



ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC

สุรศักดิ์ คามะปะโน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ปีการศึกษา 2562



ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC

สุรศักดิ์ คามะปะโน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



An Automatic Control System for Fertilizer filling,
Temperature and Humidity Using PLC

Surasak Kamapani

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering
Graduate Study, Faculty of Engineering

Southeast Asia University

Academic Year 2019

Copyright by Southeast Asia University

ชื่อวิทยานิพนธ์	ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC
ชื่อนักศึกษา	นายสุรศักดิ์ คามะปะโน
รหัสนักศึกษา	6144010004
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.บุญเลิศ สือเฉย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

..... คนบดี
(ดร.ภาณุวัฒน์ แตระกุล)

วันที่สอบ: 6 สิงหาคม พ.ศ. 2563

Thesis Title An Automatic Control System for Fertilizer Filling,
Temperature and Humidity Using PLC
Student Name Mr.Surasak Kamapani
Student ID 6144010004
Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Examining Committee


..... Chairman
(Assoc. Prof. Sulee Bunjongjit)


..... Member
(Assoc. Prof. Dr. Ittipong Chaisayun)


..... Member (Thesis Advisor)
(Assoc. Prof. Dr. Boonlert Suechoey)



This Thesis has been approved to be a Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering
Graduate Study, Faculty of Engineering


..... Dean
(Dr. Panuwat Taerakul)

Examination Date: August 6, 2020

ชื่อวิทยานิพนธ์	ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC
ชื่อนักศึกษา	นายสุรศักดิ์ คามะปะโน
รหัสนักศึกษา	6144010004
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.บุญเลิศ สือเฉย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ในการควบคุมระบบทั้งหมด จะแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ระบบรดน้ำใส่ปุ๋ยอัตโนมัติ ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบระบายอากาศและเติมอากาศ ซึ่งทั้ง 3 ระบบถูกควบคุมการทำงานโดย PLC มีการรับคำสั่งโดยตรงจากผู้ใช้งานผ่านไทม์เมอร์ ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุม หลังจากนั้นจะมีการทำงานอย่างอัตโนมัติ การทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในขอบเขต ที่กำหนด คือช่วงระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นในอากาศได้ในช่วงระหว่าง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมความชื้นในดินได้ในช่วงระหว่าง 80-99 เปอร์เซ็นต์ ระบบทั้ง 3 ระบบสามารถทำงานตอบสนองตามความต้องการของผู้จัดทำได้เป็นอย่างดี ลดกำลังคนที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และสามารถลดค่าใช้จ่ายของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่นำหลักการทำงานของระบบไปใช้ในระยะเวลา

Thesis Title	An Automatic Control System for Fertilizer Filling, temperature and Humidity Using PLC.
Student Name	Surasak Kamapani
Student ID	6144010004
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr.Boonlert Suechoey

Abstract

This research is presented on the development of automatic water dispensing fertilization and temperature and humidity control systems using by PLC. Temperature control system Ventilation and aeration systems. All systems are operated by PLC , commands are received directly from the user through a timer. Which is installed in the control cabinet after that it will work automatically. The operation of the system is efficient , The temperature can be controlled in an extent. The specified range is between 28-30 degrees Celsius , Control air humidity in the range of 70-80 percent. Control of soil moisture in the range between 80-99 percent. All three systems can work to meet the needs of those. Well done Reduce manpower used in operations. And can reduce the expenses of farmers or benefactors who adopt the principle of operation of the system.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือ ทั้งในด้านวิชาการ และการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเลิศ สือเฉย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณามอบหมายงานวิจัยอันเป็นประโยชน์ ได้อุทิศความรู้ ความสามารถ ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

บริษัท เอสจี อีเล็คตริคอล ซิสเต็ม จำกัด ที่สนับสนุนด้านอุปกรณ์ สถานที่ ให้คำปรึกษาแนะนำ จนสำเร็จลุล่วงไป ได้ด้วยดี

คณาจารย์ประจำหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ทุกท่านที่ให้ความรู้จากการเข้าเรียนในรายวิชาบัณฑิตศึกษา ถ่ายทอดประสบการณ์อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

