



เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
Semi-Automatic Rice Vending Machine

พิพรรณ บัญโสภิญ
อาร์ญ สุวรรณราช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2020

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

Semi-Automatic Rice Vending Machine

ผู้จัดทำ

1. นายพิพรรธน์ บุญโสภิต รหัสนักศึกษา 61511006
2. นายอาร์ณ สุวรรณราช รหัสนักศึกษา 61511009



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พิมล พลพุกงา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญาบัตร	เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ	
นักศึกษา	นายพิพรรธน์ บุญโสภณ	รหัสนักศึกษา 61511006
	นายอาร์ณ สุวรรณราช	รหัสนักศึกษา 61511009
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิมล ผลพุกษา	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ ควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบคือ 1. ชุดหยุดเหรียญ 2. ระบบหัวจ่ายข้าวสารแบบเกลียวหมุน 3. หน้าจอทัชสกรีน 4. ชุดชั่งน้ำหนักข้าวสาร 5. ชุดซีลปากถุงพลาสติก การทำงานมีสองโหมด คือ 1. โหมดผู้ควบคุมเครื่องในส่วนของการตั้งค่าการซื้อขายข้าวสาร และ 2. โหมดสำหรับลูกค้าการเลือกซื้อข้าวสาร ขั้นตอนการทำงานในการสั่งซื้อข้าวสารเริ่มจากผู้ซื้อเลือกชนิดของข้าวสารและจำนวนถุงที่ต้องการซื้อ โดยพีแอลซีจะทำการประมวลผลจำนวนเงินที่ต้องจ่ายในการซื้อข้าวสารบนหน้าจอทัชสกรีน และรอการชำระเงินด้วยการหยุดเหรียญทั้ง 4 ชนิด คือเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และเหรียญ 10 บาท เมื่อหยุดครบตามจำนวน ระบบหัวจ่ายข้าวสารแบบเกลียวหมุนจะทำการจ่ายข้าวสาร โดยมีชุดชั่งน้ำหนักทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักของข้าวสารให้ได้ 1 กิโลกรัม จากนั้นผู้ซื้อนำถุงมาบรรจุข้าวสารที่มีการเตรียมไว้ให้มาบรรจุข้าวสารที่ช่องรับข้าวสาร และนำถุงข้าวสารที่บรรจุเสร็จแล้วให้นำมาซีลปากถุงที่ช่องซีลปากถุง และทำการกดสวิทช์ซีลปากถุง

จากการทดลองการคิดราคาข้าวสารมีความถูกต้องแม่นยำ 100% ระบบหยุดเหรียญทั้ง 4 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดไม่เกิน 1% จากการชั่งน้ำหนักข้าวสารด้วยโพลด์เซลล์มีเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดไม่เกิน 1% โดยการซีลปากถุงสามารถซีลสนิทได้ทุกถุง

Project Title	Semi-Automatic Rice Vending Machine	
Student	Mr.Piphat Boonsopin	ID 61511006
	Mr.Aran Suwanrat	ID 61511009
Advisor	Mr.Phimon Phonphruksa	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2020	

ABSTRACT

This project is a presentation of the design of a semi-automatic rice vending machine, coin operated, controlled by PLC. (Programmable Logic Controller : PLC) The machine has parts: 1. Coin-operated set 2. Screw-type rice dispenser system 3. Touch screen display 4. Rice weighing unit 5. Plastic bag seal set There are two modes of operation: 1. Operator mode in the rice trading setup and 2. Mode for customers to buy rice The process of ordering rice starts with the buyer choosing the type of rice and the number of bags they want to buy. The PLC will process the amount to be paid for the purchase of rice on the touch screen. and waiting for payment by coining all 4 types, namely 1 baht coin, 2 baht, 5 baht and 10 baht coins when the amount is fully dropped The screw-type rice dispenser system will dispense the rice. With a weighing unit that weighs 1 kg of rice, then the buyer brings a bag to pack the rice that has been prepared to pack the rice at the rice receiver and bring the finished bag of rice Then bring to seal the bag at the seal hole. And press the switch to seal the bag.

From the experiment, the rice price calculation was more than 100% accurate. All 4 coin system had a percentage error of not more than 1%. From weighing the rice with a load cell, the percentage error was not more than 1%. The sealing of the bag can be completely sealed in every bag.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้เรียบเรียงความรู้เกี่ยวข้องกับเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบ
หยอดเหรียญสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่าน
ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งคอยอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูและให้การ
สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมาตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พิมล ผลพุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ
ต่างๆ รวมทั้งเอื้อเฟื้อเครื่องมือเครื่องใช้ในการทำโครงการ และติดตามเกี่ยวกับโครงการตลอดมา
ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่เคารพทุกๆ ท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำคอยช่วยเหลือเสมอมา
โดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือการทำโครงการชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้
ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิพรรณธ์ บุญโสภิต

อารัญ สุวรรณราช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	III
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	III
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	2
1.7 โครงสร้างปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 โปรแกรมเมเบิลอจิกคอลลโทรลเลอร์	5
2.1.1 โปรแกรมเมเบิลอจิกคอลลโทรลเลอร์.....	5
2.1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลอจิกคอลลโทรลเลอร์.....	5
2.2 การใช้งานโปรแกรม (GX Developer).....	6
2.2.1 การสร้างไฟล์งานใหม่.....	6
2.2.2 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน	7
2.2.3 การเขียนวงจรถัดเตอร์.....	8
2.2.4 การตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อ	8

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.5 การลิงค์เพื่ออัปโหลดวงจรแลคเตอร์ไปยังพีแอลซี	9
2.3 อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared sensor).....	11
2.4 รีเลย์ (Relay).....	12
2.5 จอสัมผัส (Touch screen).....	12
2.6 ตู้หยอดเหรียญ (Coin acceptor).....	13
2.7 โหลดเซลล์ (Loadcell).....	13
2.7.1 ประเภทของโหลดเซลล์แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้.....	13
2.8 อาดูโน่ (Arduino).....	16
2.9 บรรจุภัณฑ์พลาสติก (Plastic packaging).....	16
2.9.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene : PE).....	16
2.9.2 โพลีเอไมด์ หรือไนลอน (Polyamide : PA or Nylon)	17
2.10 เทปทนความร้อน (Heat resistant tape).....	17
2.11 เส้นลวดนำความร้อน (Heating wire).....	17
2.11.1 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบแบน	18
2.11.2 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบกลม.....	18
บทที่ 3 การออกแบบ	20
3.1 บล็อกไดอะแกรม	20
3.1.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	20
3.2.1 แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ.....	21
3.2.2 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	22
3.2 การออกแบบวงจร.....	24
3.2.1 การออกแบบวงจรรวมทั้งหมด	24
3.2.2 การออกแบบวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc และ 12Vdc.....	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีที่ใช้งาน	27
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมคิดราคาข้าวสาร	27
3.3.3 การออกแบบโปรแกรมใช้ในการจ่ายข้าวสาร	28
3.3.4 การออกแบบโปรแกรมเข้าเมนูตั้งค่าผ่านรหัส	29
3.3.5 การออกแบบโปรแกรมของไฟแสดงสถานะข้าวสาร	29
3.3.6 การออกแบบโปรแกรมของชุดซีลปากถุงพลาสติก	30
3.4 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีน	30
3.4.1 การสร้างไฟล์โปรเจกใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีน	30
3.4.2 การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซี	31
3.4.3 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีน	33
3.4.4 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีนในส่วนการเข้ารหัสผ่าน	34
3.5 การออกแบบชุดตรวจสอบน้ำหนัก	35
3.6 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	36
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	40
4.1 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	40
4.2 การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลดเดอร์	41
4.3 การทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	42
4.4 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงข้าวสาร	43
4.5 การทดลองระยะเวลาการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์	44
4.6 การทดลองการชั่งน้ำหนักของข้าวสารด้วยโพลดเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล	45
4.7 การทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัชสกรีน	45
4.8 การทดลองระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม	46
4.9 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวสาร	48

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการทดลอง	54
5.1.1 สรุปผลการทดลองวงจรภาคจ่ายไฟ	54
5.1.2 สรุปผลการทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์	54
5.1.3 สรุปผลการทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญ	54
5.1.4 สรุปผลการทดลองการแจ้งเตือนสถานะของข้าวสารหอมมะลิ	55
5.1.5 สรุปผลการทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์	55
5.1.6 สรุปผลการทดลองการชั่งน้ำหนักด้วยโหลดเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ..	55
5.1.7 สรุปผลการทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัสกรีน ..	55
5.1.8 สรุปผลการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาในการซีลปากถุง	55
5.1.9 สรุปผลการทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวสารบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวสาร	55
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	55
5.3 การแก้ไขปัญหา	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet)	58
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	87
ภาคผนวก ค โปรแกรมการทดลอง	94
ประวัติผู้เขียน	106

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1.....	3
1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2.....	3
3.1 หน้าที่การทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านอินพุต.....	25
3.2 หน้าที่การทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านเอาท์พุต.....	25
4.1 การทดลองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc.....	40
4.2 การทดลองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12Vdc.....	40
4.3 การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลดเดอร์.....	41
4.4 การทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....	42
4.5 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงของข้าวหอมมะลิ.....	43
4.6 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงของข้าวเหนียว.....	43
4.7 การทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์.....	44
4.8 การทดลองการชั่งน้ำหนักข้าวสารด้วยโหลดเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล.....	45
4.9 การทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอสกรีน.....	46
4.11 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวหอมมะลิ.....	49
4.12 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวเหนียว.....	51

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของพีแอลซี	6
2.2 การสร้างไฟล์งานใหม่	6
2.3 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน	7
2.4 เข้าสู่หน้าจอการเขียนโปรแกรม	7
2.5 การเขียนวงจรแลดเดอร์	8
2.6 ตัวอย่างการเขียนวงจรแลดเดอร์	8
2.7 การตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อ	9
2.8 แสดงการเลือกพอร์ตเชื่อมต่อ	9
2.9 การเลือกแถบคำสั่ง	10
2.10 การตั้งค่าการลิงค์เพื่ออัปโหลดวงจรแลดเดอร์	10
2.11 จอสัมผัส	11
2.12 ตู้หยอดเหรียญ (Coin acceptor)	12
2.13 สัญลักษณ์ภายในวงจรไฟฟ้ารีเลย์	13
2.14 โหลดเซลล์ประเภทสเตรเกจ	14
2.15 โหลดเซลล์ประเภทไฮดรอลิก	14
2.16 โหลดเซลล์ประเภทนิวแมติก	15
2.17 โหลดเซลล์ประเภทไฟโซซีทีฟ	15
2.18 เทปทนความร้อน	17
2.19 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบแบน	18
2.20 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบกลม	19
3.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	20
3.2 แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	22
3.3 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ	23

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 การออกแบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี.....	24
3.5 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc	26
3.6 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12Vdc	26
3.7 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมคิรราคาข้าวสาร.....	27
3.8 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมใช้กับตู้หยอดเหรียญ.....	28
3.9 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมใช้ในการจ่ายข้าวสาร	28
3.10 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมเข้าเมนูตั้งค่าผ่านรหัส	29
3.11 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมของไฟแสดงสถานะข้าวสาร.....	29
3.12 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมของชุดซีลปากถุงพลาสติก	30
3.13 ไอคอนของโปรแกรม SKTOOL	30
3.14 หน้าต่างสร้างไฟล์โปรเจคใหม่.....	31
3.15 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่	31
3.16 การกำหนดการเชื่อมต่อ New Link.....	32
3.17 การกำหนดสีของหน้าจอทัชสกรีน	32
3.18 หน้าต่างการออกแบบของหน้าจอทัชสกรีน.....	33
3.19 เมนูตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ.....	33
3.20 หน้าจอการสั่งซื้อข้าวสาร.....	34
3.21 การเปลี่ยนหน้าจอด้วย PLC Control	35
3.22 การกำหนดค่าการเปลี่ยนหน้าจอ	35
3.23 การติดตั้งตัวโพลดเซลล์	36
3.24 โครงสร้างตัวเครื่องทั้งหมด	37
3.25 ส่วนแสดงผลต่างๆของตัวเครื่อง	37
3.26 การออกแบบชุดถังชั่งน้ำหนักของข้าวสาร	38
3.27 ชุดถังชั่งน้ำหนักข้าวสารที่ใช้งานจริง.....	38

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.28 ชุดซีลปากถุงพลาสติก	39
4.1 โปรแกรมทดสอบการคิดราคาข้าวสาร	41
4.2 โปรแกรมทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญ	42
4.3 โปรแกรมการทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงข้าวสาร	43
4.4 โปรแกรมการทดลองระยะเวลาการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์	44
4.5 โปรแกรมการทดลองแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัสกรีน	46
4.6 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 12 วินาที	47
4.7 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 15 วินาที	47
4.8 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 18 วินาที	48
4.9 โปรแกรมการทดลองซีลปากถุงของข้าวสาร	48

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงการปริญญานิพนธ์

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้าวคืออาหารหลักของคนไทย และนิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารในปัจจุบันข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย โดยนิยมนำข้าวสารมาหุงให้สุกเพื่อนำมาบริโภค ข้าวสารมีด้วยกันหลากหลายชนิด อาทิ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว และราคาข้าวสารแต่ละชนิด ก็จะมีราคาที่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างกัน ซึ่งตามท้องตลาดทั่วไปโดยการซื้อที่เป็นถุงนั้น ขึ้นต๋ามีขนาดถุงตั้งแต่ 5 กิโลกรัมขึ้นไป ซึ่งในสำหรับผู้บริโภคบางคนอาจไม่ต้องการที่จะซื้อข้าวสารที่มีปริมาณที่มากเกินไป

จากปัญหาที่ผู้บริโภคไม่ต้องการซื้อข้าวสารที่มีปริมาณมากเกินไป ผู้จัดทำจึงออกแบบเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ ที่สามารถจำหน่ายข้าวสารได้ครั้งละ 1 ถุง และสูงสุดได้ 20 ถุง โดยมีขนาดถุงละ 1 กิโลกรัม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโปรแกรมเบลอจิกคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานพีแอลซีเข้ากับเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานโพลดิเซลส์เข้ากับเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
4. เพื่อศึกษาการออกแบบหน้าจอตชสกรีนเข้ากับเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
5. เพื่อสร้างเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ ควบคุมด้วยการทำงานด้วยโปรแกรมเบลอจิกคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรม (GX Developer) เป็นโปรแกรมในการเขียนชุดสั่งต่างๆ เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการทำงานในส่วนของมอเตอร์หัวจ่ายข้าวสาร เช่น เซอร์ตรวจจับข้าวสาร ไฟแจ้งเตือนสถานะของข้าวสาร และชุดซีลปากถุงพลาสติก

เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ สามารถจำหน่ายข้าวสารได้ 2 ชนิด สูงสุด ชนิดละ 20 ถุง โดยมีขนาดถุงละ 1 กิโลกรัม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. จ่ายเงินในการเลือกซื้อข้าวสารด้วยการหยอดเหรียญคือ เหรียญ 1,2,5,10 บาท
2. สามารถแสดงจำนวนเงินที่หยอด และแสดงจำนวนน้ำหนักของข้าวสาร บนจอทัชสกรีน (HMI)
3. มีเซนเซอร์ตรวจจับข้าวสารว่าเหลืออยู่ในถังเก็บหรือไม่ ถ้ามีไฟสถานะสีเขียวจะติด แต่ถ้าไม่มีไฟสถานะสีแดงจะติด
4. เครื่องสามารถจำหน่ายข้าวสารได้ 2 ชนิด ข้าวหอมมะลิ และข้าวเหนียว ถุงละ 1 กิโลกรัม
5. เครื่องสามารถตั้งราคาจำหน่ายข้าวสารแต่ละชนิดได้
6. สามารถเลือกซื้อข้าวสารได้ด้วยจอทัชสกรีน (HMI) และสามารถเลือกซื้อข้าวสารได้ครั้งละ 1 ถุง สูงสุด 20 ถุง
7. น้ำหนักของข้าวสารแต่ละถุงมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 1%
8. ถังบรรจุข้าวสารสามารถบรรจุข้าวสารได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม
9. เครื่องสามารถซีลปากถุงได้ปิดสนิท

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้เรียนรู้หลักการทำงานและควบคุมของพีแอลซี
2. ได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม (GX Developer)
3. สามารถนำเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญไปใช้งานได้จริง
4. ได้รับความรู้และมีความเข้าใจในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 แผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน			
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1. คิดหัวข้อโครงการนำเสนอ				
2. ระบบหน้าจอทัชกรีน				
3. จัดทำถังบรรจุข่าวสาร				
4. จัดทำหัวจ่ายข่าวสาร				
5. ทดสอบและแก้ไข				

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1. ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับข่าวสาร					
2. ติดตั้งไฟแสดงสถานะ					
3. จัดทำชุดถังขังน้ำหมักข่าวสาร					
4. จัดทำชุดซีลถุงพลาสติก					
5. ทดสอบและแก้ไข					

1.7 โครงสร้างปริญญาโท

โครงการฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมในการทำงาน อธิบายขั้นตอนการทำงาน ผลการทดลอง และสุดท้ายจะเป็นการสรุปและข้อเสนอแนะ

บทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึง ที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตของปริญญาโท ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนการดำเนินงานและโครงสร้างของปริญญาโท

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในบทนี้จะกล่าวถึง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โปรแกรม (GX Developer) ตู้หยอดเหรียญ อินฟราเรดเซนเซอร์ รีเลย์ โหลดเซลล์ และจอทัชกรีน เป็นต้น

บทที่ 3 วิธีการออกแบบวงจรในบทนี้จะกล่าวถึง บล็อกไดอะแกรม การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบวงจร การออกแบบโปรแกรม และเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ในบทนี้จะกล่าวถึง การทดลองการคิดราคาข่าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์ การทดลองการใช้ตู้หยุดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) การทดลองรับค่าจากหน้าจอตัทชกรีน การทดลองซีลปากถุง การทดลองการใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิของการซีลปากถุง

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง สรุปการทำงานของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ และข้อเสนอแนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงการเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) ทฤษฎีเกี่ยวกับโปรแกรม (GX Developer) ทฤษฎีเกี่ยวกับตู้หยุดเหรียญ (UCAE ICT) ทฤษฎีเกี่ยวกับโหลดเซลล์ ทฤษฎีเกี่ยวกับบรรจุก้อนพลาสติก ทฤษฎีเกี่ยวกับบริเลย์ ทฤษฎีเกี่ยวกับอินฟราเรดเซนเซอร์ ทฤษฎีเกี่ยวกับบอร์ดอาดูโน่ และทฤษฎีเกี่ยวกับจอสัมผัส (touchscreen)

2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control) [1] หรือเรียกย่อๆ ว่าพีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับขั้วเข้าและขั้วออกของพีแอลซี

2.1.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

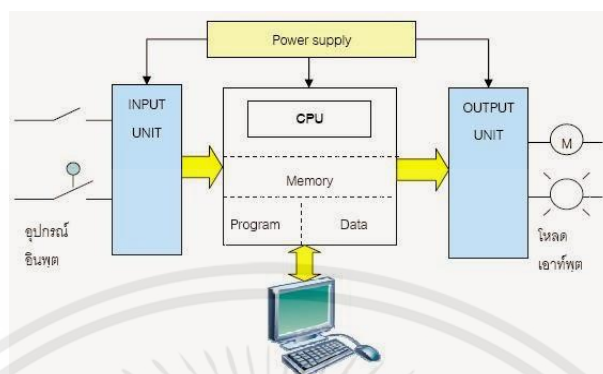
เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า โดยวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือ จะต้องทำการเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า (Hard Wired) ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ การเดินสายและการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น และสะดวกกว่าเมื่อต้องต่อขยายของการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ

2.1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ประกอบไปด้วยระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ที่ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ การรับ-ส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับซีพียูจะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ซีพียูเสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร (Contact Chattering) สัญญาณเอาต์พุต ค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุต นี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุต ได้แก่ รีเลย์ (Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) โซลินอยด์ (Solenoid) ขดลวดความร้อน (Heat Coil) หลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้กับซีพียู หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และส่วนอื่นๆ โดยปกติแล้วมีให้เลือก 3 แบบ คือ 24 VDC, 120 VAC, และ 240 VAC ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของพีแอลซี

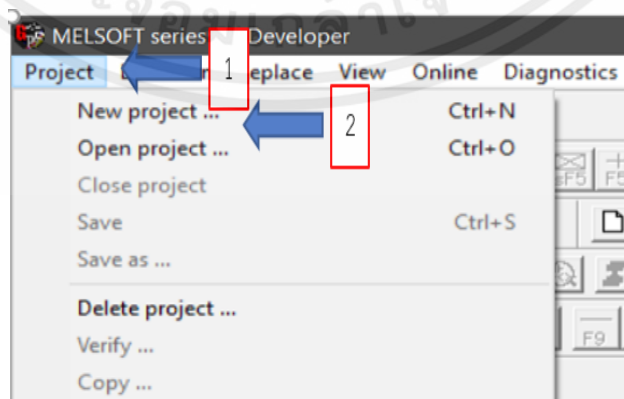
2.2 การใช้งานโปรแกรม (GX Developer)

โปรแกรม (GX Developer) เป็นโปรแกรมที่มีคุณภาพและใช้งานง่าย โดยทั่วไปโปรแกรม (GX Developer) ช่วยในการเขียนแลคเตอร์ และสามารถจำลองการทำงานของระบบได้ [2] มีความสะดวกช่วยในการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งานขั้นสูงและยังสามารถทดสอบการทำงานโดยไม่ต้องต่อกับตัวพีแอลซี

2.2.1 การสร้างไฟล์งานใหม่

การสร้างไฟล์งานใหม่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการเปิดโปรแกรม (GX Developer) จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมา จากนั้นทำการคลิกที่ “Project” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.2
2. ทำการคลิกที่ “New project” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.2



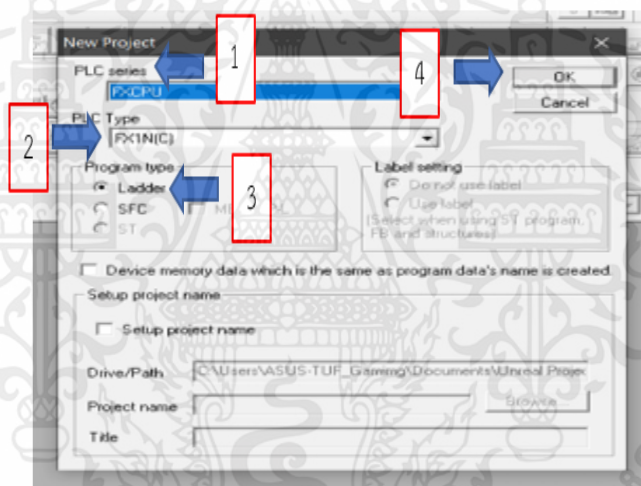
รูปที่ 2.2 การสร้างไฟล์งานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

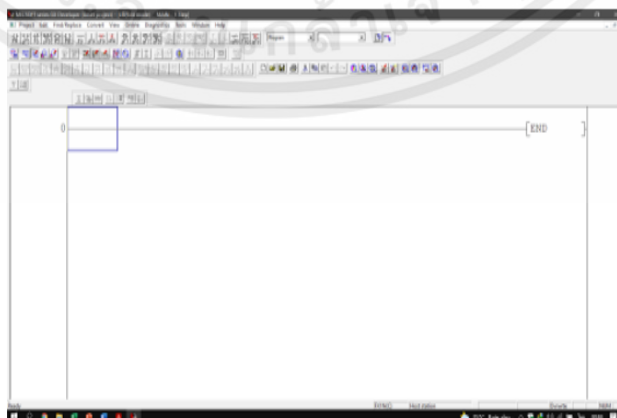
2.2.2 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน

การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการเลือกประเภทของพีแอลซีที่ต้องการเชื่อมต่อตรงที่ “PLC series” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.3
2. ทำการเลือกรุ่นของพีแอลซีที่ต้องการเชื่อมต่อตรงที่ “PLC Type” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.3
3. ทำการเลือกรูปแบบโปรแกรมที่ต้องเขียนตรงที่ “Program type” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.3
4. หลังจากที่ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งานต่างๆ เรียบร้อยแล้วคลิกที่ “OK” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.3 และจะปรากฏหน้าต่างเข้าสู่การเขียนโปรแกรม ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน



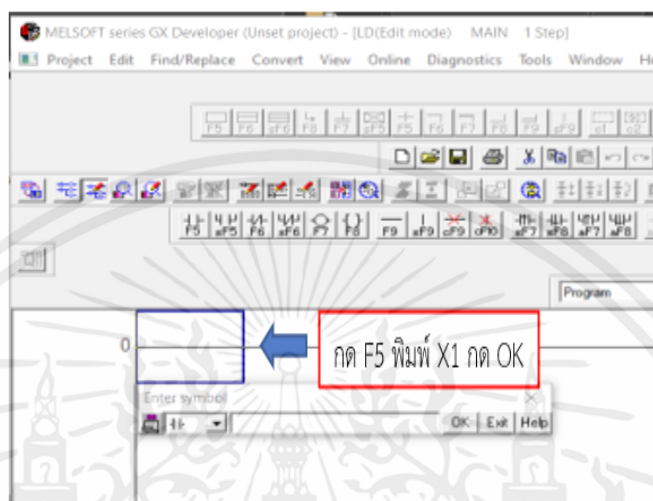
รูปที่ 2.4 เข้าสู่หน้าจอการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

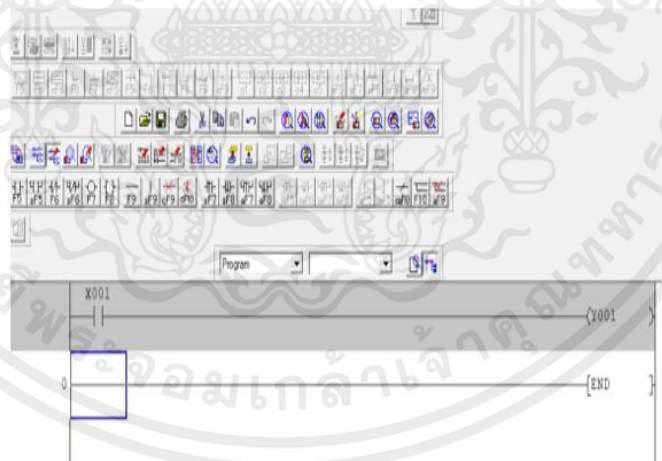
2.2.3 การเขียนวงจรแลตเตอร์

การเขียนวงจรแลตเตอร์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำงานกดปุ่ม F5 แล้วทำการเลือกคำสั่งที่ต้องการ ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.5 และคลิกที่ “OK” จากนั้นจะปรากฏวงจรแลตเตอร์ที่เสร็จแล้ว ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 การเขียนวงจรแลตเตอร์



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนวงจรแลตเตอร์

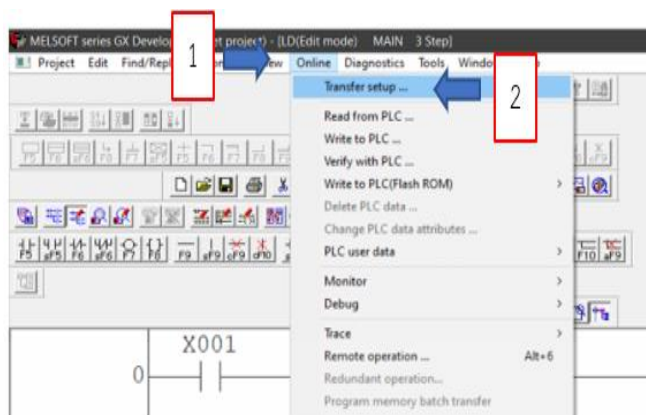
2.2.4 การตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อ

ตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเลือกไปที่ “Online” จะมีแถบคำสั่งให้เลือกไปที่ “Transfer setup”

ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.7 และหลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.8

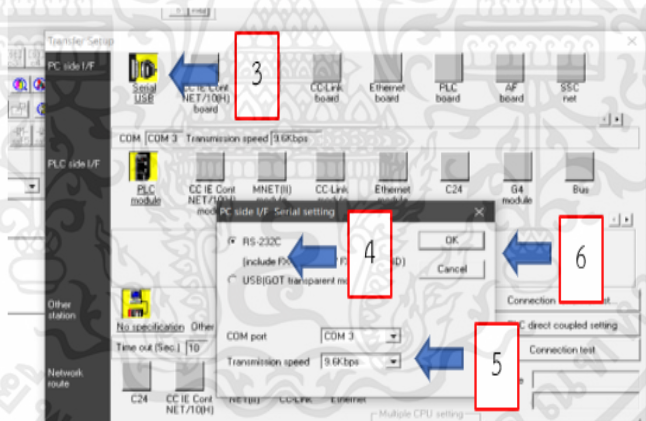
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อ

2. ทำการคลิกไปที่ “Serial USB” จะปรากฏหน้าต่าง “PC side I/F Serial setting”

3. ทำการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อ และเลือก “COM port” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.8 เมื่อทำการตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อเสร็จแล้วคลิกที่ “OK”



