10.10	127
	เทียนทั้ง 5	3.8	11.50	129
	ใบพลู	60	12.50	155
	การบูร	15	16.11	58

จากการทดลองจากสูตรที่ 2 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียน

ทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 155 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส

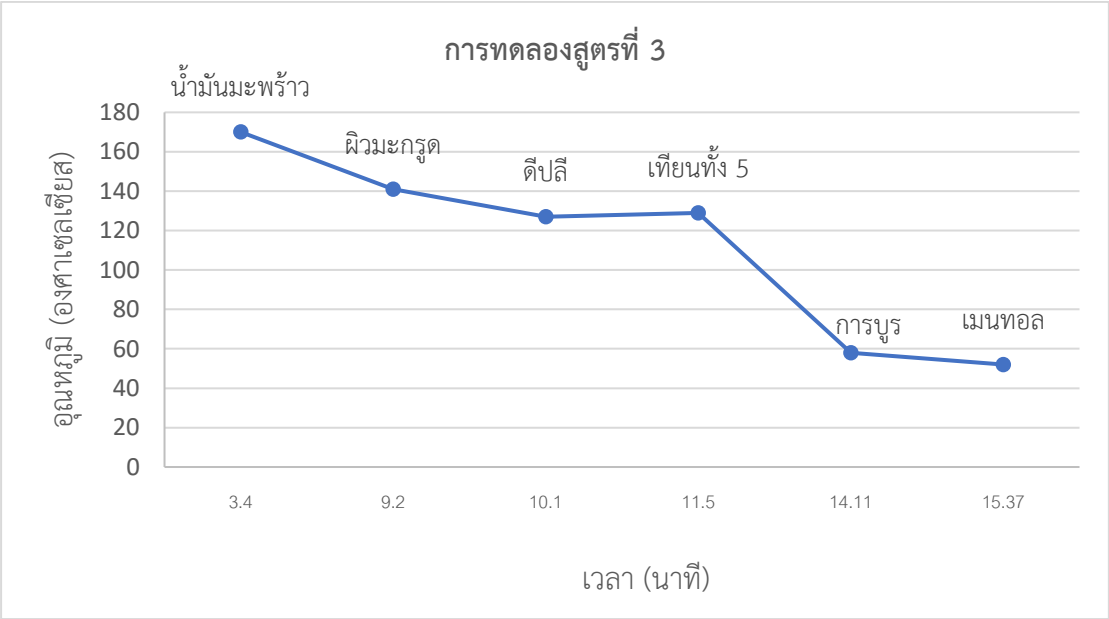
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 3 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัม, การบูรปริมาณ 15 กรัม และเมนทอลปริมาณ 15 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.10 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	03.40	170
	ผิวมะกรูด	180	09.20	141
	ดีปลี	5.1	10.10	127
	เทียนทั้ง 5	3.8	11.50	129
	การบูร	15	14.11	58
	เมนทอล	15	15.37	52

จากการทดลองจากสูตรที่ 3 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียน

ทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส

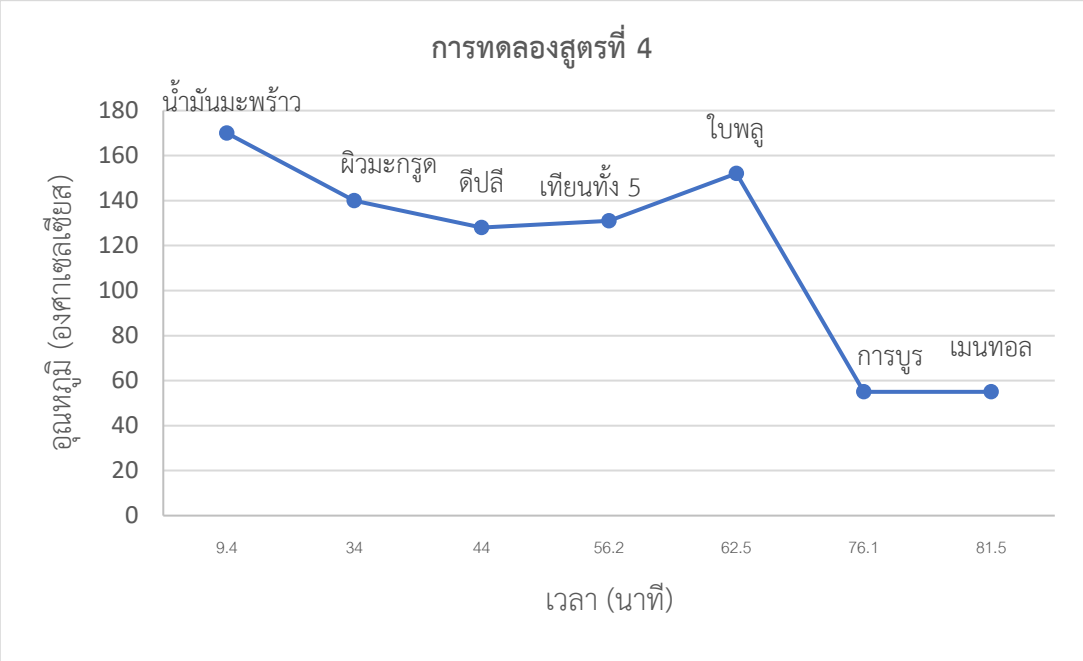
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 4 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม, การบูรปริมาณ 15 กรัม และเมนทอลปริมาณ 15 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.11 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	03.40	170
	ผิวมะกรูด	180	09.20	140
	ดีปลี	5.1	10.10	128
	เทียนทั้ง 5	3.8	11.50	130
	ใบพลู	60	13.50	155
	การบูร	15	17.11	58
	เมนทอล	15	18.37	52

จากการทดลองจากสูตรที่ 4 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุด

เดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 130 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 155 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส

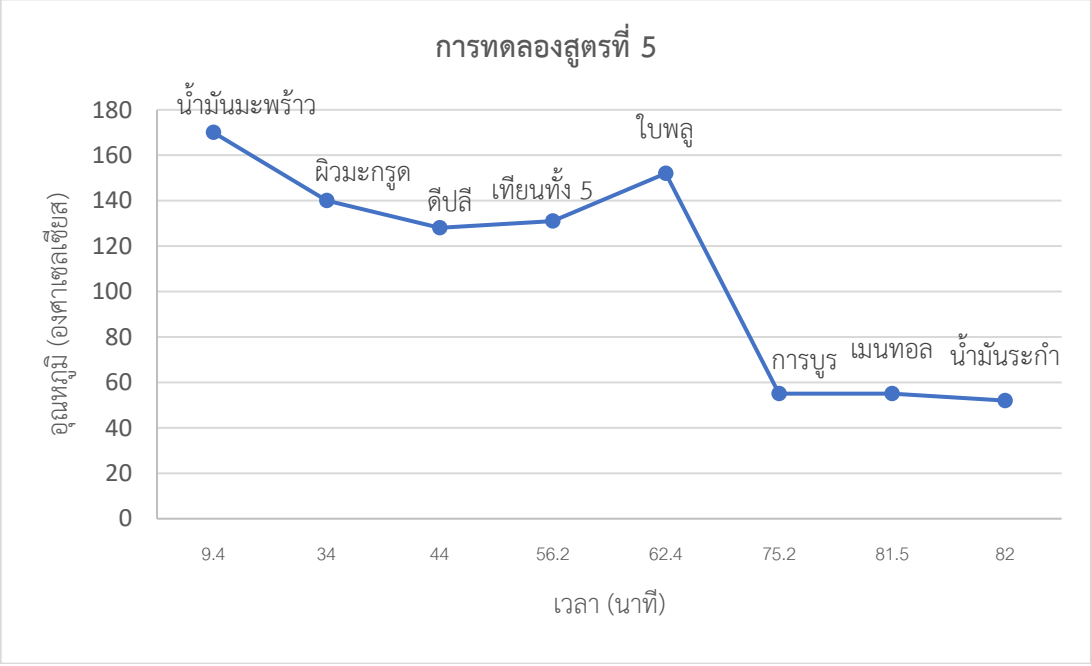
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 5 การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 1 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม, การบูรปริมาณ 15 กรัม ,เมนทอลปริมาณ 15 กรัมและน้ำมันระกำปริมาณ 125 มิลลิลิตร สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.12 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	03.40	170
	ผิวมะกรูด	180	09.20	140
	ดีปลี	5.1	10.10	128
	เทียนทั้ง 5	3.8	11.50	130
	ใบพลู	60	13.50	155
	การบูร	15	17.11	58
	เมนทอล	15	18.37	52
	น้ำมันระกำ	125 ml	19.00	50

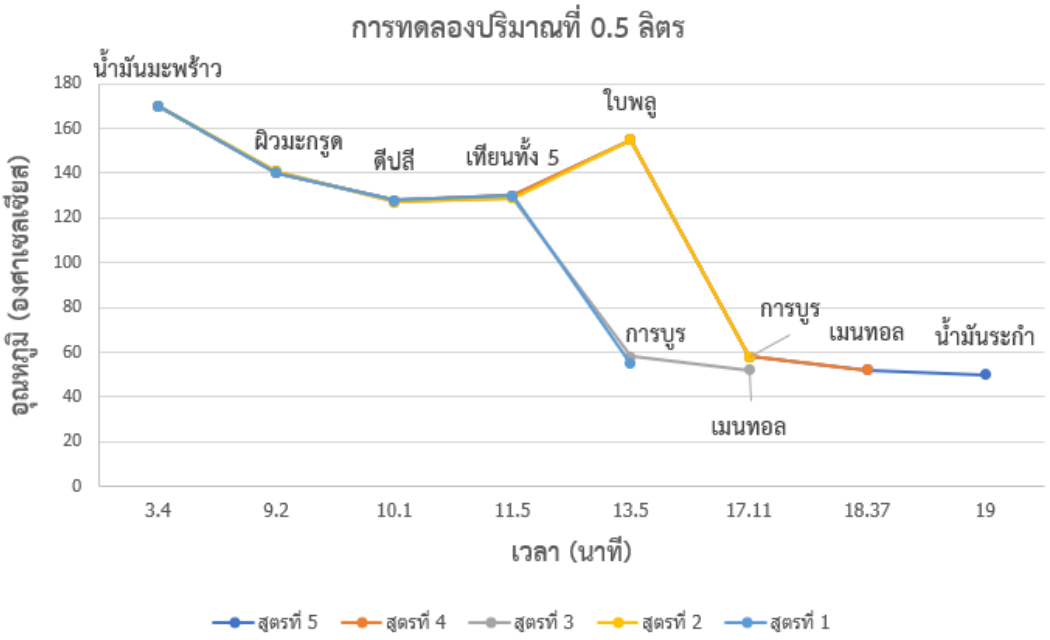
จากการทดลองจากสูตรที่ 5 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140

องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 130 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 13 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 155 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส มอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส ผู้ใช้งานใส่น้ำมันระกำลงในหม้อทอดจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 50 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.14 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร

จากการทดลองในปริมาณที่ 0.5 ลิตร เมื่อเปรียบเทียบการทดลองทั้ง 5 สูตร โดยใช้ระยะเวลาในการทอดที่เท่ากันพบว่า อุณหภูมิของทั้ง 5 สูตร มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ดังรูป 4.14

4.2.2 การทดลองที่ 2 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 1 ลิตร

จากการทดลองนี้จะทำการทดลองในปริมาณที่ 1 ลิตร โดยจะมีการเพิ่มวัตถุดิบในแต่ละสูตรที่แต่ต่างกันเช่น ใบพลู, เมนทอลและน้ำมันระกำ เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างเวลาและจุดเดือด(องศาเซลเซียล)ของแต่ละสูตร โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. การทดลองสูตรที่ 1 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5 และการบูร

2. การทดลองสูตรที่ 2 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลูและการบูร
3. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, การบูรและเมนทอล
4. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูรและเมนทอล
5. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูร, เมนทอลและน้ำมันระกำ
6. บันทึกผลการทดลองดังตารางที่ 4.13-4.17

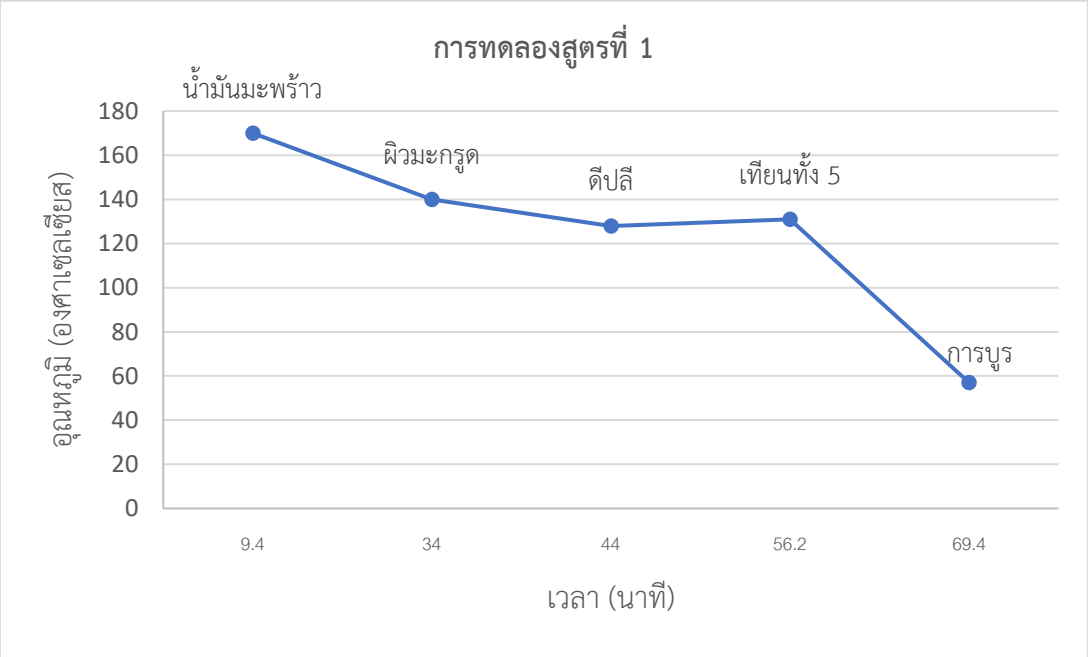
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 1 คือผิวมะกรูดปริมาณ 360 กรัม, ดีปลีปริมาณ 10.2 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนดำปริมาณ 37.5 กรัมและการบูรปริมาณ 30 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.15

รูปที่ 4.15 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.13 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 1 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	1000	06.40	170
	ผิวมะกรูด	360	19.20	141
	ดีปลี	10.2	24.00	127
	เทียนทั้ง 5	37.5	30.00	129
	การบูร	30	36.42	58

จากการทดลองจากสูตรที่ 1 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด

พบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส

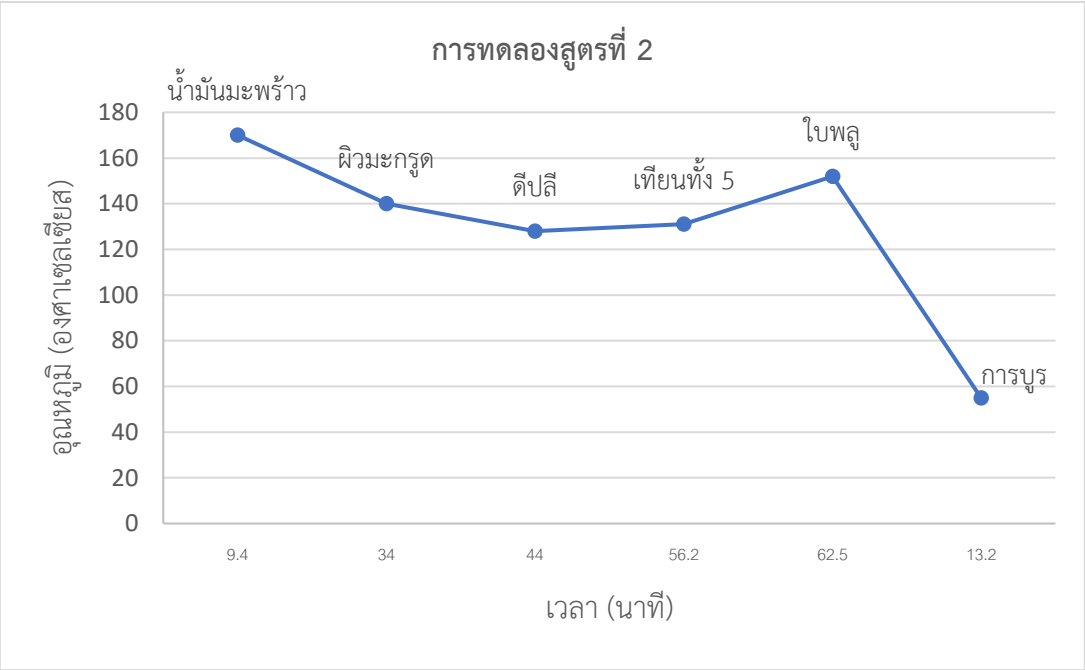
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 2 คือผิวมะกรูดปริมาณ 360 กรัม, ดีปลีปริมาณ 10.2 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนดำปริมาณ 37.5 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม และการบูรปริมาณ 30 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.14 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 1 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	1000	06.40	170
	ผิวมะกรูด	360	19.20	141
	ดีปลี	10.2	24.00	127
	เทียนทั้ง 5	37.5	30.00	129
	ใบพลู	60	34.00	155
	การบูร	30	40.42	58

จากการทดลองจากสูตรที่ 2 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด

พบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 155 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส

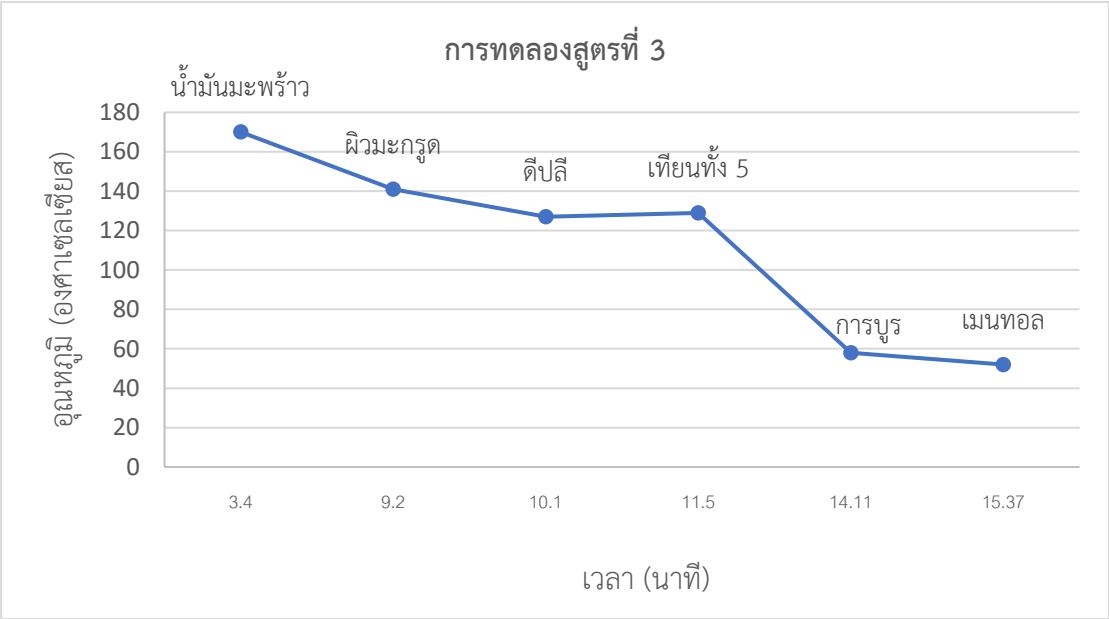
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 3 คือผิวมะกรูดปริมาณ 360 กรัม, ดีปลีปริมาณ 10.2 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนดำปริมาณ 37.5 กรัม การบูรปริมาณ 30 กรัม และเมนทอลปริมาณ 30 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.19 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.15 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 1 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	1000	06.40	170
	ผิวมะกรูด	360	19.20	141
	ดีปลี	10.2	24.00	127
	เทียนทั้ง 5	37.5	30.00	129
	การบูร	30	36.42	58
	เมนทอล	30	39.34	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 3 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด

พบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส

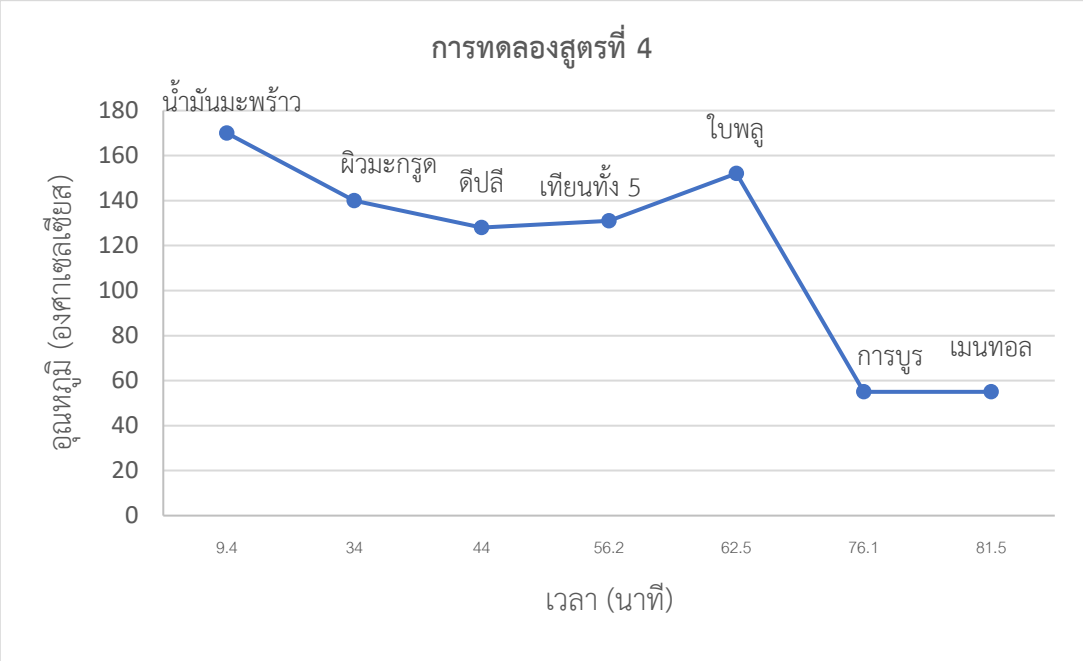
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 4 คือผิวมะกรูดปริมาณ 360 กรัม, ดีปลีปริมาณ 10.2 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนดำปริมาณ 37.5 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม การบูรปริมาณ 30 กรัมและเมนทอลปริมาณ 30 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.21 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.16 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 1 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	1000	06.40	170
	ผิวมะกรูด	360	19.20	141
	ดีปลี	10.2	24.00	127
	เทียนทั้ง 5	37.5	30.00	129
	ใบพลู	60	34.00	152
	การบูร	30	40.42	58
	เมนทอล	30	43.34	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 4 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลง

อยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด พบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 152 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส

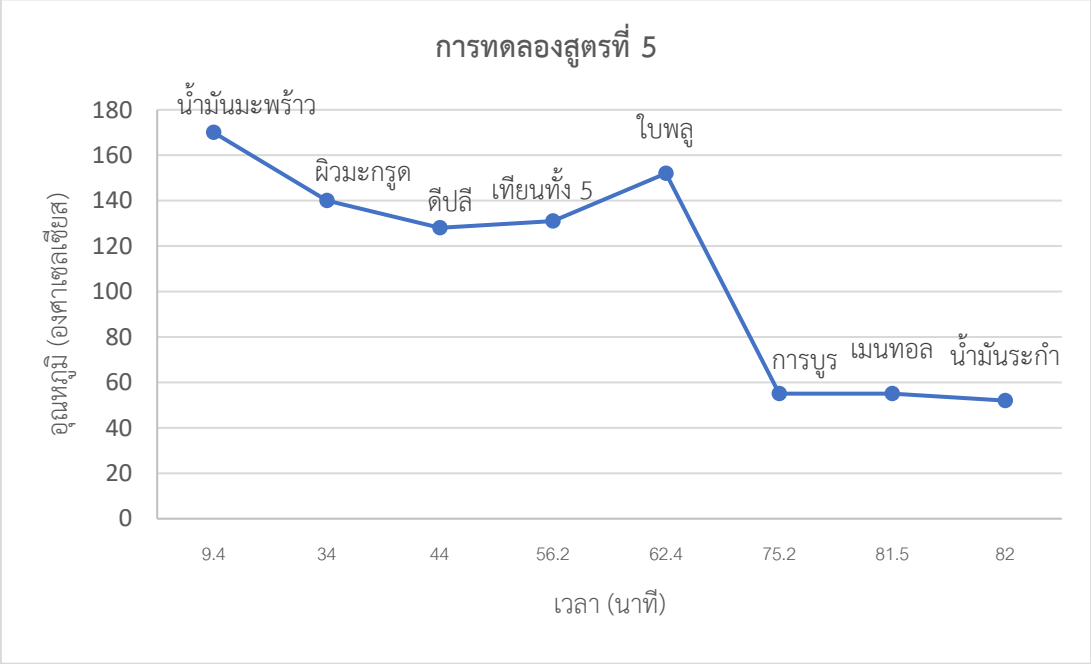
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 5 การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 1 คือผิวมะกรูดปริมาณ 360 กรัม, ดีปลีปริมาณ 10.2 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 37.5 กรัม, เทียนดำปริมาณ 37.5 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม, การบูรปริมาณ 30 กรัม และเมนทอลปริมาณ 30 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.23

รูปที่ 4.23 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.17 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 1 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	1000	06.40	170
	ผิวมะกรูด	360	19.20	141
	ดีปลี	10.2	24.00	127
	เทียนทั้ง 5	37.5	30.00	129
	ใบพลู	60	34.00	152
	การบูร	30	40.42	58
	เมนทอล	30	43.34	55
	น้ำมันระกำ	250 ml	44.34	52

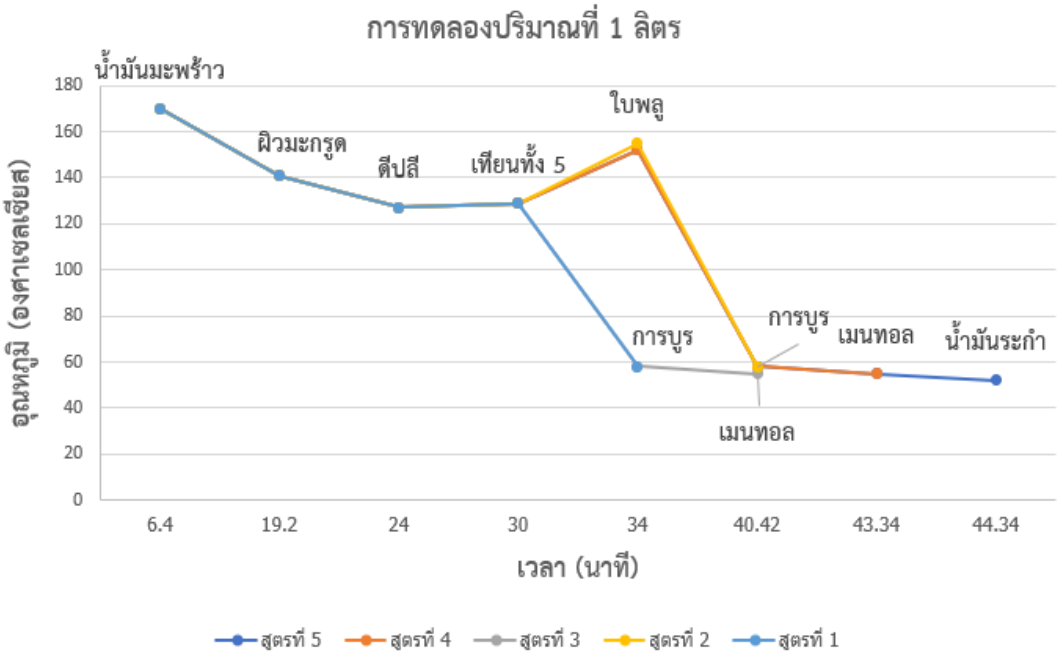
จากการทดลองจากสูตรที่ 5 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 19 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 141

องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 127 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 129 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 152 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 58 องศาเซลเซียส มอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส ผู้ใช้งานใส่น้ำมันระกำลงในหม้อทอดจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.25 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร

จากการทดลองใบปริมาณที่ 1 ลิตร เมื่อเปรียบเทียบการทดลองทั้ง 5 สูตร โดยใช้ระยะเวลาในการทอดที่เท่ากันพบว่า อุณหภูมิของทั้ง 5 สูตร มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ดังรูป 4.25

4.2.3 การทดลองที่ 3 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นในปริมาณที่ 2 ลิตร

จากการทดลองนี้จะทำการทดลองในปริมาณที่ 2 ลิตร โดยจะมีการเพิ่มวัตถุดิบในแต่ละสูตรที่แต่ต่างกันเช่น ใบพลู, เมนทอลและน้ำมันระกำ เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างเวลาและจุดเดือด(องศาเซลเซียล)ของแต่ละสูตร โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. การทดลองสูตรที่ 1 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5 และการบูร

2. การทดลองสูตรที่ 2 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลูและการบูร
3. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, การบูรและเมนทอล
4. การทดลองสูตรที่ 4 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูรและเมนทอล
5. การทดลองสูตรที่ 5 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, ใบพลู, การบูร, เมนทอลและน้ำมันระกำ
6. บันทึกผลการทดลองดังตารางที่ 4.18-4.22

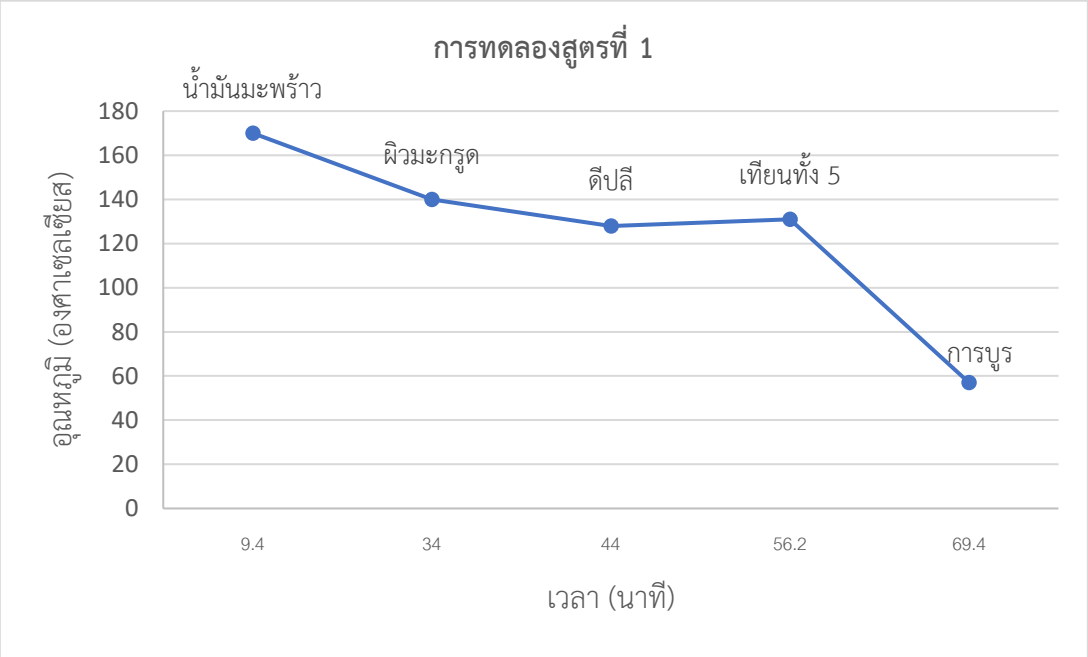
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 1 คือผิวมะกรูดปริมาณ 720 กรัม, ดีปลีปริมาณ 20.5 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 75 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 75 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 75 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 75 กรัม, เทียนดำปริมาณ 75 กรัมและการบูรปริมาณ 60 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.26

รูปที่ 4.26 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.18 ทดลองการทำงานสูตรที่ 1

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 2 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	2000	09.40	170
	ผิวมะกรูด	720	34.00	140
	ดีปลี	20.5	44.00	128
	เทียนทั้ง 5	75	56.20	131
	การบูร	60	69.40	57

จากการทดลองจากสูตรที่ 1 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 1

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 56 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อ

ทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 131 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 57 องศาเซลเซียส

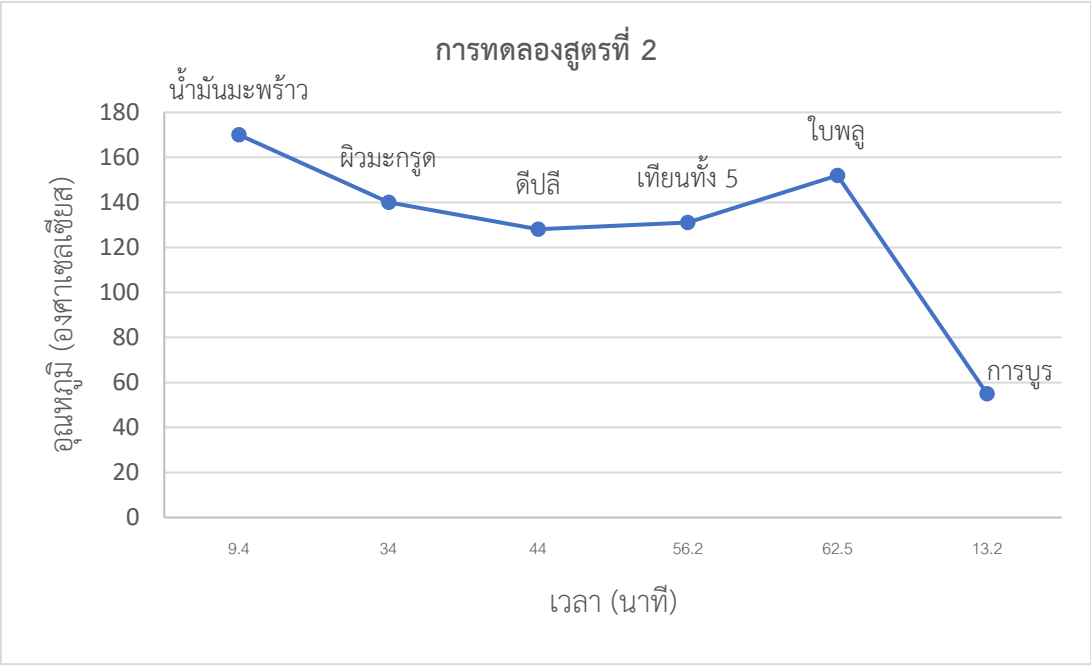
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 2 คือผิวมะกรูดปริมาณ 720 กรัม, ดีปลีปริมาณ 20.5 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 75 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 75 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 75 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 75 กรัม, เทียนดำปริมาณ 75 กรัม, ใบพลูปริมาณ 60 กรัม และการบูรปริมาณ 60 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.28

รูปที่ 4.28 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.19 ทดลองการทำงานสูตรที่ 2

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 2 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	2000	09.40	170
	ผิวมะกรูด	720	34.00	140
	ดีปลี	20.5	44.00	128
	เทียนทั้ง 5	75	56.20	131
	ใบพลู	60	62.50	152
	การบูร	60	13.20	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 2 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 2

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 56 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อ

ทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 131 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 62 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 152 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออก มอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส

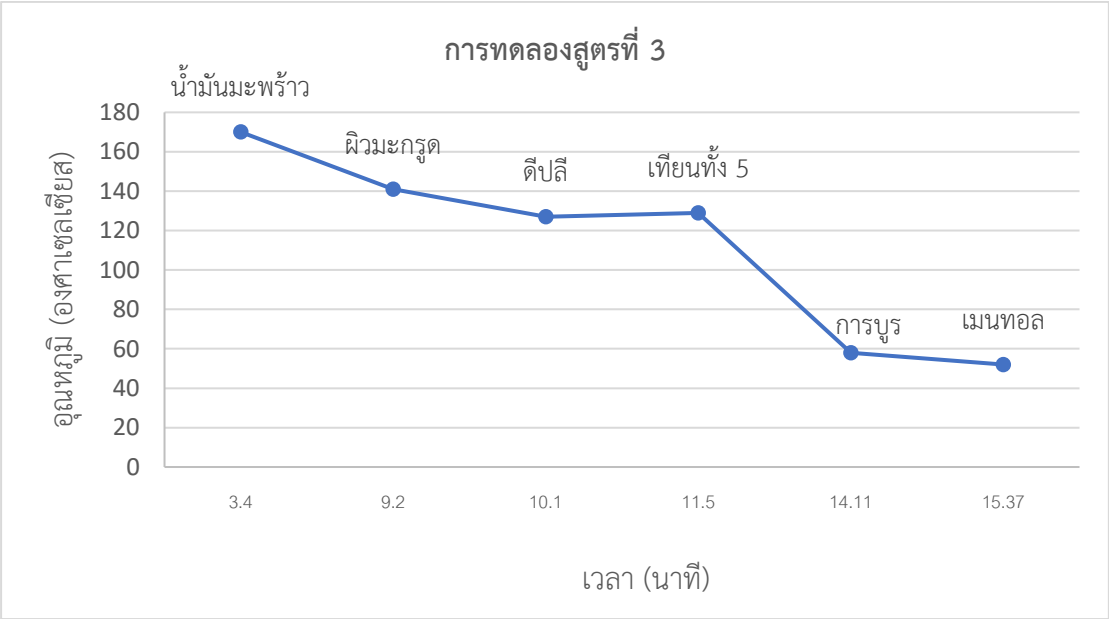
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 3 คือผิวมะกรูดปริมาณ 720 กรัม, ดีปลีปริมาณ 20.5 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 75 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 75 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 75 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 75 กรัม, เทียนดำปริมาณ 75 กรัม, การบูรปริมาณ 60 กรัมและเมนทอลปริมาณ 60 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.30

รูปที่ 4.30 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.20 ทดลองการทำงานสูตรที่ 3

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 2 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	2000	09.40	170
	ผิวมะกรูด	720	34.00	140
	ดีปลี	20.5	44.00	128
	เทียนทั้ง 5	75	56.20	131
	การบูร	60	69.40	55
	เมนทอล	60	75.20	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 3 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 56 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อ

ทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 131 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส

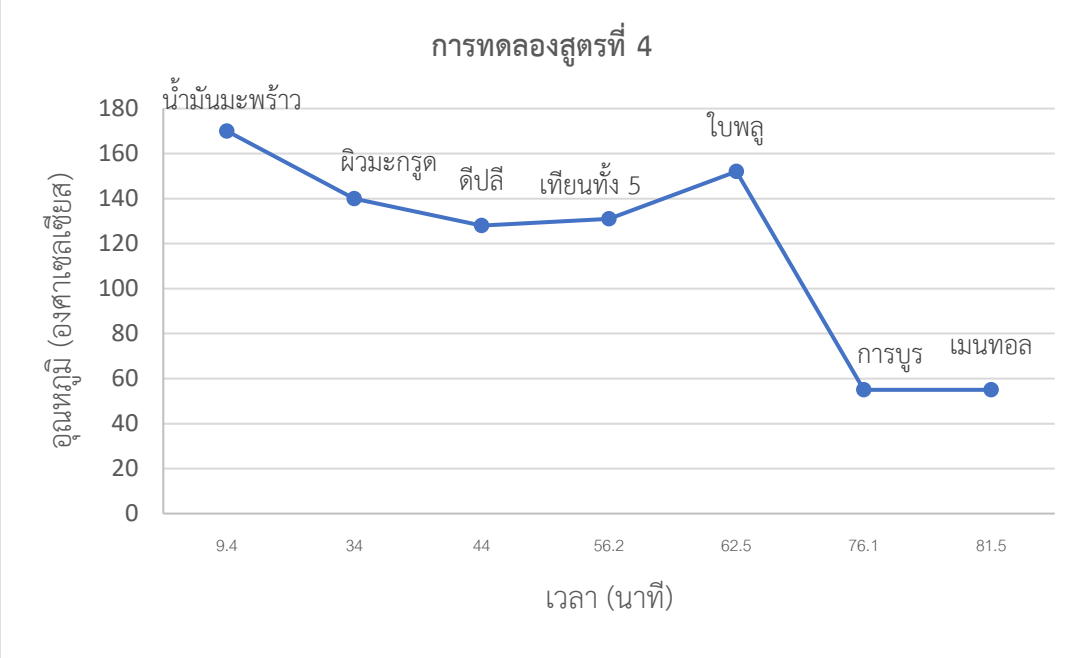
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 4 คือผิวมะกรูดปริมาณ 720 กรัม, ดีปลีปริมาณ 20.5 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 75 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 75 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 75 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 75 กรัม, เทียนดำปริมาณ 75 กรัม,ใบพลูปริมาณ 60 กรัม, การบูรปริมาณ 60 กรัมและเมนทอลปริมาณ 60 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.32

รูปที่ 4.32 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.21 ทดลองการทำงานสูตรที่ 4

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 2 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	2000	09.40	170
	ผิวมะกรูด	720	34.00	140
	ดีปลี	20.5	44.00	128
	เทียนทั้ง 5	75	56.20	131
	ใบพลู	60	62.50	152
	การบูร	60	76.10	55
	เมนทอล	60	81.50	55

จากการทดลองจากสูตรที่ 4 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 4

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศา

เซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 56 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 131 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 62 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 152 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออก มอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส

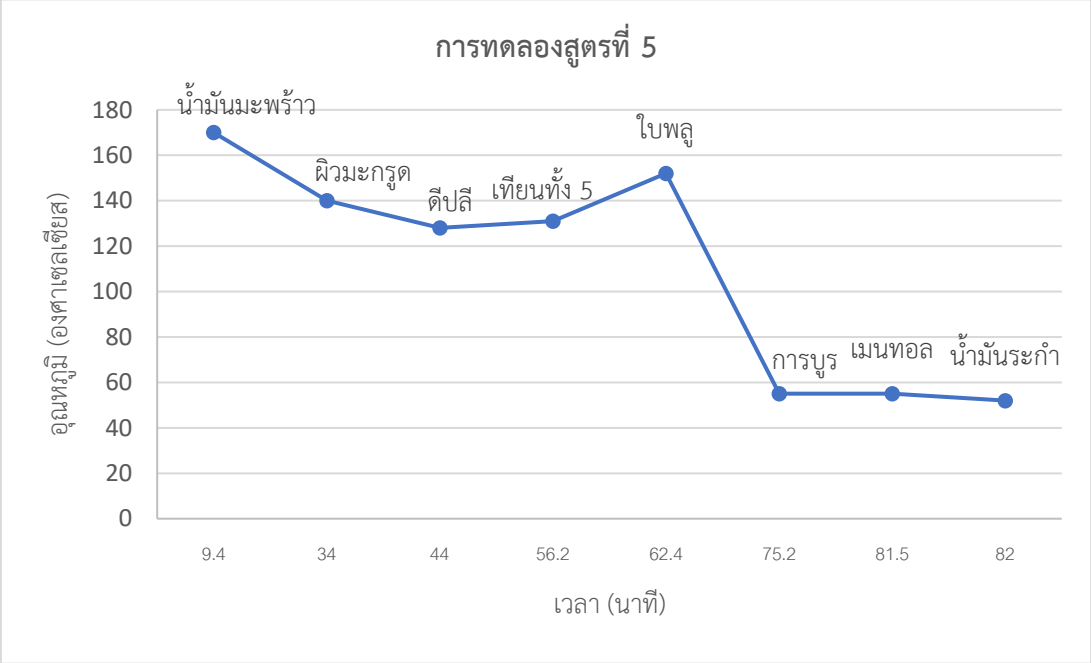
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 5 4 คือผิวมะกรูดปริมาณ 720 กรัม, ดีปลีปริมาณ 20.5 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 75 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 75 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 75 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 75 กรัม, เทียนดำปริมาณ 75 กรัม,ใบพลูปริมาณ 60 กรัม, การบูรปริมาณ 60 กรัม, เมนทอลปริมาณ 60 กรัมและน้ำมันระกำปริมาณ 500 มิลลิลิตร สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.34

รูปที่ 4.34 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.22 ทดลองการทำงานสูตรที่ 5

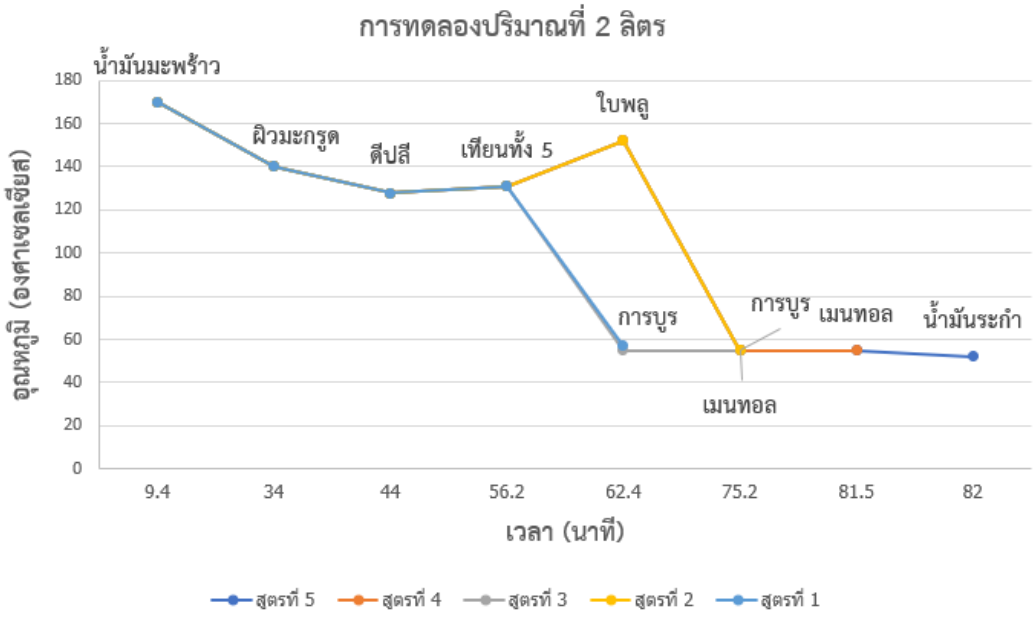
อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 256 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 2 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	2000	09.40	170
	ผิวมะกรูด	720	34.00	140
	ดีปลี	20.5	44.00	128
	เทียนทั้ง 5	75	56.20	131
	ใบพลู	60	62.40	152
	การบูร	60	75.20	55
	เมนทอล	60	81.50	55
	น้ำมันระกำ	500 ml	82.00	52

จากการทดลองจากสูตรที่ 5 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 5

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 170 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 34 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 44 นาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 56 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 131 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 62 นาที 40 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยใบพลูลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 152 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส มอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส ผู้ใช้งานใส่น้ำมันระกำลงในหม้อทอดจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.36 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองทั้ง 5 สูตร

จากการทดลองใบปริมาณที่ 2 ลิตร เมื่อเปรียบเทียบการทดลองทั้ง 5 สูตร โดยใช้ระยะเวลาในการทอดที่เท่ากันพบว่า อุณหภูมิของทั้ง 5 สูตร มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ดังรูป 4.36

4.2.4 การทดลองที่ 4 การทดลองผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นโดยการรักษาอุณหภูมิ

จากการทดลองนี้จะทำการทดลองในปริมาณที่ 0.5 ลิตร โดยการทดลองนี้จะทำการรักษาอุณหภูมิ ขณะทำการผลิตโดยทำการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 80 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพของสมุนไพรให้คงอยู่มากที่สุด โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. เลือกโหมดการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
2. เลือกปริมาณที่ต้องการผลิต 0.5 ลิตร
3. การทดลองสูตรที่ 3 จะประกอบไปด้วย น้ำมันมะพร้าว, ผิวมะกรูด, ดีปลี, เทียนทั้ง 5, การบูรและเมนทอล
4. กดเริ่มการทำงาน
5. บันทึกผลดังตารางที่ 4.23

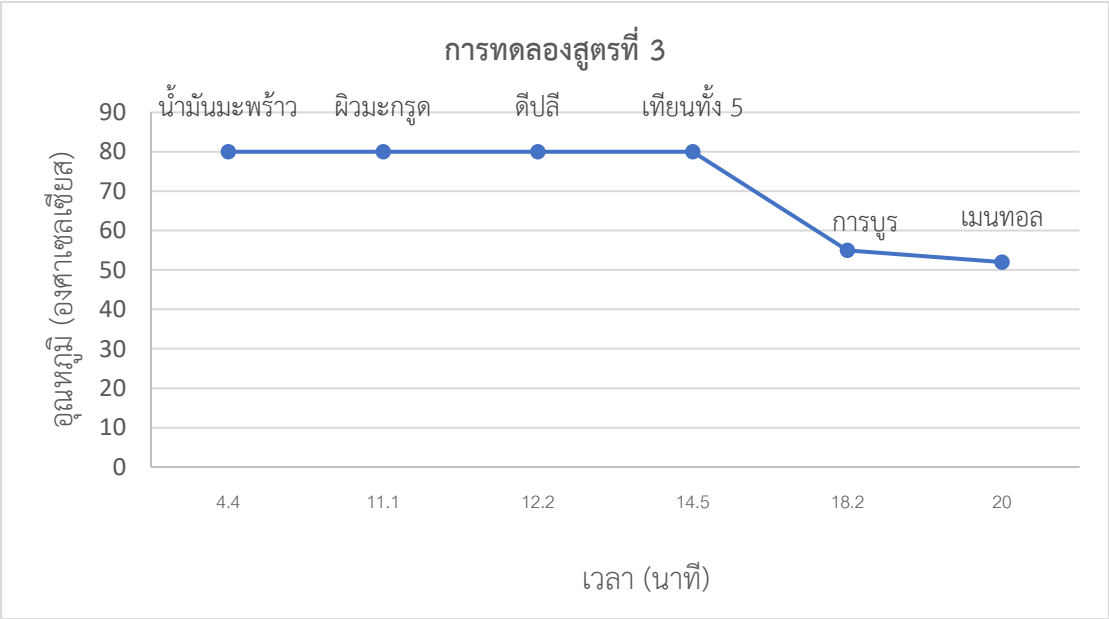
การเตรียมวัตถุดิบในการทดลองของสูตรที่ 3 คือผิวมะกรูดปริมาณ 180 กรัม, ดีปลีปริมาณ 5.1 กรัม, เทียนขาวปริมาณ 19 กรัม, เทียนตาตั๊กแตนปริมาณ 19 กรัม, เทียนข้าวเปลือกปริมาณ 19 กรัม, เทียนแดงปริมาณ 19 กรัม, เทียนดำปริมาณ 19 กรัม, การบูรปริมาณ 15 กรัม และเมนทอลปริมาณ 15 กรัม สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.37

รูปที่ 4.37 แสดงวัตถุที่เตรียมแต่ละชนิดลงในช่องปล่อยวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.23 ทดลองการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

อุณหภูมิคงที่ได้จากเตาไฟฟ้าคงที่อยู่ที่ 96 องศา				
	ชนิดของสาร	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	จุดเดือดหลังใส่สาร (องศาเซลเซียส)
ปริมาณน้ำมันที่ 0.5 ลิตร	น้ำมันมะพร้าว	500	04.40	80
	ผิวมะกรูด	180	11.10	80
	ดีปลี	5.1	12.20	80
	เทียนทั้ง 5	3.8	14.50	80
	การบูร	15	18.20	55
	เมนทอล	15	20.00	52

จากการทดลองจากสูตรที่ 3 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบกับระยะเวลาได้ตามกราฟจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.38 โดยจะมีการรักษาอุณหภูมิให้อยู่คงที่ที่ 80 องศา

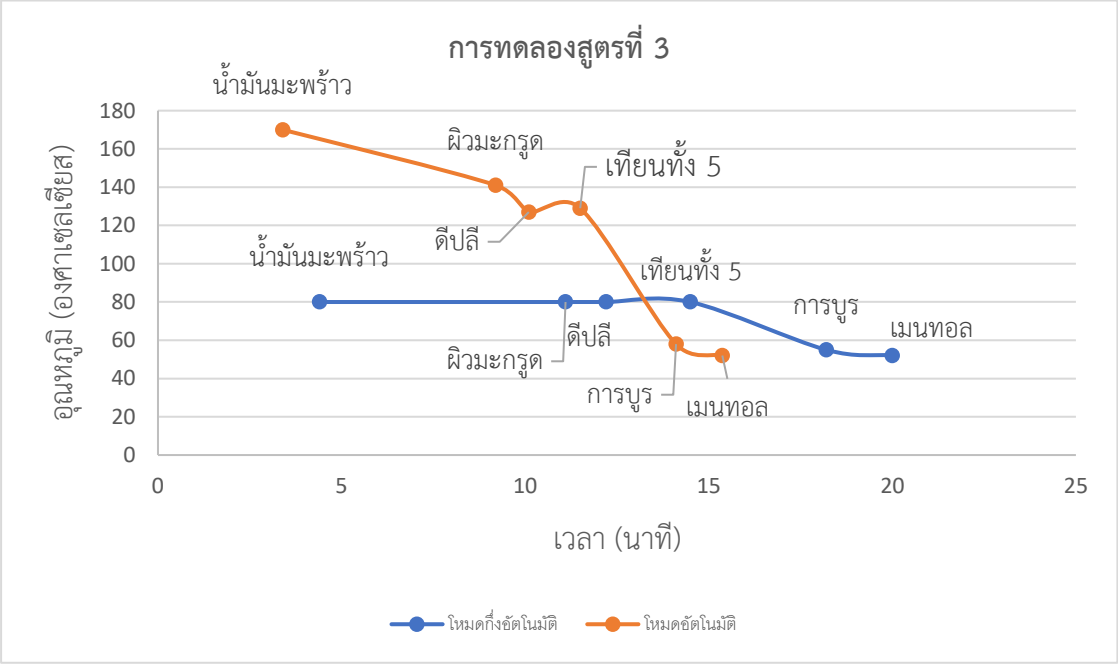


รูปที่ 4.38 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียสและเมื่อเวลาผ่านไป 11 นาที 10 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยผิวมะกรูดลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดคงที่อยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12 นาที 20 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยดีปลีลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดคงที่อยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 14 นาที 50 วินาที มอเตอร์ทำการปล่อยเทียนทั้ง 5 ลง

ในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดคงที่อยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส หลังจากตักกากออกมอเตอร์ทำการใส่การบูรลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียสและมอเตอร์ทำการใส่เมนทอลลงในหม้อทอดพบว่าจุดเดือดลดลงอยู่ที่ 52 องศาเซลเซียส

เมื่อทำการทดลองที่ 4 เสร็จแล้วนำการทดลองโหมดอัตโนมัติในปริมาณที่ 0.5 ลิตรในสูตรที่ 3 มาทำการเปรียบเทียบ แสดงให้เห็นดังกราฟรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.39 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและอุณหภูมิจากการทดลองในสูตรที่ 3

จากรูปที่ 4.39 จะสังเกตุได้ว่าเมื่ออุณหภูมิต่างกันระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตก็แตกต่างกันไปด้วย ทำให้การผลิตในแบบกึ่งอัตโนมัติที่รักษาอุณหภูมิให้คงที่ 80 องศาเซลเซียสนั้น มีรักษาเวลานานกว่าแบบอัตโนมัติ ถึง 4.23 นาที ซึ่งสิ่งที่แตกต่างกันทางกายภาพอีกอย่างคือจะมีกลิ่นที่สดชื่นและสีของน้ำมันที่ใสกว่าการทำแบบอัตโนมัติ โดยการทำแบบรักษาอุณหภูมินั้นจะช่วยให้สารสำคัญต่างๆ ภายในสมุนไพรไม่จางหายมากจนเกินไป

จากการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงลักษณะในการทอดได้ดังรูปที่ 4.40-4.45

รูปที่ 4.40 แสดงการใส่ผิวมะกรูดลงในหม้อทอด

รูปที่ 4.41 แสดงการใส่ดีปลีลงในหม้อทอด

รูปที่ 4.42 แสดงการใส่เทียนทั้ง 5 ลงในหม้อทอด

รูปที่ 4.43 แสดงการตักกากออกจากหม้อทอด

(ก) (ข)

รูปที่ 4.44 ขั้นตอนการผลิตน้ำมันนวด
(ก) แสดงการใส่การบูรลงในหม้อทอด
(ข) แสดงการใส่เมนทอลลงในหม้อทอด

รูปที่ 4.45 กากของสมุนไพรที่ได้จากการทอด

4.3 การทดลองที่ 1 ทดสอบการบรรจุน้ำมันลงขวด

การทดสอบนี้เพื่อที่จะทำการบันทึกว่าในการผลิตน้ำมันนวดแต่ละครั้ง ที่ใช้ปริมาณ 0.5 ลิตร 1 ลิตร และ 2 ลิตร สามารถบรรจุในขวดขนาด 5 มิลลิลิตร, 24 มิลลิลิตรและ 90 มิลลิลิตรได้จำนวนมากสุดกี่ขวด โดยมีเงื่อนไขของการทดลองดังต่อไปนี้

1. เลือกโหมดการบรรจุ
2. เลือกขนาดขวดที่จะบรรจุ
3. บันทึกผลการทดลองดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ทดลองการบรรจุน้ำมัน

ปริมาณของขวด	ปริมาณในการผลิต		
	500 มิลลิลิตร	1 ลิตร	2 ลิตร
5 มิลลิลิตร	98 ขวด	198 ขวด	398 ขวด
24 มิลลิลิตร	20 ขวด	41 ขวด	83 ขวด
90 มิลลิลิตร	5 ขวด	11 ขวด	22 ขวด

จากการทดลองพบว่าในการบรรจุแต่ละครั้งจะมีน้ำมันที่ศูนย์เสียไปจากปริมาณเดิม เนื่องจากการระเหยของน้ำมันขณะทำการทอดและการที่น้ำมันติดกากสมุนไพรหลังการตักกาก

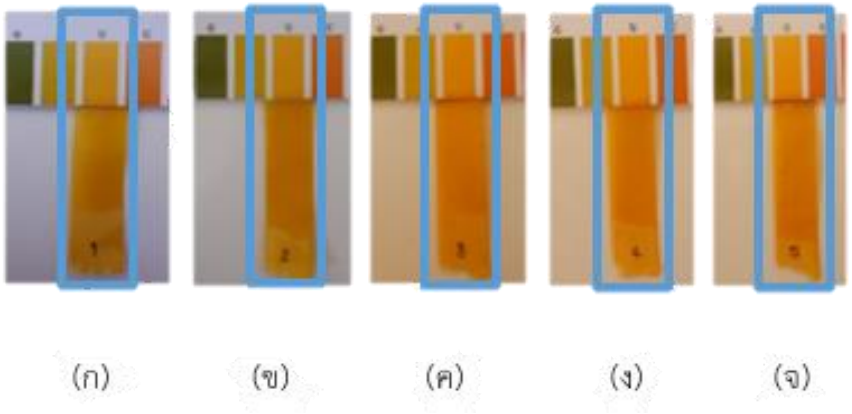
4.4 การทดลองที่ 1 การทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส

การทดสอบน้ำมันนวดสปาหรือน้ำมันนวดคลายเส้น จึงต้องตรวจค่าความเป็นกรด-เบสให้อยู่ระหว่างพีเอช 5 ถึง พีเอช 8 ตามมาตรฐานมอก.S ทำการทดสอบโดยการนำกระดาษลิตมัสมาจุ่มลงในน้ำมันนวดคลายเส้น จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของการทดลองได้ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ทดลองการการเป็นกรด-ด่าง(พีเอช)

ขนิดสูตร	กรด-ด่าง
1	PH-5
2	PH-5
3	PH-5
4	PH-5
5	PH-5
อุณหภูมิคงที่ 80 องศาเซลเซียส	
3	PH-5

จากการทดลองในการตรวจค่าความเป็นกรด-เบสของระบบอัตโนมัติพบว่าค่าความเป็นกรด-เบสที่ตรวจพบอยู่ที่พีเอช 5 แปลว่าค่าที่ได้จากการทดลองอยู่ในสภาวะเป็นกลาง ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.45 - 4.47



รูปที่ 4.45 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส

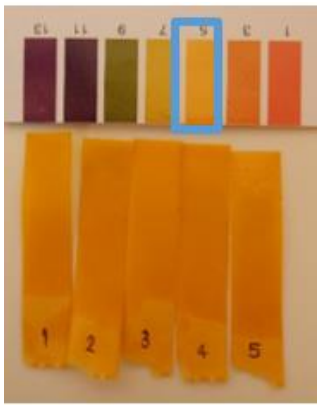
(ก) การทดลองความเป็นกรด-เบส จากสูตรที่ 1 ได้ค่า พีเอส 5

(ข) การทดลองความเป็นกรด-เบส จากสูตรที่ 2 ได้ค่า พีเอส 5

(ค) การทดลองความเป็นกรด-เบส จากสูตรที่ 3 ได้ค่า พีเอส 5

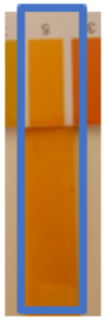
(ง) การทดลองความเป็นกรด-เบส จากสูตรที่ 4 ได้ค่า พีเอส 5

(จ) การทดลองความเป็นกรด-เบส จากสูตรที่ 5 ได้ค่า พีเอส 5



รูปที่ 4.46 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส(ต่อ)

จากการทดลองในการตรวจค่าความเป็นกรด-เบสของระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยการรักษาอุณหภูมิให้คงที่อยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความเป็นกรด-เบสที่ตรวจพบอยู่ที่พีเอช 5 แปลว่าค่าที่ได้จากการทดลองอยู่ในสภาวะเป็นกลาง ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.47 ผลการทดลองความเป็นกรด-เบส

จากการทดลองข้างต้นพบว่าค่าพีเอชที่ตรวจได้อยู่ที่ค่าพีเอช 5 ตามมาตราฐานมอก. S

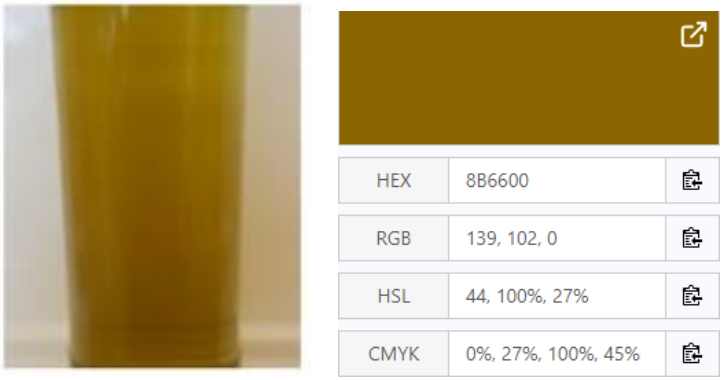
4.5 การทดสอบที่ 1 การทดสอบการเปลี่ยนสี,กลิ่น

ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีแลกลิ่นของน้ำมันนวดคลายเส้น จะมีการสังเกตุการณ์เปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นได้โดยการนำน้ำมันนวดคลายเส้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากผ่านขบวนการผลิตจากเครื่องผลิตเป็นเวลา 1 อาทิตย์ อ้างอิงการเปรียบเทียบสีจากเว็บไซต์ https://image-color.com/ ทำการบันทึกผลค่าความเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ผลการทดลองการเปรียบเทียบสีน้ำมันนวดคลายเส้น