เพื่อน พี่ น้อง หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดเวลาที่ผู้วิจัยได้ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์แห่งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ขอขอบคุณครอบครัว พี่ชาย พี่สาว และน้องชาย ที่สนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

สุรศักดิ์ คามะปะโน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
 บทที่ 1 บทนำ.....	 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
 บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	 4
2.1 PLC	4
2.2 อุณหภูมิและความชื้น.....	12
2.3 การระบายอากาศ	15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
 บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	 18
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.2 การศึกษาข้อมูล.....	21
3.3 วัสดุและอุปกรณ์	21
3.4 ออกแบบและสร้างระบบ	22
3.5 จัดทำระบบและสร้างชุดคำสั่ง PLC	25
3.6 การวางแผนการทดลองในงานวิจัย	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดสอบและการอภิปราย	30
4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด	30
4.2 การทดสอบระบบรวมกับการทดลองเพาะเมล็ดพืช	35
4.3 อภิปราย	41
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุป	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก ก. คำสั่งแลตเตอร์ไดอะแกรม	46
ข. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	52
ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงการทดสอบการทำงานของระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติตามระยะเวลา.....	30
4.2 แสดงการทดสอบการทำงานของระบบระบายอากาศ-เติมอากาศตามระยะเวลา	31
4.3 แสดงการทดสอบการควบคุมความชื้นในอากาศ ภายนอกและภายในถังปลูก	31
4.4 แสดงการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิภายในถังปลูก	33
4.5 แสดงการทดสอบการหยุดทำงานของระบบโดยไทม์เมอร์ตามระยะเวลา.....	35
4.6 การทดสอบระบบรวมกับการเพาะเมล็ดผักชี	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของรีเลย์และสัญลักษณ์.....	5
2.2 วงจรควบคุมรีเลย์อย่างง่าย.....	6
2.3 แสดงการใช้ PLC ทดแทนวงจรรีเลย์	6
2.4 วงจรล็อกตัวเอง (seal)	7
2.5 ไตอะแกรมแลตเตอร์อย่างง่าย	8
2.6 ตัวอย่างโปรแกรม Mnemonic ที่เทียบกับแลตเตอร์	9
2.7 ตัวอย่างโปรแกรม SFC	10
2.8 ตัวอย่างโปรแกรม Structured Text.....	10
2.9 แสดงการแยกกันของตัวควบคุมกับโปรเซส.....	11
2.10 รอบการทำงานของ PLC	11
2.11 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และความชื้น.....	12
2.12 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และความชื้น เมื่อความชื้น 100%.....	13
2.13 หน่วยมาตรฐานสากลที่ใช้วัดอุณหภูมิ	14
2.14 การระบายอากาศโดยวิธีทางกล	16
3.1 แผนภูมิการดำเนินงาน.....	19
3.2 การติดตั้งระบบรดน้ำอัตโนมัติ	22
3.3 ติดตั้งพัดลมสำหรับดูดอากาศ และระบายอากาศ	23
3.4 Timer สำหรับตั้งเวลาใส่ปุ๋ย และรดน้ำ.....	23
3.5 โฟลวชาตการทำงานของระบบ	24
3.6 ตัวอย่างแลตเตอร์ไตอะแกรมการทำงานของระบบ	25
3.7 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม	26
3.8 การติดตั้งอุปกรณ์ภายนอกตู้ควบคุม	26
3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในเครื่องเพาะเมล็ด	27
3.10 การตรวจสอบความถูกต้องของการ Wiring สาย	27
3.11 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน	28
3.12 ทดสอบการทำงานของระบบ.....	28
4.1 แสดงการทดสอบการควบคุมความชื้นในอากาศ ภายนอกและภายในถังปลูก	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก.....	34
4.3 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 1	38
4.4 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 2.....	39
4.5 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 3.....	40
4.5 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 4.....	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเกษตรมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ โดยมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายจากพืช สัตว์ ในชีวิตประจำวัน โดยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรค โดยมนุษย์รู้จักเก็บเกี่ยวผลผลิตทางเกษตร นำไปประกอบอาหารรับประทาน สร้างความเจริญเติบโตแก่ร่างกาย นำส่วนต่าง ๆ ของพืชเส้นใยไปผลิตสิ่งทอหรือใช้หนังสัตว์ทำเครื่องนุ่งห่ม ปลูกป่าเพื่อนำไม้ไปเป็นอุปกรณ์การก่อสร้าง สร้างที่พักอาศัย อาคารสถานที่ ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ต่าง ๆ และปลูกพืชสมุนไพร เพื่อนำไปใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งสิ้น การเกษตร หรือการเกษตรกรรม (Agriculture) หมายถึงการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ รวมทั้งการเลี้ยงสัตว์และการประมง ผู้ที่ทำการเกษตรนั้นเรียกว่า เกษตรกร ส่วนคำว่า กสิกร นั้นหมายถึงผู้ที่ทำการกสิกรรม คือผู้ที่ปลูกพืชเพียงอย่างเดียว เช่น ชาวไร่ ชาวนา ชาวสวนการเกษตรจึงเป็นการจัดการกับทรัพยากรธรรมชาติ แรงงาน และทุน โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตจากทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งนิยมเรียกว่าผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้การเกษตรยังหมายถึง วิธีการยังชีพอย่างหนึ่งของมนุษย์ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ การเกษตรเป็นการทำงานเพื่อควบคุมธรรมชาติในอันที่จะผลิตพืชและสัตว์ให้ได้ตามความต้องการของมนุษย์ โดยอาศัยการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์เป็นพื้นฐาน มีมนุษย์เป็นผู้ควบคุมดำเนินการอย่างมีระบบแบบแผน มีการวางแผน ปฏิบัติงานล่วงหน้า คิดคำนวณรายได้-รายจ่ายในการดำเนินการทั้งหมดในการเกษตร พืช หมายถึง พืชสวน พืชไร่ ป่าไม้ สัตว์ หมายถึง สัตว์บก สัตว์น้ำ ทั้งที่เป็นสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า ดังนั้น การเกษตรจึงมีขอบเขตครอบคลุมการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และการประมงนอกจากนี้ยังรวมไปถึงการสร้างเสริมบรรยากาศ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้ตื่นตัวเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง เพราะทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะป่าไม้ถูกทำลายลงอย่างมหาศาล และขาดการดูแลบำรุงรักษาป่าไม้อย่างต่อเนื่อง จนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วม ฝนแล้ง และไฟไหม้ป่าทุกปี

ซึ่งในปัจจุบันในยุคของเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในภาคของการเกษตรมากยิ่งขึ้น เริ่มตั้งแต่กระบวนการปลูกจนถึงกระบวนการการเก็บเกี่ยว เกษตรกรหรือผู้ประกอบการได้นำเทคโนโลยีหรือเครื่องทุ่นแรงมาใช้เช่น รถไถนึ่งซบ รถไถหว่านเมล็ดหว่านปุ๋ย หรือแม้กระทั่งรถเกี่ยวสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อลดต้นทุน ประหยัดเวลาในกระบวนการผลิตออกไปจำหน่ายหรือบริโภคเป็นอาหาร

ตลอดจนการนำสารเคมีต่าง ๆ มาใช้ในการเร่งผลผลิตซึ่งเป็นการส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง

ผู้จัดทำงานวิจัย ได้ทำการศึกษาหาข้อมูลและต้องการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก จึงได้ทำการพัฒนาระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการปลูกของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ผู้จัดทำได้พัฒนาต่อยอดนั้น จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้นำไปใช้ ทั้งในส่วนของลดต้นทุนการผลิต คุณภาพของผลผลิตที่ได้รับ ตลอดจนระบบที่มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ
- 1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างระบบเติมปุ๋ยอัตโนมัติ
- 1.2.3 เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
- 1.2.4 เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยใช้ PLC