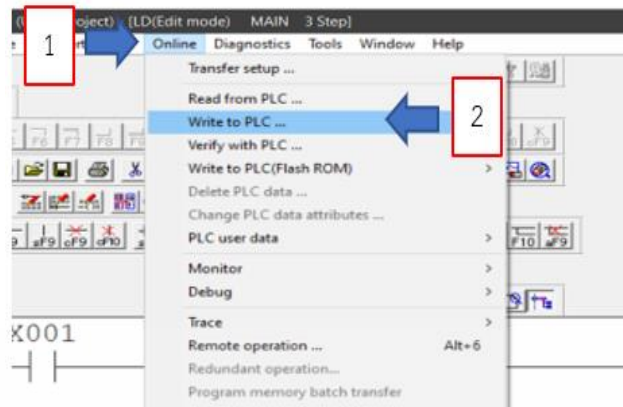
รูปที่ 2.8 แสดงการเลือกพอร์ตเชื่อมต่อ

2.2.5 การลิงค์เพื่ออัปโหลดวงจรแลคเตอร์ไปยังพีแอลซี

การลิงค์เพื่ออัปโหลดวงจรแลคเตอร์ไปยังพีแอลซีมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

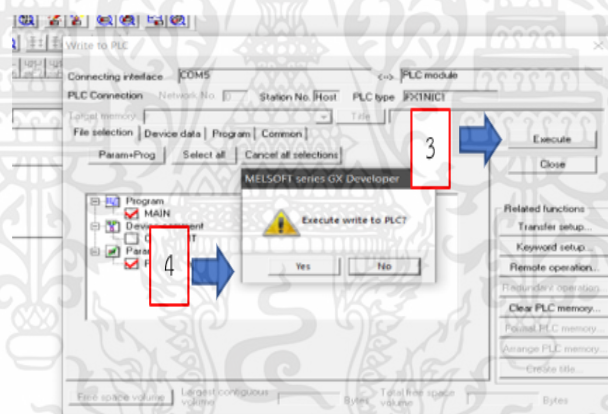
1. การเพื่ออัปโหลดลิงค์วงจรแลคเตอร์ไปยังพีแอลซีควรทำตอนที่พีแอลซีอยู่ในโหมด “Stop” ทำการเลือกไปที่ “Online” จะมีแถบคำสั่งให้เลือกไปที่ “Transfer setup”
2. ทำการเลือกที่ “Write to PLC ...” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.9 และหลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเลือกแถบคำสั่ง

3. ทำการคลิกเลือกที่ “Program” กับ “Parameter” หลังจากนั้นคลิกที่ “Execute” จะปรากฏหน้าต่าง “MELSOFT series GX Developer” ให้คลิกเลือกที่ “Yes” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การตั้งค่าการลิงค์เพื่ออัปโหลดวงจรแลคเตอร์

2.3 อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared sensor)

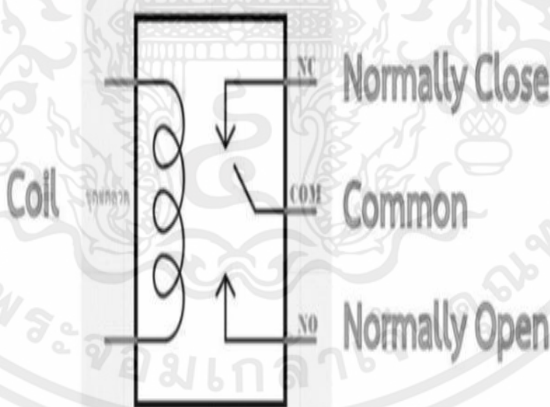
อินฟราเรด คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง 10¹¹ – 10¹⁴ เฮิรตซ์ หรือมียาวคลื่น 10.3 – 10.6 เมตร โดยเรียกว่า “รังสีอินฟราเรด” [3] หรือเรียกอีกชื่อว่า “คลื่นความถี่สั้น” (Millimeter waves) ซึ่งจะมีย่านความถี่คาบเกี่ยวกับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟโดดวัตถุก็จะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 10.4 เมตรออกมา ประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดได้

หลักการของเครื่องฉายเสป็คตรัมใช้หลักการเลี้ยวเบนของคลื่นแสง โดยเมื่อแสงผ่านวัตถุ (Diffraction Grating) ก็จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนออกตามความยาวคลื่นที่แตกต่างกันจึงจะได้ออกมาเป็นแถบเสป็คตรัม ซึ่งต่างจากการใช้ปริซึมซึ่งจะใช้หลักการหักเหของแสงในการสร้างแถบเสป็คตรัม

2.4 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการนำมาใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์ โดยรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจร [4] โดยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ขดลวดได้รับให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะของขดลวด รีเลย์จะเริ่มทำงานได้โดยมีการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิด-เปิดในส่วนหน้าสัมผัส ซึ่งคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถนำรีเลย์มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่างๆ ได้ รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนียวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง



รูปที่ 2.13 สัญลักษณ์ภายในวงจรไฟฟารีเลย์

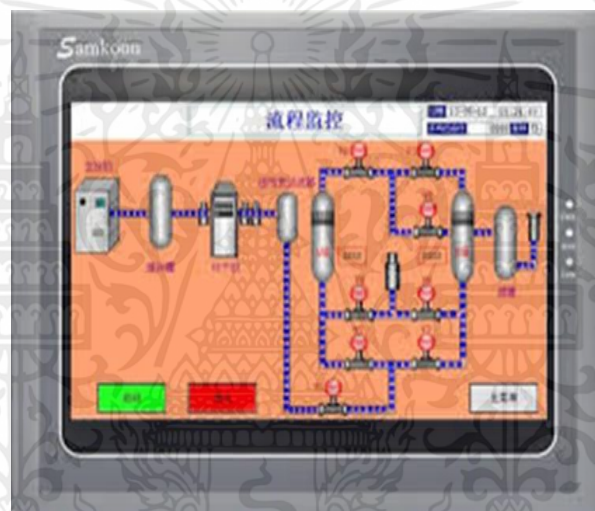
2.5 จอสัมผัส (Touch screen)

จอสัมผัส (HMI) ย่อมาจาก (Human Machine Interface) [5] คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างเครื่องจักรและมนุษย์ (HMI) และอุปกรณ์ควบคุม เช่น พีแอลซี ซีเอ็นซี เป็นต้น ผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพ เพื่อทำการเลือกรายการต่างๆ ที่ต้องการ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพ หรือข้อความก็ได้เพื่อเป็นตัวสั่งงาน เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ เป็นต้น หน้าจอสัมผัสจะสามารถรู้ตำแหน่งได้นั้นมาจากระบบพื้นฐาน 3 แบบ คือ

1. ระบบตัวต้านทานประกอบด้วย ช่องกระจกเคลือบด้วยตัวนำและตัวต้านทานซ้อนกันอยู่สองชั้น โดยทั้งสองชั้นนี้ไม่ได้ติดอยู่ด้วยกัน ทำให้ชั้นทั้งสองสัมผัสกับตำแหน่งที่นิ้วมือสัมผัส
2. ระบบตัวเก็บประจุ-จะเป็นชั้นที่ไว้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าซึ่งจะวางอยู่บนช่องกระจกของหน้าจอ เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ประจุไฟฟ้าบางส่วนจะถูกส่งไปยังตัวผู้ใช้โดยมีตัวประมวลผลคำนวณผลต่างของประจุไฟฟ้าในแต่ละมุมโดยเมื่อทำการคำนวณเสร็จก็จะรู้ตำแหน่งนิ้วมือที่ทำการสัมผัส
3. ระบบคลื่นเสียง บนหน้าจอจะมีระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะมีตัวรับ ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวอื่น ตัวรับสัญญาณจะเป็นตัวบอกถ้าคลื่นถูกรบกวนโดยการสัมผัสของผู้ใช้



รูปที่ 2.11 จอสัมผัส

(ที่มา: <http://www.108engineering.com/product/1275348/hmi-ทัชกรีน.html>)

2.6 ตู้หยอดเหรียญ (Coin acceptor)

ตู้หยอดเหรียญใช้หลักการตรวจสอบ ความเป็นตัวนำไฟฟ้าของเหรียญว่ายอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยเพียงใด [6] โดยเหรียญที่ผ่านการทดสอบในขั้นนี้จะเข้าไปในช่องแล้วกลิ้งผ่านแม่เหล็กสองชั้น โดยความเร็วของเหรียญขณะผ่านแม่เหล็กจะมีอุปกรณ์ในการวัดความเร็วของเหรียญนั้น ประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสงและเครื่องวัดแสง ถ้าวัดความเร็วได้ตรงกับที่อยู่ในหน่วยความจำของตู้หยอดเหรียญ ตัวตู้หยอดเหรียญก็จะเปิดรับเหรียญนั้น แต่ถ้าไม่ตรงก็จะคายเหรียญออกมา

การทำงานของตู้หยอดเหรียญ เมื่อจ่ายแรงดันไฟ 12 Vdc จะเริ่มทำงานเมื่อมีการหยอดเหรียญ ตัวซีพียูของตู้หยอดเหรียญจะทำการเทียบกับค่าของเหรียญที่มีการบันทึกค่าไว้ (Coin Comparator) โดยถ้าค่าตรงกันก็จะทำการรับเหรียญ แล้วส่งสัญญาณออกไปที่ (Counter Signal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเหรียญ 1 บาท จะมีสัญญาณพัลส์ 1 พัลส์ เหรียญ 2 บาท จะมีสัญญาณพัลส์ 2 พัลส์ เหรียญ 5 บาท จะมีสัญญาณพัลส์ 5 พัลส์ และเหรียญ 10 บาท จะมีสัญญาณพัลส์ 10 พัลส์ แต่ถ้าไม่ตรงกับค่าที่บันทึกไว้ก็จะคืนเหรียญออกมาทางด้านหน้าของตู้หยอดเหรียญและไม่มีการส่งสัญญาณออกไป



รูปที่ 2.12 ตู้หยอดเหรียญ (Coin acceptor)
(ที่มา: <http://www.ตู้เติมเงินหยอดเหรียญ.net>)

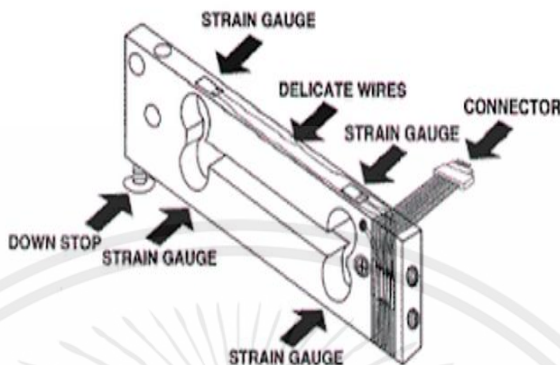
2.7 โหลดเซลล์ (Loadcell)

โหลดเซลล์ คืออุปกรณ์ที่สามารถแปลงค่าจากแรงกด หรือแรงดึงเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ การนำมาใช้งานเหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน (mechanical Properties of Parts) [7] จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ โดยตัวโหลดเซลล์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน และงานอื่นๆ อีกหลายประเภทเช่น ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุ โลหะ ทดสอบโลหะ ชิ้นส่วนรถยนต์ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ

2.7.1 ประเภทของโหลดเซลล์แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. โหลดเซลล์ประเภทสเตรนเกจ (Strain Gauge Load cell) หลักการทำงานของโหลดเซลล์ประเภทนี้ คือมีน้ำหนักมากระทำความเครียด (Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสองจะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่ง สัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดค่าความเครียดสี่ตัว (Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัด โดยเกจตัวต้านทานทั้งสองจะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำซึ่งสามารถแปลงค่าแรงกด

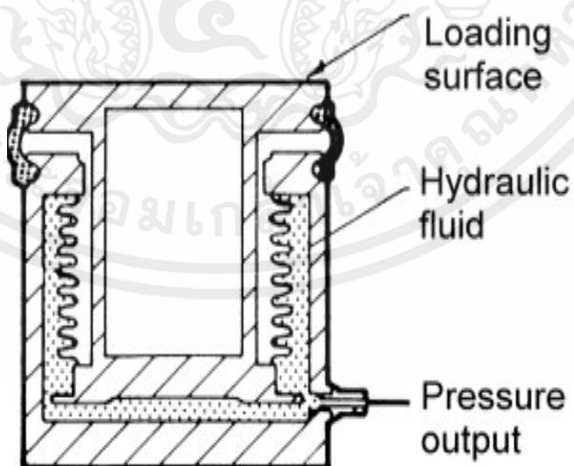
หรือแรงดึง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยสัญญาณที่ออกมาจะเป็นแรงดันไฟฟ้าซึ่งนำไปเชื่อมต่อกับตัวประมวลผล



รูปที่ 2.14 โหลดเซลล์ประเภทเสตรเกจ

(ที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=379>)

2. โหลดเซลล์ประเภทไฮดรอลิก (Hydraulic Load Cell) หลักการทำงานของโหลดเซลล์ประเภทนี้ คือจะวัดน้ำหนักจากการเปลี่ยนแปลงความดันของเหลวภายในระบบเมื่อมีแรงมากระทำที่แท่นรับน้ำหนักในตัวโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกจะมีแผ่นไดอะเฟรม ซึ่งทำหน้าที่วัดแรงที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้จากความดันของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับแรงดันของเหลวจะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นและไม่ขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณของของเหลวในกระบอกสูบ

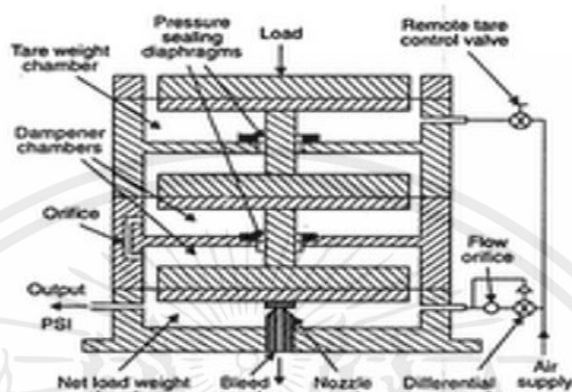


รูปที่ 2.15 โหลดเซลล์ประเภทไฮดรอลิก

(ที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=379>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

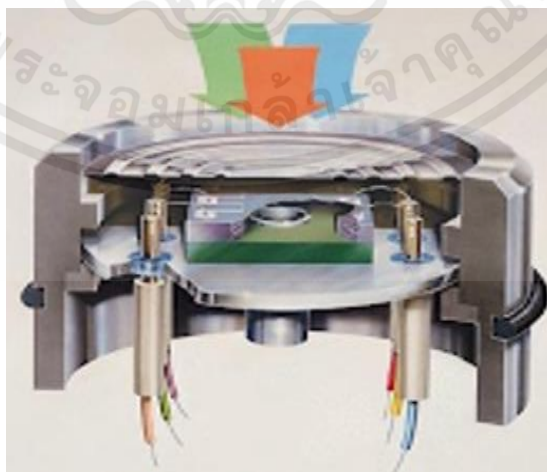
3. โหลดเซลล์ประเภทนิวแมติก (Pneumatic Load Cell) หลักการทำงานของโหลดเซลล์ประเภทนี้ จะมีความแม่นยำกว่าแบบประเภทไฮดรอลิก เพราะว่าเนื่องจากตัวโหลดเซลล์ประเภทนิวแมติก จะมีการใช้ช่องว่างหลายช่อง เพื่อทำการลดแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้น โดยโหลดเซลล์ประเภทนี้มักจะใช้ในงาน อุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดและความปลอดภัยสูง



รูปที่ 2.16 โหลดเซลล์ประเภทนิวแมติก

(ที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=379>)

4. โหลดเซลล์ประเภทไพโซรีซิสทีฟ (Piezoresistive Load Cell) หลักการทำงานของโหลดเซลล์ประเภทนี้ คือเหมือนกับเกจวัดความเครียด แต่โหลดเซลล์ประเภทไพโซรีซิสทีฟสามารถผลิตสัญญาณออกมาได้ในระดับสูง จึงเหมาะสำหรับเครื่องชั่งน้ำหนักที่ไม่ซับซ้อนในการวัด เนื่องจากสามารถต่อเข้าโดยตรงกับส่วนแสดงผล แต่โหลดเซลล์ประเภทไพโซรีซิสทีฟ มีข้อเสียคือค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณที่ออกมากับน้ำหนักที่วัดมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งไม่ค่อยมีความเสถียร



รูปที่ 2.17 โหลดเซลล์ประเภทไพโซรีซิสทีฟ

(ที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=379>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โหลดเซลล์ประเภทแมกนีโตสเตริกทีฟ (Magnetostrictive Load Cell) หลักการทำงานของโหลดเซลล์ประเภทนี้ คือมีตัวเซนเซอร์ทำหน้าที่รับค่าที่ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงในการแผ่สัญญาณแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวรที่อยู่ภายใต้แรงที่มากระทำ จึงส่งผลให้เกิดการผิดรูปของสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีความคล้ายกับหลักการการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก และสามารถนำเป็นตรวจวัดการเคลื่อนที่ของแกนแม่เหล็ก

2.8 อาดูโน (Arduino)

อาดูโน เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลชิป AVR [8] ที่มีการพัฒนาแบบ (Open Source) คือเมื่อมีการเปิดเผยข้อมูลทางด้าน (Hardware) และตัวของ (Software) โดยของตัวบอร์ดอาดูโนมีการออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นที่ต้องการศึกษาการเขียนโปรแกรม ทั้งนี้ผู้ใช้อย่างสามารถดัดแปลง เพิ่มเติมและยังพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดและในส่วนของโปรแกรมได้อีกด้วย ส่วนการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ ให้กับบอร์ดอาดูโน ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วทำการเชื่อมต่อเข้ามายังที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น (Arduino XBee Shield), (Arduino Music Shield), (Arduino Relay Shield), (Arduino Wireless Shield), (Arduino GPRS Shield) เป็นต้น

2.9 บรรจุภัณฑ์พลาสติก (Plastic packaging)

ประเภทของพลาสติกที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ [9] มีดังนี้

2.9.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene : PE)

โพลีเอทิลีนเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำ จึงมีต้นทุนในการผลิตต่ำ โดยพลาสติกโพลีเอทิลีน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. HDPE (High density polyethylene) Density = 0.941 - 0.965 g/cm³ นิยมผลิตเป็นขวด ถาด เครื่องใช้ในครัวเรือน เพราะเป็นพลาสติกที่มีความคงรูปได้ดี

ข้อดี มีความแข็งแรง ชุ่ม และโปร่งใส มีความเหนียว ทนต่อกรดและด่างต่างๆ ไป ป้องกันความชื้นได้ดี

ข้อเสีย ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซไม่ดี แต่ยังดีกว่าพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดอื่น

2. LDPE (Low density polyethylene) Density = 0.910 - 0.925 g/cm³

ข้อดี มีความยืดหยุ่น ทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี ทนต่อกรดและด่างต่างๆ ไป ป้องกันความชื้นได้ดี และทนต่ออุณหภูมิได้ตั้งแต่ ติดลบ 50 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส

ข้อเสีย ไขมันหรือน้ำมันสามารถซึมผ่านได้ง่าย และอากาศสามารถซึมผ่านได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. LLDPE (Linear low density polyethylene) Density = 0.915 – 0.995 g/cm³

ข้อดี นิ่มและเหนียวกว่า LDPE และ HDPE ป้องกันความชื้นได้ดีและมีความเปราะใสมากกว่า LDPE และ HDPE

ข้อเสีย ไขมันและอากาศสามารถซึมผ่านได้ง่าย

2.9.2 โพลีเอไมด์ หรือไนลอน (Polyamide : PA or Nylon)

โพลีเอไมด์ หรือไนลอนเป็นพลาสติกที่เรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน เช่น Nylon6, Nylon11 โดยมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปตามอะตอมของคาร์บอนที่ประกอบอยู่

ข้อดี มีความเหนียวสูง ด้านทานแรงดึงที่ทึ่มทะเลและแรงดึงทะเลได้สูง มีการคงรูปทนทานต่อการเสียดสีสูง ทนทานต่อสารเคมี และป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ค่อนข้างดี

ข้อเสีย ป้องกันความชื้นได้ต่ำ ดูดซึมน้ำได้ง่าย

2.10 เทปทนความร้อน (Heat resistant tape)

เทปทนความร้อน คือวัสดุที่ทำด้วยผ้าใยแก้วเคลือบด้วย (Poly tetra fluor ethylene : PTFE) [10] ที่ทนทานความร้อนได้ดีเป็นวัสดุรองพื้น โดยเทปเทฟลอน (PTFE) ยังทนต่ออุณหภูมิที่สูง โดยตัวเทปทนความร้อนมีลักษณะคล้ายใยแก้ว ที่มีหน้าผิวที่มีการเคลือบด้วยสารซิลิโคนที่ทนต่อความร้อนสูงและมีความแข็งแรงยืดหยุ่นสูง ส่วนการประยุกต์ใช้งาน โดยเทปทนความร้อนสามารถนำมาใช้สำหรับในงานอุตสาหกรรมเช่น ในเครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก ในแม่พิมพ์พลาสติก



รูปที่ 2.18 เทปทนความร้อน
(ที่มา: www.heaterable.com)

2.11 เส้นลวดนำความร้อน (Heating wire)

เส้นลวดนำความร้อน คือเส้นลวดที่ความต้านทานในตัว และยังทนต่ออุณหภูมิความร้อนที่สูงมาก [11] โดยเมื่อเราทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไปยังเส้นลวดนำความร้อนทั้งสองด้านของเส้นลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำความร้อน จะทำให้เกิดความร้อนสะสมที่เส้นลวด การนำเส้นลวดนำความร้อนมาใช้งานจะต้องรู้ขนาดเส้นลวดนำความร้อน ความยาวของเส้นลวดนำความร้อน ค่าความต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดนำความร้อน แรงดันไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน กำลังไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน เส้นลวดนำความร้อนจะแบ่งออกตามเกรดอุณหภูมิที่ใช้งาน โดยอุณหภูมิที่นำมาใช้งาน จะต้องไม่เกิน 1100 องศาเซลเซียส ชนิดของเส้นลวดนำความร้อนจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

2.11.1 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบแบน

เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบแบน คือเส้นลวดนำความร้อนที่มีลักษณะแบนราบ ที่กำหนดด้วยความหนาและขนาดหน้ากว้างของเส้นลวด โดยมีทั้งแบบเส้นลวดที่เป็นเหล็กและเส้นลวดที่เป็นนิเกิล โดยการนำมาใช้งานจะต้องรู้ ความยาวของเส้นลวดนำความร้อน ค่าความต้านทานไฟฟ้าของเส้นลวดนำความร้อน แรงดันไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน กำลังไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน และแบ่งออกตามเกรดอุณหภูมิใช้งาน ที่ต้องไม่เกิน 1100 องศาเซลเซียส โดยขนาดลักษณะการใช้งาน เช่น กว้าง×หนา 2×0.2, 4×0.2, 6×0.15, 8×0.2, 10×0.2 เป็นต้น



รูปที่ 2.19 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบแบน

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

2.11.2 เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบกลม

เส้นลวดนำความร้อนชนิดแบบกลม คือเส้นลวดนำความร้อนที่มีลักษณะของเส้นลวดกลม และลักษณะนี้มีการใช้งานทั่วไป มีทั้งประเภทเส้นลวดที่เป็นเหล็กและเส้นที่เป็นลวดนิเกิล อุณหภูมิการที่นำมาใช้งาน จะต้องไม่เกิน 1100 องศาเซลเซียส โดยขนาดของเส้นลวดนำความร้อน อาจมีหลายขนาดเช่น ลวดขนาดเล็ก 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 มิลลิเมตร และลวดขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 1, 1.2, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5 มิลลิเมตร จนกระทั่งถึง 10 มิลลิเมตร เป็นต้น



รูปที่ 2.20 เส้นลวดนำความชนิดแบบกลม
(ที่มา: <http://www.xn---yxfb0d6bc3c8e5e.com>)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

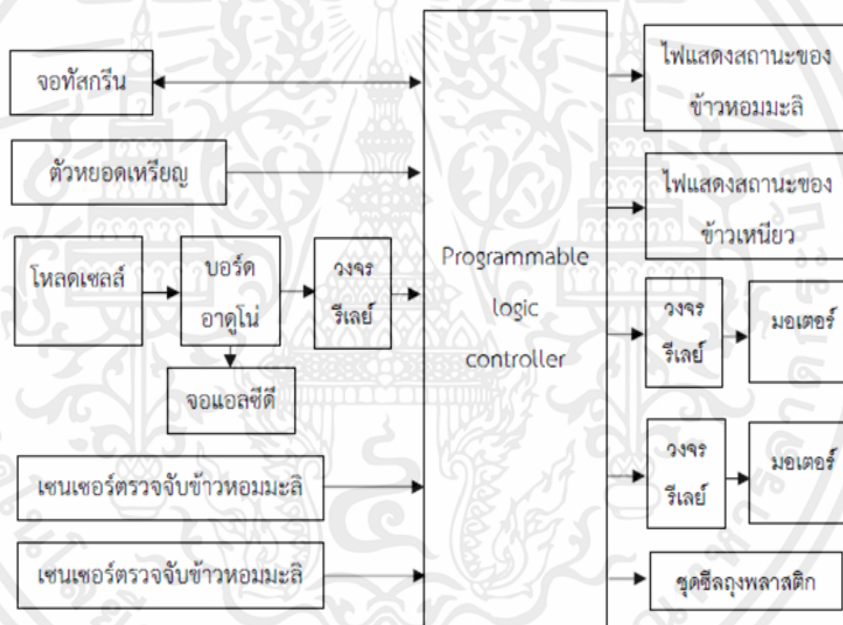
บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ ซึ่งมีการทำงาน บล็อกไดอะแกรมการออกแบบโครงสร้างการออกแบบวงจรการ อีกส่วนหนึ่งคือโครงสร้างของโรงงานชั้นนี้ ผู้จัดทำขออธิบายรายละเอียดการทำงาน ดังต่อไปนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรม

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ

จากรูปที่ 3.1 เป็นการอธิบายบล็อกไดอะแกรมการโดยรวมของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ ได้ดังนี้

1. จอทัสกรีน (Touch Screen Monitor) ทำหน้าที่การส่งและรับข้อมูลของรีจิสเตอร์ต่างๆ ในพีแอลซีไม่ว่าจะเป็น อินพุตหรือเอาต์พุต มาแสดงเป็นแบบกราฟ รูปภาพ ค่าที่เป็นตัวเลขหรืออื่นๆ บนหน้าจอ (Touch Screen) ซึ่งรีจิสเตอร์เหล่านี้จะสัมพันธ์ กับ (Ladder diagram) ที่เราได้โปรแกรมเอาไว้ในพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตู้หยอดเหรียญทำหน้าที่เมื่อจ่ายไฟ 12 Vdc เข้าตู้หยอดเหรียญ CPU ของตู้หยอดเหรียญ จะเริ่มทำงานเมื่อมีการหยอดเหรียญ CPU จะทำการเทียบกับค่าของเหรียญ ตัวอย่าง (Coin Comparator) ถ้าค่าตรงกันก็จะรับเหรียญที่หยอดลงด้านล่าง แล้วส่งสัญญาณออกไปที่ (Coin Signal) และ (Counter Signal) โดย เหรียญ 1 บาท จะได้ 1 pulse เหรียญ 2 บาท จะได้ 2 pulse เหรียญ 5 บาท จะได้ 5 pulse และเหรียญ 10 บาท จะได้ 10 pulse ถ้าค่าไม่ตรงกันก็จะคืนเหรียญที่หยอดออกมาด้านหน้าของอุปกรณ์

3. พีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นส่วนสำคัญที่จะมีส่วนที่เป็นอินพุต 16 ช่องและเอาต์พุต 14 ช่อง ที่สามารถต่อใช้งาน ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย

4. เซนเซอร์ ทำหน้าที่ในการตรวจจับข่าวสารแต่ละชนิดว่ามีเหลืออยู่ในตู้หรือไม่ ถ้ามีก็ส่งสัญญาณให้เครื่องทำงานได้ปกติ ไฟสถานะสีเขียวติด แต่ถ้าไม่มีข่าวสารในตู้ก็จะไม่ส่งสัญญาณทำงาน เครื่องไม่สามารถขายข่าวสารชนิดนั้นได้ ในโครงการนี้ใช้เซนเซอร์ ตรวจจับข่าวสาร 2 ชนิด

5. มอเตอร์ คือเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยเมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน จึงสามารถนำการหมุนของแกนมอเตอร์ไปใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่และทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลโดยนำมาทำการขับเคลื่อนในการจ่ายข่าวสาร ของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

6. โหลดเซลล์ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำหนัก โดยการเปลี่ยนน้ำหนักที่กระทำต่อโหลดเซลล์ เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