สูตรที่	ผลการทดลองทางกายภาพ	
	สี	กลิ่น
1	86B6600	ปกติ
2	927710	ปกติ
3	886501	ปกติ
4	956B12	ปกติ
5	855900	ปกติ
ผลการทดลองโหมดกึ่งอัตโนมัติอุณหภูมิคงที่ 80 องศา		
3	87721E	ปกติ

จากการทดลองของสูตรที่ 1 จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 86B6600 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.48



(ก) (ข)

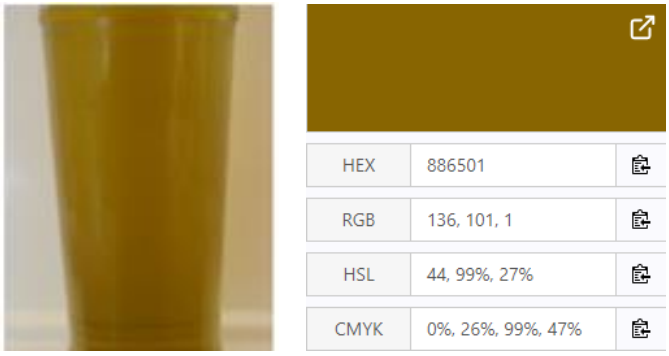
รูปที่ 4.48 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 1
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรที่ 1
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

จากการทดลองของสูตรที่ 2 จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 927710 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.49

(ก) (ข)

รูปที่ 4.49 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 2
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรที่ 2
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

จากการทดลองของสูตรที่ 3 จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 886501 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.50



(ก) (ข)

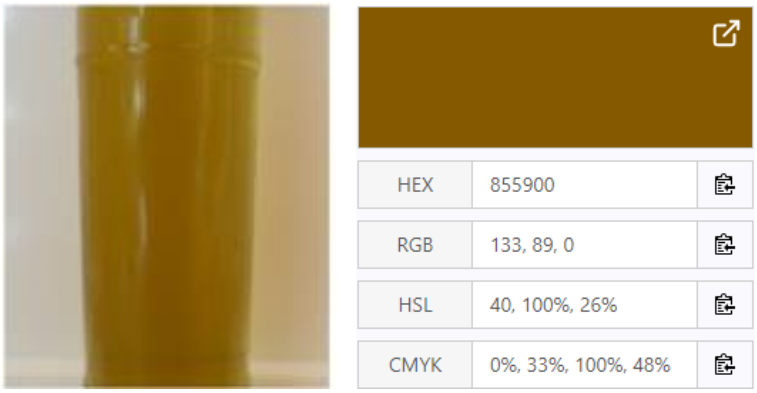
รูปที่ 4.50 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 3
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรที่ 3
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

จากการทดลองของสูตรที่ 4 จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 956B12 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.51

(ก) (ข)

รูปที่ 4.51 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 4
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรที่ 4
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

จากการทดลองของสูตรที่ 5 จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 855900 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.52



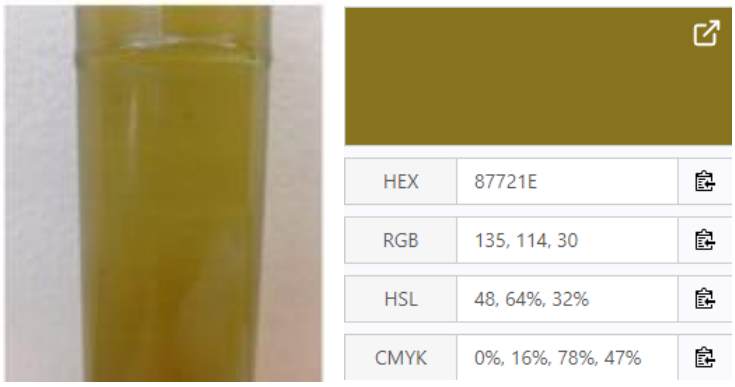
(ก) (ข)

รูปที่ 4.52 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของสูตรที่ 5
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรที่ 5
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

เมื่อนำขวดที่ทำการบรรจุน้ำมันทั้ง 5 สูตร มาเรียงไว้ใกล้กันเพื่อเปรียบความแตกต่างของสี จะสังเกตุความแตกต่างของสีได้อย่างชัดเจน ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.53

รูปที่ 4.53 ผลการทดลองเปรียบเทียบสีของทุกสูตร

จากการทดลองในโหมดกึ่งอัตโนมัติ จะสังเกตได้ว่าค่าของสีที่ตรวจได้คือ รหัสสี 87721E แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.54



(ก) (ข)

รูปที่ 4.54 ผลการทดลองโหมดกึ่งอัตโนมัติอุณหภูมิคงที่ 80 องศาเซลเซียส
(ก) จากรูปแสดงสีในขวดที่บรรจุจากสูตรรักษาอุณหภูมิ
(ข) จากรูปแสดงค่ารหัสสีที่ได้จากการตรวจหาค่าสี

เมื่อน้ำมันนวดคลายเส้นติดฉลากบนผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.55

รูปที่ 4.55 ผลิตภัณฑ์น้ำมันนวดคลายเส้น

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติที่ออกแบบสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ การเลือกอุปกรณ์อย่างละเอียดและเหมาะสมกับชิ้นงานส่งผลให้ตัวชิ้นงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถึงอย่างไรก็ตามการทำงานของเซนเซอร์ต่างๆ ก็มีโอกาสทำงานผิดพลาดได้ ทั้งนี้เนื่องจากเซนเซอร์ที่เลือกใช้เป็นเซนเซอร์สำหรับการตรวจจับการสะท้อนของแสง ซึ่งได้นำไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้ในการอ่านค่าสีเพื่อใช้ในการคัดแยกสีของขวดที่มีน้ำมันนวดคลายเส้นและนำโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์การตรวจจับว่ามีขวดหรือไม่ จึงทำให้ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เซนเซอร์มีโอกาสทำงานผิดพลาดคือแสงจากสภาวะแวดล้อมที่มีความยาวคลื่นใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของเซนเซอร์ตกกระทบลงบนขวดที่ต้องการจะคัดแยกโดยรวมแล้วเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติสามารถทำได้ตามขอบเขตทุกข้อ

จากการทดลองการทำน้ำมันนวดคลายเส้นพบว่าตัวแปรหลักคือเวลาและอุณหภูมิเมื่อให้อุณหภูมิที่เท่ากัน แต่เวลาในการทอดแต่ละวัตถุดิบก็จะต่างกัน จากการทดลองสูตรทั้ง 5 สูตรมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ที่ พีเอช(PH) 5 ตามมาตรฐานมอก.S การทดลองค่าความเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 อาทิตย์ทั้ง 5 สูตร มีกลิ่นที่ปกติ โดยสูตรที่ 1 จะมีกลิ่นหอมอ่อนๆแต่จะไม่รู้สึกร้อน, สูตรที่ 2 มีความหอมเพิ่มขึ้นมาจากสูตรแรกเนื่องจากใส่ใบพลู, สูตรที่ 3 จะมีกลิ่นที่หอมและรู้สึกถึงความเย็นที่ได้จากเมนทอล, สูตรที่ 4 จะมีกลิ่นของใบพลูและได้ความเย็นจากเมนทอล และสูตรที่ 5 จะรู้สึกร้อนๆ เย็นๆที่ได้มากจากน้ำมันระกำ มีกลิ่นที่หอมค่อนข้างฉุน สูตรที่พึ่งพอใจสำหรับผู้จัดทำคือสูตรที่ 3 เนื่องจากมีกลิ่นที่หอมและความเย็นที่ได้จากเมนทอลและการบูร และเมื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดประกอบรวมกันเครื่องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อทดลองผลิตน้ำมันแบบโหมดกึ่งอัตโนมัติ (รักษาอุณหภูมิคงที่ 80 องศาเซลเซียส) ที่ปริมาณ 0.5 ลิตร สูตรที่ 3 พบว่าระยะเวลาในการผลิตน้ำมันจะนานกว่าการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติ ประมาณ 4.23 นาที

5.1.1 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ

การทดลองการจ่ายแรงดันจากผลการทดลองตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่าวงจรภาคจ่ายไฟที่ใช้ ทำงานได้อย่างถูกต้อง เมื่อต่อใช้งานจริงวงจรภาคจ่ายไฟทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 สรุปผลการทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์

การทดลองการทำงานของดีซีมอเตอร์ จากผลการทดลองตารางที่ 4.2 สรุปได้ว่าการทำงานของพีแอลซีที่ควบคุมมอเตอร์ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำโดยการทดลองให้มอเตอร์หยุดการทำงาน ทำได้โดยการหน่วงเวลาในตัวโปรแกรมพีแอลซีและทุกครั้งที่มอเตอร์หยุดการทำงานวัตถุแต่ละชนิดหยุดตรงตำแหน่งเซนเซอร์เสมอ ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

5.1.3 สรุปผลการทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของปั้มน้ำมัน

การทดลองการทำงานของปั้มสูบน้ำมัน จากผลการทดลองตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่าการทำงานของพีแอลซีที่ควบคุมมอเตอร์ปั้มสูบน้ำมัน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำโดยการทดลองให้มอเตอร์ปั้มสูบน้ำมันหยุดการทำงาน ทำได้โดยการใช้ไฟเบอร์ออปติกตัดการทำงานของปั้มสูบน้ำมันในตัวโปรแกรมพีแอลซีและทุกครั้งที่มอเตอร์ปั้มสูบน้ำมันหยุดการทำงานปริมาณของตำแหน่งของน้ำมันเมื่อถึงระดับที่ต้องการได้เสมอ ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

5.1.4 สรุปผลการทดลองที่ 4 การทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์

การทดลองการทำงานของโฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ สรุปผลการทดลองตารางที่ 4.4 ได้ดังนี้ การทดลองเพื่อตัวจับวัตถุทั้งหมด 8 ครั้ง เซนเซอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เซนเซอร์ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.5 สรุปผลการทดลองที่ 5 การทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์

การทดลองการทำงานของไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ สรุปผลการทดลองตารางที่ 4.5 ได้ดังนี้ การทดลองเพื่อตัวจับขวดแก้วที่วางไว้มี 3 ปริมาตร คือ 5 มิลลิลิตร 24 มิลลิลิตรและ 90 มิลลิลิตร จำนวน 8 ครั้ง ต่อขนาดขวด เซนเซอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เซนเซอร์ทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 6 การทดลองของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า

การทดลองการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้า สรุปผลจากตารางที่ 4.6 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าควบคุมโดยพีแอลซีนั้น เตาแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.7 สรุปผลการทดลองที่ 7 การทดลองของเทอร์โมคัปเปิล

การทดลองการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล สรุปผลจากตารางที่ 4.7 ได้ดังนี้ การทดลองการทำงานของเทอร์โมคัปเปิลควบคุมโดยพีแอลซีนั้น เทอร์โมคัปเปิลสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.8 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส

การทดลองการตรวจค่าความเป็นกรด-เบสจากกระดาษลิตมัส พบว่าค่าทั้ง 5 สูตร มีค่าอยู่ที่พีเอช (PH) 5 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานมอก.S กำหนดไว้ว่าน้ำมันนวดหรือน้ำมันสปาต้องมีค่าพีเอชอยู่ที่ 5 – 8 เท่านั้น ดังแสดงผลในตารางที่ 4.24 และ 4.25 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.22-4.24

5.1.9 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดสอบการเปลี่ยนสี,กลิ่น

การทดลองพบว่าสีของทั้ง 5 สูตร มีสีที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยแสดงรหัสสี HEX และ RGB ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 4.26และ4.27 และสังเกตจากรูปที่ 4.25-4.31

5.1.10 สรุปผลการทดลองสูตร

การทดลองพบว่าสูตรที่ผู้ศึกษาได้ทดลองและชอบมากที่สุดคือสูตรที่ 3 เพราะมีกลิ่นที่หอมและมีความร้อนที่มากกว่าสูตรอื่นๆที่ได้ทำการทดลอง

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองนั้น เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ จากที่ได้ทำการตรวจเช็คการทำงานของเซนเซอร์ต่างๆร่วมกับการทำงานโดยการเขียนพีแอลซี มอเตอร์และเซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.เลือกใช้เซนเซอร์ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน

2.โปรแกรมควรจะปรับปรุงให้มีความหลากหลาย

3.โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำมันนวด ควรออกแบบให้ตรงตามหลักการพื้นฐานความปลอดภัยในโรงงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] พิศนุรัตน์ ขจร, **ตีแตก PLC Mitsubishi**, พิมพ์ครั้งที่ 1, สมุทรปราการ, ไทยซัพพอร์ท โซลูชั่น จำกัด, 2560.

[2] “**โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2htm
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[3] “**มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.crengineer.com/images/pulldown.htm
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[4] “**จอสัมผัส**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://il.mahidol.ac.th/e-media/computer/system/touchscreen.htm
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[5] “**อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminum profile)**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://tonanasia.com/aluminium-profile.php
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[6] “**โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.amda.co.th/2011/technical-skill/มารู้จักพร็อกซิมิตี้
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[7] “**ไฟเบอร์ออบติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor)**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.riko.in.th/index.php?option=com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[8] “**เซนเซอร์แบบลอจิก**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.stepyourway.com/2018/03/08/ตอนที่-4-เซนเซอร์แบบลอจิก
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[9] “**รีเลย์ (Relay)**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[10] “**โซลินอยด์วาล์ว**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[11] “**ดีปลี**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[12] “**เทียนขาว**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[13] “**เทียนตาตั๊กแตน**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[14] “**เทียนแดง**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[15] “**เทียนดำ**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[16] “**เทียนข้าวเปลือก**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[17] “**การบูร**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[18] “**ผิวมะกรูด**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[19] “**ขวดแก้ว**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[20] “**เทอร์โมคัปเปิล**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563
[21] “**เตาแม่เหล็กไฟฟ้า**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.factomart.com/th/factomartblog
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มิถุนายน 2563

[22] “**เมนทอล**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.herbadyne.com/th/blog/11129/blog-11129
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[23] “**ใบพลู**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.disthai.com/17039281/%E0%B8%9E%E0%B8%A5%
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[24] “**น้ำมันระกำ**” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา https://www.disthai.com/16895518/%E0%B8%99%E0%B9%89%)
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[25] “**เทียนขาว**” (หนังสือ)
แหล่งที่มา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. ประมวลผลงานวิจัยด้านพิษวิทยา ของ สถาบันวิจัยสมุนไพร เล่ม 21
ข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[26] “**เทียนข้าวเปลือก**” (หนังสือ)
แหล่งที่มา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. ประมวลผลงานวิจัยด้านพิษวิทยา ของ สถาบันวิจัยสมุนไพร เล่ม 2
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[27] “**ผิวมะกรูด**” (หนังสือ)
แหล่งที่มา นิจศิริ เรืองรังษี, ธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547. สมุนไพรไทย เล่ม 1
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[28] “**ตำรายา**” (หนังสือ)
แหล่งที่มา วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

[29] “**เทียนแดง**” (หนังสือ)
แหล่งที่มา สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. ประมวลผลงานวิจัยด้านพิษวิทยาของสถาบันวิจัยสมุนไพร เล่ม 1
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 เมษายน 2564

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานเครื่อง

คู่มือการใช้งานเครื่องปลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้นกึ่งอัตโนมัติ

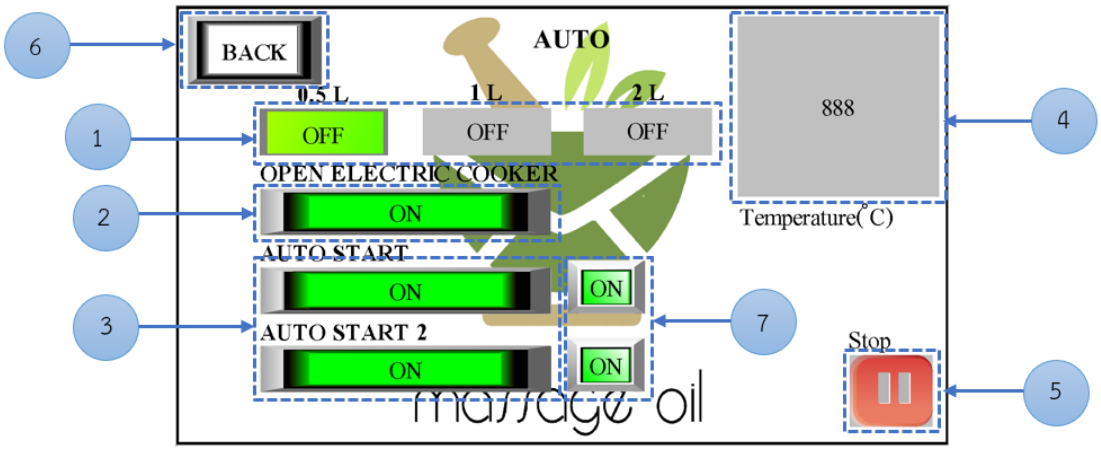
1.เปิดสวิตซ์ ON ณ.ตู้คอนโทรล

รูปที่ 1 สวิตซ์เปิดเครื่อง

2.กดปุ่มโหมดที่ต้องการทำงาน

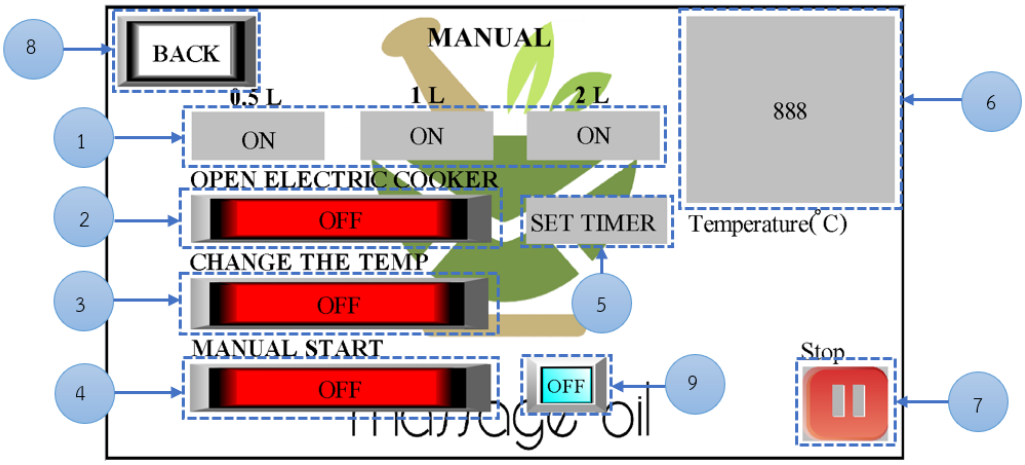
รูปที่ 2 หน้าจอหลัก

3.กดปุ่มการทำงานโหมด AUTO กดปุ่มเลือกปริมาณในการผลิตช่องที่ 1 ,กดปุ่มเปิดการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าในช่องที่ 2 ,กดปุ่มการทำงานในช่องที่ 3 จะแสดงไฟสถานะการทำงานในช่องที่ 7 ,ในช่องที่ 4 จะแสดงอุณหภูมิขนาดทำงาน,กดปุ่มในช่องที่ 5 เพื่อทำการหยุดการทำงานและกดปุ่มกลับสู่หน้าหลักในช่องที่ 6



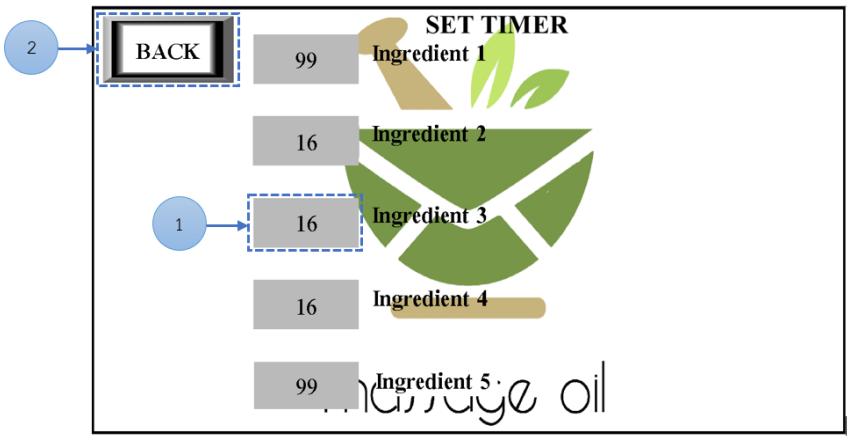
รูปที่ 3 หน้าจอในโหมดอัตโนมัติ

4.กดปุ่มการทำงานโหมด MANUAL กดปุ่มเลือกปริมาณในการผลิตช่องที่ 1 ,กดปุ่มเปิดการทำงานของเตาแม่เหล็กไฟฟ้าในช่องที่ 2 ,กดปุ่มตั้งค่าเวลาในการทำงานในช่องที่ 5 ,กดปุ่มเพิ่มอุณหภูมิในช่องที่ 3 , ดเการเริ่มต้นการทำงานในช่องที่ 4 จะแสดงไฟสถานะการทำงานในช่องที่ 9 ,ในช่องที่ 6 จะแสดงอุณหภูมิขนาดทำงานกดปุ่มในช่องที่ 7 เพื่อทำการหยุดการทำงานและกดปุ่มกลับสู่หน้าหลักในช่องที่ 8

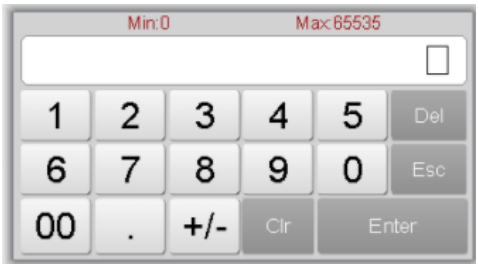


รูปที่ 4 หน้าจอในโหมดกึ่งอัตโนมัติ

5.หลังจากกดปุ่มในช่องที่ 5 จพแสดงหน้าจอในรูปที่ 5 เพื่อทำการตั้งค่าเวลาในแต่ละขั้นตอนในช่องที่ 1 เมื่อกดช่องที่ 1แล้วจะมีหน้าต่างขึ้นดังรูปที่ 6 กลับสู่หน้าหลักกดช่องที่ 2

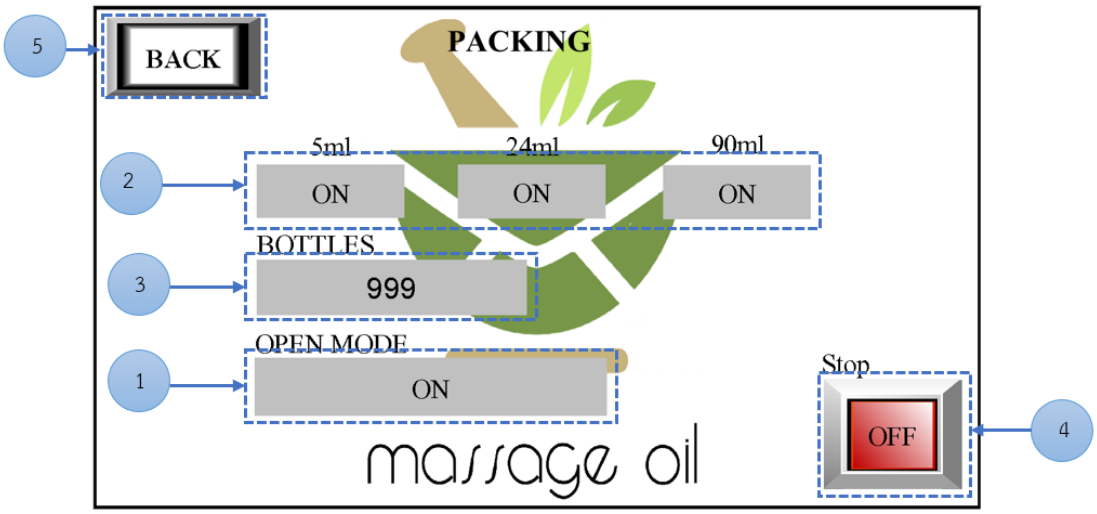


รูปที่ 5 หน้าจอในการตั้งค่าเวลา



รูปที่ 6 หน้าจอในการตั้งค่าเวลา(ต่อ)

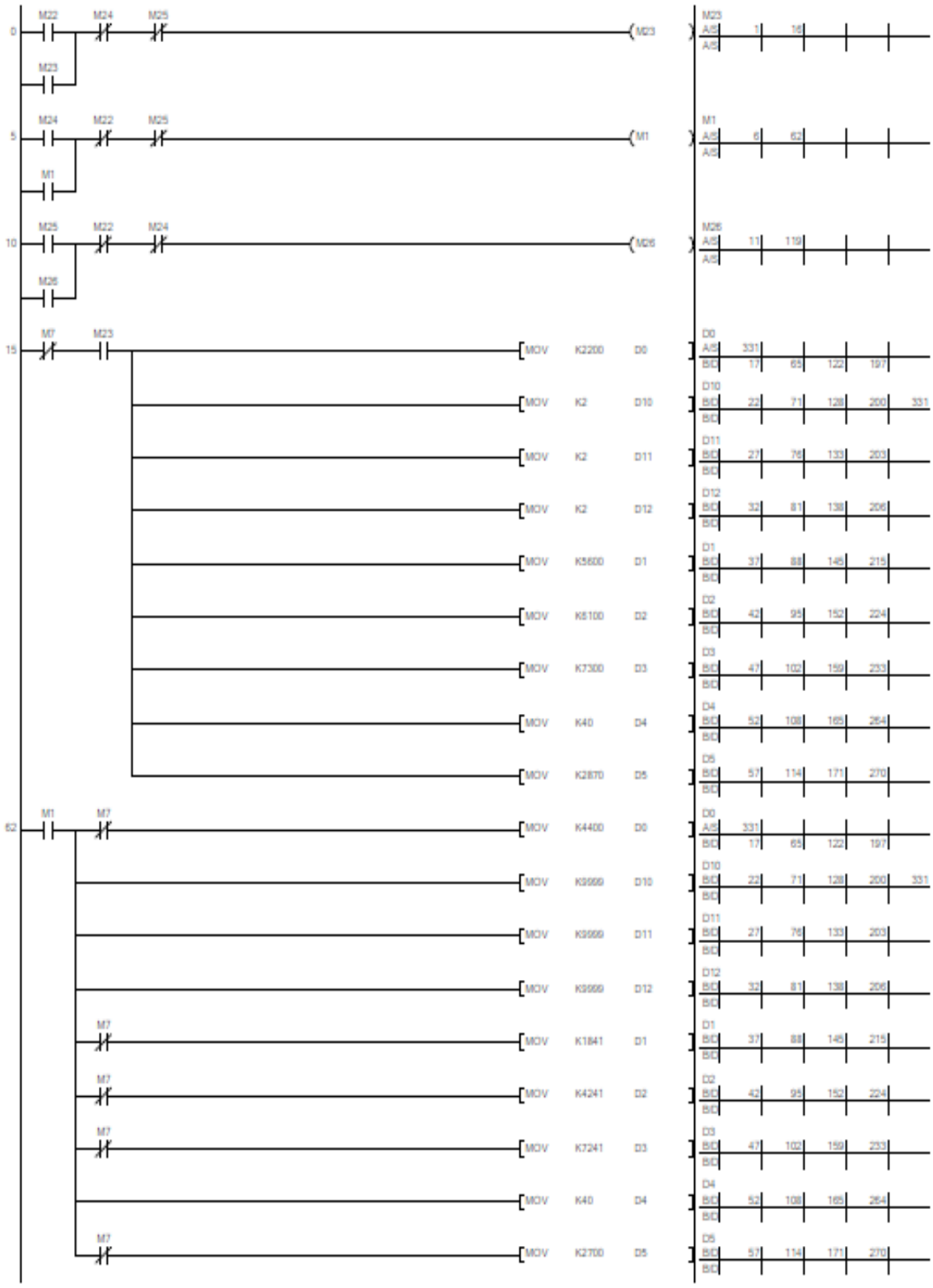
6.กดปุ่ม CONTAN เลือกจำนวนขวดบรรจุในช่องที่ 3 , กดเลือกขนาดขวดที่ต้องการบรรจุในช่องที่ 2 ,กดเริ่มการทำงานในช่องที่ 1 ,กดปุ่มในช่องที่ 4 เพื่อทำการหยุดการทำงานและกดปุ่มกลับสู่หน้าหลักในช่องที่ 5

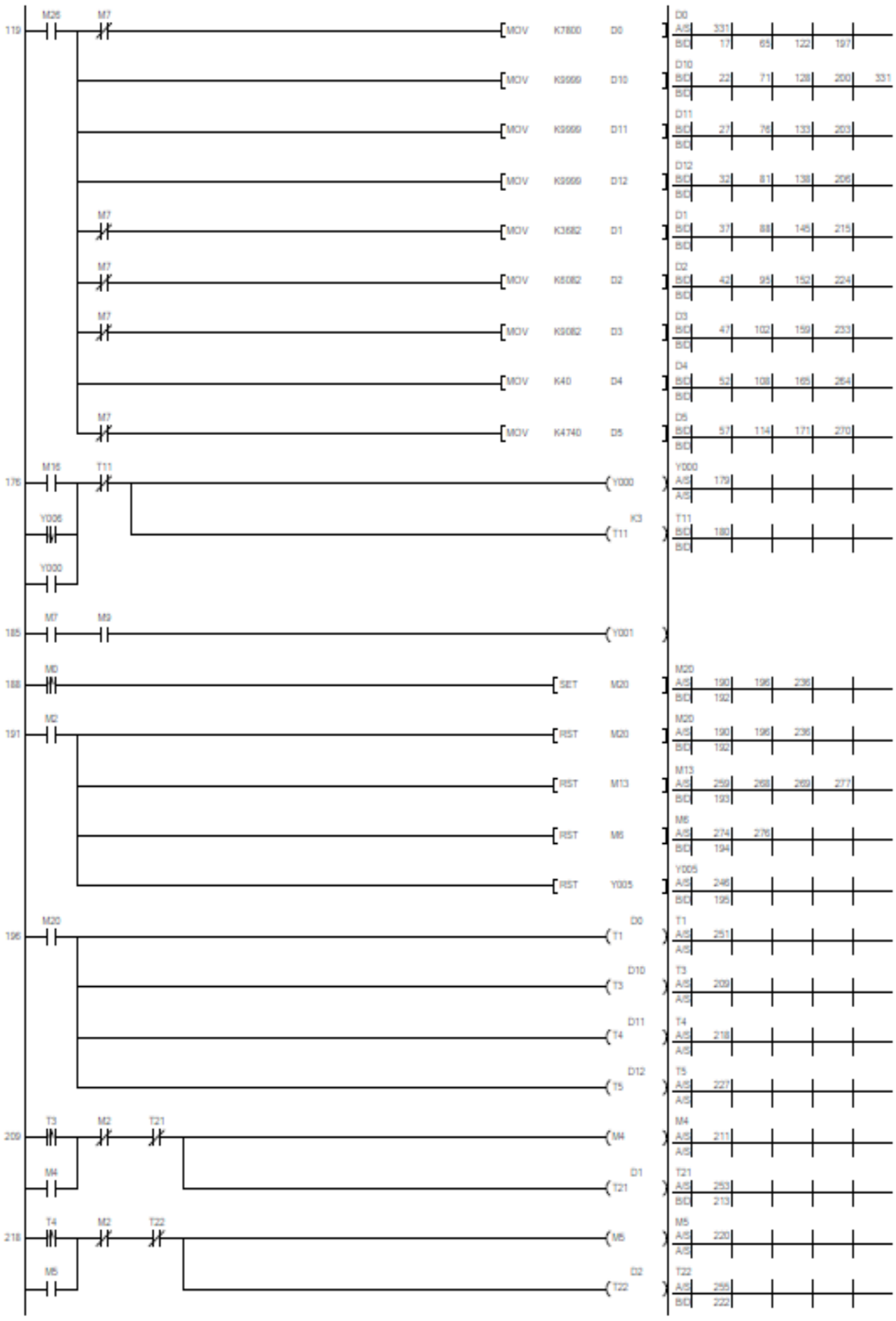


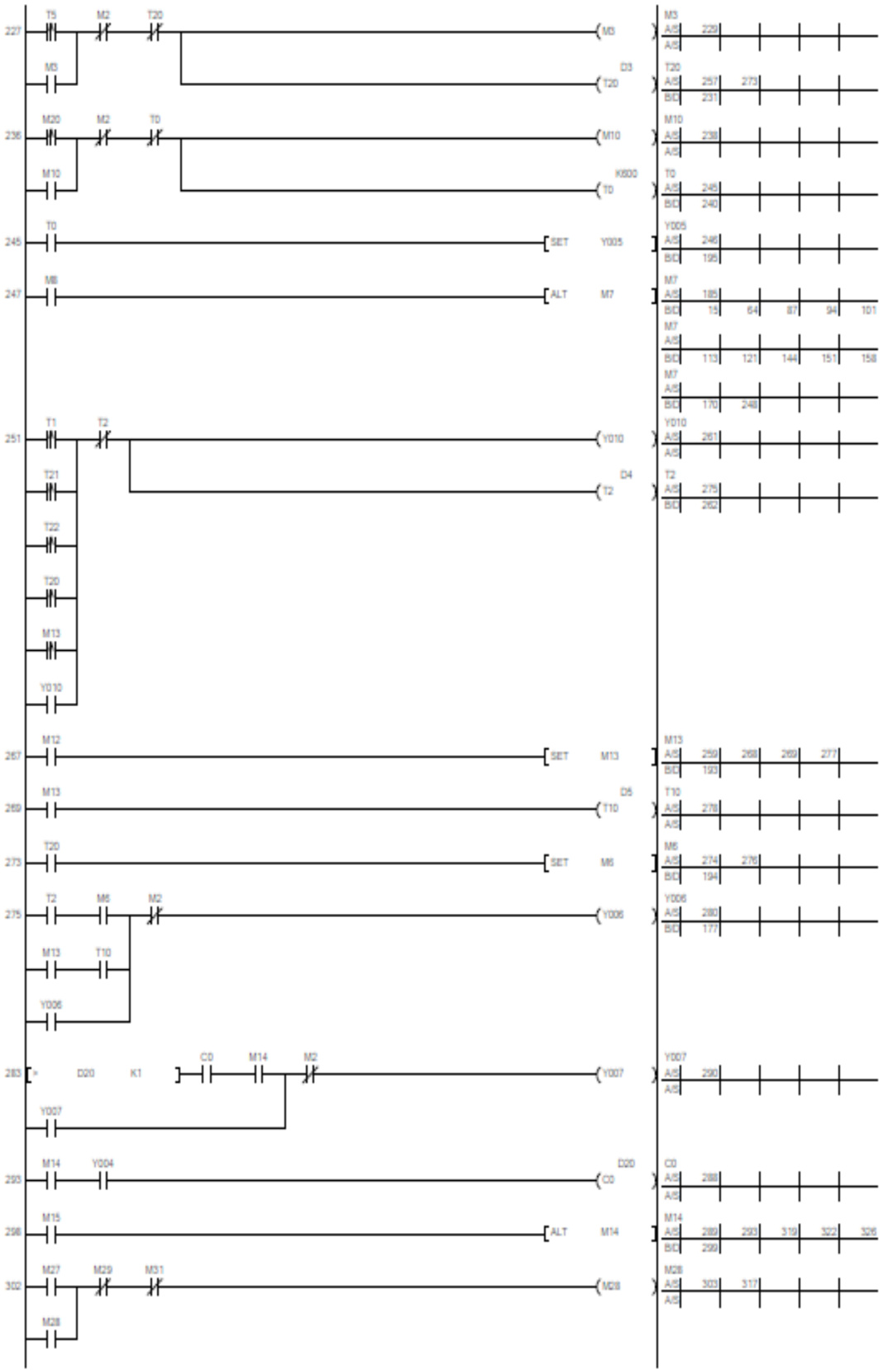
รูปที่ 7 หน้าจอในโหมดบรรจุ

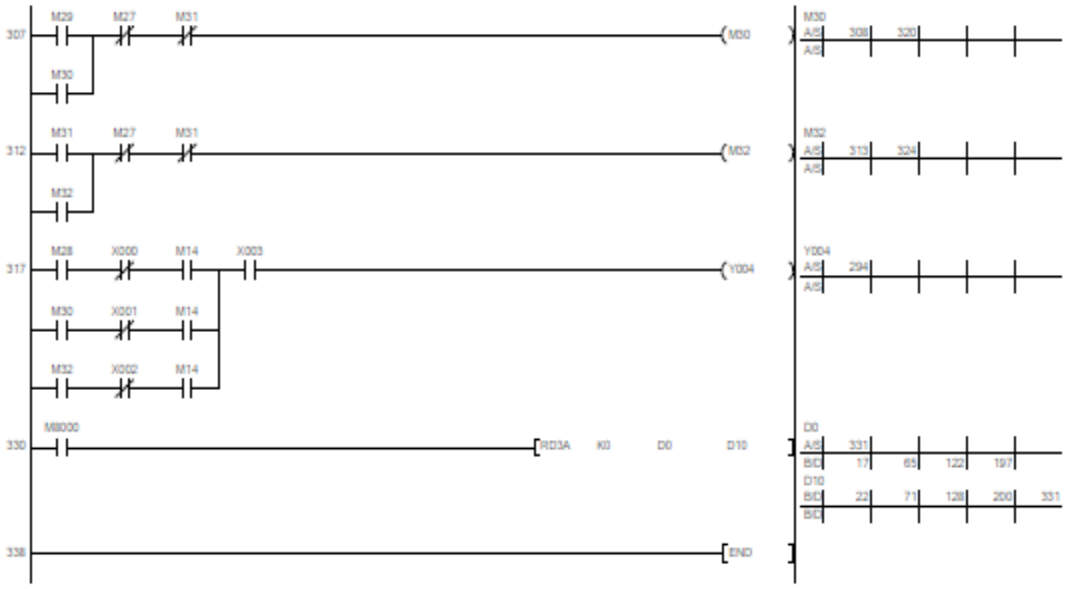
ภาคผนวก ข

โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องผลิตน้ำมันนวดคลายเส้น


0
M22
M24
M25
M23
M23
1
16
5
M24
M22
M25
M1
M1
6
62
10
M25
M22
M24
M26
M26
11
119
15
M7
M23
MOV K2200 D0
MOV K2 D10
MOV K2 D11
MOV K2 D12
MOV K5600 D1
MOV K8100 D2
MOV K7300 D3
MOV K40 D4
MOV K2870 D5
D0
331
17
65
122
197
D10
22
71
128
200
331
D11
27
76
133
203
D12
32
81
138
206
D1
37
88
145
215
D2
42
95
152
224
D3
47
102
159
233
D4
52
108
165
264
D5
57
114
171
270
62
M1
M7
MOV K4400 D0
MOV K9999 D10
MOV K9999 D11
MOV K9999 D12
M7
MOV K1841 D1
M7
MOV K4241 D2
M7
MOV K7241 D3
MOV K40 D4
M7
MOV K2700 D5


119
M26
M7
MOV K7800 D0
MOV K9999 D10
MOV K9999 D11
MOV K9999 D12
M7
MOV K3682 D1
M7
MOV K5082 D2
M7
MOV K9082 D3
MOV K40 D4
M7
MOV K4740 D5
176
M16
T11
Y000
K3
T11
Y006
Y000
185
M7
M9
Y001
188
M0
SET M20
191
M2
RST M20
RST M13
RST M6
RST Y005
196
M20
D0
T1
D10
T3
D11
T4
D12
T5
209
T3
M2
T21
M4
D1
T21
M4
218
T4
M2
T22
M5
D2
T22
M5
D0
A/S 331
B/D 17 65 122 197
D10
B/D 22 71 128 200 331
D11
B/D 27 76 133 203
D12
B/D 32 81 138 206
D1
B/D 37 88 145 215
D2
B/D 42 95 152 224
D3
B/D 47 102 159 233
D4
B/D 53 108 165 264
D5
B/D 57 114 171 270
Y000
A/S 179
T11
B/D 180
M20
A/S 190 196 236
B/D 192
M20
A/S 190 196 236
B/D 192
M13
A/S 269 268 269 277
B/D 193
M6
A/S 274 276
B/D 194
Y005
A/S 246
B/D 195
T1
A/S 251
T3
A/S 209
T4
A/S 218
T5
A/S 227
M4
A/S 211
T21
A/S 253
B/D 213
M5
A/S 220
T22
A/S 255
B/D 222


227
T5
M2
T20
M3
M3
D3
T20
236
M20
M2
T0
M10
M10
K600
T0
245
T0
SET
Y005
247
M8
ALT
M7
251
T1
T2
Y010
T21
D4
T2
T22
T20
M13
Y010
267
M12
SET
M13
269
M13
D5
T10
273
T20
SET
M6
275
T2
M6
M2
Y006
M13
T10
Y006
283
D20
K1
C0
M14
M2
Y007
Y007
293
M14
Y004
D20
C0
298
M15
ALT
M14
302
M27
M29
M31
M28
M28
M3
229
T20
257
273
231
M10
238
T0
245
240
Y005
246
135
M7
185
15
64
87
94
101
113
121
144
151
158
170
248
Y010
261
T2
275
262
M13
259
268
269
277
193
T10
278
M6
274
276
194
Y006
280
177
Y007
290
C0
288
M14
289
293
319
322
326
299
M28
303
317


307
M29
M27
M31
M30
M30
312
M31
M27
M31
M32
M32
317
M28
X000
M14
X003
Y004
M30
X001
M14
M32
X002
M14
330
M8000
RD3A
K0
D0
D10
338
END
M30
A#5
308
320
M32
A#5
313
324
Y004
A#5
294
D0
A#5
331
B#0
17
65
122
197
D10
B#0
22
71
128
200
331
B#0

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

MEAN WELL

350W Single Output Switching Power Supply LRS-350 series

Features

- AC input range selectable by switch
- Withstand 300VAC surge input for 5 second
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Forced air cooling by built-in DC fan
- Built-in cooling Fan ON-OFF control
- 1U low profile
- Withstand 5G vibration test
- LED indicator for power on
- No load power consumption<0.75W
- 100% full load burn-in test
- High operating temperature up to 70℃
- Operating altitude up to 5000 meters (Note.8)
- High efficiency, long life and high reliability
- 3 years warranty

Applications

- Industrial automation machinery
- Industrial control system
- Mechanical and electrical equipment
- Electronic instruments, equipments or apparatus

Description

LRS-350 series is a 350W single-output enclosed type power supply with 30mm of low profile design. Adopting the input of 115VAC or 230VAC (select by switch), the entire series provides an output voltage line of 3.3V, 4.2V, 5V, 12V, 15V, 24V, 36V and 48V.