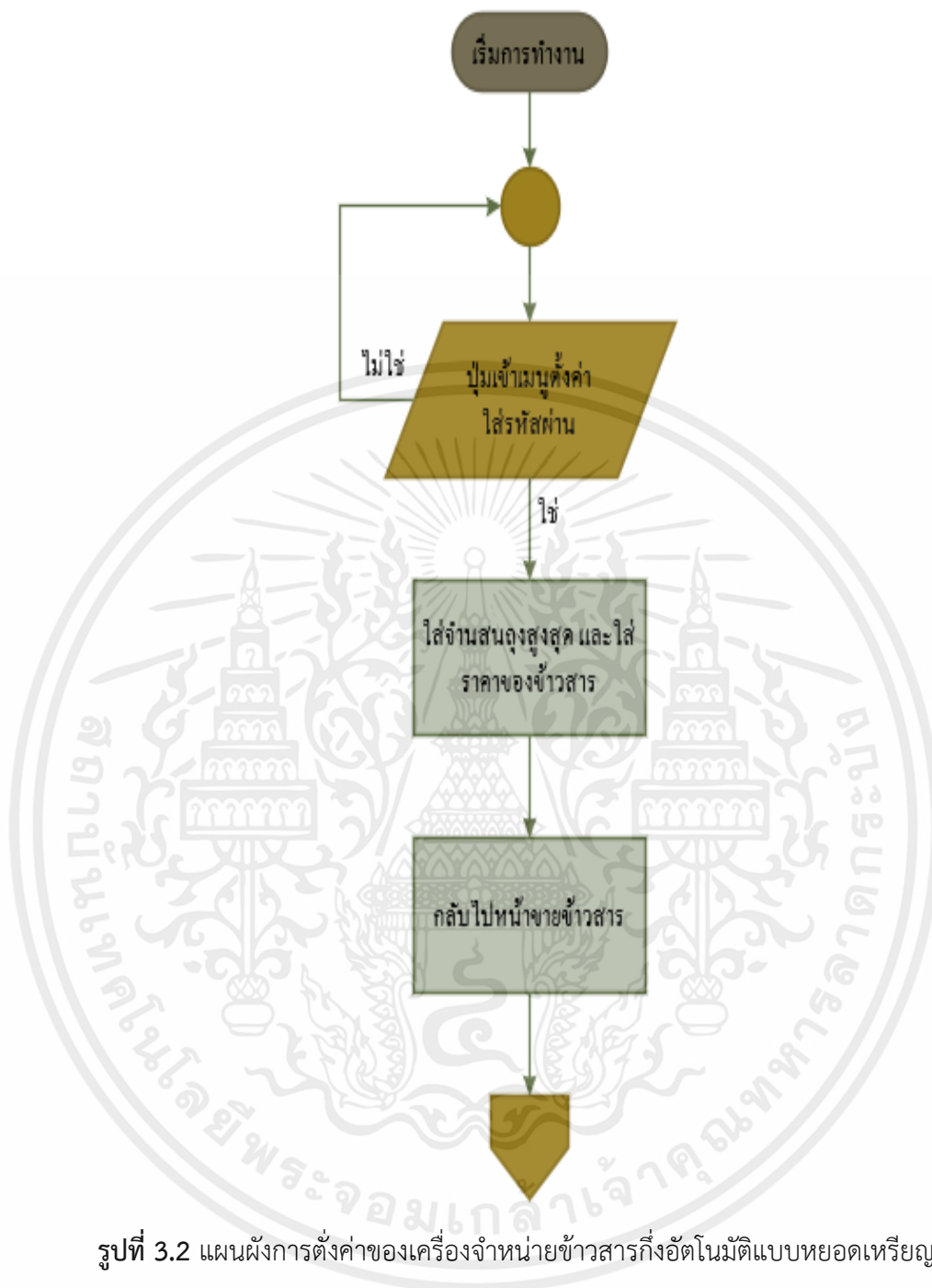
3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญแบ่งออกเป็นสองคือ

1. แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
2. แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

3.2.1 แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังนี้ เริ่มต้นกดปุ่มตั้งค่าแล้วทำการใส่รหัสผ่าน ใส่จำนวนสูงสุดที่ต้องการจำหน่าย สูงสุด 20 ถุง ของข่าวสารแต่ละชนิด ใส่ราคาของข่าวสารแต่ละชนิด แล้วกดปุ่มกลับไปหน้าจอขายข่าวสาร แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ แสดงดังรูปที่ 3.2



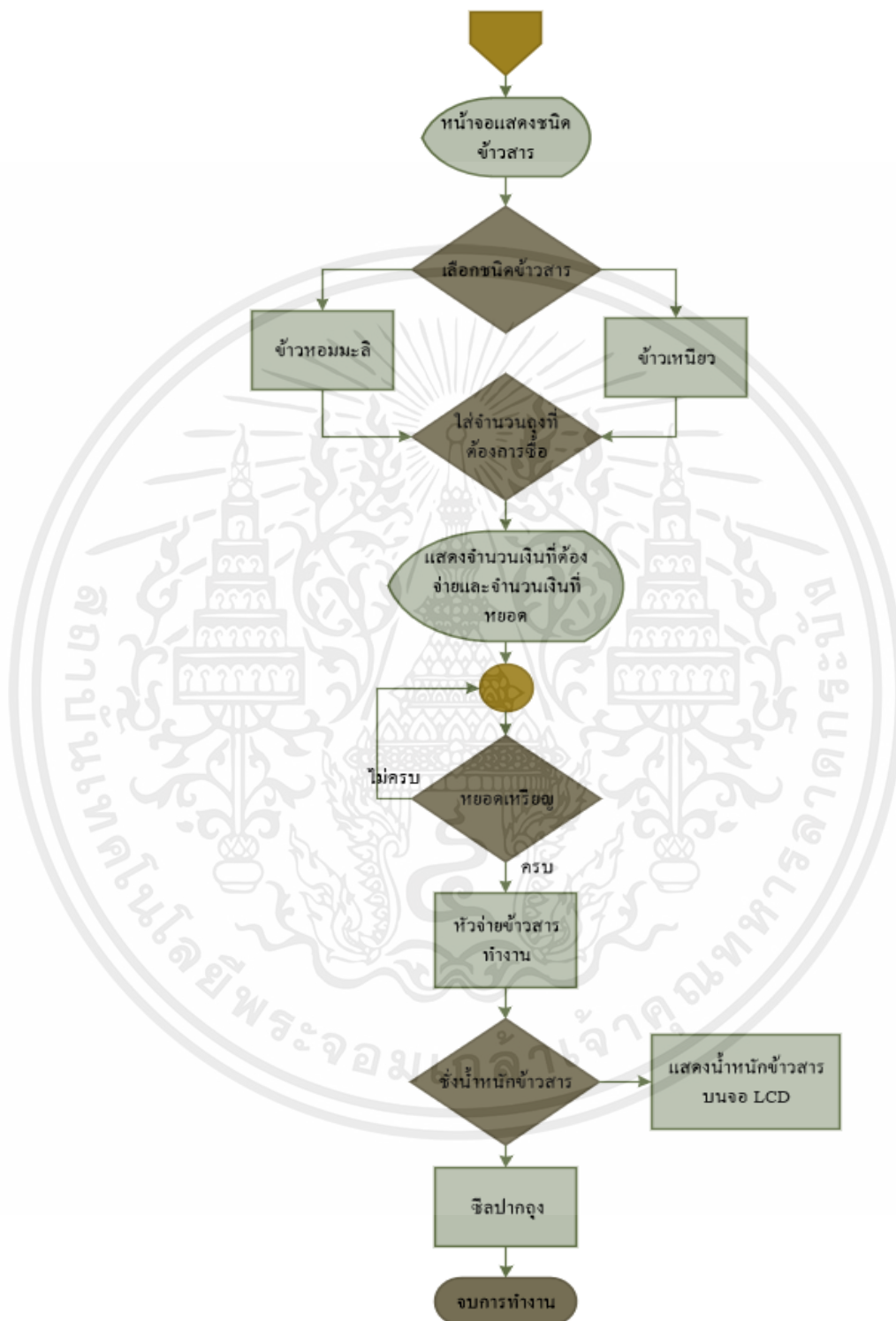
รูปที่ 3.2 แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

3.2.2 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

แผนผังการตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากหน้าจอแสดงชนิดของข้าวสาร จากนั้นผู้ซื้อเลือกชนิดข้าวสารที่ต้องการซื้อ และใส่จำนวนถุงที่ต้องการซื้อ โดยจะแสดงจำนวนเงินที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่หยอดซึ่งสามารถรับเหรียญได้ 4 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 2 บาท เหรียญ 5 บาท เหรียญ 10 บาท เมื่อหยอดครบตามจำนวนเงินที่ต้องจ่าย หัวจ่ายข้าวสารก็จะเริ่มทำงานจึงทำให้ข้าวสารค่อยๆ ไหลลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงชั้นน้ำหนักร และแสดงน้ำหนักรของข้าวสารบนหน้าจอรแอลซีดี และนำถุ่ที่บรรจุข้าวสารเสร็จแล้วไปทำการซีลปิดปากถุ่ แสดงดังรูปที่ 3.2

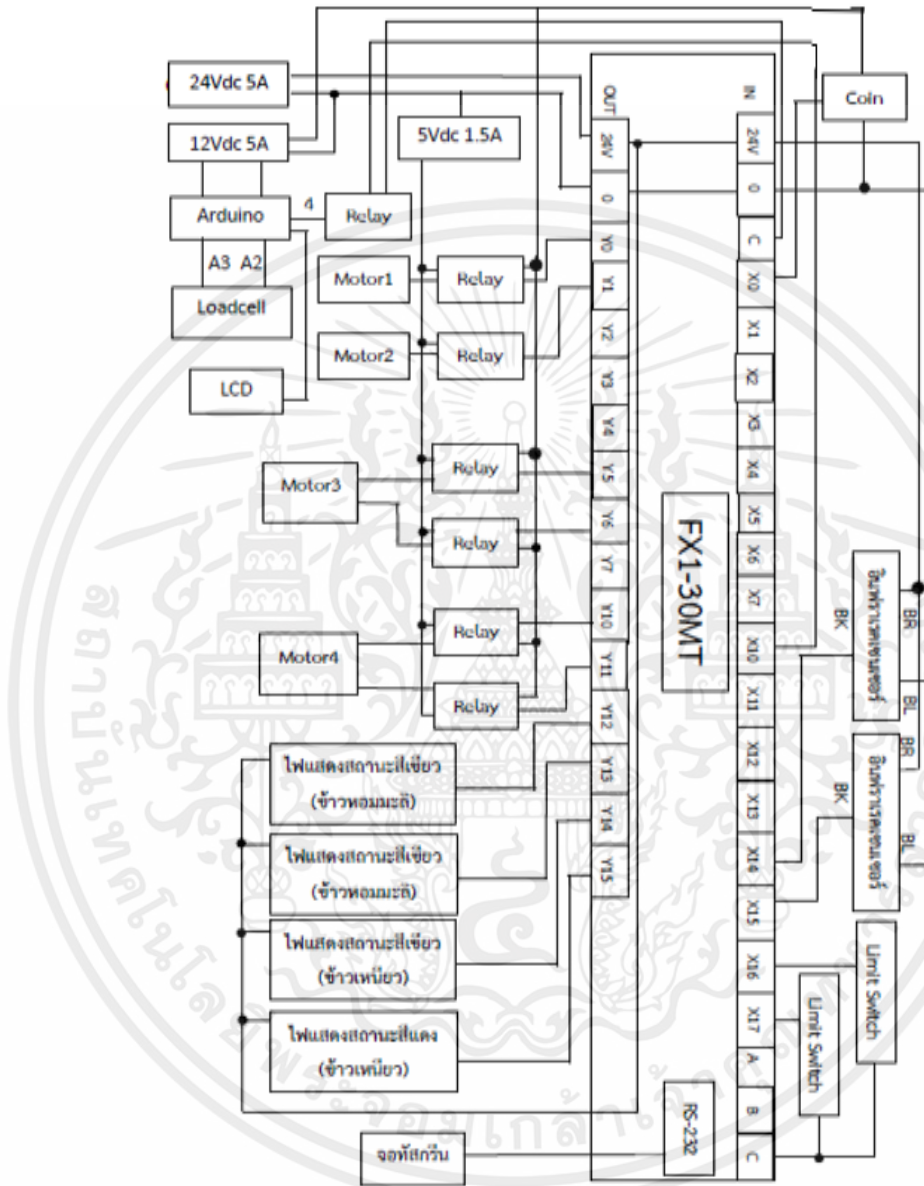


รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 การออกแบบวงจรรวมทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 3.4 การออกแบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี

จากรูปที่ 3.4 วงจรรวมของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ พีแอลซีเป็นตัวประมวลผลการคำนวณราคาของผลข้าสารแต่ละชนิดที่ผู้ซื้อเลือกผ่านจอทัสกรีน เมื่อเลือกข้าวสารและใส่จำนวนถุงที่ต้องการแล้ว หน้าจอจะแสดงจำนวนเงินที่ต้องจ่ายในการซื้อข้าวสาร โดยการหยอดเหรียญลงในตู้หยอดเหรียญตามจำนวนที่ต้องจ่ายโดยในส่วนของหน้าจอทัสกรีนการสั่งซื้อเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญในส่วนนี้ แสดงการใส่จำนวนถุง ราคาของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตกแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่าวสาร จำนวนที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่หยุด เมื่อหยุดเงินครบตามจำนวนที่ต้องจ่าย เครื่องจะเริ่มทำงานมอเตอร์จะทำการหมุนเกลียวดันข่าวสารลงชุดขั้วน้ำหนักข่าวสาร และเมื่อขั้วน้ำหนักตามค่าที่ตั้งไว้ ก็ทำการปล่อยข่าวสารลงชุดขั้วข่าวสาร จากนั้นทำการซีลปากถุงและมีลิมิตสวิทซ์ทำหน้าที่ในการหยุดมอเตอร์ โดยมีการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 หน้าที่การทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านอินพุต

ชื่อขาอินพุต	หน้าที่การทำงาน
X0	เชื่อมต่อกับเครื่องหยุดเหรียญ
X4	เชื่อมต่อกับสวิทซ์ซีลปากถุง
X10	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์ของบอร์ดอาดูโน่
X14	เชื่อมต่อกับอินฟราเรดเซนเซอร์ตัวที่ 1
X15	เชื่อมต่อกับอินฟราเรดเซนเซอร์ตัวที่ 2
X16	เชื่อมต่อกับลิมิตสวิทซ์ตัวที่ 1
X17	เชื่อมต่อกับลิมิตสวิทซ์ตัวที่ 2

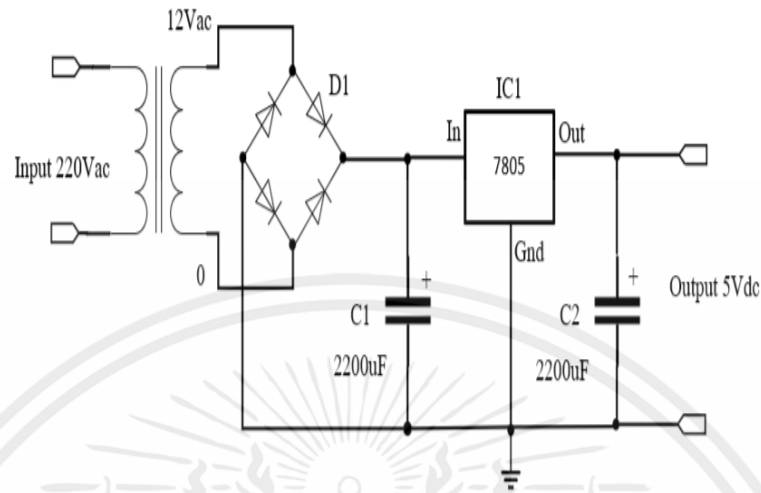
ตารางที่ 3.2 หน้าที่การทำงานร่วมกับพีแอลซีทางด้านเอาต์พุต

ชื่อขาเอาต์พุต	หน้าที่การทำงาน
Y0	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 1
Y1	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 2
Y4	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์หม้อแปลงซีลถุง
Y5	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 3
Y6	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 3
Y10	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 4
Y11	เชื่อมต่อกับวงจรรีเลย์มอเตอร์ตัวที่ 4
Y12	เชื่อมต่อกับหลอดไฟแสดงสถานะสีเขียวดวงที่ 1
Y13	เชื่อมต่อกับหลอดไฟแสดงสถานะแดงดวงที่ 1
Y14	เชื่อมต่อกับหลอดไฟแสดงสถานะสีเขียวดวงที่ 2
Y15	เชื่อมต่อกับหลอดไฟแสดงสถานะแดงดวงที่ 2

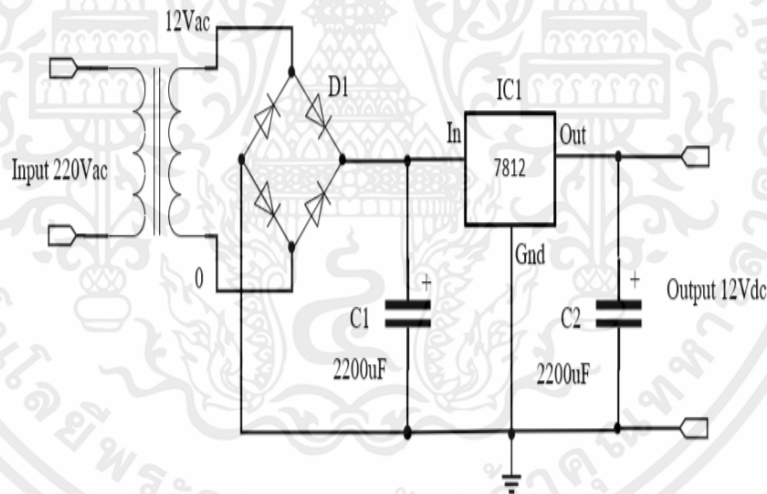
จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 เป็นตารางแสดงการต่อใช้งานของขาทางด้านอินพุตและการต่อใช้งานขาทางด้านเอาต์พุตของพีแอลซี ที่ใช้กับเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc และ 12Vdc



รูปที่ 3.5 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc



รูปที่ 3.6 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12Vdc

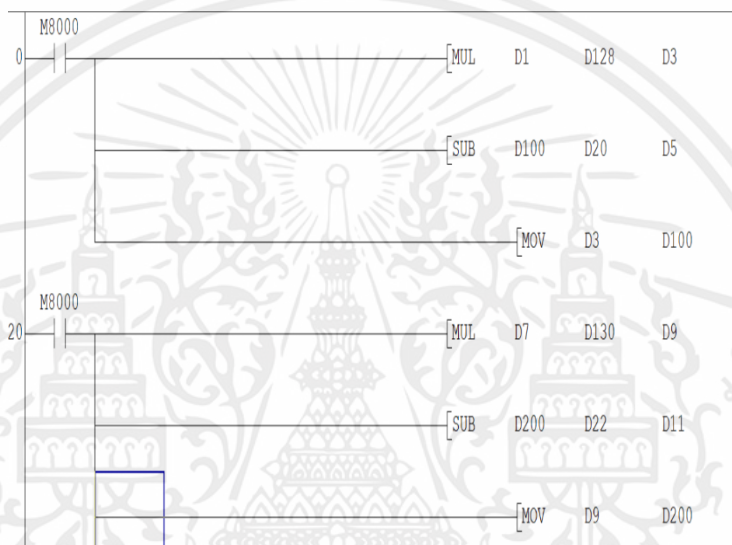
จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 การทำงานของวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแส 5Vdc และ 12Vdc เริ่มจากหม้อแปลงทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Vac ให้เหลืออยู่ที่ 12 Vac และมีไดโอดบริดจ์ซึ่งทำหน้าที่เรียงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีแรงดันอยู่ที่ 16.178Vdc และมีตัวเก็บประจุซึ่งทำหน้าที่ลดแรงดันกระเพื่อมและกรองความถี่ และมีไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ 7805 กับ 7812 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าออกที่เอาต์พุต ดังนั้นแรงดันที่ออกเอาต์พุตจะได้ 5Vdc และ 12Vdc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโปรแกรมพีแอลซีที่ใช้งาน

ในการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ ถือเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบเครื่องจำหน่ายข้าวสาร กิ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญควบคุมโดยพีแอลซี ดังนั้นการเขียนซอฟต์แวร์ จึงเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมาก บอกถึงขั้นตอนการทำงานของเครื่องและเป็นการกำหนดขั้นตอนก่อนหลังในการทำงาน ซึ่งทำให้ระบบการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญทำงานอย่างเป็นระบบ

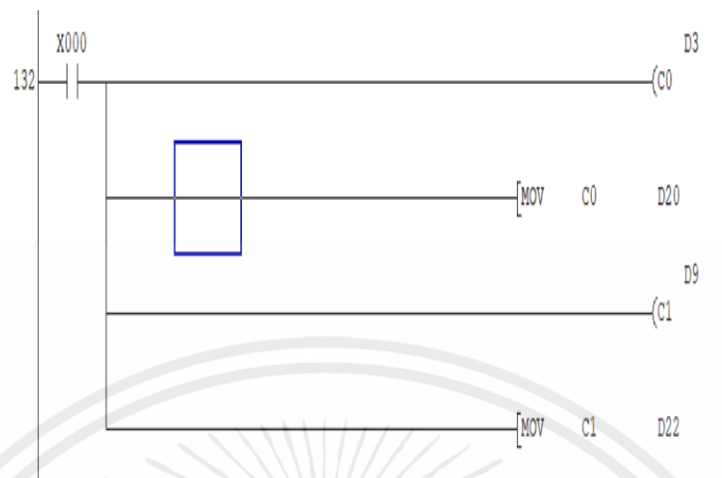
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมคิดราคาข้าวสารของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 3.7 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมคิดราคาข้าวสาร

จากรูปที่ 3.7 ในส่วนของข้าวสารข้าวหอมมะลิโดยมี M8000 เป็นหน้าสัมผัสรีเลย์ชนิดพิเศษ จะทำงานต่อเมื่อตัว PLC ทำงานในโหมด RUN โดยการคิดคำนวณราคาของข้าวสารจะทำงานในส่วนคำสั่ง MUL ซึ่งเป็นคำสั่งคูณ โดยนำค่า D1 (จำนวนการสั่งซื้อ) มาคูณกับ D128 (ราคาของข้าวสารที่ได้ตั้งราคาไว้) แล้วนำค่าที่ได้มาเก็บไว้ที่ D3 และในส่วนของคำสั่ง SUB นำค่า D3 กับ D20 (จำนวนเงินที่หยอด) มาบวกกัน แล้วนำค่าที่ได้มาเก็บไว้ที่ D5 (จำนวนเงินที่ต้องจ่าย) และทำการ MOV ค่า D3 ไปเก็บไว้ D100 และในส่วนของข้าวสารข้าวเหนียวโดยมี M8000 เป็นหน้าสัมผัสรีเลย์ชนิดพิเศษ จะทำงานต่อเมื่อตัว PLC ทำงานในโหมด RUN โดยการคิดคำนวณราคาของข้าวสารจะทำงานในส่วนคำสั่ง MUL ซึ่งเป็นคำสั่งคูณ โดยนำค่า D7 (จำนวนการสั่งซื้อ) มาคูณกับ D130 (ราคาของข้าวสารที่ได้ตั้งราคาไว้) แล้วนำค่าที่ได้มาเก็บไว้ที่ D9 และในส่วนของคำสั่ง SUB นำค่า D9 กับ D22 (จำนวนเงินที่หยอด) มาบวกกัน แล้วนำค่าที่ได้มาเก็บไว้ที่ D11 (จำนวนเงินที่ต้องจ่าย) และทำการ MOV ค่า D9 ไปเก็บไว้ D200

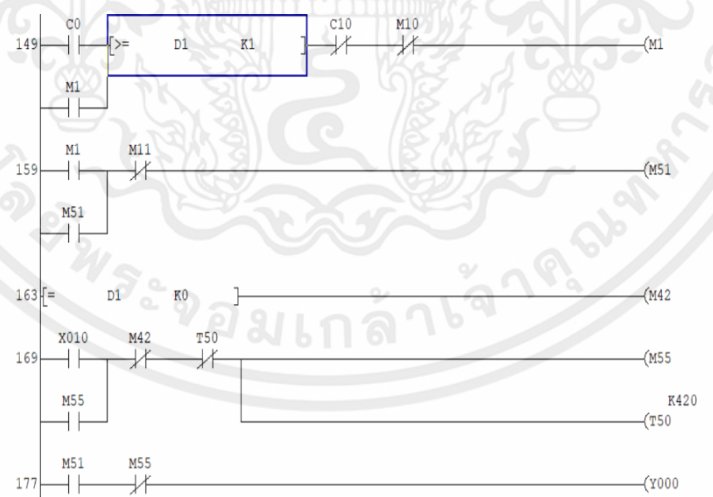
3.3.2 การออกแบบโปรแกรมใช้กับตู้หยอดเหรียญ



รูปที่ 3.8 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมใช้กับตู้หยอดเหรียญ

จากรูปที่ 3.8 การทำงานเริ่มจาก D3 และ D9 เป็นตัวเก็บค่าของจำนวนราคารวมของข้าวสารทั้งหมด D20 และ D22 คือการเก็บค่าที่ C0 และ C1 นับได้จากการหยอดเหรียญ โดยเมื่อมีการหยอดเหรียญ C0 และ C1 จะทำการนับเหรียญที่หยอดแล้ว MOV ค่า C0 กับ C1 ไปเก็บไว้ยังที่ D20 และ D22

3.3.3 การออกแบบโปรแกรมใช้ในการจ่ายข้าวสาร

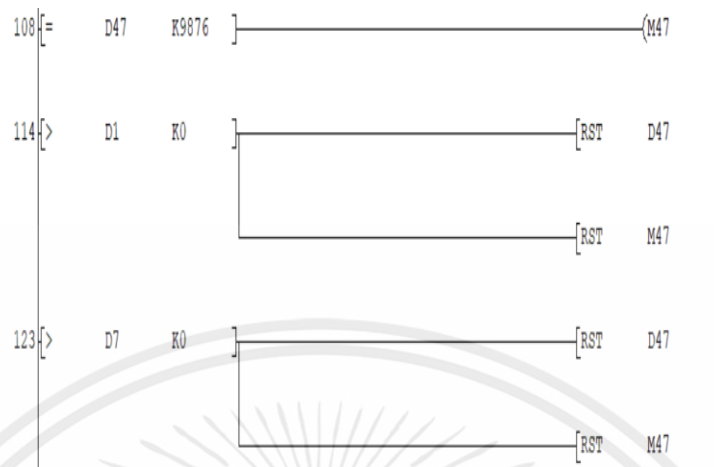


รูปที่ 3.9 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมใช้ในการจ่ายข้าวสาร

จากรูปที่ 3.9 เมื่อ C0 มีค่าเท่ากับ D3 ทำให้ M1 สั่งให้ แอต์พุต M51 ทำงาน และอินพุต M51 ทำงานสั่งให้ Y0 ทำงาน สั่งมอเตอร์เกลียวหมุนดันข้าวสาร และเมื่อ X10 ทำงาน ส่งผลให้ M55 ทำงานค้างเป็นเวลา 45 วินาที จึงทำให้ Y0 หยุดการทำงานเป็นเวลา 45 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การออกแบบโปรแกรมเข้าเมนูตั้งค่าผ่านรหัสด้วย PLC Control screen jump



รูปที่ 3.10 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมเข้าเมนูตั้งค่าผ่านรหัส

จากรูปที่ 3.10 เมื่อ D47 มีค่าเท่ากับ 9876 จะทำให้ M47 On เป็นการทำให้เกิดการ Screen jump ในส่วนของหน้าจอที่สกรีนไปยังหน้าจอที่สกรีนเมนูการตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ และเมื่อค่าของ D1 และ D7 มากกว่า 0 จะทำการรีเซ็ตค่า D47 และ M47

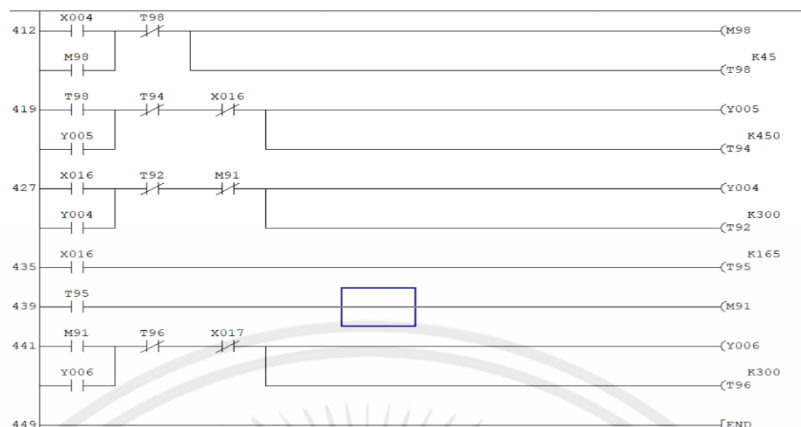
3.3.5 การออกแบบโปรแกรมของไฟแสดงสถานะข้าวสาร



รูปที่ 3.11 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมของไฟแสดงสถานะข้าวสาร

จากรูปที่ 3.11 เมื่อ X14 ทำงาน จะทำให้ Y12 ทำงาน แต่ Y13 จะไม่ทำงานเนื่องจาก X14 ที่เป็นหน้าสัมผัสปิด จะทำงานต่อเมื่อ X14 ที่เป็นหน้าสัมผัสเปิดไม่ทำงาน จะทำให้ Y13 ทำงาน เมื่อ X15 ทำงาน จะทำให้ Y14 ทำงาน แต่ Y15 จะไม่ทำงานเนื่องจาก X15 ที่เป็นหน้าสัมผัสปิด จะทำงานต่อเมื่อ X15 ที่เป็นหน้าสัมผัสเปิดไม่ทำงาน จะทำให้ Y15 ทำงาน