In addition to the high efficiency up to 89%, with the built-in long life fan LRS-350 can work under -25~+70℃ with full load. Delivering an extremely low no load power consumption (less than 0.75W), it allows the end system to easily meet the worldwide energy requirement. LRS-350 has the complete protection functions and 5G anti-vibration capability; it is complied with the international safety regulations such as IEC/UL 62368-1. LRS-350 series serves as a high price-to-performance power supply solution for various industrial applications.

Model Encoding

LRS - 350 - 3.3

- 3.3 — Output voltage
- 350 — Output power
- LRS — Series name

MEAN WELL

350W Single Output Switching Power Supply **LRS-350 series**

SPECIFICATION

MODEL		LRS-350-3.3	LRS-350-4.2	LRS-350-5	LRS-350-12	LRS-350-15	LRS-350-24	LRS-350-36	LRS-350-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	4.2V	5V	12V	15V	24V	36V	48V
	RATED CURRENT	60A	60A	60A	29A	23.2A	14.6A	9.7A	7.3A
	CURRENT RANGE	0 ~ 60A	0 ~ 60A	0 ~ 60A	0 ~ 29A	0 ~ 23.2A	0 ~ 14.6A	0 ~ 9.7A	0 ~ 7.3A
	RATED POWER	198W	252W	300W	348W	348W	350.4W	349.2W	350.4W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.97 ~ 3.6V	3.6 ~ 4.4V	4.5 ~ 5.5V	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±4.0%	±4.0%	±3.0%	±1.5%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	±2.5%	±2.5%	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	1300ms, 50ms/230VAC 1300ms, 50ms/115VAC at full load							
	HOLD UP TIME (Typ.)	16ms/230VAC 12ms/115VAC at full load							
INPUT	VOLTAGE RANGE	90 ~ 132VAC / 180 ~ 264VAC by switch 240 ~ 370VDC (switch on 230VAC)							
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz							
	EFFICIENCY (Typ.)	79.5%	81.5%	83.5%	85%	86%	88%	88.5%	89%
	AC CURRENT (Typ.)	6.8A/115VAC 3.4A/230VAC							
	INRUSH CURRENT (Typ.)	60A/115VAC 60A/230VAC							
	LEAKAGE CURRENT	<2mA / 240VAC							
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 140% rated output power 3.3~36V Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed. 48V Shut down and latch off o/p voltage, re-power on to recover.							
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.45V	4.6 ~ 5.4V	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	18 ~ 21V	28.8 ~ 33.6V	41.4 ~ 46.8V	55.2 ~ 64.8V
		3.3~36V Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed. 48V Shut down and latch off o/p voltage, re-power on to recover.							
	OVER TEMPERATURE	3.3~36V Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed. 48V Shut down and latch off o/p voltage, re-power on to recover.							
FUNCTION	FAN ON/OFF CONTROL (Typ.)	RTH3≧50℃ FAN ON, ≦40℃ FAN OFF							
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-25 ~ +70℃ (Refer to "Derating Curve")							
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing							
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85℃, 10 ~ 95% RH							
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/℃ (0 ~ 50℃)							
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes							
SAFETY	SAFETY STANDARDS	IEC/UL 62368-1, BSMI CNS14336-1, EAC TP TC 004,KC K60950-1(for LRS-350-12/24 only), BIS IS13252(Part1): 2010/IEC 60950-1: 2005, AS/NZS62368.1 approved							
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:0.5KVAC							
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms/500VDC / 25℃/ 70% RH							
	EMC EMISSION	Compliance to BSMI CNS13438, EAC TP TC 020,KC KN32,KN35(for LRS-350-12/24 only)							
	EMC IMMUNITY	Compliance to EAC TP TC 020,KC KN32,KN35(for LRS-350-12/24 only)							
OTHERS	MTBF	327.9K hrs min. MIL-HDBK-217F (25℃)							
	DIMENSION	215*115*30mm (L*W*H)							
	PACKING	0.76Kg; 15pcs/12.4Kg/0.78CUFT							

NOTE

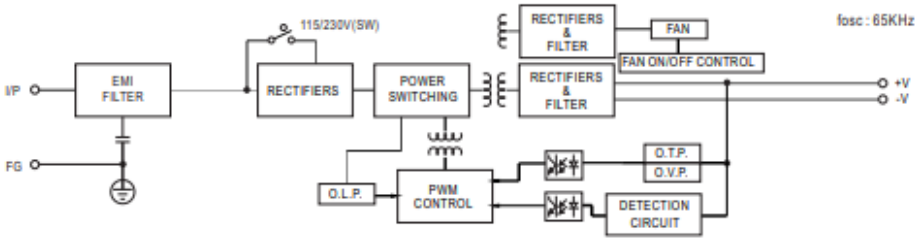
1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25℃ of ambient temperature.
2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor.
3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.
4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.
5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load.
6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.
7. The 150% peak load capability is built in for up to 1 second for 12~48V.LRS-350 will enter hiccup mode if the peak load is delivered for over 1 second and will recover once it resumes to the rated current level(115VAC/230VAC).
8. The ambient temperature derating of 5℃/1000m is needed for operating altitude greater than 2000m(6500ft).
9. This power supply does not meet the harmonic current requirements outlined by EN61000-3-2. Please do not use this power supply under the following conditions:
   a) the end-devices is used within the European Union, and
   b) the end-devices is connected to public mains supply with 220Vac or greater rated nominal voltage, and
   c) the power supply is:
      - installed in end-devices with average or continuous input power greater than 75W, or
      - belong to part of a lighting system

   Exception:
   Power supplies used within the following end-devices do not need to fulfill EN61000-3-2
   a) professional equipment with a total rated input power greater than 1000W;
   b) symmetrically controlled heating elements with a rated power less than or equal to 200W

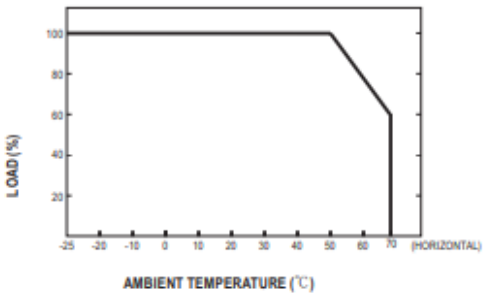
※ Product Liability Disclaimer : For detailed information, please refer to https://www.meanwell.com/serviceDisclaimer.aspx

MEAN WELL 350W Single Output Switching Power Supply **LRS-350 series**

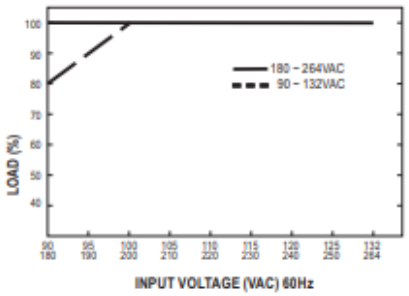
Block Diagram



Derating Curve



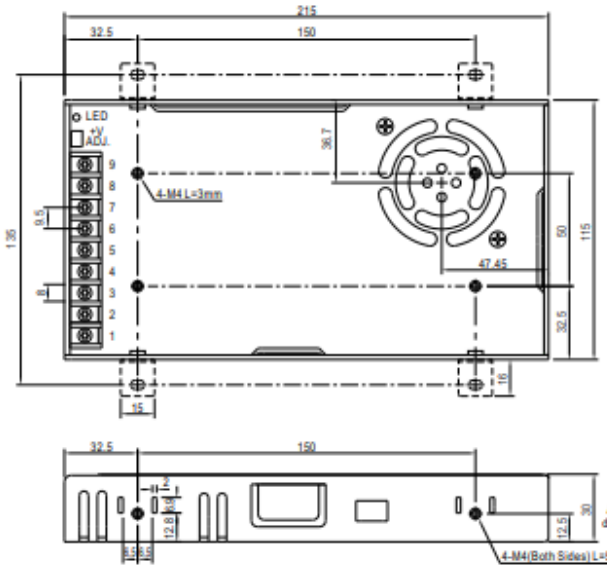
Static Characteristics



MEAN WELL 350W Single Output Switching Power Supply **LRS-350 series**

Mechanical Specification

Case No.207A Unit:mm



Terminal Pin No. Assignment :

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	4~6	DC OUTPUT -V
2	AC/N	7~9	DC OUTPUT +V
3	FG ⏚		

Installation Manual

Please refer to : http://www.meanwell.com/manual.html

FS-V21R

ไฟเบอร์แอมพลิฟายเออร์, ชนิดสายเคเบิล, ยูนิต Parent, NPN

[รุ่นที่ยกเลิกการผลิต]

รุ่นนี้ถูกยกเลิกการผลิตแล้ว

การปฏิบัติตามมาตรฐานครอบคลุมตั้งแต่การจัดส่งสินค้าจากบริษัทของเรา

ผลิตภัณฑ์ทดแทนที่แนะนำ

- ดิจิตอลไฟเบอร์ ออปติกเซนเซอร์
  FS-N40 ซีรีส์

ท่านต้องการติดต่อเรา::

02-369-2777

ข้อมูลจำเพาะ

รุ่น			FS-V21R
ชนิด			ระบบสองชุดแบบดิจิตอล ยูนิตหลัก: LED แสดงผลแบบ 4 Element
แหล่งกำเนิดแสง			LED สีแดงแบบ 4 Element
เวลาตอบสนอง			250 µs (FINE) / 500 µs (TURBO) / 1 ms (SUPER TURBO) / 4 ms (ULTRA TURBO) / 500 µs (HIGH RESOLUTION) / 50 µs (HIGH SPEED)
การเลือกเอาต์พุต			LIGHT-ON/DARK-ON (เลือกได้ด้วยสวิตช์)
โหมดการตรวจจับ			ความเข้มแสง/ขอบที่ลดขึ้น/ขอบที่ขุนลง
ฟังก์ชันเลื่อนขึ้น			สูงสุด ±1,999 (แปรผันได้)
ฟังก์ชัน ไทม์เมอร์	โหมด		Timer OFF/OFF-delay timer/ON-delay timer/One-shot (เลือกได้)
	ย่านที่แปรผันได้		1 ถึง 30 ms (เพิ่มครั้งละ 1 ms), 30 ถึง 50 ms (เพิ่มครั้งละ 2 ms), 50 ถึง 200 ms (เพิ่มครั้งละ 10 ms), 200 ถึง 500 ms (เพิ่มครั้งละ 50 ms)
	ความแม่นยำ		±10 % ของค่าที่ตั้งไว้ล่วงหน้า
เอาต์พุตควบคุม			NPN open-collector สูงสุด 100 mA (สูงสุด 40 VDC)*1, แรงดันตกค้าง: สูงสุด 1 V
เอาต์พุตการแสดงผล			-
การต่อขยายชุดอุปกรณ์			สามารถเชื่อมต่อได้สูงสุด 16 ชุด (รวม 17 ชุด)*2
เลขการรบกวนระหว่างเครื่อง			HIGH SPEED/ HIGH RESOLUTION: 0, FINE : 4, TURBO/SUPER/ULTRA: 8
อัตรา	แรงดันแหล่งจ่ายไฟ		12 ถึง 24 VDC ±10 %, การกระเพื่อม (P-P) 10 % หรือน้อยกว่า
	การสิ้นเปลืองกำลังไฟ	ปกติ	S-APC OFF (ปิด): สูงสุด 630 mW (สูงสุด 27 mA ที่ 24 VDC), S-APC ON (เปิด): สูงสุด 720 mW (สูงสุด 30 mA ที่ 24 VDC)
		ECO ครั้งหนึ่ง	S-APC OFF (ปิด): สูงสุด 530 mW (สูงสุด 22 mA ที่ 24 VDC), S-APC ON (เปิด): สูงสุด 660 mW (สูงสุด 25 mA ที่ 24 VDC)
		ECO ทั้งหมด	S-APC OFF (ปิด): สูงสุด 480 mW (สูงสุด 20 mA ที่ 24 VDC), S-APC ON (เปิด): สูงสุด 550 mW (สูงสุด 23 mA ที่ 24 VDC)
ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม	แสงรอบข้าง		หลอดไฟชนิดไส้: สูงสุด 20,000 lux, แสงไฟธรรมชาติ: สูงสุด 30,000 lux
	อุณหภูมิแวดล้อมในการทำงาน		-10 ถึง +55 °C (ไม่เป็นน้ำแข็ง)*3
	ความชื้นแวดล้อมในการทำงาน		35 ถึง 85 % RH (ไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ)
	การสั่นสะเทือน		10 ถึง 55 Hz, แอมพลิจูดสองเท่า 1.5 มม., 2 ชั่วโมง ในแต่ละทิศทาง X, Y และ Z

	การทนต่อแรงกระแทก	500 ม./วินาที^{2}, 3 ครั้ง ในแต่ละทิศทาง X, Y และ Z
วัสดุของกล่องหุ้มภายนอก		โพลีคาร์บอเนต
ขนาด		30 มม. (H) x 9 มม. (W) x 70 มม. (D)
น้ำหนัก		ประมาณ 80 กรัม

*1 สูงสุด 20 mA สำหรับยูนิตขยาย

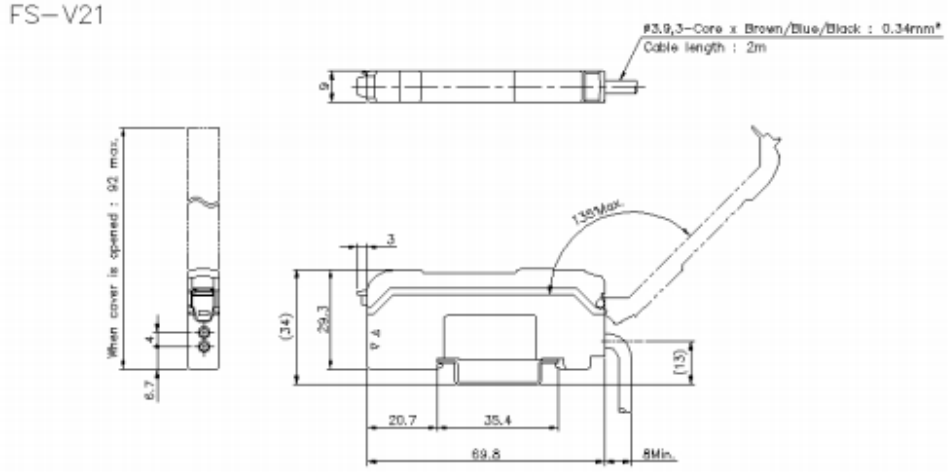
*2 หากมีการใช้งานร่วมกันมากกว่าหนึ่งยูนิต อุณหภูมิแวดล้อมจะเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขด้านล่าง ให้ติดตั้งยูนิตบนราง DIN โดยใช้ขาดิด และตรวจสอบว่ากระแสไฟออกมาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 mA
1 หรือ 2 ยูนิต: -10 ถึง +55 °C, 3 ถึง 10 ยูนิต: -10 ถึง +50 °C, 11 ถึง 16 ยูนิต: -10 ถึง +45 °C

*3 ในกรณีเชื่อมต่อหลายยูนิตเข้าด้วยกัน ต้องติดตั้งบนราง DIN ที่เป็นโลหะ และตรวจสอบให้แน่ใจว่ากระแสเอาต์พุตสูงสุดคือ 20 mA ในการต่อหลายยูนิตเข้าด้วยกัน ช่วงของอุณหภูมิแวดล้อมที่เหมาะสมจะแตกต่างกันดังต่อไปนี้.
เมื่อเชื่อมต่อ 1 ถึง 2 ยูนิต: -10 ถึง +55 °C; เมื่อเชื่อมต่อ 3 หรือ 10 ยูนิต: -10 ถึง +50 °C; เมื่อเชื่อมต่อ 11 หรือ 16 ยูนิต: -10 ถึง +45 °C

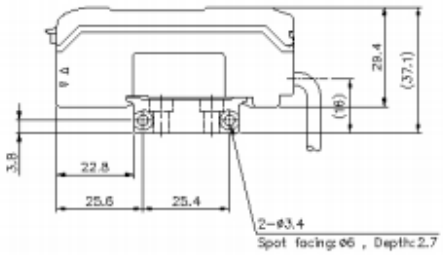
ขนาด

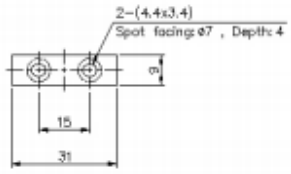
*หากข้อความนี้อ่านยาก โปรดตรวจสอบ CAD หรือคู่มือ

FS-V21



When mounting blacket is attached
(Included in FS-V21)

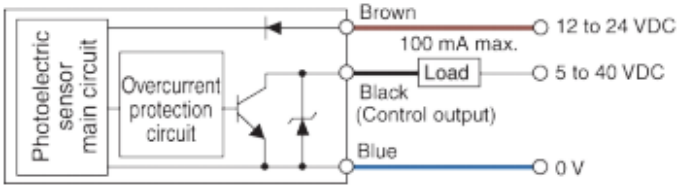




แผนภาพการเชื่อมต่อวงจร I/O

*หากข้อความนี้อ่านยาก โปรดตรวจสอบ CAD หรือคู่มือ

วงจร I/O



KEYENCE

96M11224

Dual Digital Fiber Sensor

FS-V22/22G/22R(P)/20R/22X

Instruction Manual

Read this manual before using the product in order to achieve maximum performance.
Keep this manual in a safe place after reading it so that it can be used at any time.

1. Safety Precautions

⚠ WARNING

- *This product is just intended to detect the object(s). Do not use this product for the purpose to protect a human body or a part of human body.*
- *This product is not intended for use as explosion-proof product. Do not use this product in a hazardous location and/or potentially explosive atmosphere.*
- *This product is a sensor of DC power supply type. Do not apply AC power. The product may explode or burn if 100 VAC or a higher voltage is applied.*

■ UL Certificate

This product is an UL/C-UL Listed product.

- UL File No. E301717
- Category NRKH, NRKH7
- Enclosure Type 1 (Based on UL50)

Be sure to consider the following specifications when using this product as an UL/C-UL Listed Product.

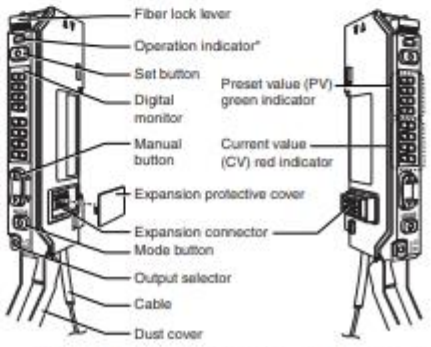
- Use the power supply with Class 2 output defined in NFPA70 (NEC: National Electrical Code).
- Use with the over current protection device which is rated 30V or more (rated 40V or more for NPN output type) and not more than 2A.

Check that all the accessories are ready before use.

■ Accessories

Instruction manual (x1) End units (x2)
Expansion Sticker (x1)

2. Part Names



* The operation indicator of the FS-V22X (infrared model) will not be lit.

3. Amplifier Expansion

Up to 16 expansion units can be connected to each main unit.

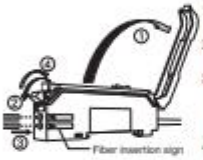
1) Remove the expansion protective cover from the main unit.

2) Mount each amplifier to the DIN rail.

3) Press the two claws of each expansion unit to the grooves on the main unit until the claws snap.
4) Mount the end units to the left- and right-hand sides of the whole amplifiers in the method shown in the figure at step 2.

5) Check that the amplifiers are securely sandwiched by the end units. Use a Phillips screwdriver and securely tighten the screws on the end units (i.e., two screws on each end unit).

4. Connecting Fiber Unit

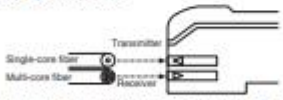


1) Open the dust cover in the direction shown by arrow ①.
2) Move down the fiber lock lever in the direction shown by arrow ②.
3) Insert a fiber unit into the fiber insertion holes to a length of the fiber insertion sign (i.e., approximately 14 mm).
4) Move up and return the fiber lock lever in the direction shown by arrow ④.

Note: If a thin fiber unit is used, an adapter provided with the thin fiber unit will be required.
Unless the right adapter is connected, the thin fiber unit will not detect targets correctly.

Cable outer dia.	Adapter	Appearance
ø1.3	Adapter A	
ø1.0	Adapter B	

- To connect the coaxial reflective type fiber unit to the amplifier, connect the single-core fiber to the transmitter side, and connect the multiple-core fiber to the receiver side.



- To remove the amplifiers added, take the steps opposite to the mounting procedure.
- Put the provided sticker close to the sensor.

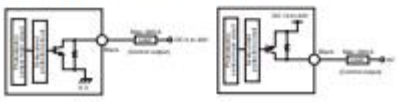
Note • The FS-V22/22G/22R(P)/20R/22X incorporates a mutual interference prevention function, thus allowing the close mounting of a number of fiber units in the following modes.

Power mode	FINE	TURBO	SUPER TURBO	ULTRA TURBO
Number of units connected	4	8	8	8

5. I/O Cricuit

Refer to the following I/O circuit diagram when connecting the unit to peripheral devices.

● **FS-V22/22G/22R/22X** ● **FS-V22RP**



6. Making Sensitivity Settings

● **Full Auto Calibration**

In this mode, the PV will be set to the mean value of the maximum and minimum incident values obtained within a certain period.
Use this mode to detect moving workpieces.

1) Press the set button for a minimum of three seconds while the target workpiece is passing the sensing area of the fiber unit.
   - While the set button is pressed, the sensitivity of the sensor will be set according to the incident values.

   - When the setting is finished, the digital monitor will display the PV in green.