3.3.6 การออกแบบโปรแกรมของชุดซีลปากถุงพลาสติก



รูปที่ 3.12 การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมของชุดซีลปากถุงพลาสติก

จากรูปที่ 3.12 เมื่อ X4 ทำงานจะทำให้ M98 ทำงานค้างเป็นเวลา 4.5 วินาที และเมื่อ T98 On จะทำให้ Y4 On สั่งให้วงจรรีเลย์ของเส้นลวดนำความร้อนทำงาน และเมื่อ Y5 On จึงทำให้แกนหนีบปากถุงเป็นเวลา 15 วินาที เมื่อครบจะสั่ง Y5 Off จากนั้นเมื่อ X16 On จะทำให้ Y6 On จึงทำให้แกนหนีบปล่อยปากถุงและ Y4 Off

3.4 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีน

การออกแบบหน้าจอทัชสกรีนเป็นการออกแบบในการแสดงผลต่างๆ และยังทำหน้าที่ในการค่าต่างๆ ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยการออกแบบหน้าจอทัชสกรีนจะมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

3.4.1 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีน

การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่สำหรับหน้าจอทัชสกรีนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

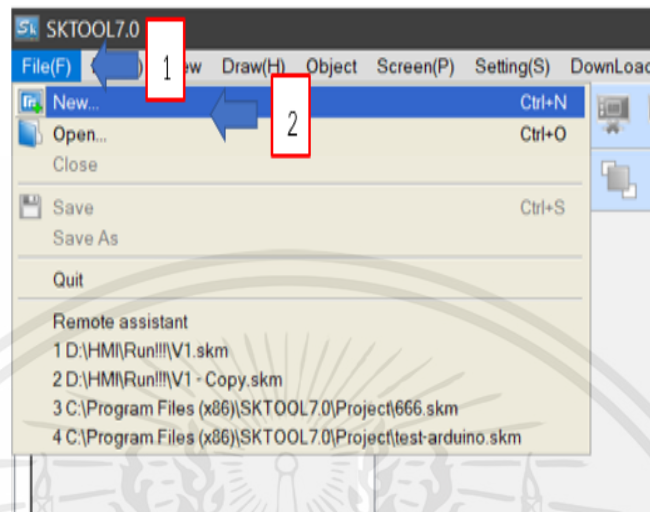
1. ทำการคลิกที่ไอคอนโปรแกรมที่มีชื่อว่า “SKTOOL” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.13 และคลิกไปแล้วจะปรากฏหน้าต่างสร้าง “New project” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 ไอคอนของโปรแกรม SKTOOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หลังจากที่มีหน้าต่าง “New project” ปรากฏให้ทำการคลิกไปที่ “File(F)” จะมีแถบคำสั่งให้เลือกไปที่ “New...” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.14

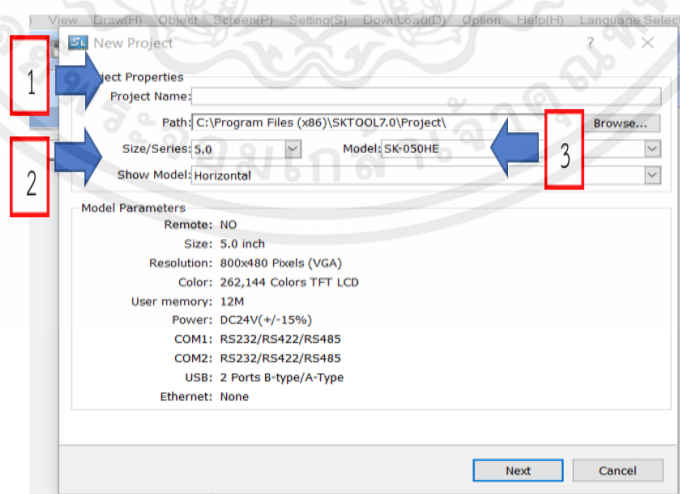


รูปที่ 3.14 หน้าต่างสร้างไฟล์โปรเจคใหม่

3.4.2 การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซี

การกำหนดการเชื่อมต่อกับพีแอลซีมีขั้นตอนดังนี้

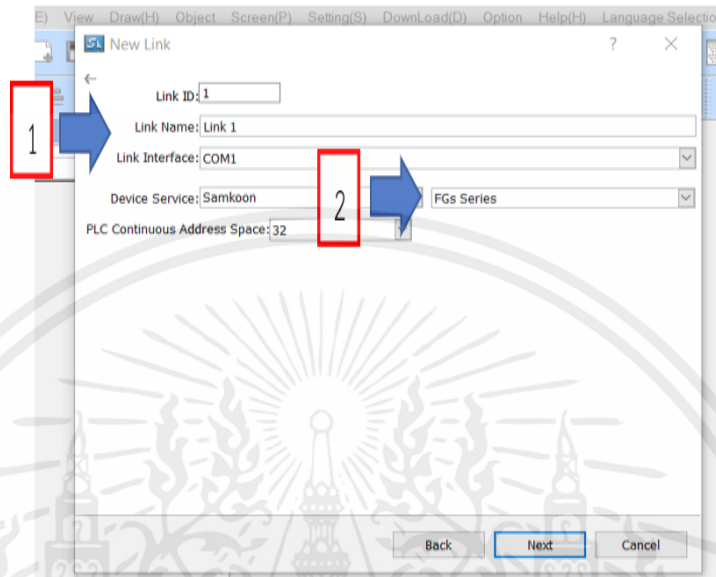
1. เมื่อทำการสร้างไฟล์โปรเจคใหม่แล้วจะปรากฏหน้าต่าง “New project” ให้ทำการตั้งชื่อไฟล์ แล้วทำการเลือกขนาดหน้าจอทัชสกรีนที่ใช้งาน แล้วทำการเลือกรุ่นของหน้าจอทัชสกรีน จากนั้นกด “OK” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การสร้างไฟล์โปรเจคใหม่

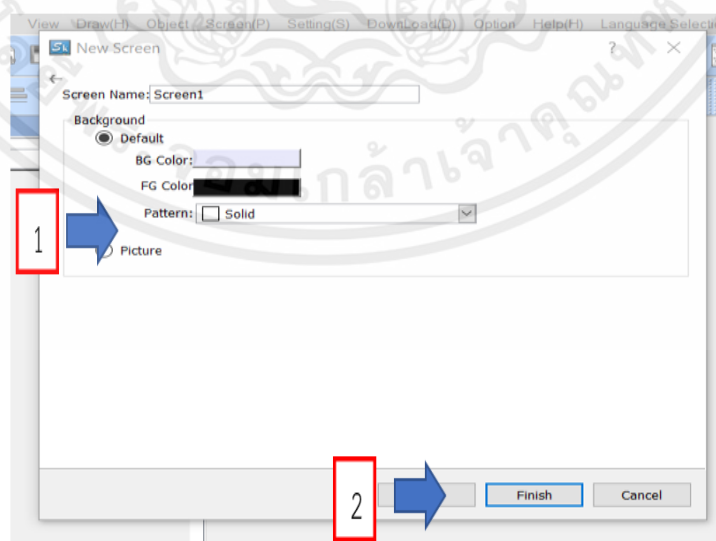
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หลังจากทีกด “OK” ปรากฏหน้าต่างที่ชื่อว่า “New Link” ให้ทำการตั้ง “Link Name” และ “Link Interface” ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นทำการตั้ง “Device Service” ตามรุ่นของหน้าจอทัชสกรีนที่ใช้เชื่อมต่อ จากนั้นกด “Next” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.16



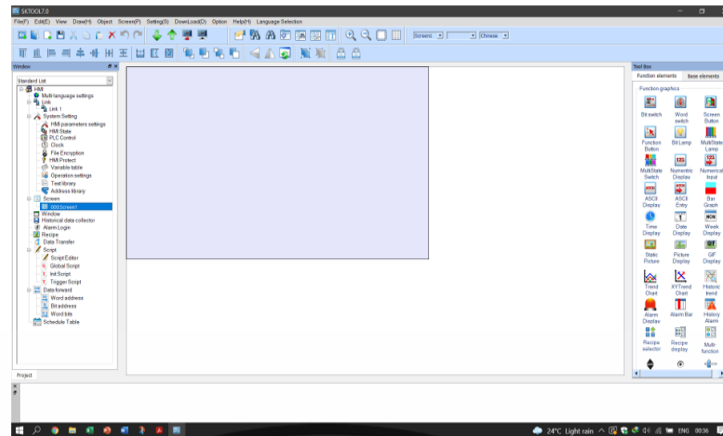
รูปที่ 3.16 การกำหนดการเชื่อมต่อ New Link

3. หลังจากทีกด “OK” ปรากฏหน้าต่างที่ชื่อว่า “New Screen” ในหน้านี้จะเป็นการตั้งค่าสีของหน้าจอทัชสกรีน เมื่อตั้งค่าสีเสร็จแล้วให้กดที่ “Finish” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.17 จะปรากฏหน้าต่างในการออกแบบหน้าจอทัชสกรีน ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 การกำหนดสีของหน้าจอทัชสกรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 หน้าต่างการออกแบบของหน้าจอตชสกรีน

3.4.3 การออกแบบหน้าจอตชสกรีนของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

การออกแบบหน้าจอตชกรีนเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ เป็นส่วนสำคัญใช้รับค่าจำนวนสั่งซื้อเพื่อซื้อเลือกข้าวสารและแสดงค่าต่างๆ โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยการออกแบบหน้าจอตชกรีนจะแบ่งออกเป็นดังนี้ 1. ในส่วนของหน้าจอตชกรีนเมนูตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ 2. ในส่วนของหน้าจอตชกรีนการสั่งซื้อเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญในส่วนนี้ แสดงการใส่จำนวนถุง ราคาของข้าวสาร จำนวนที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่หยอด ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

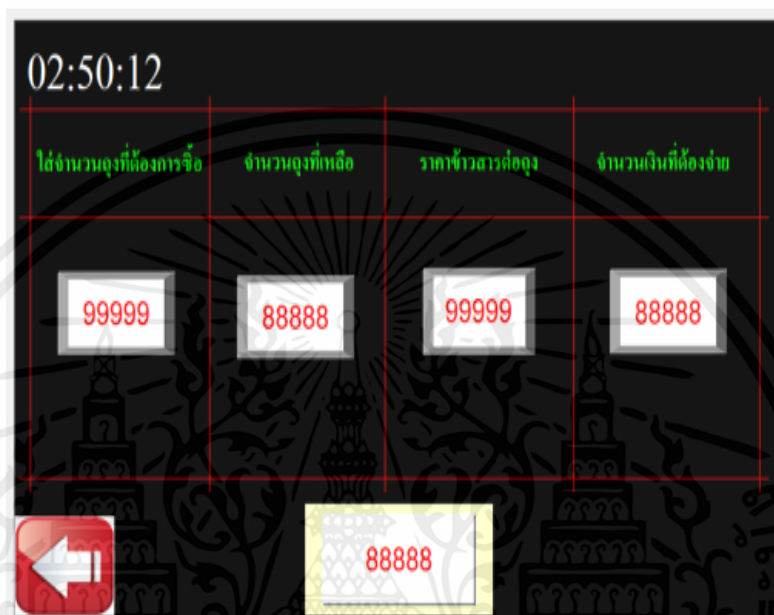
1. ในส่วนของหน้าจอตชกรีนเมนูตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ จะเป็นการใส่ราคาของข้าวสารทั้ง 2 ชนิด และใส่จำนวนถุงสูงสุดที่ต้องการจำหน่าย แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เมนูตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 เป็นการออกแบบหน้าจอทัชสกรีนเมนูการตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสาร กิ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ ออกแบบให้มีการตั้งราคาของข้าวสารแต่ละชนิดได้และมีการกำหนดจำนวนถุงสูงสุดเพื่อใช้ในการแสดงว่าตอนนี้เครื่องสามารถสั่งซื้อได้กี่ถุง ในส่วนของหน้าจอทัชสกรีน การสั่งซื้อเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญในส่วนนี้ แสดงการใส่จำนวนถุง ราคาของข้าวสาร จำนวนที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่เหลือ แสดงดังรูปที่ 3.19



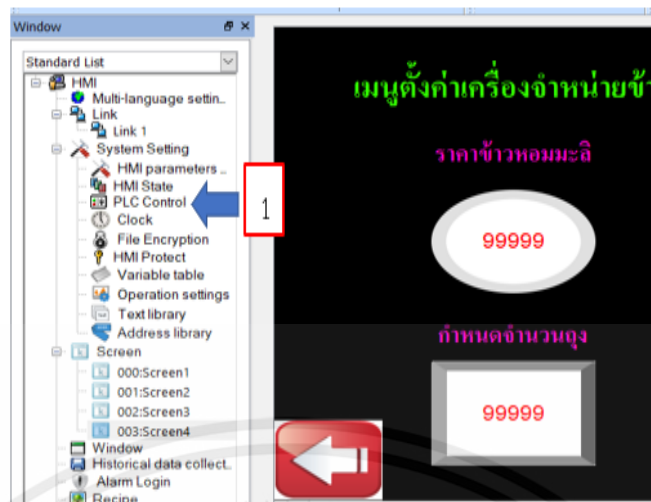
รูปที่ 3.20 หน้าจอการสั่งซื้อข้าวสาร

จากรูปที่ 3.20 เป็นการออกแบบในส่วนของหน้าจอการสั่งซื้อข้าวสาร โดยในส่วนของหน้าจอทัชสกรีนการสั่งซื้อเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญในส่วนนี้ แสดงการใส่จำนวนถุงที่เหลือ และราคาของข้าวสาร จำนวนที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่เหลือ ใส่จำนวนถุงที่ต้องการสั่งซื้อ ราคาของข้าวสารที่ละชนิด จำนวนที่ต้องจ่ายและจำนวนเงินที่เหลือ

3.4.4 การออกแบบหน้าจอทัชสกรีนในส่วนการเข้ารหัสผ่าน

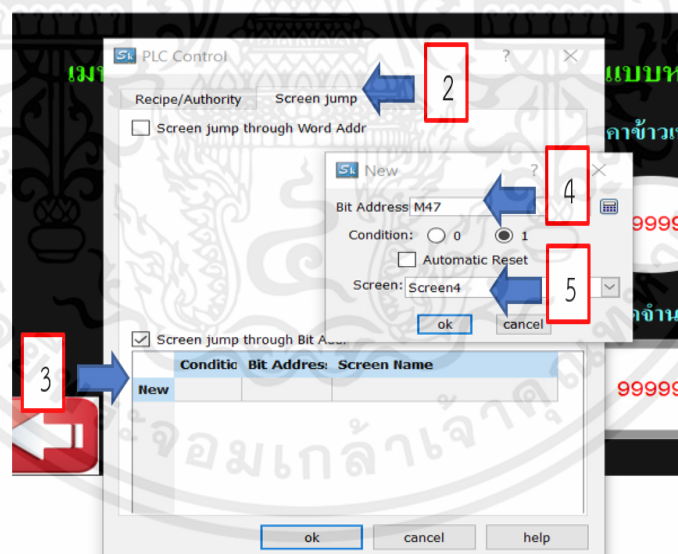
การออกแบบหน้าจอทัชสกรีนในส่วนการเข้ารหัสผ่านไปยังหน้าเมนูการตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ เป็นการใช้คำสั่ง PLC Control ซึ่งมีการกำหนดค่าบิตแอดเดสเพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างหน้าจอทัชสกรีนกับตัวพีแอลซีในการทำ Screen jump ไปยังหน้าทัชสกรีนที่ต้องการเมื่อการใส่รหัสผ่านที่ถูกต้องโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หลังจากที่เข้าหน้าต่างการออกแบบหน้าจอทัชสกรีนแล้ว ให้คลิกเลือกไปที่ “PLC Control” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.21 และเมื่อคลิกไปแล้วจะ ปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 การเปลี่ยนหน้าจอด้วย PLC Control

2. จะปรากฏหน้าต่าง “PLC Control” เลือกไปที่ “Screen jump” จากนั้นเลือกไปที่ “New” แล้วทำการตั้งบิตแอดเดรสที่จะเชื่อมต่อกับพีแอลซี แล้วทำการเลือกหน้า “Screen” ที่ต้องการ หลังจากนั้นกดที่ “OK” ตามที่ปรากฏดังรูปที่ 3.22



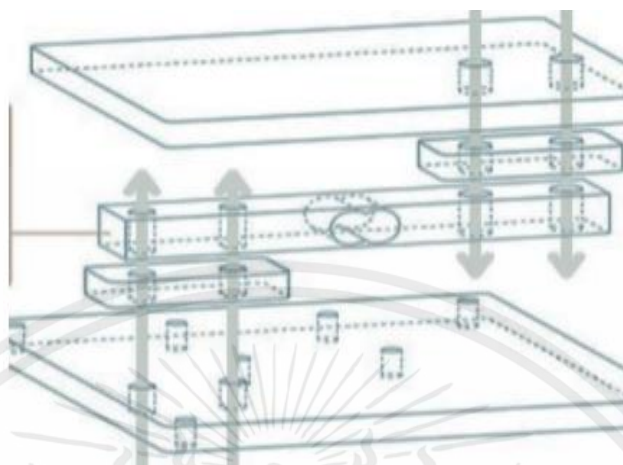
รูปที่ 2.22 การกำหนดค่าการเปลี่ยนหน้าจอ

3.5 การออกแบบชุดตรวจสอบน้ำหนัก

การออกแบบชุดตรวจน้ำหนักของข้าวสารนั้นมีโพลดเซลล์ประเภทสเตรนเกต ในการชั่งน้ำหนักของข้าวสาร ซึ่งการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 3.23 โดยจะใช้แผ่นอะคลิลิกขนาดกว้าง 9 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาว 20 เซนติเมตร และหนา 1 เซนติเมตร จำนวนหนึ่งแผ่นแล้วนำมาติดกับตัวถังพักข้าวสาร โดย โหลดเซลล์ที่ใช้้นสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 10 กิโลกรัม



รูปที่ 3.23 การติดตั้งตัวโหลดเซลล์

การคำนวณหาค่าพิกัดน้ำหนักโหลดเซลล์ นั่นก็คือ น้ำหนักที่ต้องการซึ่ง เราต้องรู้ถึงความ ต้องการก่อนว่าเราต้องการซึ่งอะไร,น้ำหนักที่ต้องการซึ่งเท่าไร,ค่าความละเอียดน้ำหนักเท่าไร เมื่อ ได้ค่าน้ำหนักที่ต้องการซึ่งแล้ว เราต้องรู้ค่าน้ำหนักของภาชนะสำหรับซึ่งด้วย (ค่าน้ำหนักของภาชนะที่ ยังไม่ได้มีการโหลดน้ำหนักใดใด) แล้วนำค่าน้ำหนักที่ต้องการซึ่งมารวมกับค่าน้ำหนักของภาชนะเปล่า จะได้ค่าน้ำหนักรวมเพื่อป้องกันความเสียหายจากแรงกระแทก

$$\text{ค่าพิกัดน้ำหนักของโหลดเซลล์ 1 ตัว} = \frac{[(\text{น้ำหนักที่ต้องการซึ่ง} + \text{น้ำหนักของภาชนะเปล่า}) \times 2]}{\text{จำนวนของโหลดเซลล์}}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าพิกัดน้ำหนักโหลดเซลล์ 1 ตัว} &= [(1000 \text{ กรัม} + 320 \text{ กรัม}) \times 2] / 1 \\ &= 2640 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าพิกัดน้ำหนักโหลดเซลล์ที่ใช้ คือ 2640 กรัม หรือมากกว่า

3.6 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ ความสำคัญมากเท่ากับการออกแบบวงจรและการออกแบบซอฟต์แวร์ ดังนั้นการออกแบบโครงสร้าง จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเครื่องจำหน่ายข้าวสารการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่าย

ข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญจะออกเป็น 3. ส่วน ดังนี้ 1. ส่วนโครงสร้างตัวเครื่องทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายข่าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยุดเหรียญ 2. ส่วนของชุดถังซึ่งนำหน้าข่าวสาร และ 3. ส่วนของซีลพลาสติก

1. ส่วนโครงสร้างของตัวเครื่องทั้งหมดแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.24 และ รูปที่ 3.25



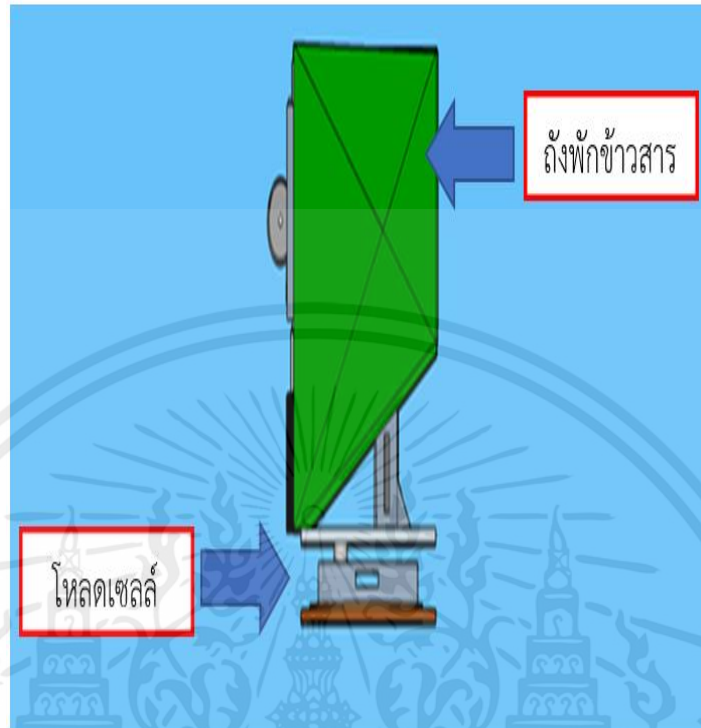
รูปที่ 3.24 โครงสร้างตัวเครื่องทั้งหมด



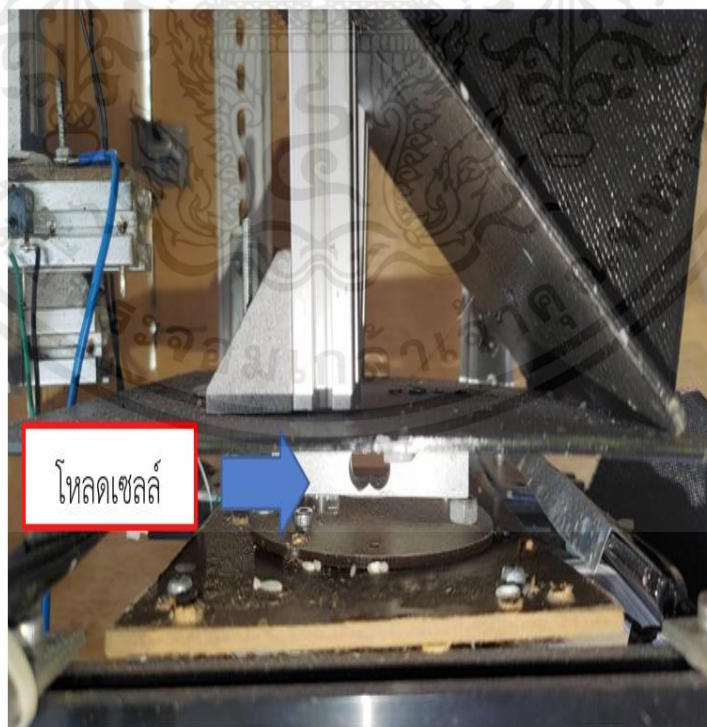
รูปที่ 3.25 ส่วนแสดงผลต่างๆของตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนของชุดถังซึ่งน้ำหนักของข้าวสารแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.26 และ รูปที่ 3.27



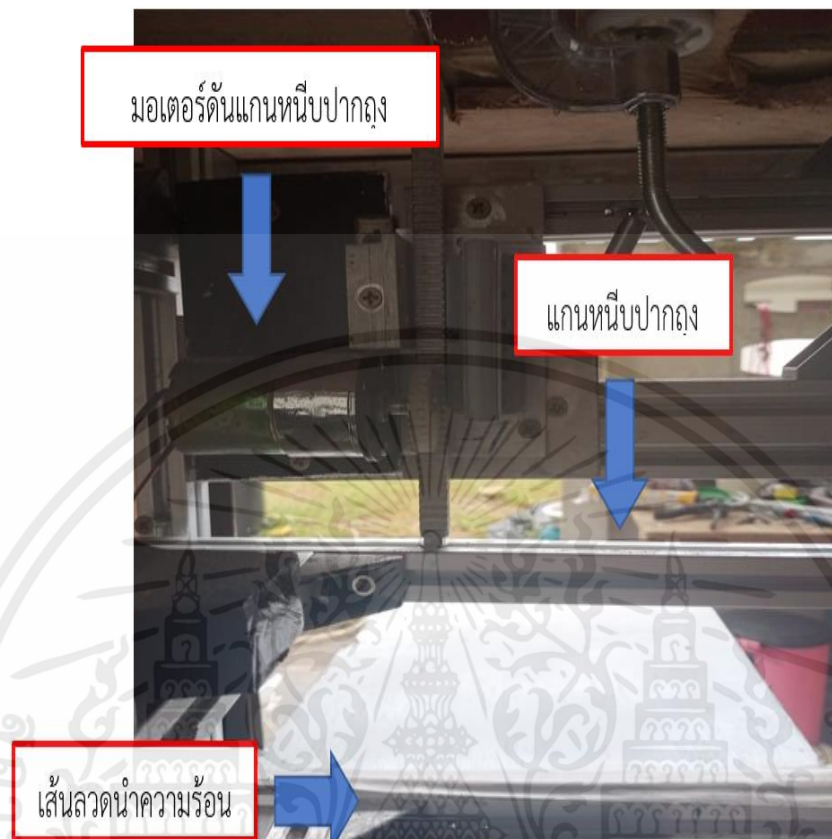
รูปที่ 3.26 การออกแบบชุดถังซึ่งน้ำหนักของข้าวสาร



รูปที่ 3.27 ชุดถังซึ่งน้ำหนักข้าวสารที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนของการซีลปากถุงพลาสติกซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ชุดซีลปากถุงพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ เช่น ทดลองวงจรภาคจ่ายไฟ ทดลองการทำงานของตู้หยอดเหรียญ ทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ทดลองระยะเวลาการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์ ทดลองการแจ้งเตือนสถานะของข้าวสาร ทดลองการชั่งน้ำหนักข้าวสารด้วยโหลดเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอตาสกรีน ทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาในการซีลปากถุง และระบบการซีลถุงพลาสติกและทดลองการทำงานตามขอบเขตโครงการ

4.1 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

4.1.1 ทดลองการจ่ายแรงดันและกระแสขณะมีโหลดและไม่มีโหลด

แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงทำการทดลองการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 5 V และ 12 V ขณะมีโหลดและไม่มีโหลด มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ทดลองวัดแรงดันที่เอาต์พุตขณะมีโหลดและไม่มีโหลดทั้ง 5 V และ 12 V
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5Vdc

แรงดันคงที่	แรงดันขณะไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน	แรงดันขณะมีโหลด	เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน
5 V	5 V	0%	4.95 V	1.00%

ตารางที่ 4.2 การทดลองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12Vdc

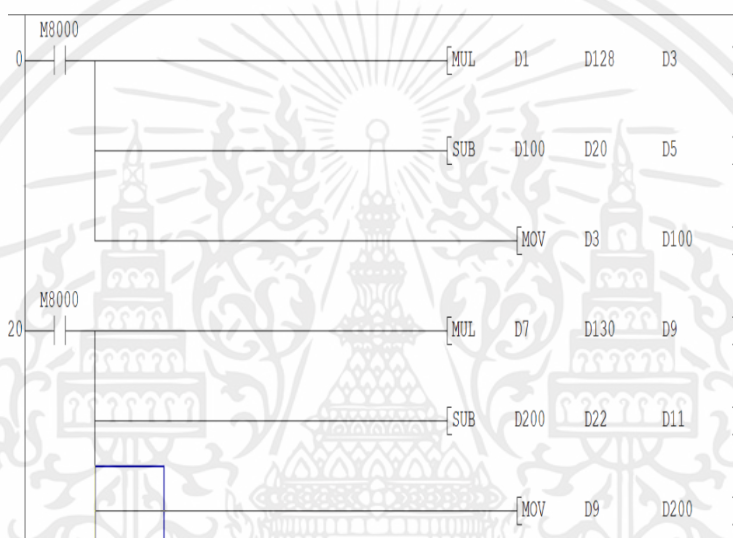
แรงดันคงที่	แรงดันขณะไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน	แรงดันขณะมีโหลด	เปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน
12 V	12 V	0%	11.98 V	0.83%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 วงจรแรงดัน 5 V สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ แรงดัน 5 V ขณะมีโหลดมีเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน 1.00% วงจรแรงดัน 12 V สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ แรงดัน 12 V ขณะมีโหลดมีเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน 0.83%

4.2 การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์

การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้แลตเตอร์ เป็นการทดสอบการทำงานของ การคิดราคา โดยนำจำนวนถุงที่ต้องสั่งซื้อไปคูณกับราคาของข้าวสาร ทดสอบโปรแกรมดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โปรแกรมทดสอบการคิดราคาข้าวสาร

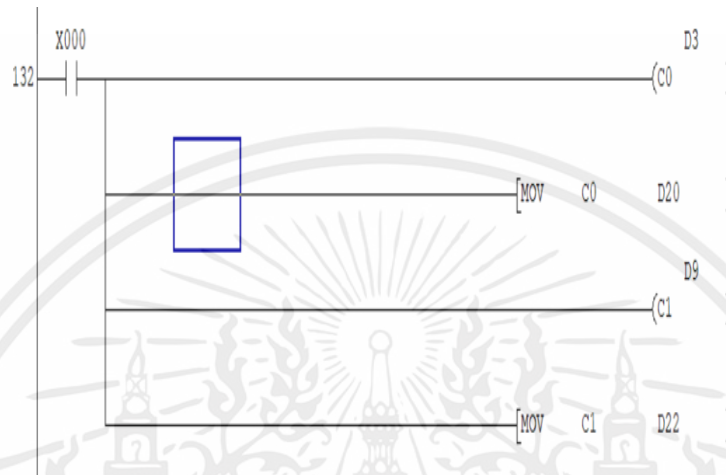
ตารางที่ 4.3 การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์

ครั้งที่	ชนิดข้าวสาร	จำนวนซื้อ	ราคา	จำนวนเงิน	การคำนวณ
1	ข้าวหอมมะลิ	2	38	76	ถูกต้อง
	ข้าวเหนียว	4	28	112	ถูกต้อง
2	ข้าวหอมมะลิ	3	50	150	ถูกต้อง
	ข้าวเหนียว	7	34	238	ถูกต้อง

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าการคิดราคาข้าวสารทั้ง 2 ชนิด มีความถูกต้องตามคำสั่งแลตเตอร์ที่เราได้กำหนดไว้

4.3 การทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของตู้หยอดเหรียญนี้มีส่วนที่ต้องนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ไปใช้งาน คือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกำหนดการตั้งค่าเหรียญที่หยอดลงในตู้หยอดเหรียญเพื่อความแม่นยำของเหรียญที่กำหนดไว้ ทดสอบโปรแกรมดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โปรแกรมทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญ

จากรูปที่ 4.2 เมื่อมีการหยอดเหรียญจะทำการเทียบค่าของเหรียญตัวอย่างที่มีการเก็บข้อมูลไว้ถ้ามีค่าที่ตรงกันก็จะรับเหรียญ แล้วส่งสัญญาณออกไปที่ (Coin Signal) และ (Counter Signal) จะทำให้ X000 ทำงาน โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เขียนโปรแกรมแลคเตอร์ ดังรูปที่ 4.2
2. ต่อวงจรเริ่มการทำงานของตู้หยอดเหรียญ
3. หยอดเหรียญชนิดต่างๆ คือ เหรียญ 1, 2, 5, 10 บาท
4. บันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

ชนิดของเหรียญ	จำนวนพัลส์	การใช้งาน
1 บาท	1 พัลส์	ผ่าน
2 บาท	2 พัลส์	ผ่าน
5 บาท	5 พัลส์	ผ่าน
10 บาท	10 พัลส์	ผ่าน

*หมายเหตุ: 1 pulse เท่ากับเหรียญ 1 บาทในการคำนวณราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงข้าวสาร

การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและไฟแดง คือการทดสอบการแจ้งเตือนสถานะ ไฟสีเขียวบอกสถานะว่ามีข้าวสาร และไฟสีแดงบอกสถานะว่าตอนที่ข้าวสารหมด ทดสอบโปรแกรมดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โปรแกรมการทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงข้าวสาร

ตารางที่ 4.5 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงของข้าวหอมมะลิ

ครั้งที่	จำนวนถุงที่ทำการ สั่งซื้อ	จำนวนที่เหลือของ ข้าวสาร	สถานะไฟ	
			สีเขียว	สีแดง
1	5	15	ติด	
2	10	10	ติด	
3	15	5	ติด	
4	20	0		ติด

ตารางที่ 4.6 การทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงของข้าวเหนียว

ครั้งที่	จำนวนถุงที่ทำการ สั่งซื้อ	จำนวนที่เหลือของ ข้าวสาร	สถานะไฟ	
			สีเขียว	สีแดง
1	3	17	ติด	
2	10	10	ติด	
3	18	2	ติด	
4	20	0		ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางการทดลองที่ 4.5 และ 4.6 แสดงให้เห็นว่าการแฉ่งเดือนสถานะของไฟทั้ง 2 สี มีการแฉ่งเดือนที่ความถูกต้องตามคำสั่งแลตเตอร์ที่เราได้กำหนดไว้

4.5 การทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์

การทดลองการทำงานของอินฟราเรดเซนเซอร์ เป็นเซนเซอร์ที่มีหน้าที่ตรวจข่าวสารที่อยู่ในถึงบรรจุข่าวสาร โดยการทดลองประสิทธิภาพในการตรวจจับ การทดสอบระยะในการตรวจจับของเซนเซอร์ ทดสอบโปรแกรมดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 โปรแกรมการทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์

ตารางที่ 4.7 การทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์

ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับวัตถุ (cm)	การตรวจจับของเซนเซอร์
5	สามารถตรวจจับได้
12	สามารถตรวจจับได้
20	สามารถตรวจจับได้
25	สามารถตรวจจับได้แต่ไม่เสถียร
28	ไม่สามารถตรวจจับได้

จากตารางที่ 4.7 การทดลองการทำงานของอินฟราเรดเซนเซอร์ระยะ 25-28 เซนติเมตร เซนเซอร์ยังมีการตรวจจับที่ผิดพลาด ระยะ 12-20 เซนติเมตร เซนเซอร์ตรวจจับได้ดีแต่ไม่เหมาะสมกับระยะตรวจจับที่ได้ออกแบบไว้ ระยะ 5 เซนติเมตร เซนเซอร์ตรวจจับได้ดีเหมาะสมกับระยะตรวจจับที่ได้ออกแบบไว้

4.6 การทดลองการชั่งน้ำหนักของข้าวสารด้วยโหลตเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

การทดลองนี้จะเป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างการชั่งน้ำหนักด้วยโหลตเซลล์กับการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล เพื่อตรวจสอบโหลตเซลล์ที่นำมาใช้งาน มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยจะนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องชั่งดิจิตอล โดยจะชั่งน้ำหนักของข้าวสารด้วยโหลตเซลล์และชั่งน้ำหนักของกล่องส้มด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

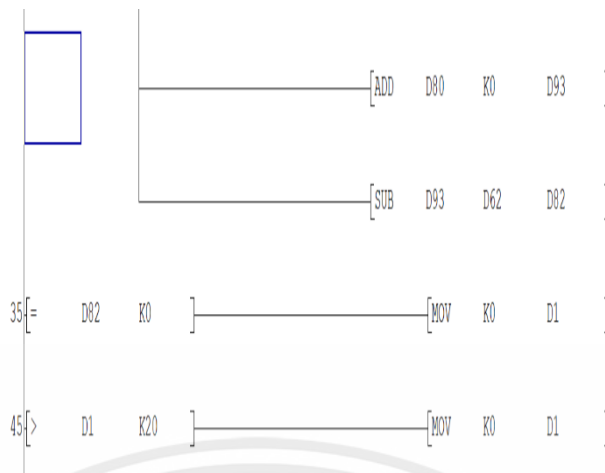
ตารางที่ 4.8 การทดลองการชั่งน้ำหนักข้าวสารด้วยโหลตเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

ครั้งที่	ชนิดข้าวสาร	น้ำหนักที่ชั่งด้วย โหลตเซลล์ กก.	น้ำหนักที่ชั่งด้วย เครื่องชั่งดิจิตอล กก.	เปอร์เซ็นต์ คลาดเคลื่อน %
1	ข้าวหอมมะลิ	1.01	1.01	0.00%
	ข้าวเหนียว	1.00	1.00	0.00%
2	ข้าวหอมมะลิ	1.00	1.00	0.00%
	ข้าวเหนียว	1.02	1.02	0.00%
3	ข้าวหอมมะลิ	1.00	1.00	0.00%
	ข้าวเหนียว	1.01	1.01	0.00%
4	ข้าวหอมมะลิ	1.00	1.00	0.00%
	ข้าวเหนียว	1.04	1.03	0.96%
5	ข้าวหอมมะลิ	1.00	1.00	0.00%
	ข้าวเหนียว	1.00	1.00	0.00%

จากตารางการทดลองที่ 4.8 ค่าน้ำหนักข้าวสารที่ทำการชั่งด้วยโหลตเซลล์และนำชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล โดยมีค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 0.96% ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1%

4.7 การทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอตชกรีน

การทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอตชกรีน คือการแสดงจำนวนถุงของข้าวสารแต่ละชนิดมีจำนวนเท่าไรเพื่อให้ง่ายต่อการสั่งซื้อและป้องกันไม่ให้เกิดการสั่งซื้อเกินจำนวนที่เหลือ และถ้าใส่จำนวนการสั่งซื้อเกินจำนวนที่มีจะรีเซ็ตเป็นศูนย์ทันที ทดสอบโปรแกรมดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 โปรแกรมการทดลองแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัสกรีน

ตารางที่ 4.9 การทดลองการแสดงผลจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัสกรีน

ครั้งที่	ชนิดของข้าวสาร	จำนวนที่สั่งซื้อ	จำนวนที่เหลือ	การทำงาน
1	ข้าวหอมมะลิ	0	20	ถูกต้อง
2	ข้าวหอมมะลิ	3	17	ถูกต้อง
3	ข้าวหอมมะลิ	9	8	ถูกต้อง
4	ข้าวหอมมะลิ	8	0	ถูกต้อง
5	ข้าวเหนียว	0	20	ถูกต้อง
6	ข้าวเหนียว	4	16	ถูกต้อง
7	ข้าวเหนียว	11	5	ถูกต้อง
8	ข้าวเหนียว	5	0	ถูกต้อง

จากตารางการทดลองที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการสั่งซื้อจะทำให้จำนวนถุงลดลงเพื่อแสดงให้รู้ว่า จะสามารถสั่งซื้อได้กี่ถุงโดยการทำงานมีความถูกต้องตามคำสั่งแลตเตอร์ที่ได้ออกแบบไว้

4.8 การทดลองระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม

การทดลองระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการซีลปากถุง เพื่อทดลองหาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการซีลปากถุงพลาสติกชนิด PA/PE (Polyamide/ Polyethylene) ที่ความหนา 200 ไมครอน

ตารางที่ 4.10 การทดลองระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม

ระยะเวลา	อุณหภูมิที่ใช้	ครั้งที่	ลักษณะรอยซีล
12 วินาที	70 องศาเซลเซียส	1	รอยซีลไม่สนิทมีรอยร้าวบางส่วน
		2	รอยซีลไม่สนิท พลาสติกไม่ติดกัน
15 วินาที	70 องศาเซลเซียส	1	รอยซีลเรียบสนิท
		2	รอยซีลเรียบสนิท แต่มีรอยการละลายของฟิล์ม
18 วินาที	70 องศาเซลเซียส	1	รอยซีลมีการไหม้ มีรอยการละลายของฟิล์ม
		2	รอยซีลมีการไหม้ มีรอยการละลายของฟิล์ม

จากตารางการทดลองที่ 4.10 พบว่าระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการซีลปากถุงพลาสติกชนิด PA/PE (Polyamide/ Polyethylene) ที่ความหนา 200 ไมครอน นั้นระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 15 วินาที และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.6 4.7 และรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.6 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 12 วินาที



รูปที่ 4.7 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 15 วินาที

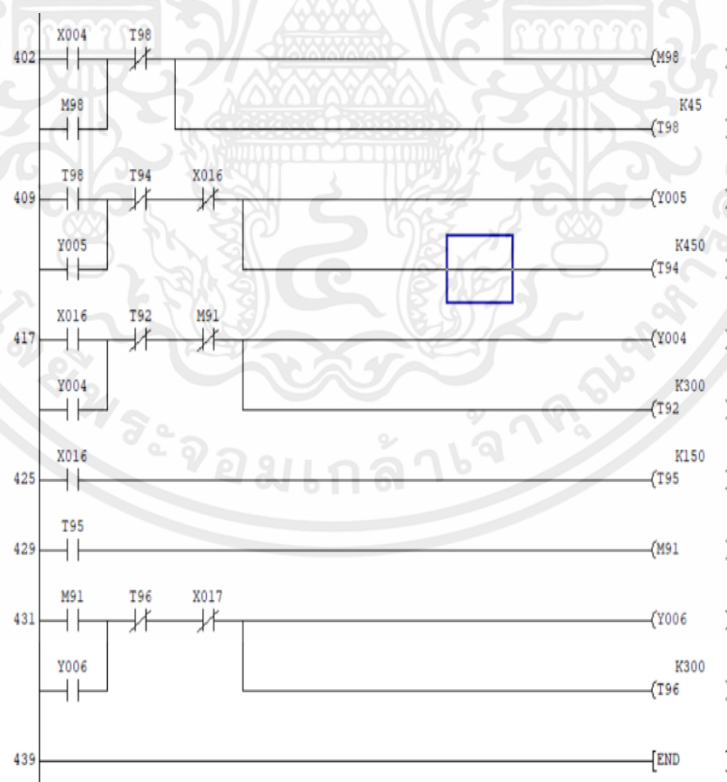
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 รอยซีลที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 18 วินาที

4.9 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวสาร




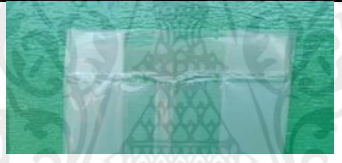

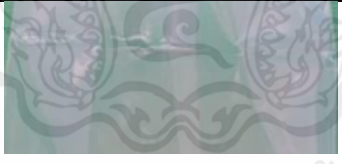



การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวสาร เป็นการนำถุงข้าวสารที่มีการบรรจุข้าวสารไปในถุงที่มีข้าวสารขนาด 1 กิโลกรัม ที่ได้จากการสั่งซื้อ โดยมีโปรแกรมการทดลองดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.9 โปรแกรมการทดลองซีลปากถุงของข้าวสาร











เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวหอมมะลิ

ถุงที่ (จากการสั่งซื้อ 20 ถุง)	รูปรอยซีลปากถุง	ปากถุงปิด สนิท	ปากถุงปิดไม่ สนิท
1		ผ่าน	
2		ผ่าน	
3		ผ่าน	
4		ผ่าน	
5		ผ่าน	
6		ผ่าน	
7		ผ่าน	
8		ผ่าน	
9		ผ่าน	


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวหอมมะลิ (ต่อ)

10		ผ่าน	
11		ผ่าน	
12		ผ่าน	
13		ผ่าน	
14		ผ่าน	
15		ผ่าน	
16		ผ่าน	
17		ผ่าน	
18		ผ่าน	
19		ผ่าน	






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเนื้อหาไปเผยแพร่บนการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวหอมมะลิ (ต่อ)

20		ผ่าน	
----	-----------------------------------------------------------------------------------	------	--



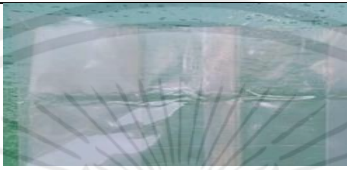
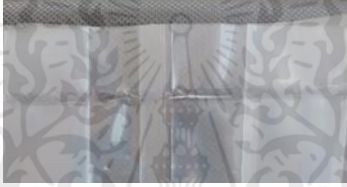





จากการทดลองพบว่าการซีลปิดปากถุงของข้าวหอมมะลิทั้งหมดจำนวน 20 ถุง รอยซีลปากถุงปิดสนิทแต่อาจมีรอยการหดตัวของพลาสติกและมีรอยไหม้เล็กน้อยเนื่องจากเกิดความร้อนสะสมที่เส้นลวดนำความร้อน และโปรแกรมการทดลองทำงานถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

ตารางที่ 4.12 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวเหนียว

ถุงที่ (จากการสั่งซื้อ 20 ถุง)	รูปรอยซีลปากถุง	ปากถุงปิด สนิท	ปากถุงปิดไม่ สนิท
1		ผ่าน	
2		ผ่าน	
3		ผ่าน	
4		ผ่าน	
5		ผ่าน	



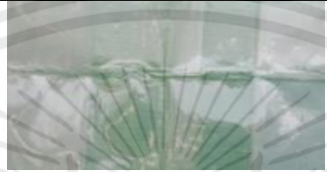



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวเหนียว (ต่อ)

6		ผ่าน	
7		ผ่าน	
8		ผ่าน	
9		ผ่าน	
10		ผ่าน	
11		ผ่าน	
12		ผ่าน	
13		ผ่าน	
14		ผ่าน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวเหนียว (ต่อ)

15		ผ่าน	
16		ผ่าน	
17		ผ่าน	
18		ผ่าน	
19		ผ่าน	
20		ผ่าน	

จากการทดลองพบว่าการซีลปิดปากถุงของข้าวเหนียวทั้งหมดจำนวน 20 ถุง รอยซีลปากถุงปิดสนิทแต่อาจมีรอยการหดตัวของพลาสติกและมีรอยไหม้เล็กน้อยเนื่องจากเกิดความร้อนสะสมที่เส้นลวดนำความร้อน และโปรแกรมการทดลองทำงานถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญที่ออกแบบสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ การเลือกอุปกรณ์อย่างละเอียดส่งผลให้ตัวชิ้นงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองผลปรากฏว่าโปรแกรม พีแอลซี สามารถรับค่าอินพุตจากตู้หยอดเหรียญ และจอตักสกรีนได้ แล้วสามารถนำไปประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของเอาต์พุต โดยโปรแกรมสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด จึงทำให้เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญสามารถทำงานตามลำดับขั้นตอน

5.1.1 สรุปผลการทดลองวงจรภาคจ่ายไฟ

การทดลองวงจรภาคจ่ายไฟกระแสตรงแรงดันไฟฟ้า 5 V. สรุปผลการทดลองได้ว่า วงจรภาคจ่ายไฟ 5 V ที่ได้ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1.00% เมื่อต่อใช้งานจริงวงจรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทดลองวงจรภาคจ่ายไฟกระแสตรงแรงดันไฟฟ้า 12 V สรุปผลการทดลองได้ว่า วงจรภาคจ่ายไฟ 12 V ที่ได้ออกแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.83% เมื่อต่อใช้งานจริงวงจรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 สรุปผลการทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์

การทดลองการคิดราคาข้าวสารโดยใช้คำสั่งแลตเตอร์ สรุปผลได้ว่าการคิดราคาข้าวสารด้วยคำสั่งแลตเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถประมวลผลราคาข้าวสารถูกต้อง 100%

5.1.3 สรุปผลการทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

การทดลองการใช้ตู้หยอดเหรียญร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) สรุปผลได้ว่าตู้หยอดเหรียญสามารถใช้งานร่วมกับพีแอลซีได้ โดยเหรียญที่สามารถหยอดได้มีทั้งหมด 4 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 2 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท ซึ่งเหรียญที่หยอดไปแต่ละบาทจะได้สัญญาณพัลส์ออกมาหนึ่งพัลส์ เหรียญ 1 บาท ได้ 1 พัลส์ เหรียญ 2 บาท ได้ 2 พัลส์ เหรียญ 5 บาท ได้ 5 พัลส์ เหรียญ 10 บาท ได้ 10 พัลส์ จากการทดลองตู้หยอดเหรียญสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้มีเปอร์เซ็นต์ความคลื่อนการเปรียบเทียบเหรียญ 2%

5.1.4 สรุปผลการทดลองการแจ้งเตือนสถานะด้วยไฟสีเขียวและสีแดงของข้าวสารหอมมะลิ

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแจ้งเตือนสถานะของไฟทั้ง 2 สี มีการแจ้งเตือนที่ความถูกต้องตามคำสั่งแลดเดอร์ที่เราได้กำหนดไว้

5.1.5 สรุปผลการทดลองระยะการตรวจจับของอินฟราเรดเซนเซอร์

จากการทดลองการทำงานของพรีอิกอินฟราเรดเซนเซอร์ระยะ 25-28 cm เซนเซอร์ยังมีการตรวจจับผิดพลาด ระยะ 12-20 cm เซนเซอร์ตรวจจับได้ดีแต่ไม่เหมาะสมกับระยะตรวจจับที่ได้ออกแบบไว้ ระยะ 5 cm เซนเซอร์ตรวจจับได้ดีเหมาะสมกับระยะตรวจจับที่ได้ออกแบบไว้

5.1.6 สรุปผลการทดลองการชั่งน้ำหนักข้าวสารด้วยโหลดเซลล์และเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล

จากการทดลองค่าน้ำหนักข้าวสารที่ทำการชั่งด้วยโหลดเซลล์และที่ชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัลมีค่าผิดพลาดสูงสุดที่ 0.96% ซึ่งน้อยกว่า 1%

5.1.7 สรุปผลการทดลองการแสดงจำนวนถุงที่เหลือในการสั่งซื้อบนหน้าจอทัสกรีน

จากการแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการสั่งซื้อจะทำจำนวนเหลือตามจำนวนการสั่งซื้อซึ่งมีความถูกต้องตามคำสั่งแลดเดอร์ที่เราได้กำหนดไว้

5.1.8 สรุปผลการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาในการซีลปากถุง

จากการทดลองพบว่าระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการซีลปากถุงถุงพลาสติกชนิด PA/PE (Polyamide/ Polyethylene) ที่ความหนา 200 ไมครอน นั้นระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 15 วินาที และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

5.1.9 สรุปผลการทดลองซีลปากถุงพร้อมมีข้าวสารบรรจุอยู่ข้างในถุงของข้าวสาร

จากการทดลองพบว่าการซีลปิดปากถุงของข้าวสารหอมมะลิทั้งหมดจำนวน 20 ถุง รอยซีลปากถุงปิดสนิทแต่อาจมีรอยการหดตัวของพลาสติกและมีรอยไหม้เล็กน้อยเนื่องจากเกิดความร้อนสะสมที่เส้นลวดนำความร้อน และโปรแกรมการทดลองทำงานถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

จากการทดลองพบว่าการซีลปิดปากถุงของข้าวเหนียวทั้งหมดจำนวน 20 ถุง รอยซีลปากถุงปิดสนิทแต่อาจมีรอยการหดตัวของพลาสติกและมีรอยไหม้เล็กน้อยเนื่องจากเกิดความร้อนสะสมที่เส้นลวดนำความร้อน และโปรแกรมการทดลองทำงานถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ท่อลำเลียงข้าวสารมีขนาดไม่เหมาะสมกับตัวถังชั่งน้ำหนักข้าวสาร จึงทำให้การลำเลียงข้าวสารในบางส่วนเกิดการร่วงหล่นออกนอกตัวถังชั่งน้ำหนักข้าวสาร
2. การซีลของปากถุงไม่สนิทเมื่อทำการบรรจุข้าวสารลงไปถุงพลาสติกแล้ว

5.3 การแก้ไข้ปัญหา

1. จัดทำท่อลำเลียงข้าวสารให้ขนาดความกว้างและความยาวที่เหมาะสมกับตัวถังซึ่งน้ำหนัก
2. ปรับตั้งแกนซีลถุงและระยะของหน้าสัมผัสของลวดซีลกับถุง และได้มีการเปลี่ยนรูปแบบถุงจากม้วนพลาสติก เป็นถุงสำเร็จที่นำมาซีลปิดปากถุงเพียงด้านเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์, “ระบบ PLC (Programmable Logic Controller)”, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2560. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 15 กันยายน 2563.
- [2] พิศนุรัตน์ เขจร และสกุลชัย จำปาแดง, “ดีแทก PLC Mitsubishi”, กรุงเทพฯ: สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, 2560 เข้าถึงครั้งสุดท้าย 22 กันยายน 2563.
- [3] นภัทร วัจนเทพินทร์, “อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการประยุกต์ใช้งาน อินฟราเรดเซนเซอร์”, กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์, 2556. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 7 ธันวาคม 2563.
- [4] รัชชัย สุมิตร, “รีเลย์ป้องกันระบบพลังไฟฟ้า”, กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2560. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 18 ตุลาคม 2563.
- [5] “จอทัชสกรีน” (Touch screen) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.108engineering.com/product/1275348/hmi-ทัชกรีน.html>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 21 มีนาคม 2563.
- [6] “ตู้หยอดเหรียญ” (Coin acceptor) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.ตู้เติมเงินหยอดเหรียญ.net>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 21 มีนาคม 2563.
- [7] “โหลดเซลล์” (Load cell) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=379>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มีนาคม 2564.
- [8] “อาดูโน่” (Arduino) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.myarduino.net/>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 15 มกราคม 2564.
- [9] “บรรจุภัณฑ์พลาสติก” (Plastic packaging) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://www.ipaksolution.com/packaging> เข้าถึงครั้งสุดท้าย 20 มกราคม 2564.
- [10] “เทปทนความร้อน” (Heat resistant tape) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.heaterable.com>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มีนาคม 2564.
- [11] “เส้นลวดนำความร้อน” (Heating wire) (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.xn---vxfb0d6bc3c85e.com>. เข้าถึงครั้งสุดท้าย 1 มีนาคม 2564.



ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PROGRAMMABLE CONTROLLERS
MELSEC-F

HARDWARE MANUAL

FX1N SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS

FX1N



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Introduction

This manual covers hardware installation instructions for the FX_{1N} Series PLC.

Table 1.1: FX_{1N} Main Modules

MODEL	INPUT		OUTPUT		POWER SUPPLY	DIMENSIONS mm (inches)			WEIGHT kg (lbs)		
	QTY	TYPE	QTY	TYPE		W	H	D			
FX _{1N} -14MR-ES/UL	8	24V DC Sink/ Source	6	Relay	100-240 VAC +10% -15% 50/60Hz	90	90	75	0.45 (0.99)		
FX _{1N} -14MT-ESS/UL			(8)	Transistor		(3.55)					
FX _{1N} -24MR-ES/UL	14		10	Relay		90					
FX _{1N} -24MT-ESS/UL	(16)		(16)	Transistor		(3.55)					
FX _{1N} -40MR-ES/UL	24		16	Relay		130			(3.55)	(2.96)	0.65 (1.43)
FX _{1N} -40MT-ESS/UL			(16)	Transistor		(5.12)					
FX _{1N} -60MR-ES/UL	36		24	Relay		175			90	75	0.80 (1.76)
FX _{1N} -60MT-ESS/UL	(40)		(24)	Transistor		(6.89)					
FX _{1N} -14MR-DS	8	24V DC Sink/ Source	6	Relay	12V DC -15% to 24V DC +20%	90	90	75	0.45 (0.99)		
FX _{1N} -14MT-DSS			(8)	Transistor		(3.55)					
FX _{1N} -24MR-DS	14		10	Relay		90					
FX _{1N} -24MT-DSS	(16)		(16)	Transistor		(3.55)					
FX _{1N} -40MR-DS	24		16	Relay		130			(3.55)	(2.96)	0.65 (1.43)
FX _{1N} -40MT-DSS			(16)	Transistor		(5.12)					
FX _{1N} -60MR-DS	36		24	Relay		175			90	75	0.80 (1.76)
FX _{1N} -60MT-DSS	(40)		(24)	Transistor		(6.89)					

Note: Occupied points are shown in brackets for input and outputs.

1

2

3

4

5

6

7

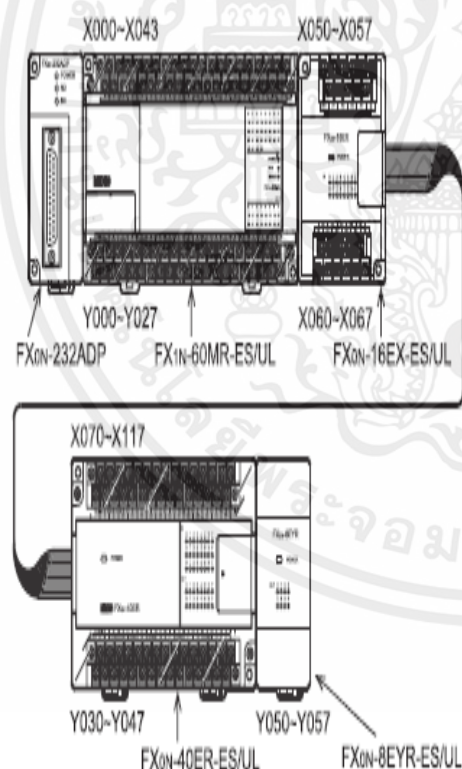
8

1.4.4 Rules of Expansion

The maximum I/O for an FX_{1N} system is 128 I/O points and 8 special function blocks.
The FX_{1N} Series can be expanded as follows when used independently.

- 2 special function blocks
- 1 special function block and up to 16 I/O points
- Up to 32 I/O points

It can also be expanded to 4 special function blocks when used in conjunction with an FX_{0N} extension unit (2+2). An AC powered FX_{1N} can be expanded by 8 special function blocks when used in conjunction with an FX_{2N} extension unit (2+6).