● **Two-point Calibration**

In this mode, the PV used will be the mean value of two sensing values obtained with and without a workpiece.

1) Press the set button for a moment without the workpiece in the sensing area (i.e., in front of the fiber unit).

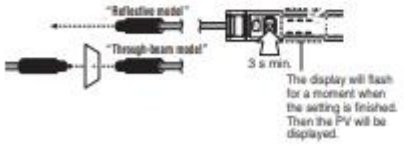
2) Locate the workpiece in the sensing area (i.e., in front of the fiber unit). Then press the set button for a moment.

* If there is extremely little difference in sensitivity between the sensing values, the display [----] will flash on completion of tuning.

● **Maximum Sensitivity Setting**

If the sensing performance of the sensor drops due to dust or dirt, set the sensitivity of the sensor to maximum.

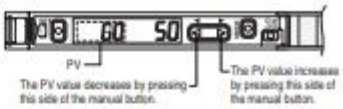
1) Press the set button without a workpiece if the fiber unit is a reflective model. Press the set button with a workpiece if the fiber unit is a through-beam model. In both cases, press the set button for a minimum of three seconds.



* If the sensing distance is insufficient, make sensitivity settings in the sensor in two-point tuning mode.

● **Manual Calibration**

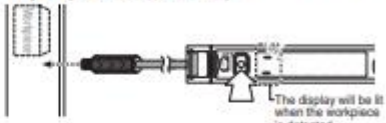
In this mode, make manual PV settings.



● **Positioning Calibration**

In this mode, a workpiece will be detected when the front edge of the workpiece has reached a preset position.

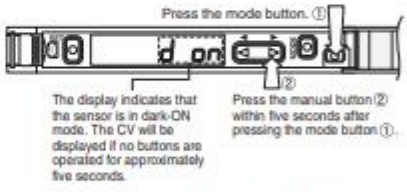
1) Press the set button for a moment without the workpiece in the sensing area (i.e., in front of the fiber unit).



2) Locate the front edge of the workpiece in the sensing area. Then press the set button for a minimum of three seconds.

7. Selecting Output

Either light-ON mode or dark-ON mode is selectable.



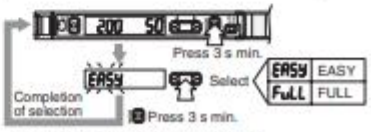
- Take the same steps to set the sensor to light-ON mode again.

8. User-friendly Functions

● **Access Mode Selection**

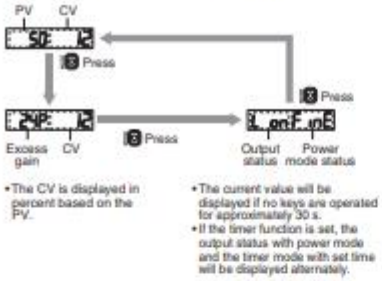
Two modes are available to the display of values and menu items.

EASY	Only basic functions are displayed.
FULL	All available functions are displayed.



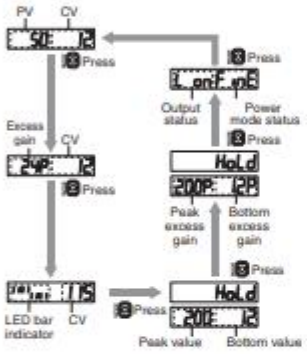
- The mode is set to EASY before shipping.

● **Display Selection (Access Mode: EASY)**

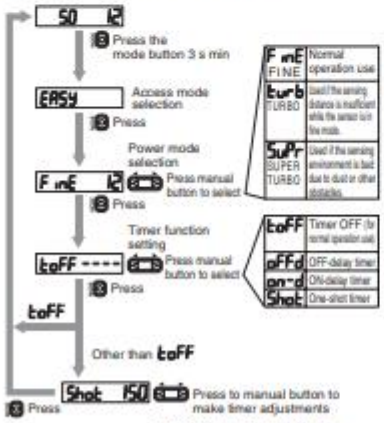


- The CV is displayed in percent based on the PV.
- The current value will be displayed if no keys are operated for approximately 30 s.
- If the timer function is set, the output status with power mode and the timer mode with set time will be displayed alternately.

● **Display Selection (Access Mode: FULL)**

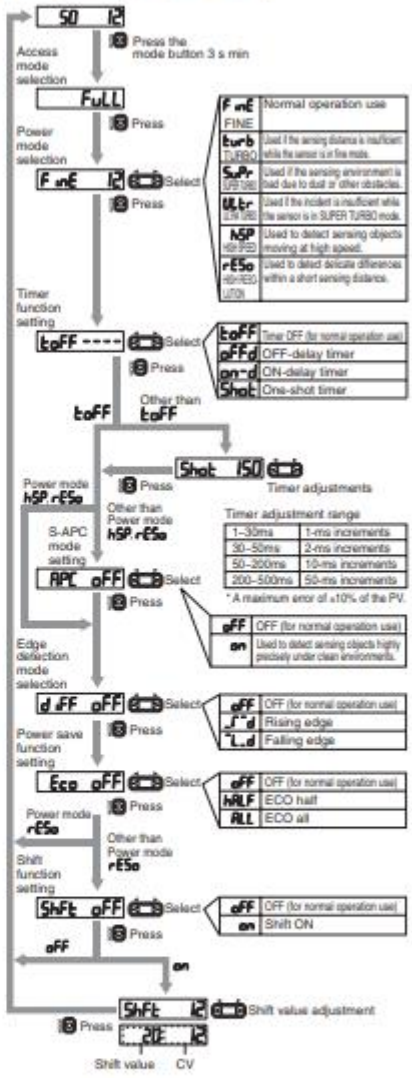


● **Menu Selection (Access Mode: EASY)**



* For timer values, refer to the corresponding table under FULL mode.

● **Menu Selection (Access Mode: FULL)**



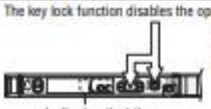
Sensitivity Settings in Edge Detection Mode

The sensitivity of the sensor will be set to maximum by pressing the ▼ while the sensor is in edge detection mode. Make fine sensitivity adjustments by pressing the ◀▶.

Note:
- Press the mode button (M) for a minimum of three seconds to return to the display of the CV from any menu selection stage. To return to the previous display, press the mode button (M) first, and press the left side (◀▶) of the manual button (◀▶).
- When the power mode is set to HIGH RESOLUTION, the S-APC mode will be always turned ON.
- When the power mode is set to HIGH SPEED, the S-APC mode will be always turned ON in the case of the R model, or otherwise the S-APC mode will be always turned OFF.

9. Key Lock

The key lock function disables the operation of all keys.



Press the manual button for three seconds while pressing the mode button.

Indicates that the keys are locked.

- Take the same step to unlock the keys.

10. Mode Settings before Shipping (Initialization)

The following factory settings are made before shipping.

Access mode	EASY	EASY
Power mode	FINE	FinE
Timer function	OFF	toFF
Output selection	Light-ON	L on

* Returning to factory settings: Press the "M" button for a minimum of five seconds while pressing the ▲ button.

11. Hints On Correct Use

- To extend the cable length, use a cable with at least a 0.3 mm² cross-section area. Limit the length of cable extension to no more than 100 m. (To connect several units, contact Keyence for further information.)
- Do not wire the amplifier line along with power lines or high-tension lines, or otherwise the sensor may malfunction or receive damage due to noise.
- When using a commercially available switching regulator, ground the frame ground terminal and ground terminal.
- Do not use the FS series outdoors, or in a place where extraneous light can enter the light receiving surface directly.
- Due to the individual dispersion of characteristics and the difference in fiber unit model, the maximum sensing distance or displayed value of all the units are not the same.
- If the sensor is used in S-APC mode for a long time, the LED indicators will be imposed with a heavy load. In that case, the sensor will be automatically set to ACC mode where the current consumption of the sensor for light emission will be constant, and "END APC" will be displayed. The sensor can be continuously used in this case. Replace the sensor, however, if highly precise detection is required.

12. Specifications

Model		FS-V22	FS-V22G	FS-V22RP	FS-V20R	FS-V20X
Light source		Red LED	G reed LED	Infrared red LED	Infrared red LED	Infrared LED orng
Response time *1		250µs (FINE)/500µs (TURBO)/1ms (SUPER TURBO)/ 4ms (ULTRA TURBO)/500µs (HIGH RESOLUTION)/ 50µs (HIGH SPEED)				
Display shift function		Max. ±1999 (variable)				
Timer function		Timer OFF, OFF-delay timer, ON-delay timer, and one-shot timer 1 to 500 ms				
Control output		NPN open collector output at 40 V (or PNP open collector output at 30 V) with 28 mA max. and a residual voltage of 1 V max.				
Rating	Supply voltage	DC12-24V ±10% with a maximum ripple (peak to peak) of 10%, Class 2				
	Current consumption	See below				
Environment resistance	Ambient illumination	Incandescent lamp: 20,000 lux max. Sunlight: 30,000 lux max.				
	Ambient temperature	-10°C to 55°C (No freezing)*2				
	Relative humidity	35% to 85% RH (No condensation)				
	Vibration	10 to 55 Hz, 1.5-mm double amplitude, each in X, Y, and Z directions for two hours				
	Shock resistance	500 m/s² Three times each in X, Y, and Z directions				
Housing material		Unit and cover are both polycarbonate made				
Size		W 9 mm x L 76 mm x H 30 mm				
Weight		Approximately 45 g (including 2-m Cable)				

Model	Mode	S-APC mode OFF	S-APC mode tuned ON or when the HIGH SPEED mode is selected
Other than R model	Normal	680 mW	720 mW
	ECO half	480 mW	600 mW
	ECO all	430 mW	550 mW
R model	Normal	630 mW	720 mW
	ECO half	530 mW	600 mW
	ECO all	480 mW	550 mW

*1. The FS-V20R has a response time between 210µs and 4.7 ms, depending on the number of Units connected.

*2. Ambient operating temperature with amplifier expansion
1 to 2 units: -10°C to 55°C
3 to 10 units: -10°C to 50°C
11 to 16 units: -10°C to 45°C

13. List of Digital Display Items

200 50 — Preset value/Current value display	oFFd 150 — Timer function setting (OFF-delay timer)
d on — Output selection (Dark ON)	on-d 150 — Timer function setting (ON-delay timer)
L on — Output selection (Light-ON)	Shot 150 — Timer function setting (One-shot timer)
EASY — Access mode selection (EASY)	APC oFF — S-APC mode setting (S-APC OFF)
FuLL — Access mode selection (FULL)	APC on — S-APC mode setting (S-APC ON)
2nP 12 — Excess gain display	d.FF oFF — Edge detection mode (OFF)
LED bar display	d.FF_r"d — Edge detection mode (Rising edge)
HoLd — Hold display	d.FF"L.d — Edge detection mode (Falling edge)
FinE 50 — Power mode selection (FINE)	Eco oFF — ECO mode setting (ECO mode OFF)
turb 100 — Power mode selection (TURBO)	Eco hALF — ECO mode setting (ECO half)
SuPr 200 — Power mode selection (SUPER TURBO)	Eco ALL — ECO mode setting (ECO all)
ULtr 800 — Power mode selection (ULTRA TURBO)	Shft oFF — Shift function setting (Shift OFF)
hSP 100 — Power mode selection (HIGH SPEED)	Shft on — Shift function setting (Shift ON)
rESo 100 — Power mode selection (HIGH RESOLUTION)	Loc — Key lock setting
toFF ---- — Timer function setting (Timer OFF)	unL — Key unlock
End APC — Forecast maintenance warning (END APC)	

WARRANTY

KEYENCE products are strictly factory-inspected. However, in the event of a failure, contact your nearest KEYENCE office with details of the failure.

1. WARRANTY PERIOD

The warranty period shall be for one year from the date that the product has been delivered to the location specified by the purchaser.

2. WARRANTY SCOPE

(1) If a failure attributable to KEYENCE occurs within the abovementioned warranty period, we will repair the product, free of charge. However, the following cases shall be excluded from the warranty scope.

- Any failure resulting from improper conditions, improper environments, improper handling, or improper usage other than described in the instruction manual, the user's manual, or the specifications specifically arranged between the purchaser and KEYENCE.
- Any failure resulting from factors other than a defect of our product, such as the purchaser's equipment or the design of the purchaser's software.
- Any failure resulting from modifications or repairs carried out by any person other than KEYENCE staff.
- Any failure that can certainly be prevented when the expendable part(s) is maintained or replaced correctly as described in the instruction manual, the user's manual, etc.
- Any failure caused by a factor that cannot be foreseen at a scientific/technical level at the time when the product has been shipped from KEYENCE.
- Any disaster such as fire, earthquake, and flood, or any other external factor, such as abnormal voltage, for which we are not liable.

(2) The warranty scope is limited to the extent set forth in item (1), and KEYENCE assumes no liability for any purchaser's secondary damage (damage of equipment, loss of opportunities, loss of profits, etc.) or any other damage resulting from a failure of our product.

3. PRODUCT APPLICABILITY

KEYENCE products are designed and manufactured as general-purpose products for general industries.
Therefore, our products are not intended for the applications below and are not applicable to them. If, however, the purchaser consults with us in advance regarding the employment of our product, understands the specifications, ratings, and performance of the product on their own responsibility, and takes necessary safety measures, the product may be applied. In this case, the warranty scope shall be the same as above.

- Facilities where the product may greatly affect human life or property, such as nuclear power plants, aviation, railroads, ships, motor vehicles, or medical equipment
- Public utilities such as electricity, gas, or water services
- Usage outdoors, under similar conditions or in similar environments

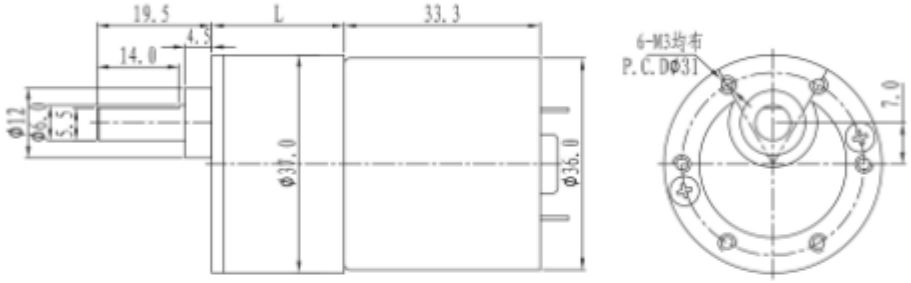
E 1040-1

KEYENCE CORPORATION
1-3-14, Higashi-Nakajima, Higashi-Yodogawa-ku, Osaka, 533-8555, Japan
PHONE: +81-6-6379-2211 www.keyence.com

Specifications are subject to change without notice.
Copyright (c) 2010 KEYENCE CORPORATION. All rights reserved.
1122-NE 1070-1 (0911) [2]
Printed in Japan

ZGB37RG(A6587)

Dimenison(mm)



Specification

DC Motor	Ratio	1/7.5	1/13.5	1/20	1/31	1/47.5	1/57.7	1/64	1/73	1/83	1/94.9	1/111	1/148	1/171	1/194	1/221	1/258	1/314	1/382	1/516	1/604	1/981
ZYTD-520 (12V-3500R)	No load (r/min)	460	255	170	110	72	59	54	57	41	36	31	23	20	18	16	13	11	9	7	6	4
	On load (r/min)	375	210	140	90	59	49	44	39	34	30	25	19	17	15	13	11	9	8	6	5	3
	Rated torque (kgf.cm)	0.35	0.55	0.85	1.1	1.7	2.1	2.1	2.4	2.7	3.1	3.7	5	5.1	5.9	6.7	7.9	8	8	10	10	10
ZYTD-520 (24V-5000R)	No load (r/min)	665	370	250	160	105	86	78	68	60	53	45	34	29	26	23	19	16	13	10	8	5
	On load(r/min)	555	310	210	135	88	72	65	57	50	44	38	28	24	21	19	16	14	12	9	7	5
	Rated torque (kgf.cm)	0.37	0.5	0.8	1.15	1.8	2.2	2.2	2.5	2.9	3.3	3.9	5.3	5.4	6.3	7.2	8	8	8	10	10	10
回转方向	电源正极接 + 端子	CW	CCW		CW			CCW						CW						CCW		

Gearbox

Reduction Ratio	L	Stages	Allowable Torque	
	mm		mN.m	kgf.cm
1/7.5	23	3	147	1.5
1/13.5~1/20	23	4	245	2.5
1/31~1/57.7	25	5	392	4
1/64~1/148	27	6	588	6
1/171~1/382	30	7	784	8
1/516~1/981	31	8	980	10

★ 本公司可定做各种非标产品，如有需要请来电咨询。

C-Lin

E3F Series

Description

E3 F - D S 10 C 1

- Operation mode: 1: NO, 2: NC, 4: NO+NC
- Output: A: AC (2-wire) type, B: PNP type, C: NPN type
- Sensing distance
- Measuring unit: None: m, S: cm
- Reflection mode: None: Through-beam, R: Retro-reflective, D: Diffuse reflective
- Case material: F: Plastic, FJ: Metal
- Photoelectric sensor

E3F-DS10, E3F-DS30
(Diameter:Φ18, length: 60mm)

E3F-DS5, E3F-DS70
(Diameter:Φ12/30, length: 30/88mm)

E3FJ-DS10, E3FJ-DS30
(Diameter:Φ18, length: 65mm)

Specification

Power Supply Voltage	DC(NPN, PNP, 2-wire) type: DC6-36V
	AC type: 90-250V 50/60Hz
Current consumption	DC(NPN, PNP, 2-wire) type: 8mA/12V, 15mA/24V
	AC type: 7V max.
Response frequency	DC: 2.5ms
	AC: 30ms
Control output	DC(NPN, PNP) type: 300mA max.
	DC(2-wire) type:3-100mA max.
	AC type: 10-300mA max.
Protection circuits	DC(NPN, PNP, 2-wire) type: Load short-circuit protection
	AC type: Surge suppressor
Ambient illumination	Incandescent lamp: 3,000 lx max.
	Sunlight: 10,000 lx max.
Ambient temperature	−25 to 65℃ (with no icing)
Ambient humidity	35% to 95% RH
Temperature influence	±15% max. of sensing distance at 23℃ in the temperature range of −25 to 65℃
Voltage influence	±15% max. of sensing distance at rated voltage in the rated voltage ±15% range
Residual voltage	DC(NPN, PNP) type: 1V max.
	DC(2-wire) type:3V max.
	AC(2-wire) type: 7V max.
Insulation resistance	50mΩ min. (at 500VDC) between current-carrying parts and case(Load current: 100mA max., Cable length: 2m)
Dielectric strength	DC(NPN, PNP, 2-wire) type: 1,000VAC, 50/60Hz for 1 minute between current-carrying parts and case
	AC(2-wire) type: 2,000VAC, 50/60Hz for 1 minute between current-carrying parts and case
Vibration resistance	Destruction : 10 to 55Hz, 1.5mm double amplitude for 2 hours each in X, Y, and Z directions
Shock resistance	Destruction : 500m/s(about 50g) 10 times each in X, Y, and Z directions
Degree of protection	IP54~IP67
Materials	Case: E3F with Heat-resistant ABS, E3FJ with Nickel-plated brass
	Sensing surface: Heat-resistant ABS

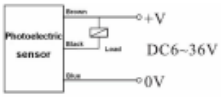
Model

Model			E3F-DS10, E3F-DS30(With distance adjustable)			E3F-DS5, E3F-DS70(With distance adjustable)		
Diameter			Φ18			Φ12 or Φ30		
Reflection type			Diffuse reflective	Retro-reflective	Through-beam	Diffuse reflective	Retro-reflective	Through-beam
DC type	NPN	NO	E3F-DS10C1 E3F-DS30C1	E3F-R2C1	E3F-5C1	E3F-DS5C1 E3F-DS70C1	E3F-R4C1	E3F-2C1 E3F-10C1
		NC	E3F-DS10C2 E3F-DS30C2	E3F-R2C2	E3F-5C2	E3F-DS5C2 E3F-DS70C2	E3F-R4C2	E3F-2C2 E3F-10C2
		NO+NC	E3F-DS10C4 E3F-DS30C4	E3F-R2C4	/	E3F-DS70C4	E3F-R4C4	/
	PNP	NO	E3F-DS10B1 E3F-DS30B1	E3F-R2B1	E3F-5B1	E3F-DS5B1 E3F-DS70B1	E3F-R4B1	E3F-2B1 E3F-10B1
		NC	E3F-DS10B2 E3F-DS30B2	E3F-R2B2	E3F-5B2	E3F-DS5B2 E3F-DS70B2	E3F-R4B2	E3F-2B2 E3F-10B2
		NO+NC	E3F-DS10B4 E3F-DS30B4	E3F-R2B4	/	E3F-DS70B4	E3F-R4B4	/
AC type	2 wire	NO	E3F-DS10A1 E3F-DS30A1	E3F-R2A1	E3F-5A1	E3F-DS5A1 E3F-DS70A1	E3F-R4A1	E3F-10A1
		NC	E3F-DS10A2 E3F-DS30A2	E3F-R2A2	E3F-5A2	E3F-DS70A2	E3F-R4A2	E3F-10A2
Sensing distance			10cm±15% 30cm±15%	2m±15%	≤5m±15%	5cm±15% 70cm±15%	4m±15%	2m±15% ≤15m±15%
Sensing object			Reflective object	Opaque	Opaque	Reflective object	Opaque	Opaque
Standard sensing object			White paper 5*5cm	Reflectors TD-02	Any object 5*5cm	White paper 5*5cm	Reflectors TD-02	Any object 5*5cm