- FX_{1N} series PLC cannot connect together with an FX_{2N}-32ASI-M and FX_{2N}-16CCL-M. An FX_{2N}-32ASI-M module cannot be attached to an FX_{1N} series PLC that is using an FX_{2N}-16CCL-M module. Only one FX_{2N}-32ASI-M module can be connected to the PLC.
- If connecting two or more FX_{2N}-16CCL-M, the first master module can connect to the “remote I/O modules” and “remote device modules” but subsequent modules only connect to “remote device modules”.

2. Terminal layouts

The following selection of terminal layouts are taken from the FX1N product range.

Note: All layouts are schematic only and are intended to aid the creation of wiring diagrams.

2.1 AC Powered Main Units

⏏	S/S	X1	X3	X5	X7	•	•	•	⏏	S/S	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15
L	N	X0	X2	X4	X6	•	•	•	L	N	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14
FX _{1N} -14MR-ES/UL									FX _{1N} -24MR-ES/UL								
0V	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	•	•	0V	Y0	Y1	Y2	Y3	Y5	Y6	Y10	•
24V	COM0	COM1	COM2	COM3	COM4	COM5	•	•	24V	COM0	COM1	COM2	COM3	Y4	COM4	Y7	Y11
⏏	S/S	X1	X3	X5	X7	•	•	•	⏏	S/S	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15
L	N	X0	X2	X4	X6	•	•	•	L	N	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14
FX _{1N} -14MT-ESS/UL									FX _{1N} -24MT-ESS/UL								
0V	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	•	•	0V	Y0	Y1	Y2	Y3	Y5	Y6	Y10	•
24V	+V0	+V1	+V2	+V3	+V4	+V5	•	•	24V	+V0	+V1	+V2	+V3	Y4	+V4	Y7	Y11

1

2

3

4

5

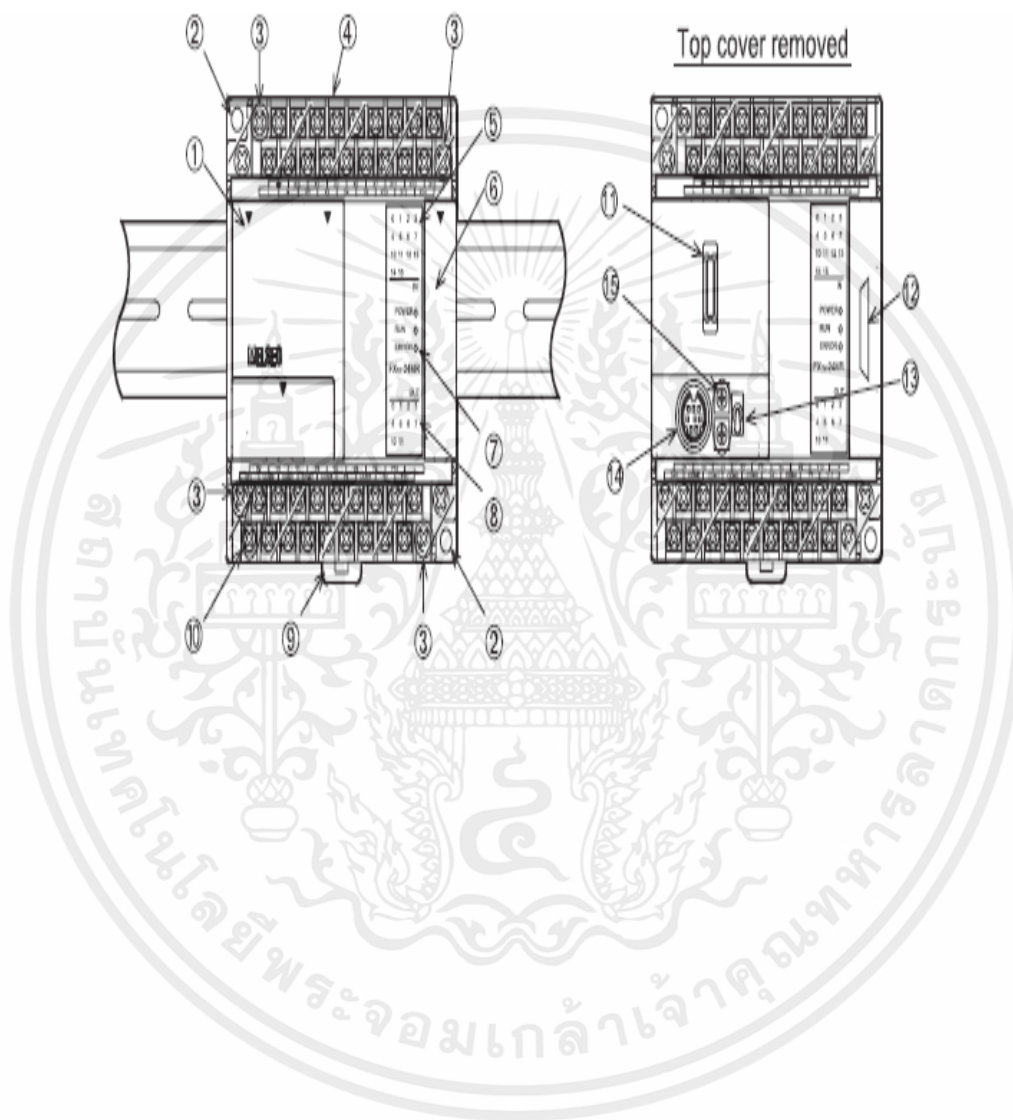
6

7

8

3.1 Product Outline

Figure 3.1: Features of the FX1N PLC



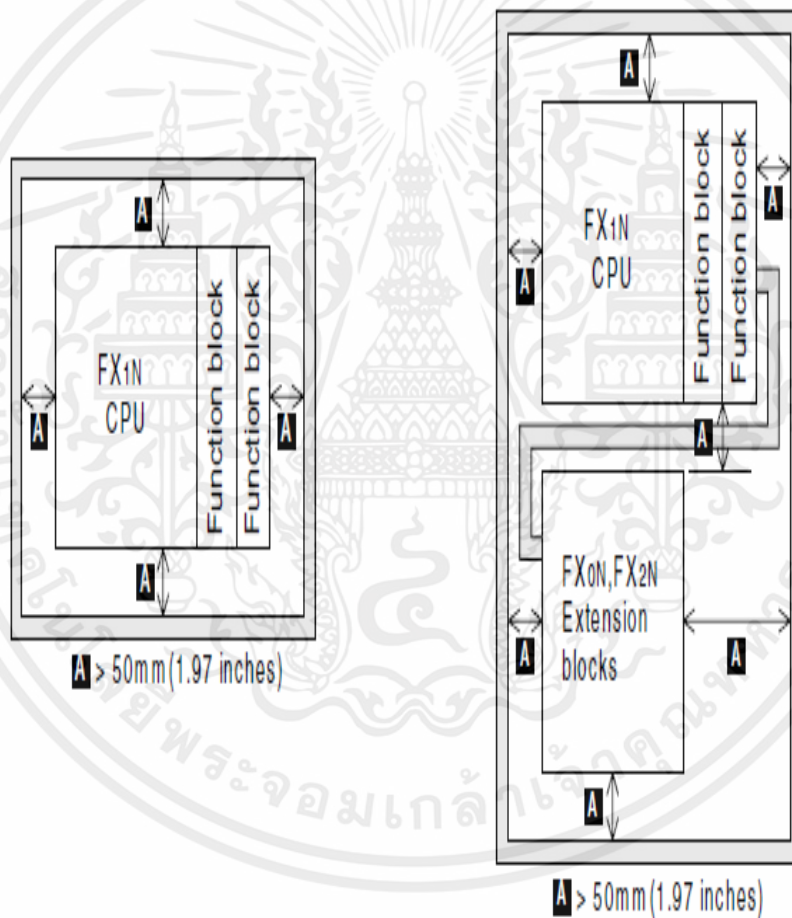
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 PLC Mounting Arrangements

To prevent a rise in temperature, mount the units to walls. Never mount them to the floor or ceiling of an enclosure.

Below (left) Single row arrangement

Below (right) Double row arrangement using extension cable FX0N-65EC (650mm (25.59")); supplied separately).



1

2

3

4

5

6

7

8

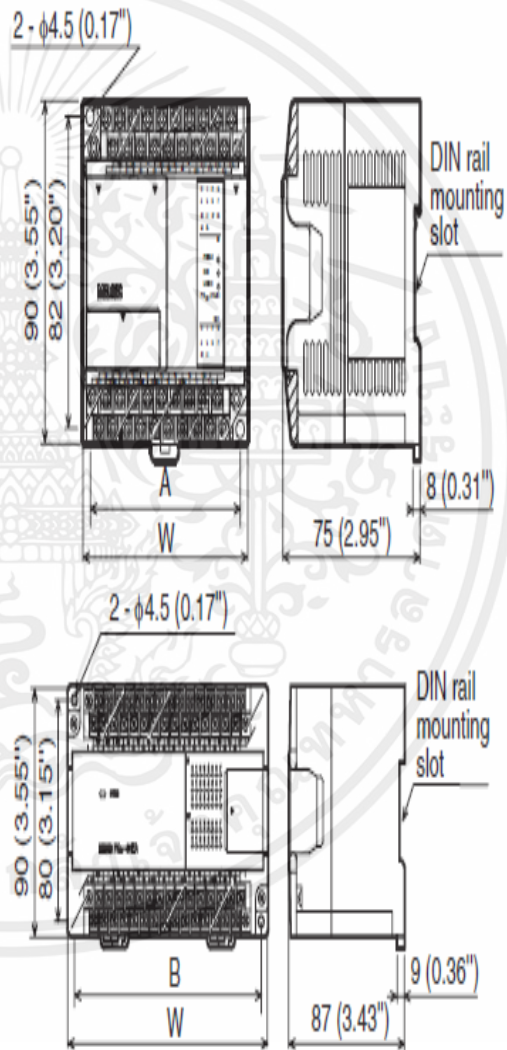
3.5 DIN Rail Mounting

Units can be snap mounted to 35mm (1.37") DIN rail (DIN 46277). To release, pull the spring loaded clips away from the rail and slide the unit up and off.

3.6 Direct Mounting

Table 3.3 :Hole positions

UNIT		mm ± 0.2	inches ± 0.01
A = W-8mm (0.32")			
FX1N-14M☆		82	3.23
FX1N-24M☆	2-∅	82	3.23
FX1N-40M☆	(→)	122	4.81
FX1N-60M☆		167	6.58
B = W-10mm (0.40")			
FX0N-40E☆	2-∅ (→)	140	5.52
FX2N-32E☆		140	5.52
FX2N-48E☆	4-∅ (→)	172	6.78
FX2N-48ER-UA1/UL		210	8.27



∅ = 4.5mm (0.17")



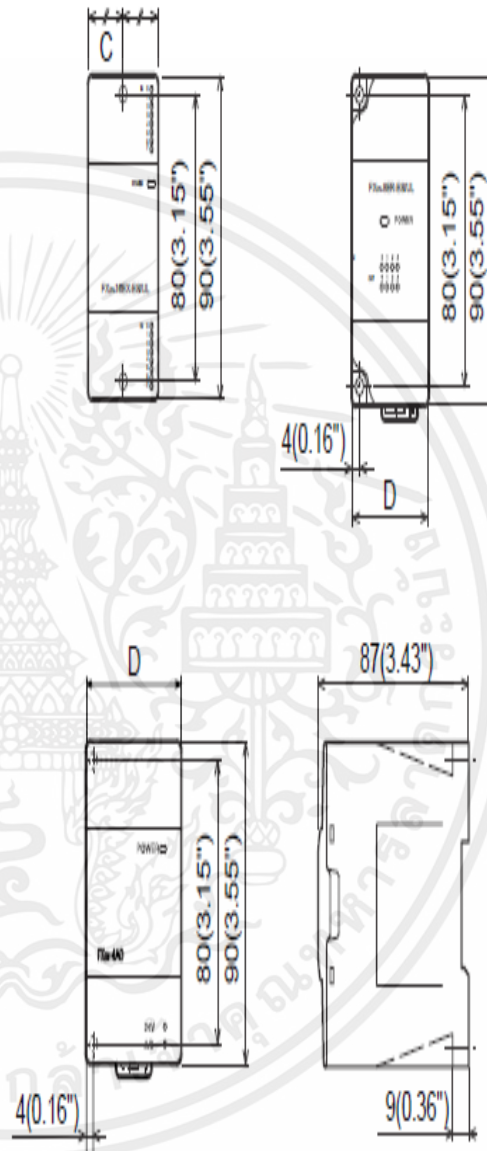
- Make sure to turn OFF the power before installing this product.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Table 3.3 :Hole positions

UNIT	mm ± 0.2	inches ± 0.01
	$C = W/2$	
FX2N-16E☆	20	0.79
	$D = W$	
FX0N-8E☆, FX2N-8E☆, FX0N-3A, FX2N-2AD, FX2N-2DA, FX2N-32CCL, FX2N-16LNK-M, FX2N-64CL-M, FX0N-232ADP, FX0N-485ADP	43	1.70
FX2N-4DA, FX2N-4AD FX2N-4AD-PT, FX2N-5A, FX2N-4AD-TC, FX2N-2LC, FX2N-32ASI-M	55	2.17

∅ = 4.5mm (0.17")



4.4 Power Requirements

Table 4.1 :AC Power Supply Units

	FX1N-14M	FX1N-24M	FX1N-40M	FX1N-60M
Power supply	100 - 240V AC +10%, -15%, 50-60Hz			
Max. allowable momentary power failure period	10ms; if less than 10ms, the PLC will continue operation. If 10ms or more, the PLC will shut down			
Fuse rating	250V 1A Time-lag Fuse		250V 3.15A Time-lag Fuse	
In-rush current	100V AC - Max. 30A for 5ms 200V AC - Max. 50A for 5ms			
Power consumption	29W [†]	30W [†]	32W [†]	35W [†]
24V DC Service Supply	400 mA			

*1 Includes the input current (5 or 7mA per point).

Table 4.2 :DC Power Supply Units

	FX1N-14M	FX1N-24M	FX1N-40M	FX1N-60M
Power supply	12 - 24V DC +20%, -15% (10.2 - 28.8V DC)			
Max. allowable momentary power failure period	5 ms; If less than 5 ms, the PLC will continue operation. If 5 ms or more, the PLC will shut down			
Fuse rating	125 V 3.15A Time-lag Fuse			
In-rush current	24V DC - Max. 25A for 1ms 12V DC - Max. 22A for 0.3ms			
Power consumption ^{*1}	13W	15W	18W	20W

*1 Includes the input current (5 or 7mA per point).

1

2

3

4

5

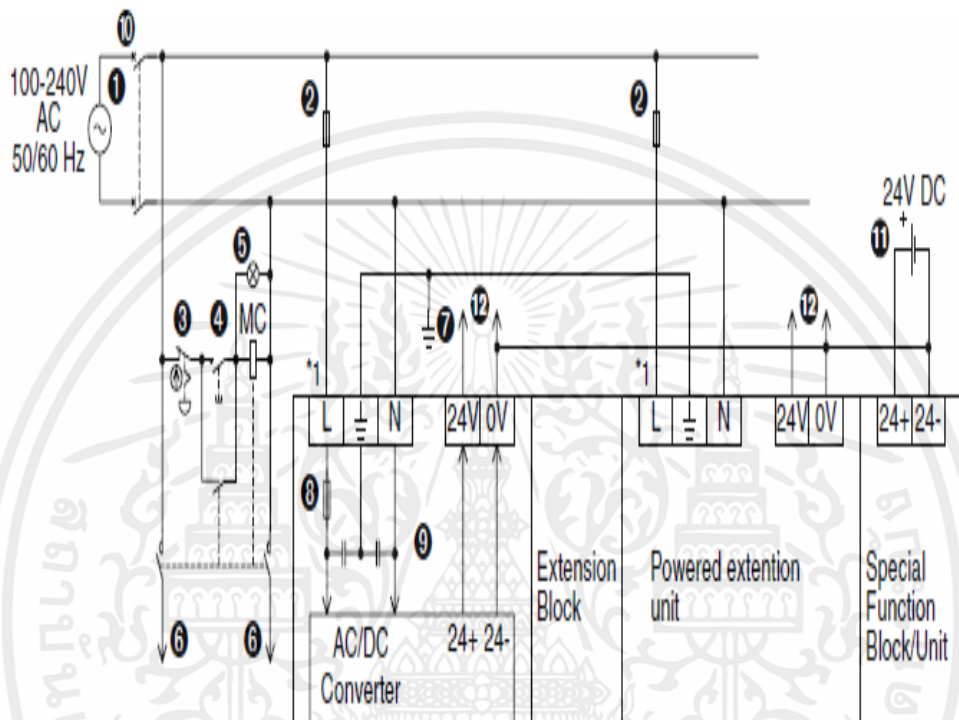
6

7

8

4.5 Example Wiring

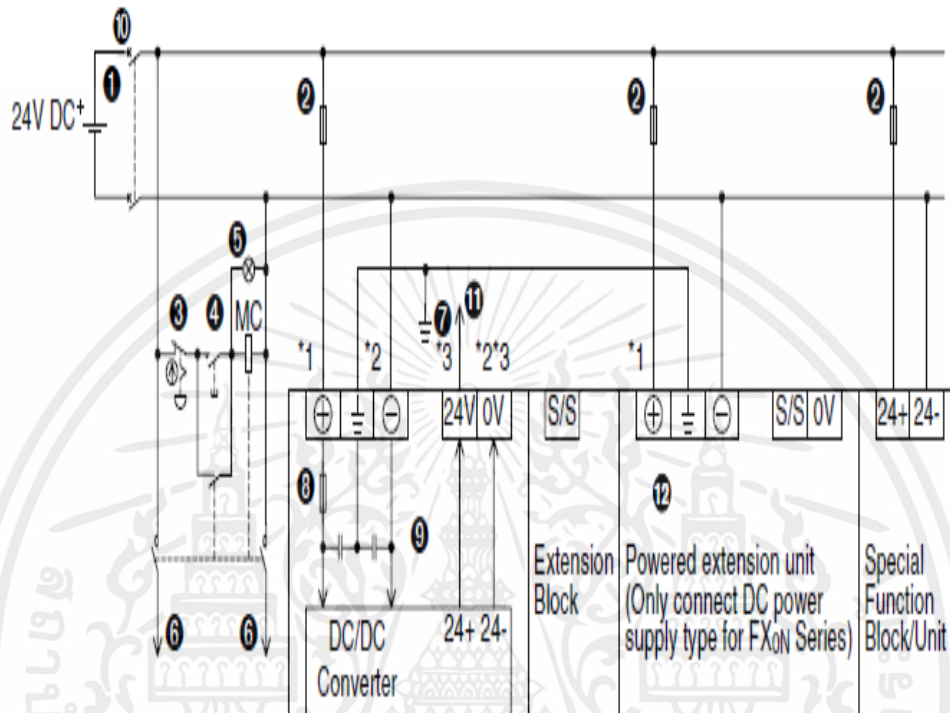
4.5.1 AC Power supply



*1 It is recommended to use the same power source to power the main unit, powered extension units and special function blocks/units. If two sources are required, follow the below guidelines:

- Supply power to the powered extension units and special function blocks/units before or at the same time the main unit is powered.
- The power supplies may be cut the same time after ensuring system safety.

4.5.2 24V DC Power supply



*1 It is recommended to use the same power source to power the main unit, powered extension units and special function blocks/units. If two sources are required, follow the below guidelines:

- Supply power to the powered extension units and special function blocks/units before or at the same time the main unit is powered.
- The power supplies may be cut the same time after ensuring system safety.

*2 Never connect the "0V" and the "-" terminals of a DC power supply type main unit.

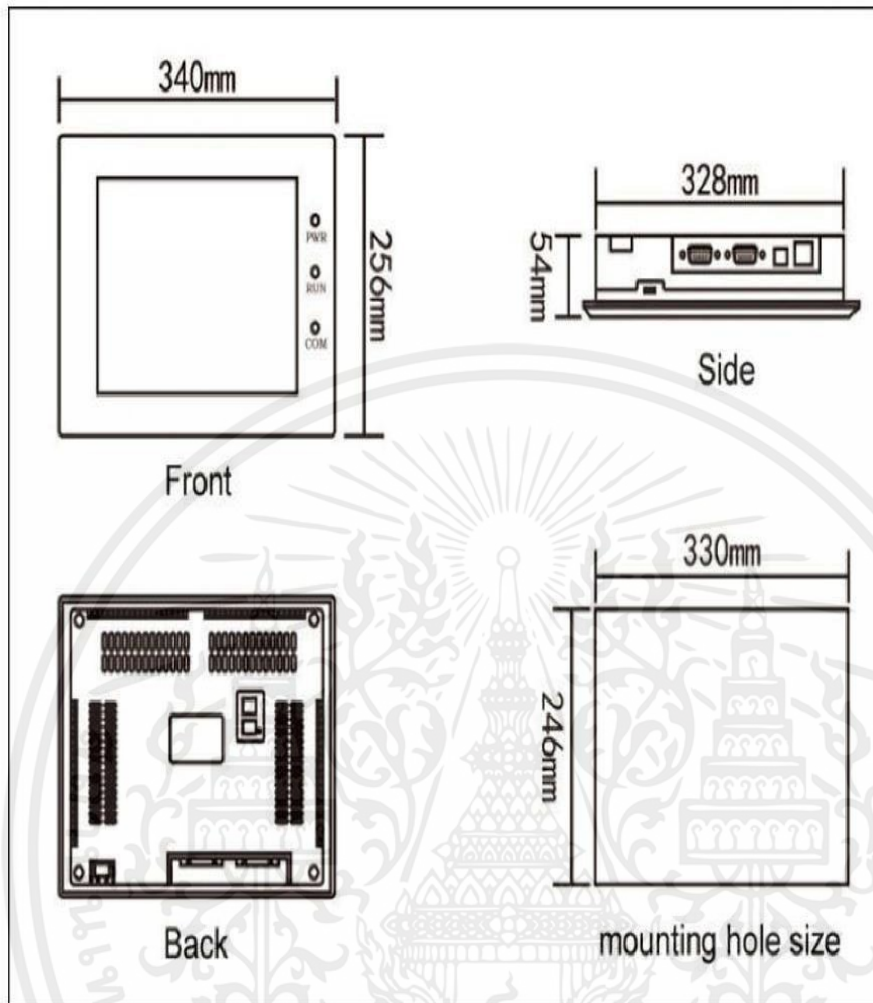


Figure 1-10 HM-121 Amounting dimension

3.3 HMI Structure

The entire structure of HMI consists of display area, indicator light, power interface and communication ports. Color of all models accords to the industrial design standard, with the feature of soiling resistance so as to work in harsh factory environment, and indicator lights on the front panel meant to check the equipment status. Power interface and communication ports are located at the bottom of the HMI, which meets the design criteria. Figure 1-11 shows the structure of HMI.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

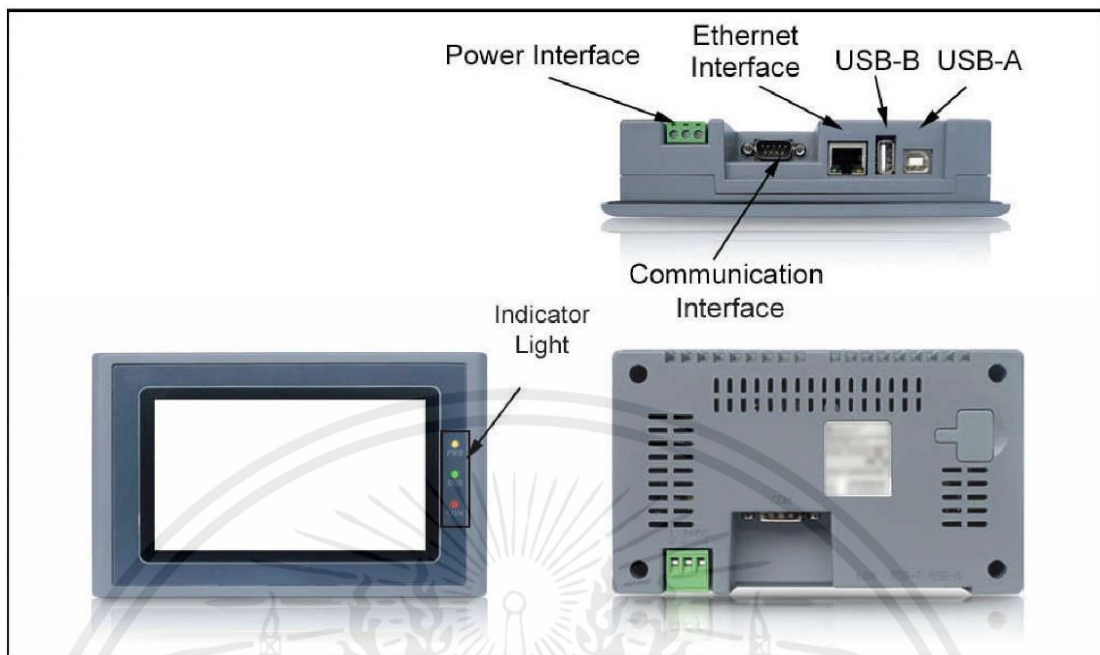


Figure 1-11 Structure

- Ethernet port: Connection of Ethernet cable
- USB-B: Insert the U disk
- USB-A: Connect with PC; download the configuration file from PC to HMI
- Communication Interface: Communicate with PLC

3.3.1 Power Interface

The power interface of the HMI locates in the back panel. With DC24V power supply ($\pm 15\%$), it shields effectively against interference, enhancing the anti-disturbance performance of the entire system. Figure 1-12 is a view of power interface:



Figure 1-12 power interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Front panel

Figure 1-13 is a view of front panel, including display screen and indicator lights:

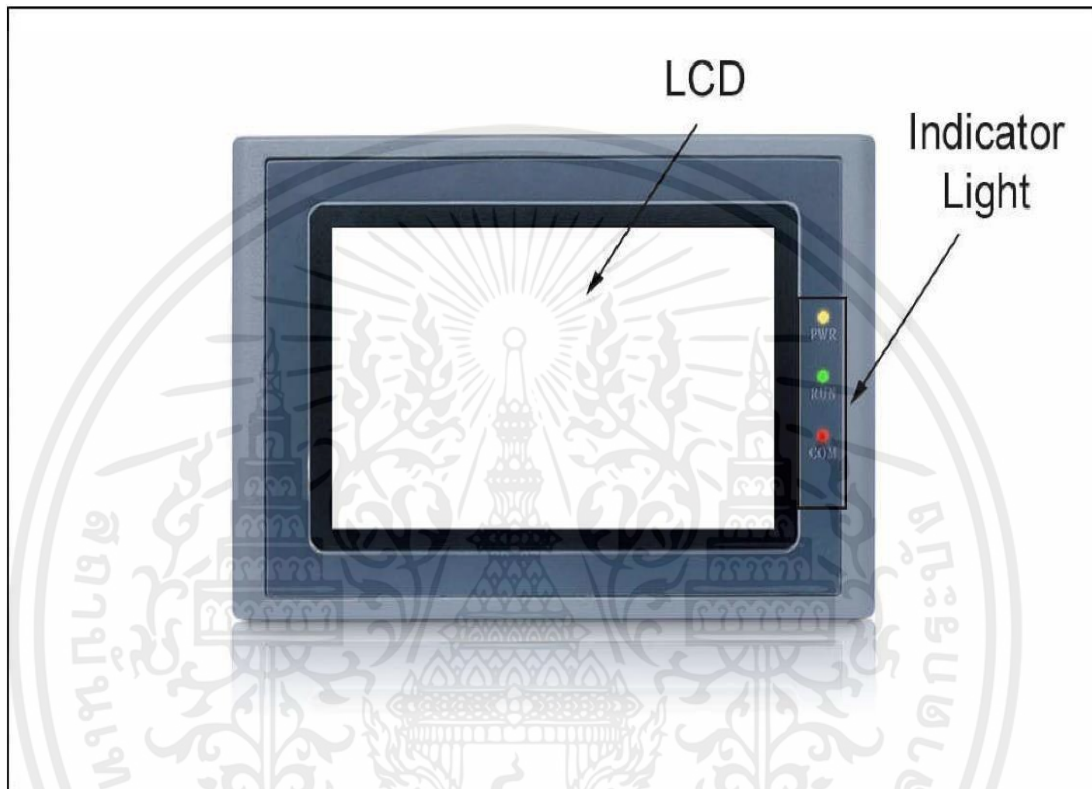


Figure 1-13 front panel

3.3.3 Communication port

Communication ports of HMI are located in the bottom panel. Models of HM-121A , HM-102B , HM-070B , HM-070A provide two standard serial communication ports while those HM-035A , HM-043A , HM-043B , HM-050B adopting a 9-core D-type interface for connection to a PLC or other controller and also for communication, provide one standard serial communication port.

When using a shielded cable, RS232 communication distance shall not go over 15 meters. For connection to the computer, it has a USB communication interface used for downloading configuration (data transmission). The transmission rate can be up to 10Mbps. Definition of communication interface differs if it is connected to different PLC (Please inform us the type of PLC to be connected when ordering for facilitating the distribution of communication cables).