Model			E3FJ-DS10, E3FJ-DS30		
Diameter			Φ18		
Reflection type			Diffuse reflective	Retro-reflective	Through-beam
DC type	NPN	NO	E3FJ-DS10C1 E3FJ-DS30C1	E3FJ-R2C1	E3FJ-5C1
		NC	E3FJ-DS10C2 E3FJ-DS30C2	E3FJ-R2C2	E3FJ-5C2
		NO+NC	E3FJ-DS10C4 E3FJ-DS30C4	E3FJ-R2C4	/
	PNP	NO	E3FJ-DS10B1 E3FJ-DS30B1	E3FJ-R2B1	E3FJ-5B1
		NC	E3FJ-DS10B2 E3FJ-DS30B2	E3FJ-R2B2	E3FJ-5B2
		NO+NC	E3FJ-DS10B4 E3FJ-DS30B4	E3FJ-R2B4	/
AC type	2 wire	NO	E3FJ-DS10A1 E3FJ-DS30A1	E3FJ-R2A1	E3FJ-5A1
		NC	E3FJ-DS10A2 E3FJ-DS30A2	E3FJ-R2A2	E3FJ-5A2
Sensing distance			10cm±15% 30cm±15%	2m±15%	≤5m±15%
Sensing object			Reflective object	Opaque	Opaque
Standard sensing object			White paper 5*5cm	Reflectors TD-02	Any object 5*5cm

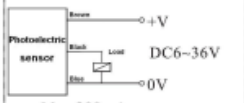
Wiring Diagram

DC 3 wire NPN type NO or NC



Max 300mA

DC 3 wire PNP type NO or NC

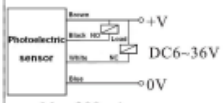


Max 300mA

AC 2 wire type NO or NC

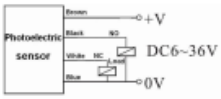
Max 300mA

DC 4 wire NPN type NO+NC



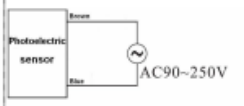
Max 300mA

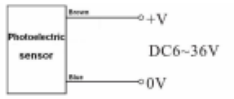
DC 4 wire PNP type NO+NC



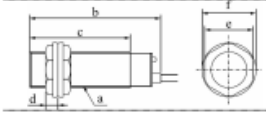
Max 300mA

AC/DC Through-beam





Dimension(mm)



	a	b	c	d	e	f
E3F	M12×1	64±0.5	42±0.5	7.5	16	(18)
	M18×1	70±0.5	56±0.5	8.5	21.5	(23.5)
	M30×1.5	102±0.5	64±0.5	10	35	(40)
E3FJ	M18×1	72±0.5	47±0.5	4	24	(30)

Product Information

REISSMANN

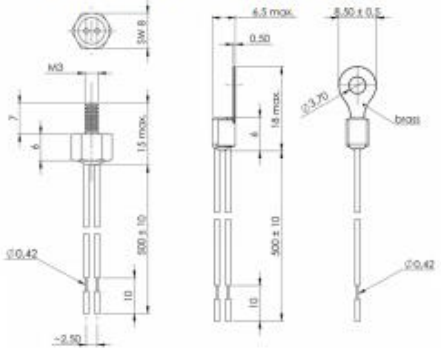
Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

Pt100, Pt500, Pt1000

Platinum sensor probe

Pt100-screw-in-sensor and surface sensor



- Basic information

The Pt100-sensor is used for precise temperature monitoring applications, where errors in measurement have to be excluded. The linear relationship of the resistor to temperature, simplifies its use in many electronic applications.

The precision of the Pt100 allows its universal use for temperature monitoring, control, and switching in windings, bearings, machines, motors, transformers and many other industrial applications.

- Application

Temperature control of bearings, conductor-rails, machine parts and windings.

- General function

The Pt100-sensor is a temperature dependent component. The resistance of the Pt100-sensor rises linearly with the temperature.

- Advantages

- Very precise measuring: measuring temperature ±0.5°C.
- Precise linear temperature-resistance characteristic.
- Low weight.
- Short response time.

REISSMANN Sensortechnik GmbH · Westring 10 (under the water tower) · D-74538 Rosengarten-Uttenhofen
Telephone 49 (0)791 950 15-0 · Telefax +49 (0)791 950 15-29 · E-Mail info@reissmann.com · Internet http://www.reissmann.com

Product Information

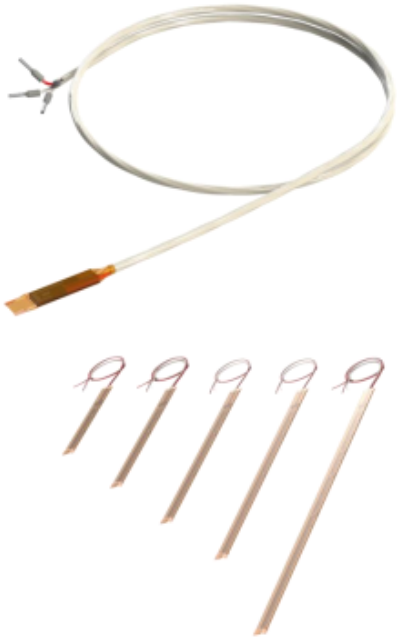
REISSMANN

Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

Pt100, Pt500, Pt1000

slot resistance sensor



- Basic information

The Pt100-sensor is used for precise temperature monitoring applications, where errors in measurement have to be excluded. The linear relationship of the resistor to temperature, simplifies its use in many electronic applications.

The precision of the Pt100 allows its universal use for temperature monitoring, control, and switching in windings, bearings, machines, motors, transformers and many other industrial applications.

- Application

Especially suitable for use in winding slots, temperature control of bearings, conductor-rails, machine parts and windings.

- General function

The Pt100-sensor is a temperature dependent component. The resistance of the Pt100-sensor rises linearly with the temperature.

- Advantages

- Very precise measuring: measuring temperature ±0.5°C.
- Precise linear temperature-resistance characteristic.
- Low weight.
- Short response time.
- Measurement all over the common area due to distributed SMD-Chips.
- Length of the slot resistance thermometer continuously variable in a range of 95mm ... 400mm, according to the customers demand.
- Special dimensions of length and width are available.

REISSMANN Sensortechnik GmbH · Westring 10 (under the water tower) · D-74538 Rosengarten-Uttenhofen
Telephone 49 (0)791 950 15-0 · Telefax +49 (0)791 950 15-29 · E-Mail info@reissmann.com · Internet http://www.reissmann.com

Product Information

REISSMANN

Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

Pt100, Pt500, Pt1000

- Technical Data

Electrical Data:

Nominal resistance:	100 Ω at 0°C (Pt 100)
Basic thermistor values:	for platinum measuring resistors as in chart
Measuring range:	-50°C to +230°C, other ranges on request
Measuring current:	max. 1mA (no self-heating!)
Circuit:	standard: 2-wire, on request: 3-wire or 4-wire circuit
Insulation strength:	2.5 kV, on request up to 8 kV

Mechanical Data

Type:	Pt-sensor for surface measuring	Pt-sensor for winding monitoring
	Alu-housing screw-in sensor SW 10/M4 ring shaped cable eye for self-tapping sheet metal screw	e.g.: electric motors, transformers: in stabilised shrink tube design
Lead-in:	AWG 24, Cu-strand silvered, Teflon insulation, (optional: AWG 26, Cu-strand silvered, Teflon insulation, shielded cable) Standard colour: red/white, Standard length: 500mm ± 1%	
Insulation Class:	H	
Remarks:	Special designs for liquid or gaseous media, in V2A or other materials are manufactured on request for customers specific applications and specification, also for Pt500-, Pt1000-thermistors	
Order specification:	resistor thermometer as: 2-wire-, 3-wire-, 4-wire-circuits	

Product Information

REISSMANN

- Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

Pt100, Pt500, Pt1000

Resistance data sheet: Resistance values for the thermistors from -50°C to 600°C in 1°C steps. Resistance values in the chart have to be multiplied by factor 100 for Pt100, by factor 500 for Pt500, by factor 1000 for Pt1000.

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-50	0.803									
-40	0.843	0.839	0.835	0.831	0.827	0.823	0.819	0.815	0.811	0.807
-30	0.882	0.878	0.874	0.870	0.866	0.862	0.859	0.855	0.851	0.847
-20	0.922	0.918	91,37	0.910	0.906	0.902	0.898	0.894	0.890	0.886
-10	0.961	0.957	0.953	0.949	0.945	0.941	0.937	0.933	0.929	0.926
0	1.000	0.996	0.992	0.988	0.984	0.980	0.977	0.973	0.969	0.965
0	1.000	1.004	1.008	1.012	1.016	1.020	1.023	1.027	1.031	1.035
10	1.039	1.043	1.047	1.051	1.055	1.058	1.062	1.066	1.070	1.074
20	1.078	1.082	1.086	1.090	1.093	1.097	1.101	1.105	1.109	1.113
30	1.117	1.121	1.124	1.128	1.132	1.136	1.140	1.144	1.148	1.152
40	1.155	1.159	1.163	1.167	1.171	1.175	1.179	1.182	1.186	1.190
50	1.194	1.198	1.202	1.205	1.209	1.213	1.217	1.121	1.125	1.129
60	1.232	1.236	1.240	1.244	1.248	1.252	1.255	1.259	1.263	1.267
70	1.271	1.275	1.278	1.282	1.286	1.290	1.294	1.297	1.301	1.305
80	1.309	1.313	1.317	1.320	1.324	1.328	1.332	1.336	1.339	1.343
90	1.347	1.351	1.355	1.358	1.362	1.366	1.370	1.374	1.377	1.381
100	1.385	1.389	1.393	1.396	1.400	1.404	1.408	1.412	1.415	1.419
110	1.423	1.427	1.430	1.434	1.438	1.442	1.446	1.449	1.453	1.457
120	1.461	1.464	1.468	1.472	1.476	1.479	1.483	1.487	1.491	1.494
130	1.498	1.502	1.506	1.501	1.513	1.517	1.521	1.525	1.528	1.532
140	1.536	1.539	1.543	1.547	1.551	1.554	1.558	1.562	1.566	1.569
150	1.573	1.577	1.581	1.584	1.588	1.592	1.596	1.599	1.603	1.607
160	1.610	1.614	1.618	1.622	1.625	1.629	1.633	1.636	1.640	1.644
170	1.648	1.651	1.655	1.659	1.662	1.666	1.670	1.674	1.677	1.681
180	1.685	1.688	1.692	1.696	1.699	1.703	1.707	1.711	1.714	1.718
190	1.722	1.725	1.729	1.733	1.736	1.740	1.744	1.747	1.751	1.755
200	1.758	1.762	1.766	1.769	1.773	1.777	1.780	1.784	1.788	1.791
210	1.795	1.799	1.802	1.806	1.810	1.813	1.817	1.821	1.824	1.828
220	1832	1.835	1.839	1.843	1.846	1.850	1.854	1.857	1.861	1.865
230	1.868	1.872	1.875	1.879	1.883	1.886	1.890	1.894	1.897	1.901
240	1.905	1.908	1.912	1.915	1.919	1.923	1.926	1.930	1.934	1.937
250	1.941	1.944	1.948	1.952	1.955	1.959	1.962	1.966	1.970	1.973
260	1.977	1.980	1.984	1.988	1.991	1.995	1.998	2.002	2.006	2.009
270	2.013	2.016	2.020	2.024	2.027	2.031	2.034	2.038	2.042	2.045
280	2.049	2.052	2.056	2.060	2.063	2.067	2.070	2.074	2.077	2.081
290	2.085	2.088	2.092	2.095	2.099	2.102	2.106	2.110	2.113	2.117
300	2120	2.124	2.127	2.131	2.134	2.138	2.142	2.145	2.149	2.152
310	2.156	2.159	2.163	2.166	2.170	2.173	2.177	2.181	2.184	2.188
320	2.191	2.195	2.198	2.202	2.205	2.209	2.212	2.216	2.219	2.223
330	2.226	2.230	2.234	2.237	2.241	2.244	2.248	2.251	2.255	2.258
340	2.262	2.265	2.269	2.272	2.276	2.279	2.283	2.286	2.290	2.293
350	2.297	2.300	2.304	2.307	2.311	2.314	2.318	2.321	2.325	2.328
360	2.332	2.335	2.339	2.342	2.346	2.349	2.353	2.356	2.360	2.363
370	2.367	2.370	2.373	2.377	2.380	2.384	2.387	2.391	2.394	2.398
380	2.401	2.405	2.408	2.412	2.415	2.419	2.422	2.426	2.429	2.432
390	2.436	2.439	2.443	2.446	2.445	2.453	2.457	2.460	2.463	2.467
400	2.470	2.474	2.477	2.481	2.484	2.488	2.491	2.494	2.498	2.501
410	2.505	2.508	2.512	2.515	2.518	2.522	2.525	2.529	2.532	2.536
420	2.539	2.542	2.546	2.549	2.553	2.556	2.560	2.563	2.566	2.570
430	2.573	2.577	2.580	2.583	2.587	2.590	2.594	2.597	2.600	2.604
440	2.607	2.611	2.614	2.617	2.621	2.624	2.628	2.631	2.634	2.638
450	2.641	2.645	2.648	2.651	2.655	2.658	2.661	2.665	2.668	2.672
460	2.675	2.678	2.682	2.685	2.688	2.692	2.695	2.699	2.702	2.705
470	2.709	2.712	2.715	2.719	2.722	2.725	2.729	2.732	2.735	2.739
480	2.742	2.746	2.749	2.752	2.756	2.759	2.762	2.766	2.769	2.772
490	2.776	2.779	2.782	2.786	2.789	2.792	2.796	2.799	2.802	2.806
500	2.809	2.812	2.816	2.819	2.822	2.826	2.829	2.832	2.836	2.839
510	2.842	2.845	2.849	2.852	2.855	2.859	2.862	2.865	2.869	2.872
520	2.875	2.879	2.882	2.885	2.888	2.892	2.895	2.898	2.902	2.905
530	2.908	2.912	2.915	2.918	2.921	2.925	2.928	2.931	2.935	2.938
540	2.941	2.944	2.948	2.951	2.954	2.958	2.961	2.964	2.967	2.971
550	2.974	2.977	2.980	2.984	2.987	2.990	2.993	2.997	3.000	3.003
560	3.007	3.010	3.013	3.016	3.020	3.023	3.026	3.029	3.033	3.036
570	3.039	3.042	3.046	3.049	3.052	3.055	3.059	3.062	3.065	3.068
580	3.071	3.075	3.078	3.081	3.084	3.088	3.091	3.094	3.097	3.101
590	3.104	3.107	3.110	3.113	3.117	3.120	3.123	3.126	3.130	3.133
600	3.136									

REISSMANN Sensortechnik GmbH · Westring 10 (under the water tower) · D-74538 Rosengarten-Uttenhofen
Telephone 49 (0)791 950 15-0 · Telefax +49 (0)791 950 15-29 · E-Mail info@reissmann.com · Internet http://www.reissmann.com

Product Information

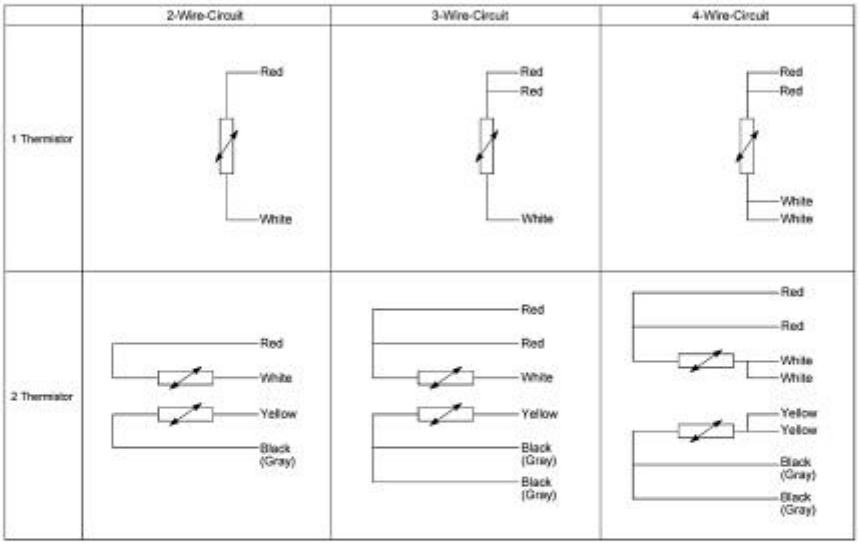
REISSMANN

- Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

Pt100, Pt500, Pt1000

- Pt- circuits according to the DIN EN 60751



Product Information

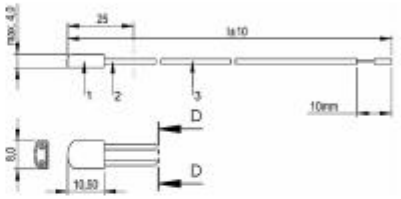
REISSMANN

Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

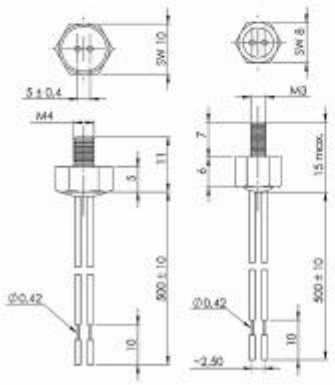
Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor **Pt100, Pt500, Pt1000**

- Pt-sensors

Examples of Pt-thermistor-housings



1) Pt-sensor, insulated twice, in stainless steel or PPS-housing.
2) Terminal: stranded silver copper wire insulated with Teflon (PTFE), AWG 24 or AWG 26, according to the manufacturers choice; optional: AWG 20 or other sizes.
3) additional shrink tube (optional)



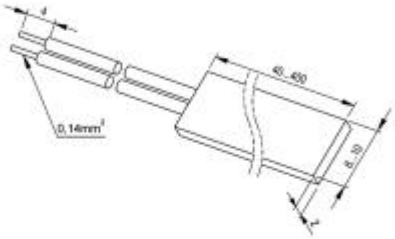
Screw-in sensors in alu-housing
AL-M3/SW8 and AL-M4/SW10

Product Information

REISSMANN

- Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor **Pt100, Pt500, Pt1000**



HGW-slot sensor
e.g. of Platinum sensor probe

shrink tube housing for
monitoring windings
optional: shielded cable

REISSMANN Sensortechnik GmbH · Westring 10 (under the water tower) · D-74538 Rosengarten-Uttenhofen
Telephone 49 (0)791 950 15-0 · Telefax +49 (0)791 950 15-29 · E-Mail info@reissmann.com · Internet http://www.reissmann.com

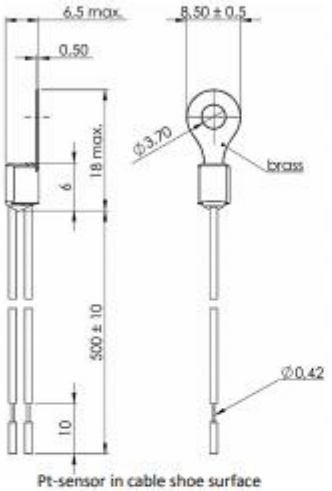
Product Information

REISSMANN

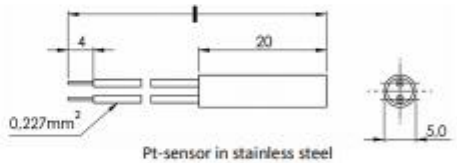
Measuring resistor with the Pt100-sensor referring to DIN EN 60751

Winding temperature monitoring and surface temperature measuring with the Pt100-Sensor

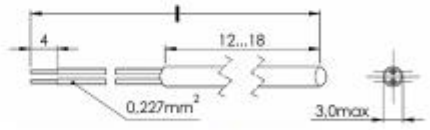
Pt100, Pt500, Pt1000



Pt-sensor in cable shoe surface



Pt-sensor in stainless steel



Pt-sensor in ceramics or brass-housing

Responsibility:

No responsibility will be accepted for thermistors which have not been installed and tested according to the relevant standards as previously listed in our data sheet.

Due to the ongoing research and development program, product specification may be subject to change, at the manufacturers discretion.

For further advice and information contact:

REISSMANN Sensortechnik GmbH · Westring 10 (under the water tower) · D-74538 Rosengarten-Uttenhofen
Telephone 49 (0)791 950 15-0 · Telefax +49 (0)791 950 15-29 · E-Mail info@reissmann.com · Internet http://www.reissmann.com

ประวัติผู้เขียน

ขื่อ-นามสกุล นายภาณุพงศ์ น้อยนิยม
วัน เดือน ปีเกิด 29 สิงหาคม 2540
ที่อยู่ 27/1 ม.2 ต.คลองเขิน อ.เมือง
จ.สมุทรสงคราม 75000
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนศรัทธาสมุทร
จังหวัดสมุทรสงคราม
Tel. 084-6432914
Email. 60511068@kmitl.ac.th

ขื่อ-นามสกุล นางสาวสุชาวดี จันสุกสี
วัน เดือน ปีเกิด 9 มกราคม 2542
ที่อยู่ 13/49 ม.6 ต.นาตาล่วง อ.เมือง
จ.ตรัง 91000
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนเทศบาล๒ (วัดกะพังสุรินทร์)
จังหวัดตรัง
Tel. 099-0694586
Email. 60511083@kmitl.ac.th.