The model in Figure 1-14 is equipped with double serial and USB-A port, the model in Figure 1-15 is equipped with single serial and USB-A port:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C-Lin

E3F Series



Description

E3 F - D S 10 C 1	E3F-DS10, E3F-DS30 (Diameter:Φ18, length: 60mm)	E3F-DS5, E3F-DS70 (Diameter:Φ12/30, length: 30/88mm)
<ul style="list-style-type: none"> 1: NO 2: NC 4: NO+NC 		
<ul style="list-style-type: none"> A: AC (2-wire) type B: PNP type C: NPN type 		
Sensing distance		
Measuring unit	<ul style="list-style-type: none"> None: m S: cm 	
Reflection mode	<ul style="list-style-type: none"> None: Through-beam R: Retro-reflective D: Diffuse reflective 	
Case material	<ul style="list-style-type: none"> F: Plastic FJ: Metal 	
Photoelectric sensor	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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ambient temperature	-25 to 65°C (with no icing)
Ambient humidity	35% to 95% RH
Temperature influence	±15% max. of sensing distance at 23°C in the temperature range of -25 to 65°C
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	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

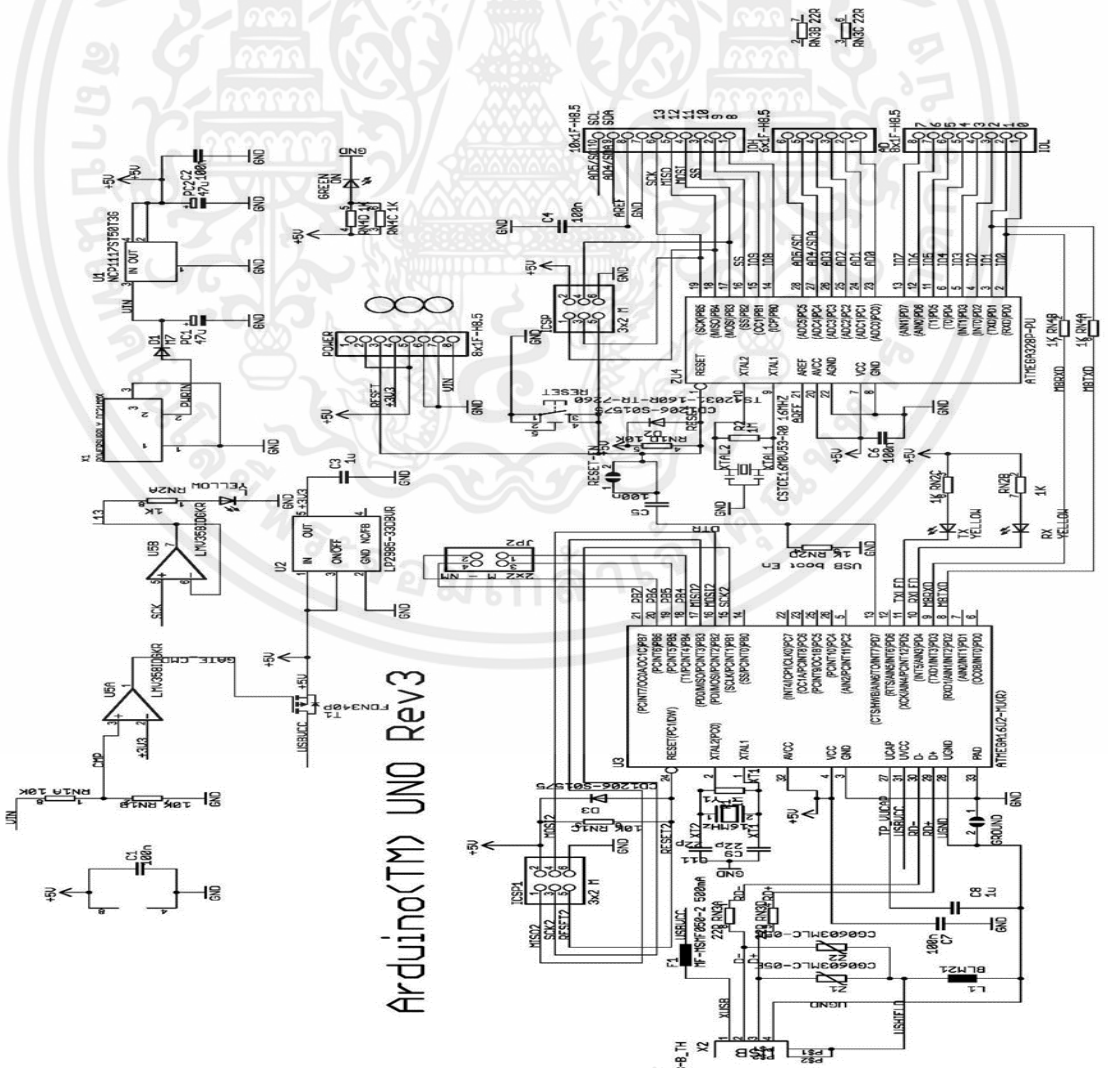
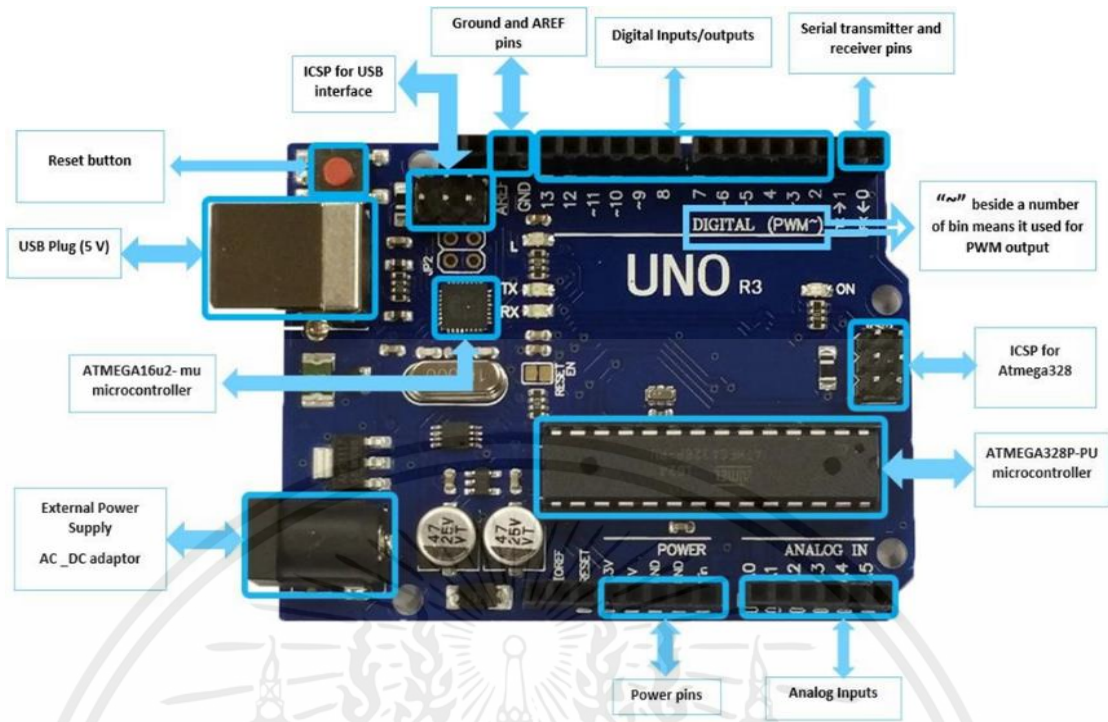
Technical Data

Resistivity (Ω/cm)	650	Resistivity ($\Omega/sqmf$)	511
Resistivity ($\mu\Omega/cm$)	108	Nom. Temp. Coeff. of Resistance (TCR)	0.000085
Std. Res. Tol. <.020"	5%	Std. Res. Tol. >.020"	3%
Thermal EMF vs. Cu	+0.006	Specific Heat (20°C)	0.10987 cal/g
Density (g/cm^3)	8.42	Density (lb/in^3)	0.304
Thermal Conductivity	0.113 W/cm/°C	Coeff. of Linear Expansion ($\times 10^{-6}$)	14.50 in/in/°C
Approx. Melting Point	1400°C	Max. Continuous Operating Temp.	1200°C
UTS – Hard (KPSI)	200	YTS Tensile – Hard (KPSI)	
UTS – Stress Relieved (KPSI)	175	YTS Tensile – Stress Relieved (KPSI)	
UTS – Annealed (KPSI)	100	YTS Tensile – Annealed (KPSI)	
Magnetic Attraction	None	Emissivity – fully oxidized	0.88
Designations/Specifications	ASTM = B344-B26	Forms Available	Wire, Ribbon

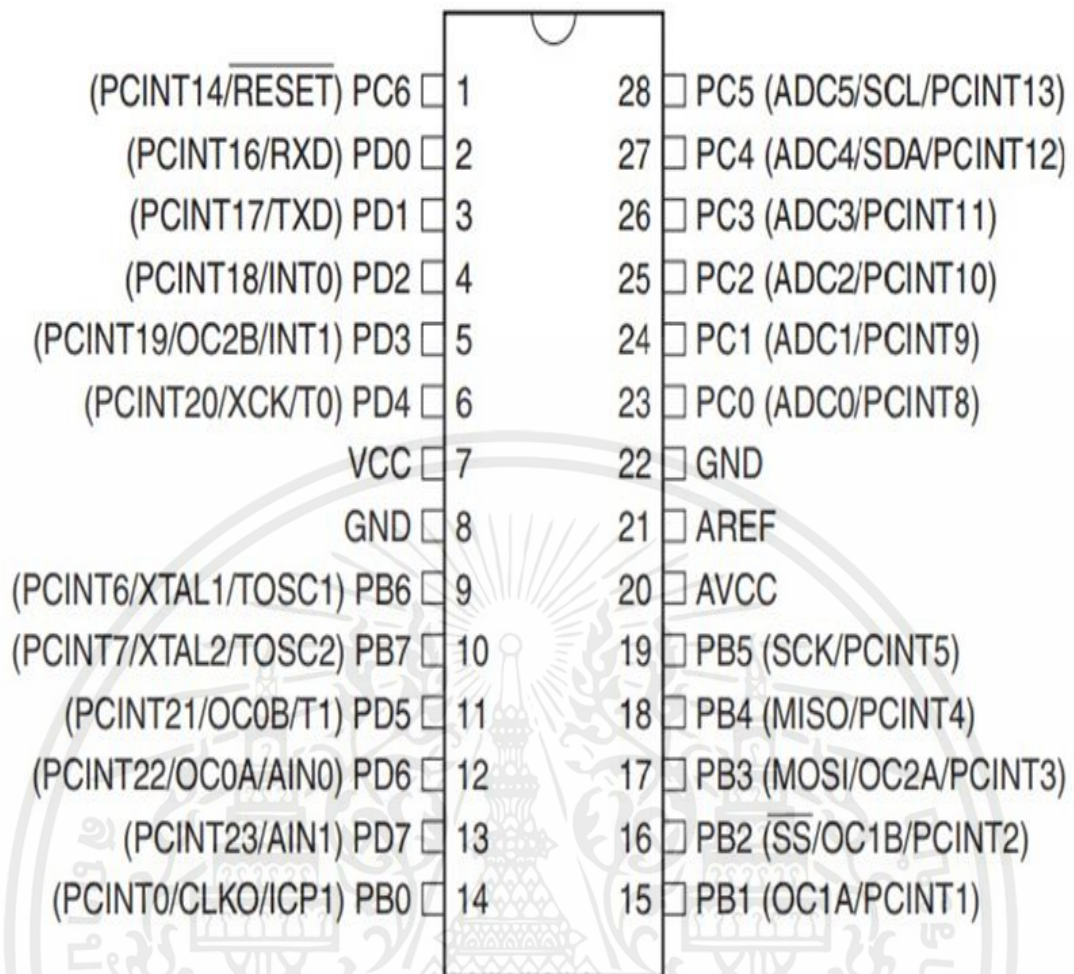
Temperature Factor – To obtain resistance at working temperature multiply by the factor C_t in the following table:

°F	68	212	392	572	752	932	1112	1292	1472	1652	1832	2012	2192
C_t	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ict

International Currency Technologies Corp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Introduction

1-1. Overview

UCA series is designed as reliable coin acceptors which are able to work steadily in high temperature for high-security with acceptance rate up to 96% or greater.

Moreover, UCA Series includes UCA1, UCA2, UCA3, UCAE and UCAES for different accepted coins and applications to fulfill your needs.

1-2. Features

- High working temperature for coin acceptance.
- Coin sorter option available for UCA1 and UCA2.
- Eight coin channels available at once.
- Mechanical and electrical anti-string functions.
- Accepting speed up to 3 coins per second.

2. Specifications

General

Acceptance Rate:	96 % or greater
Accepting Speed:	Approx. 3 coin/sec
Interface:	Pulse, RS232 (TTL level)
Coin Parameters:	Diameter : 20mm~32mm Thickness: 1.2mm~3.2mm



Installation: Indoor use only!!

Electrical

Power Source:	12V DC (10V~16V DC)
Power Consumption:	Standby : 0.05A, 0.6W Operation: 0.2 A, 2.4W Maximum: 0.5 A, 6 W
Operation Environment:	Operation Temperature: -5°C~60°C Storage Temperature : -20°C~75°C Humidity: 30%~85% RH (no condensation)

Mechanical

Outline Dimension:	Refer to page. 4
Net Weight:	Approx. 0.35 kg

3. Packing List

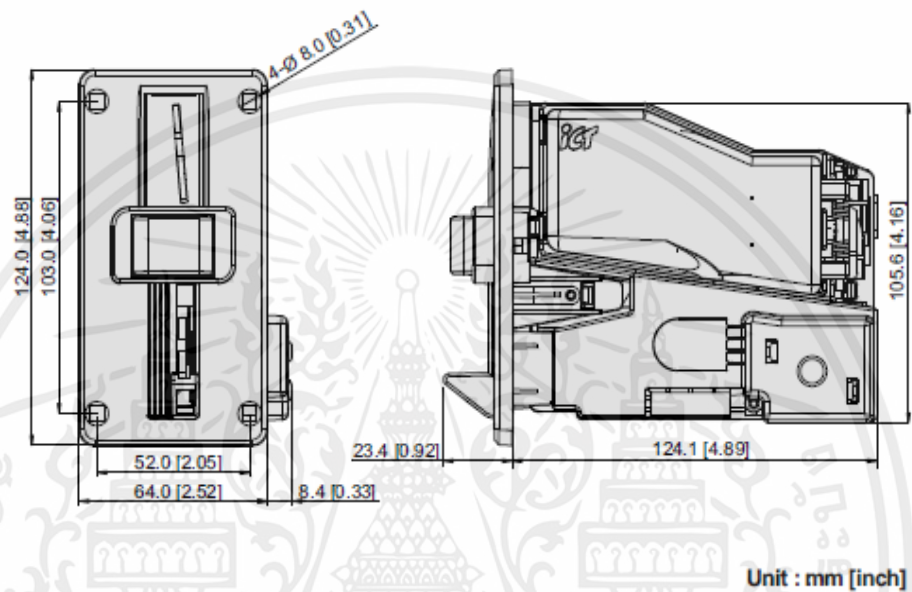
Main:	UCA Series Coin Acceptor
Accessory:	Harnesses: Refer to 5-2 UCA Series Installation Guide UCA Series Switches Setting Guide

Table 1

Mode Type	Harness	Others
Pulse	Refer to 5-2	Screw pack
RS232	Refer to 5-2	Screw pack

4. Dimension

Figure 1



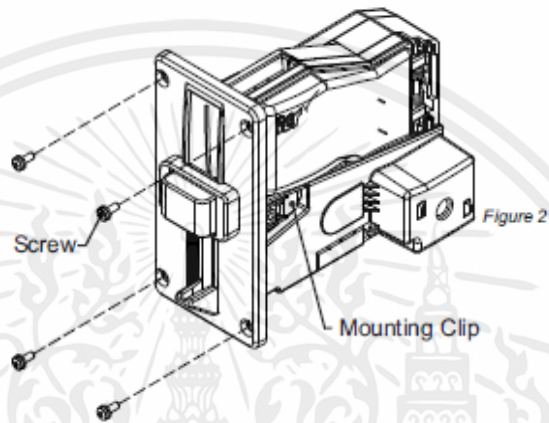
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Installation

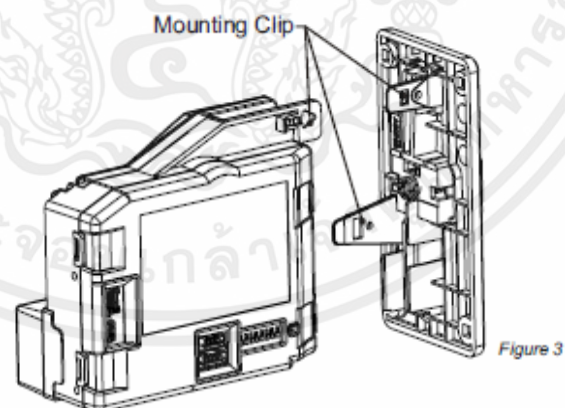
5-1. How to Install?

To install UCA Series coin acceptor on your machine, please follow the steps as below:

1. Use four screws to fix bezel on the machine.



2. Fix main base on bezel by mounting clips.



5-2. Harness Application

5-2-1. Connector

▪ UCA1/UCA2/UCAES

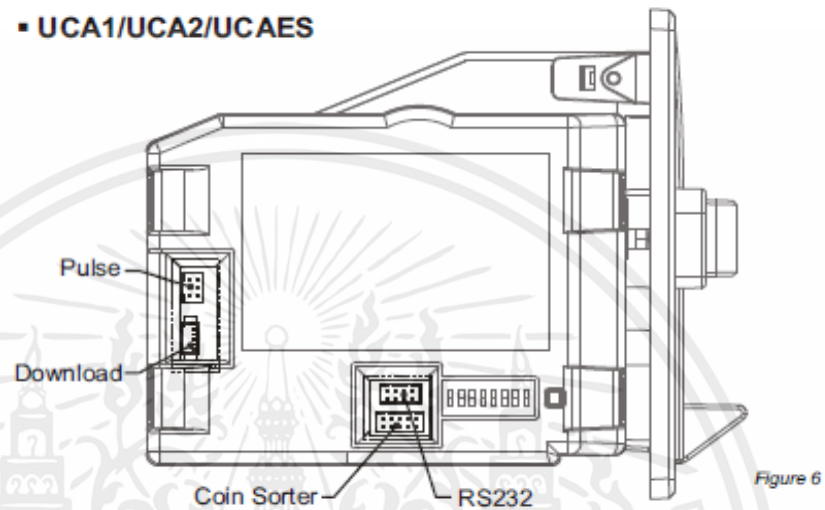


Figure 6

▪ UCA3/ UCAE

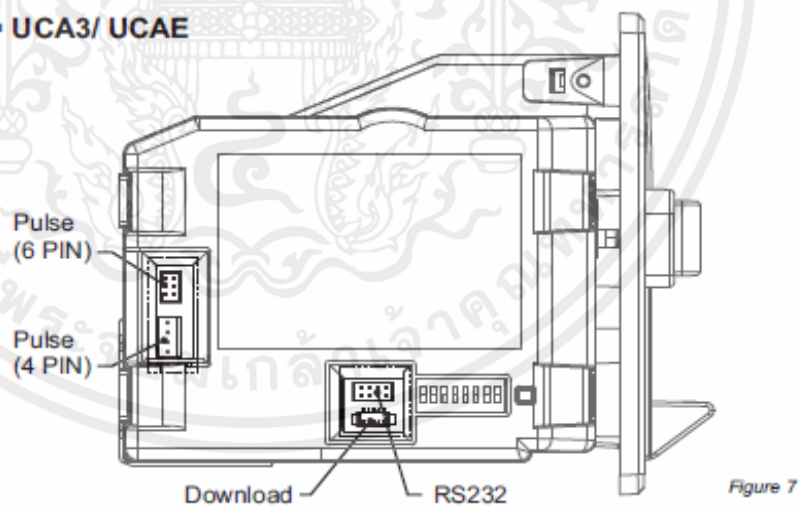
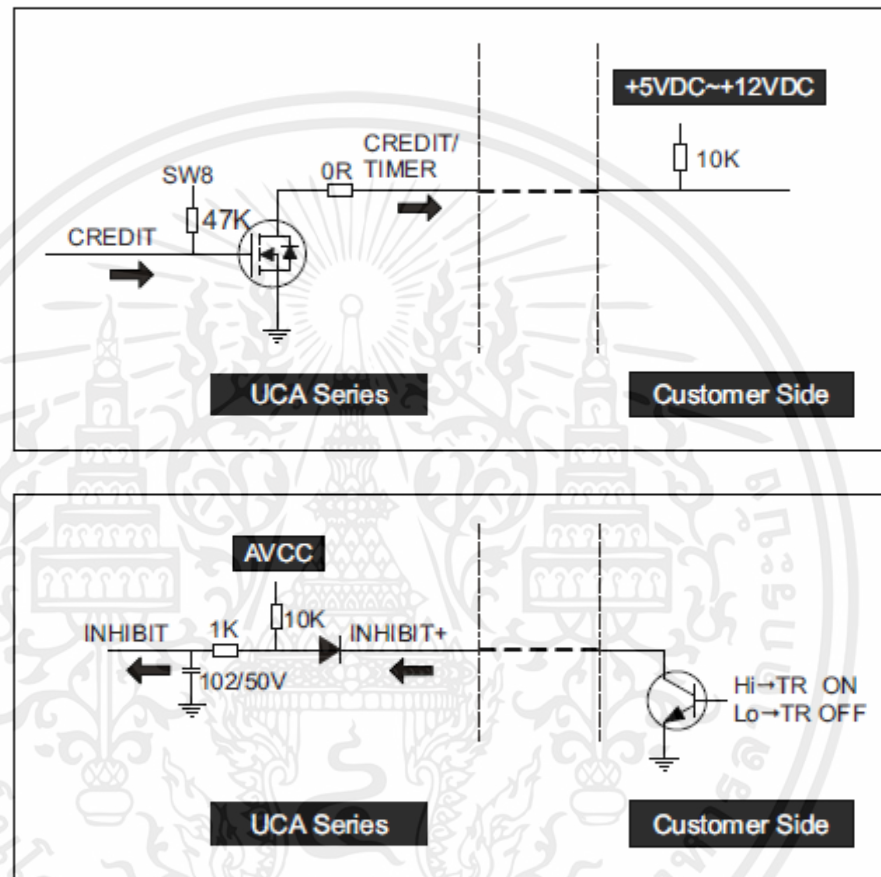


Figure 7

5-3. I/O Circuits

Pulse Interface.

Figure 12

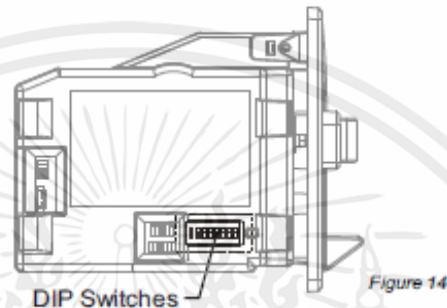


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-4. DIP Switch Setting

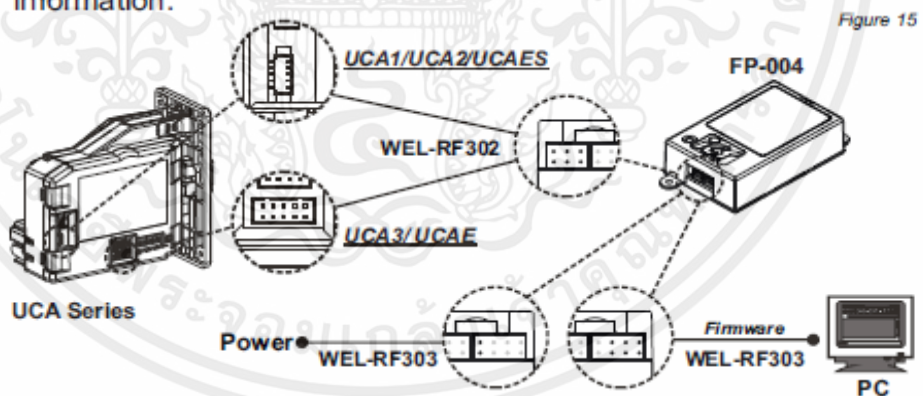
The DIP switches are located on side of UCA Series. DIP switch setting varies according to different functions which are used by users.

For DIP switch setting which fits your needs, please refer to "UCA Series Switch Setting" guide in the package.



5-5. Software Download and Upgrade

To download and upgrade the software to UCA Series, the programmer (FP-004) is needed. Please contact ICT to purchase FP-004 and refer to FP-004 user guide for software download and upgrade information.



Power must be applied to UCA Series after connecting.

6. Maintenance

To make sure UCA Series coin acceptor always works smoothly, please clean the internal sensors regularly.

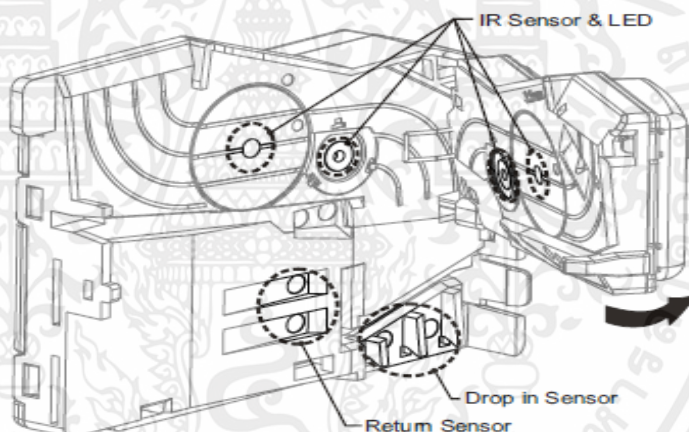
To clean the internal sensors:


1. Remove bezel by releasing mounting clips and pulling it out.

Coin Acceptor **UCA**

4. Open upper base cover plate and then use a soft, dry cloth, or towel to clean sensors.

Figure 17



	Maintenance Notice	
	<i>(Any improper maintenance will result in invalid warranty.)</i>	
	Recommended	Mild, non-abrasive, soap water.
	DO NOT USE	Organic solvent, Alcohol, Volatility liquid.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือการใช้งานเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ



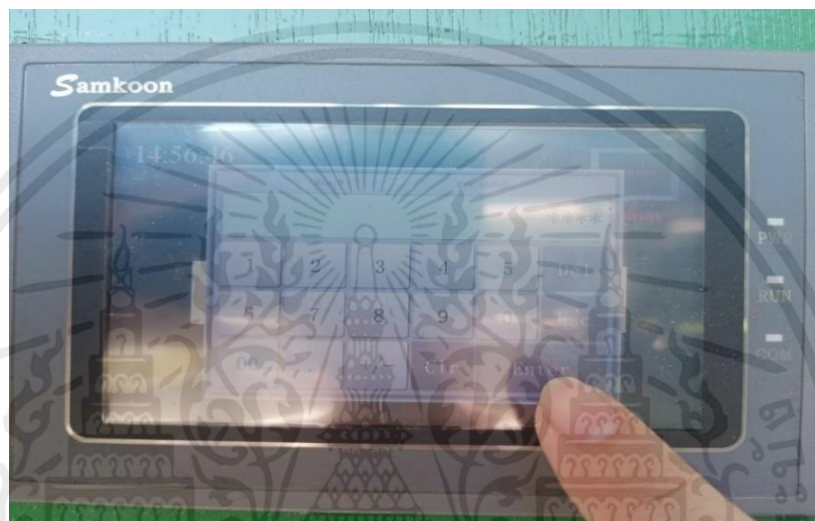
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

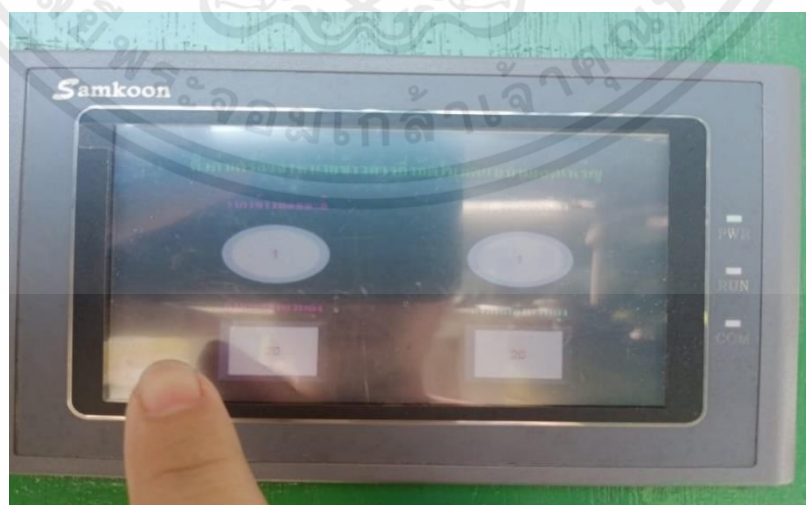
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขั้นตอนการตั้งค่าเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
 - 1.1 เสียบปลั๊กแล้วทำการเปิดเครื่อง
 - 1.2. ใส่ข้าวสารทั้งสองชนิด ลงในถังบรรจุข้าวสาร
 - 1.3. ใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าเมนูตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
 - 1.4. ทำการตั้งราคาข้าวสารทั้งสองชนิด และทำการใส่จำนวนสูงสุดของถุง



รูปที่ ข.1 การใส่รหัสผ่าน

จากรูปที่ ข.1 เป็นการใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าไปยังหน้าเมนูตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ



รูปที่ ข.2 เมนูการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ข.2 เป็นเมนูตั้งค่าของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ โดยทำการใส่ราคาของข้าวสาร และใส่จำนวนสูงสุดของถุง

1.5. กลับไปยังหน้าเลือกซื้อข้าวสาร



รูปที่ ข.3 หน้าจอการเลือกซื้อข้าวสาร

จากรูปที่ ข.3 คือหน้าจอการเลือกซื้อข้าวสารของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ โดยมีให้เลือกสองชนิด 1. ข้าวหอมมะลิ 2. ข้าวเหนียว

1.6. ถ้าเครื่องพร้อมจำหน่ายจะมีไฟสีเขียวติด แต่ถ้าไม่พร้อมจำหน่ายจะมีไฟสีแดงติด



รูปที่ ข.4 หลอดไฟแสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ข.4 คือหลอดไฟแสดงสถานะของเครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญพร้อมจำหน่ายจะมีไฟสีเขียว แต่ถ้าไม่พร้อมจำหน่ายจะมีไฟสีแดงติด

*หมายเหตุ ไฟสีเขียวแสดงสถานะว่าปกติ

ไฟสีแดงแสดงสถานะว่าหมด

2. ขั้นตอนการสั่งซื้อข้าวสาร

2.1 ใส่จำนวนถุงที่ต้องการสั่งซื้อ และทำการจ่ายเงิน



รูปที่ ข.5 หน้าจอการสั่งซื้อ

จากรูปที่ ข.5 คือหน้าจอการสั่งซื้อ โดยให้ใส่จำนวนถุงที่ต้องการสั่งซื้อ และแสดงจำนวนเงินที่ต้องจ่าย และแสดงจำนวนเงินที่หยอด



รูปที่ ข.6 หยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ข.6 หยอดเหรียญตามจำนวนเงินที่ต้องจ่าย โดยรับเหรียญได้แค่เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท 10 บาท

2.2 นำถุงพลาสติกมารับข้าวสารที่ช่องรับข้าวสาร



รูปที่ ข.7 ช่องรับข้าวสาร

จากรูปที่ ข.7 เป็นการนำถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ให้มารอรับข้าวสารที่ช่องรับข้าวสาร

3. ขั้นตอนการชั่งปากถุง

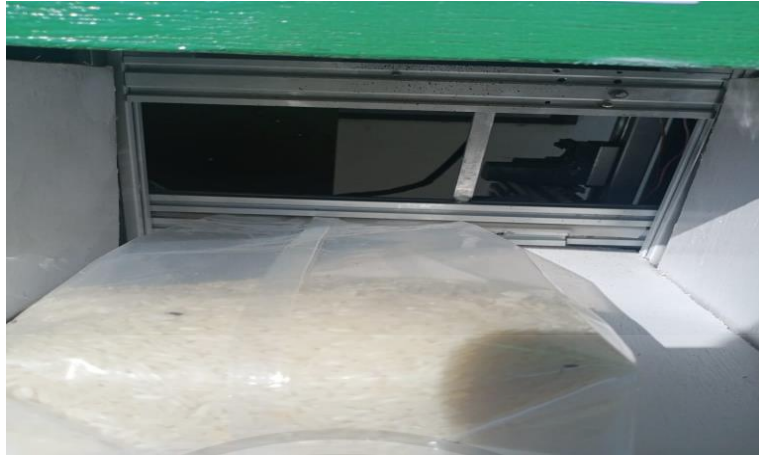
3.1 นำถุงข้าวสารที่บรรจุเสร็จแล้วมาที่ช่องชั่งปากถุง

3.2 กดสวิทช์ชั่งปากถุง



รูปที่ ข.8 ช่องชั่งปากถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 แกนซีลหนีบปากถุง

จากรูปที่ ข.8 และ ข.9 แสดงช่องรอยการซีลปิดปากถุง หลังจากนั้นทำการกดสวิตช์ปิดปากถุง และเมื่อทำการกดสวิตช์แกนซีลจะลงมาหนีบปากถุง โดยหนีบค้างไว้ 15 วินาที

3.3 เสร็จสิ้นการซีลปิดปากถุง



รูปที่ ข.10 การซีลปิดปากถุง

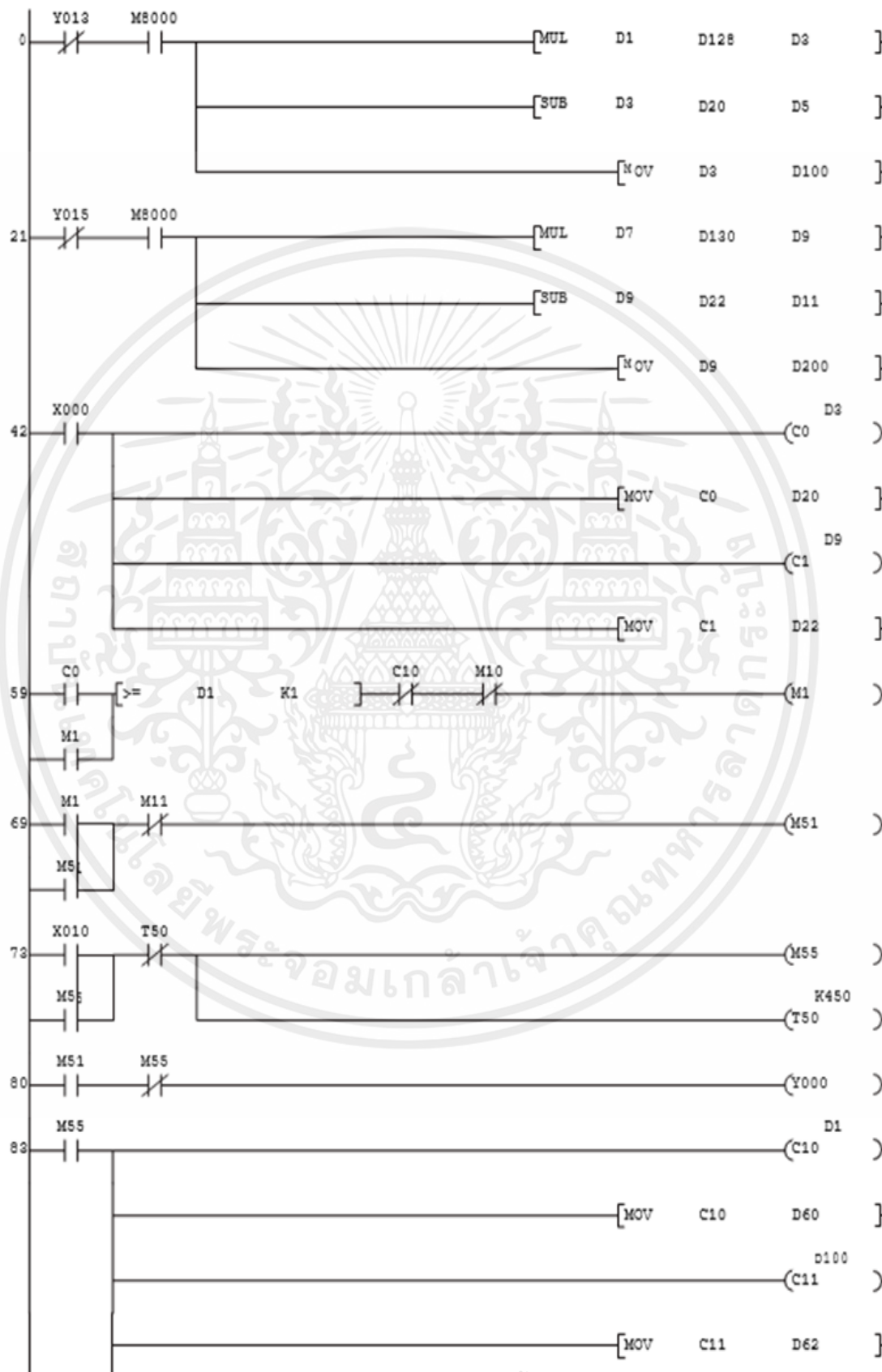
จากรูปที่ ข.10 แสดงการซีลปิดถุงที่เสร็จแล้ว โดยปากถุงมีการปิดสนิทและไม่มีการรั่วของรอยซีล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

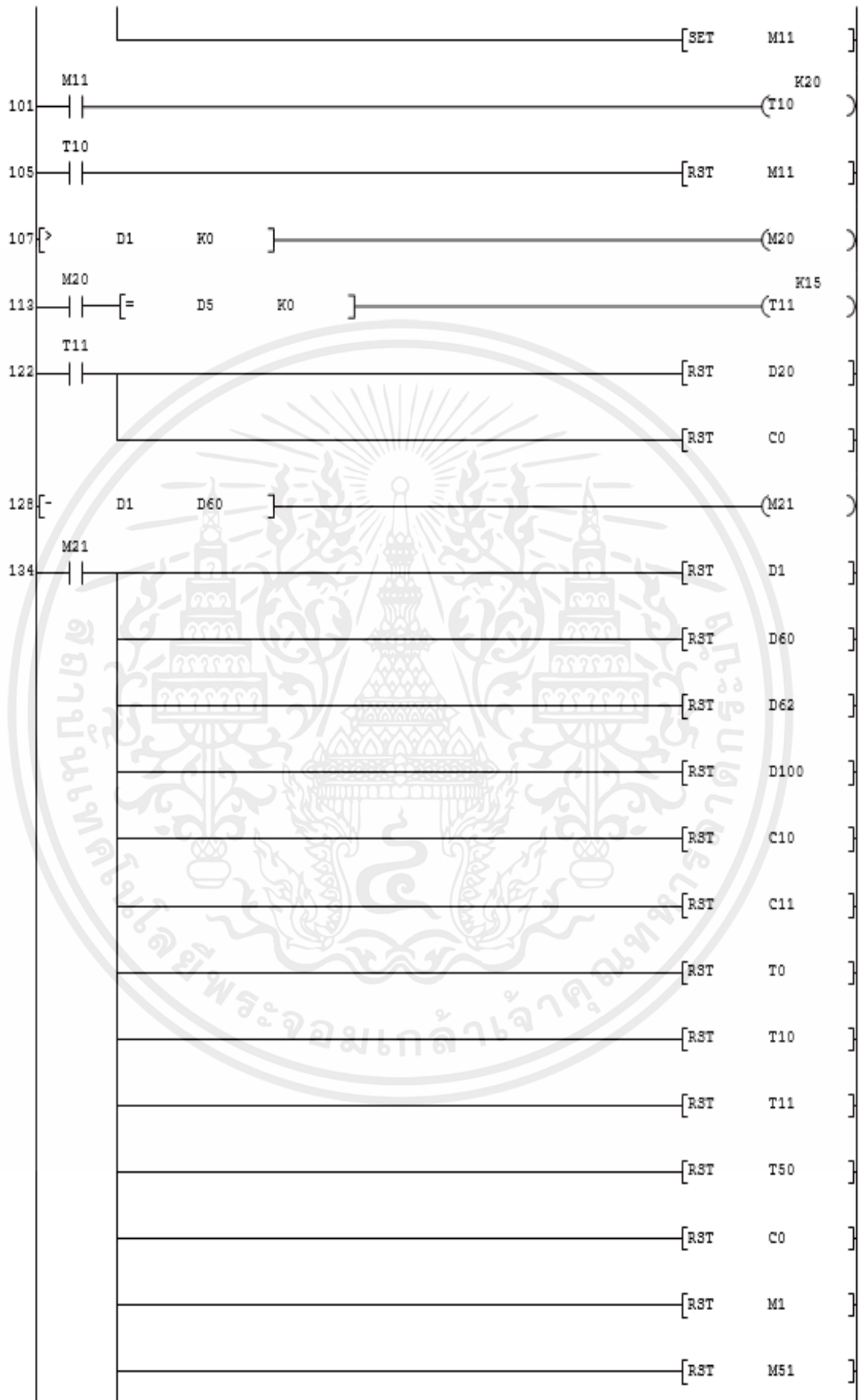


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

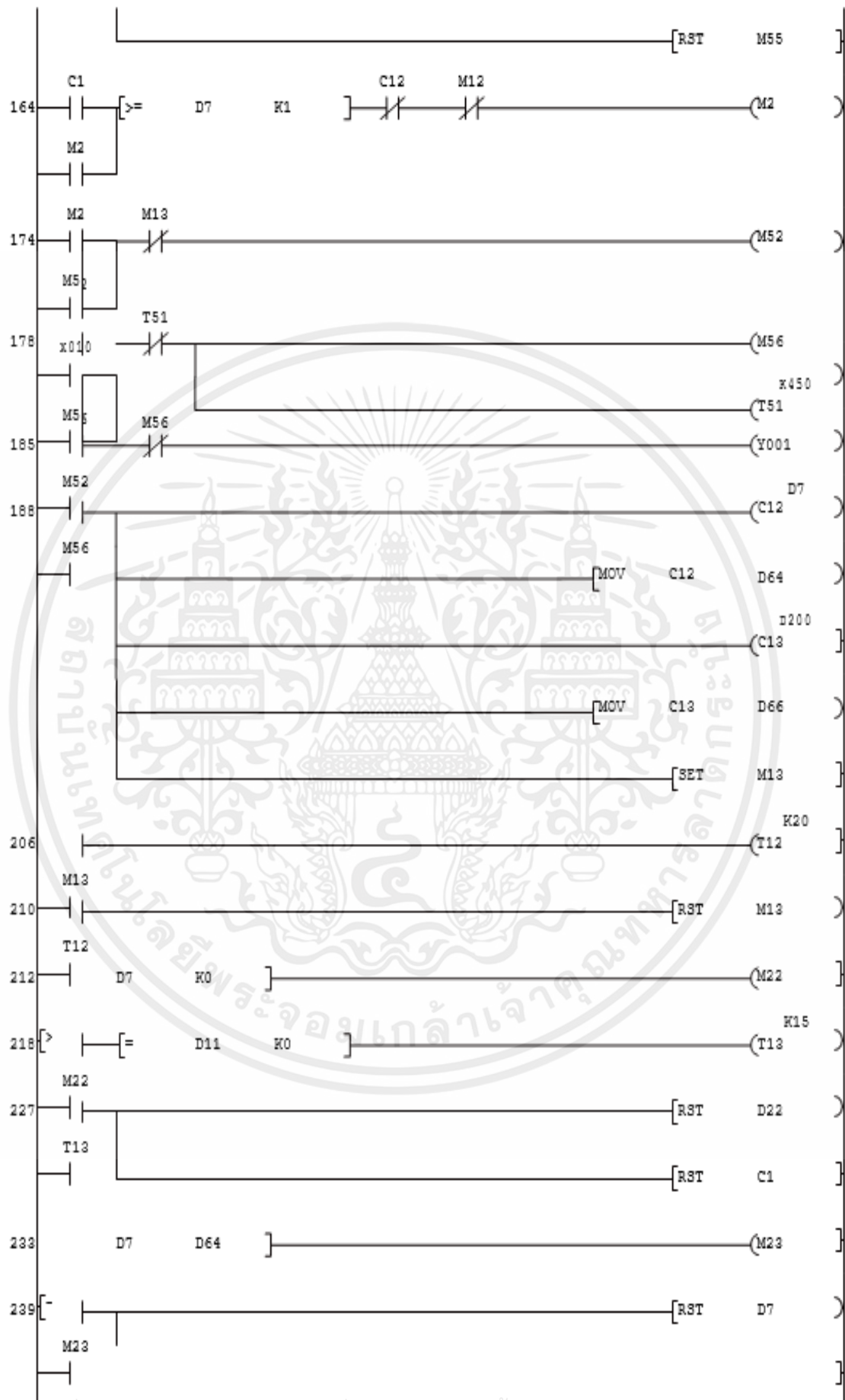
โปรแกรมการทำงานของพีแอลซี



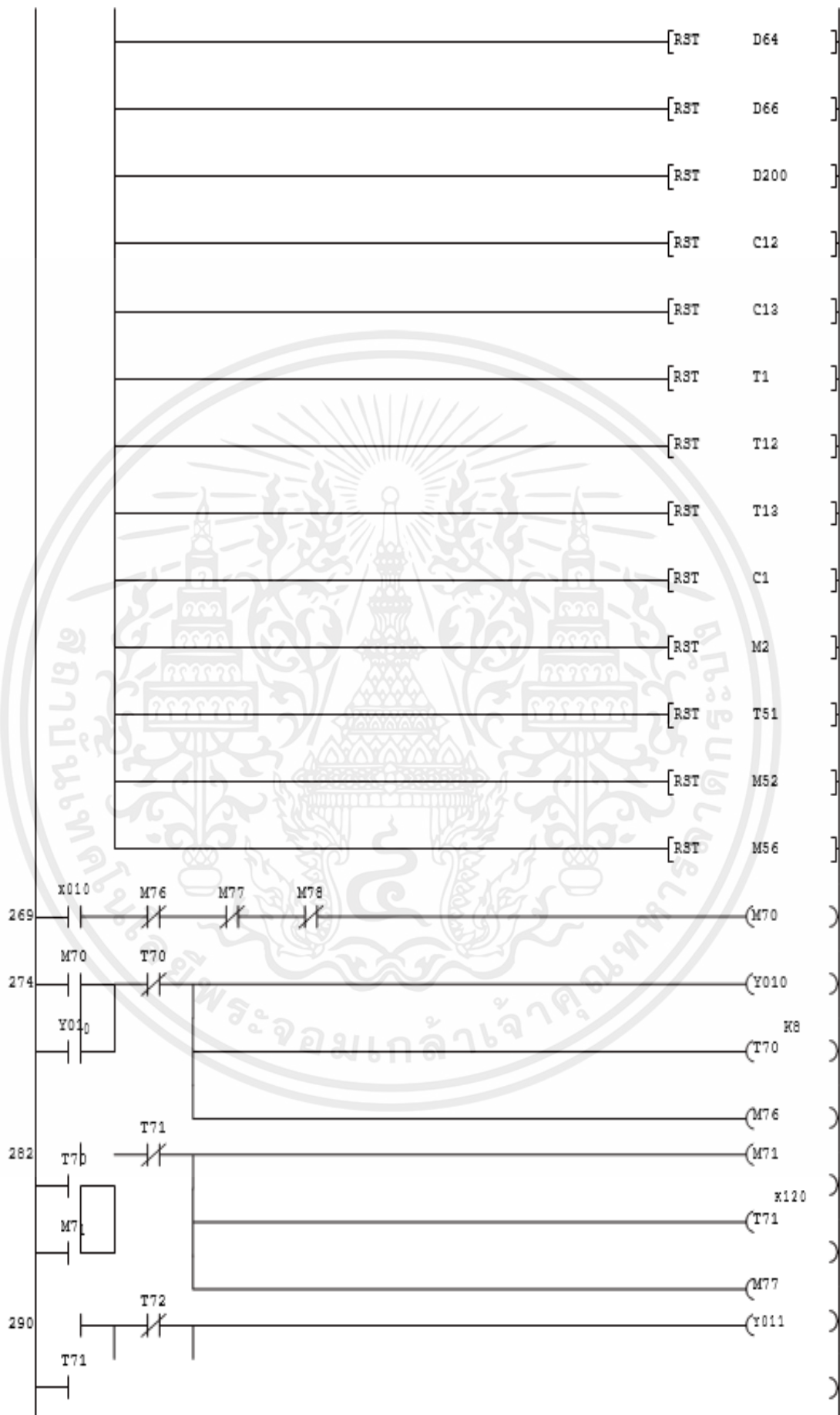
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



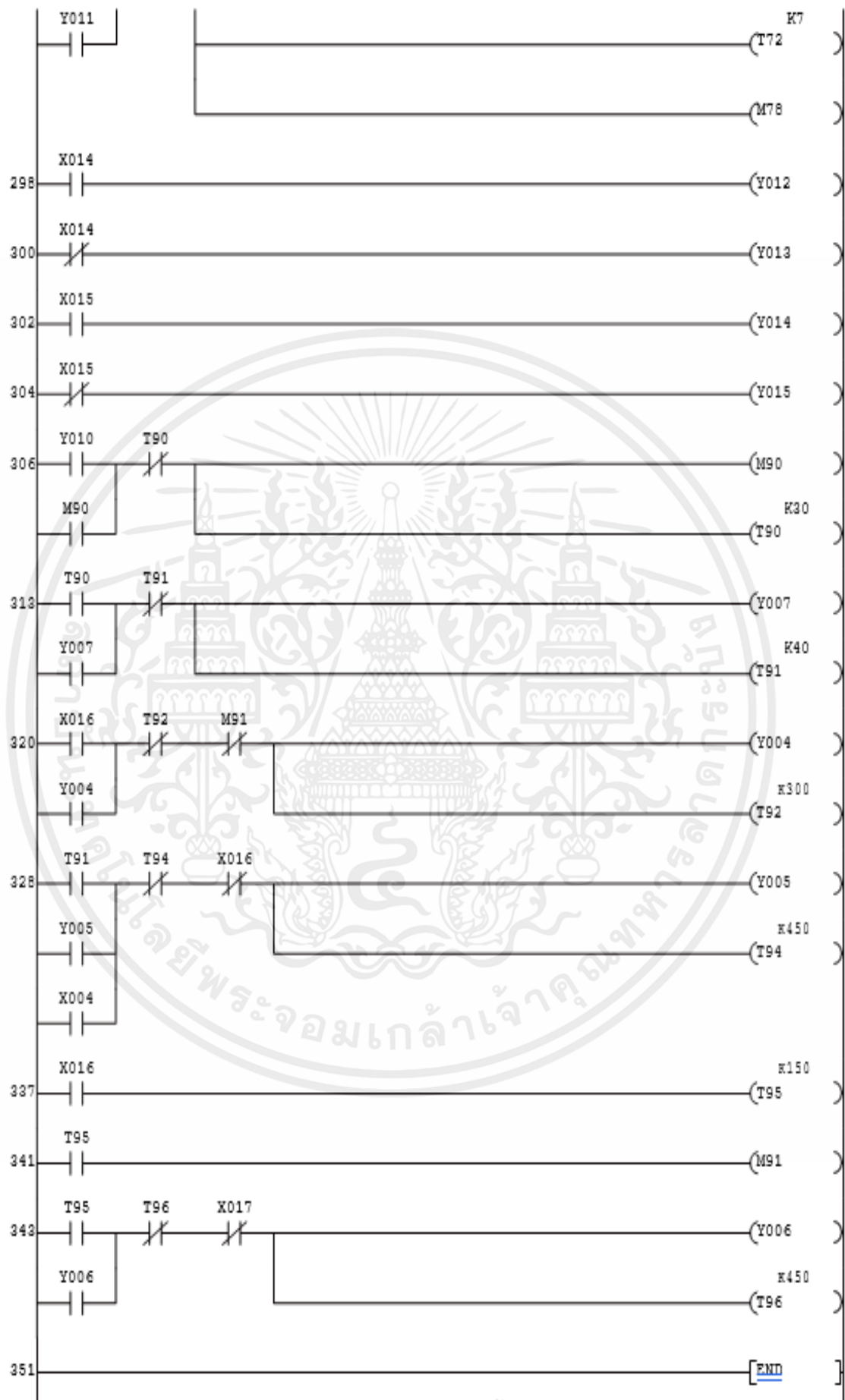
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของอาตุโน

1. ส่วนการกำหนดค่าของโหลดเซลล์

```

#include "HX711.h"
#include <Wire.h>
#define CLK A0
#define DOUT A1
#define DEC_POINT 2
#define STABLE 1
float offset=0;
float calibration_factor = 1;
float real_weight = 1.000;//kg
HX711 scale(DOUT, CLK);
unsigned char state=0;
long FindZeroFactor();
float get_units_kg();
void ReadWeight();
void FindCalibrationFactor();
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println();
  Serial.println("Auto Calibrate Program");
  Serial.println("Send 'a' to Find Zero Factor (Please Remove all weight from scale)");
  Serial.println("Send 'b' to Find Calibration Factor (Please insert know the weight on the scales)");
  Serial.println("Send 'c' Show weight on the scales");
}
void loop()
{
  if(Serial.available())
  {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

char temp = Serial.read();
if(temp=='a')
state=1;
if(temp=='b')
state=2;
if(temp=='c')
state=3;
}
switch(state)
{
case 0:
break;
case 1:
FindZeroFactor();
ReadWeight();
state=0;
break;
case 2:
FindCalibrationFactor();
state=0;
break;
case 3:
ReadWeight();
delay(200);
break;
case 4:
break;
}
}
long FindZeroFactor()
{
Serial.println("Find Zero Factor");
Serial.println("Please wait .....");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

scale.set_scale();
scale.tare();
long zero_factor = scale.read_average(20);
Serial.print("Zero factor: ");
Serial.println(zero_factor);
return(zero_factor);
}

void FindCalibrationFactor()
{
  unsigned char flag_stable=0;
  unsigned int decpoint=1;
  for(unsigned char i=0;i<DEC_POINT+1;i++ )
  decpoint = decpoint*10;
  while(1)
  {
    scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor
    Serial.print("Reading: ");
    float read_weight = get_units_kg();
    String data = String(read_weight, DEC_POINT);
    Serial.print(data);
    Serial.print(" kg");
    Serial.print(" calibration_factor: ");
    Serial.print(calibration_factor);
    Serial.println();
    long r_weight      = (real_weight*decpoint);
    long int_read_weight = read_weight*decpoint;
    Serial.print(r_weight);
    Serial.print(" , ");
    Serial.println(int_read_weight);
    long x;
    if(r_weight == int_read_weight)
    {
      flag_stable++;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(flag_stable>=STABLE)
{
Serial.print("Calibration Factor is = ");
Serial.println(calibration_factor);
break;
}
}
if(r_weight > int_read_weight)
{
x = r_weight - int_read_weight;
if(x > 100)
calibration_factor -= 1000;
else if(x > 10)
calibration_factor -= 10;
else
calibration_factor -= 1;
flag_stable=0;
}
if(r_weight < int_read_weight)
{
x = int_read_weight-r_weight;
if(x > 100)
calibration_factor += 1000;
else if(x > 10)
calibration_factor += 10;
else
calibration_factor += 1;
flag_stable=0;
}
}
}
float get_units_kg()
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return(scale.get_units()*0.453592);
}
void ReadWeight()
{
scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor
Serial.print("Reading: ");
String data = String(get_units_kg()+offset, DEC_POINT);
Serial.print(data);
Serial.println(" kg");
}

```

2. ส่วนซึ่งนำหนักและแสดงผล

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include "HX711.h"
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float calibration_factor = 108858.00;
#define zero_factor 8667658
#define CLK A0
#define DOUT A1
#define DEC_POINT 2
int on2 = 5;
float offset=0;
float get_units_kg();
HX711 scale(DOUT, CLK);
void setup()
{
lcd.begin();
lcd.backlight();
lcd.print(" Rice Weight ");
Serial.begin(115200);
Serial.println("Load Cell");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

scale.set_scale(calibration_factor);
scale.set_offset(zero_factor);
pinMode(on2,OUTPUT);
}
void loop()
{
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("  ");
  lcd.print(scale.get_units()*0.453592);
  lcd.print(" kg ");
  delay(100);
  Serial.print("Reading: ");
  String data = String(get_units_kg()+offset, DEC_POINT);
  Serial.print(data);
  Serial.println(" kg");
  if (scale.get_units()*0.453592 >= 1.00 && scale.get_units()*0.453592 <= 1.02)
  {
    digitalWrite(on2,HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(on2,LOW);
  }
}
float get_units_kg()
{
  return(scale.get_units()*0.453592);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายพิพรรณ บุญโสภณ
 วัน เดือน ปีเกิด 4 กุมภาพันธ์ 2539
 ที่อยู่ 233 ม.3 ต.บ้านแหลม อ.บางปลาม้า
 จ.สุพรรณบุรี 72150
 ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
 วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
 Tel.063-1612780
 Email.61511006@kmitl.ac.th



ชื่อ-นามสกุล นายอาร์ณ สุวรรณราช
 วัน เดือน ปีเกิด 25 พฤษภาคม 2541
 ที่อยู่ 38 ม.15 ต.นนทรี อ.กบินทร์บุรี
 จ.ปราจีนบุรี 25110
 ประวัติการศึกษา พ.ศ.2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกลอุตสาหกรรม
 วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
 Tel.092-3152850
 Email.61511009@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองรูปเล่มปริญญาานิพนธ์

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ชื่อโครงการ เครื่องจำหน่ายข้าวสารกึ่งอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญ
Semi-Automatic Rice Vending Machine

ผู้จัดทำ

1.นาย...พิพรรธน์ บุญโสภณ.....รหัสนักศึกษา...61511006.....

2.นาย....อารัญ สุวรรณราช.....รหัสนักศึกษา...61511009.....

ด้วยข้าพเจ้านักศึกษาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้จัดทำรูปเล่มปริญญาานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการนี้ข้าพเจ้าได้แก้ไขเนื้อหาและจัดทำรูปเล่มตามข้อกำหนดของรูปเล่มปริญญาานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว จึงขอให้อาจารย์ตรวจสอบ และรับรองความถูกต้องเหมาะสมของปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

อาจารย์รับรองรูปเล่มปริญญาานิพนธ์

1.อาจารย์...ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์.....ลงชื่อ.....

2.อาจารย์...ว่าที่ร.ต.ศิลา ศิริมาสกุล.....ลงชื่อ.....

3.อาจารย์ที่ปรึกษา...อาจารย์พิมล ผลพฤกษา.....ลงชื่อ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้