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

จากหลักการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ผู้จัดทำจึงตั้งสมมุติฐานว่า หากสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในการเพาะเมล็ดพืช รวมถึงมีการควบคุมการรดน้ำ จ่ายปุ๋ย อย่างอัตโนมัติ จะสามารถทำให้ได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพ และได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้งาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 ควบคุมการรดน้ำได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน
- 1.4.2 ควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วงระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส
- 1.4.3 ควบคุมความชื้นในอากาศระหว่าง 70-80 เปอร์เซ็นต์
- 1.4.4 ควบคุมความชื้นในดินได้ 80 - 99 เปอร์เซ็นต์
- 1.4.5 สามารถระบายอากาศและเติมอากาศได้ตามเวลาที่กำหนด

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

ใช้วิธีการทดลองโดยการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยการทำการทดลองเพาะเมล็ดผัก มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ ตลอดระยะเวลาการเพาะ และมีการทดสอบการทำงานของระบบรดน้ำ รดปุ๋ย ตามค่าเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด เก็บบันทึกผลการทดลอง ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะทำการวิเคราะห์ ข้อมูลดังกล่าวเพื่อสรุปผลที่เกิดขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่มีประสิทธิภาพ
- 1.6.2 ได้ระบบการรดน้ำใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ
- 1.6.3 สามารถนำระบบควบคุมการทำงานไปประยุกต์ใช้ในการทำการเกษตร
- 1.6.4 สามารถลดใช้กำลังคนในขั้นตอนการผลิตในภาคการเกษตร

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้ได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมการทำงานที่ใช้ PLC สำหรับทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 PLC

ก่อนหน้าปี 1969 อุปกรณ์ควบคุมระบบอัตโนมัติส่วนใหญ่ยังใช้รีเลย์ ไทม์เมอร์ และเคาเตอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการทำวงจรควบคุม หลังจากนั้น PLC เริ่มเข้ามาบทบาทขึ้น แต่ยังใช้งานในวงจำกัดเนื่องจากมีราคาสูงและขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง การเขียนโปรแกรมต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะและใช้งานยาก ในปัจจุบัน PLC มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางและมีการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ มากขึ้น

อย่างไรก็ตามบุคลากรในประเทศของเราที่มีความเชี่ยวชาญด้าน PLC กลับมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่แล้วอาจทำได้แค่ระบบควบคุมอย่างง่าย การเขียนโปรแกรมก็ใช้เพียงคำสั่งพื้นฐานจึงทำให้โปรแกรมยืดเยื้อ เปรียบเสมือนต้องการเขียนเรียงความ 2 หน้ากระดาษแต่กลับเขียนได้ 5 หน้า นอกจากนี้คนที่เขียนโปรแกรมนั้นมักต้องแก้ไขเองเนื่องจากคนอื่นอ่านไม่รู้เรื่องเพราะเขียนไม่เป็นระบบ หากต้องทำงานในแผนกซ่อมบำรุงหรือแผนกวิศวกรรม โดยเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรคงหนีไม่พ้นระบบควบคุมอัตโนมัติที่มี PLC เป็นหัวใจสำคัญได้อย่างแน่นอน

PLC ย่อมาจากคำว่า Programmable Logic Controllers ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมที่ใช้ในการตรวจสอบสัญญาณอินพุตต่างๆและสั่งการอยู่บนพื้นฐานของโปรแกรมหรือตรรกะเพื่อใช้ในการควบคุม (เปิด / ปิด) เอาท์พุทให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ข้างล่างนี้ คือ ข้อดีและข้อเสียของการใช้ PLC สำหรับงานควบคุมอัตโนมัติ

2.1.1 ข้อดี ข้อเสียของการควบคุมด้วย PLC

ข้อดีของการควบคุมด้วย PLC

- 2.1.1.1 มีความยืดหยุ่นสูง ใช้ในการควบคุมระบบต่าง ๆ ได้รวดเร็วและง่าย
- 2.1.1.2 มีความสามารถด้านคำนวณจึงใช้กับงานที่ซับซ้อนได้
- 2.1.1.3 อุปกรณ์มีความน่าเชื่อถือสูงและมีอายุการใช้งานยาวนาน
- 2.1.1.4 เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ง่าย
- 2.1.1.5 ต้นทุนต่ำสำหรับระบบที่ซับซ้อน

ข้อเสียของการควบคุมด้วย PLC

2.1.1.6 ต้องใช้เวลามากเกินในการต่อสายไฟ

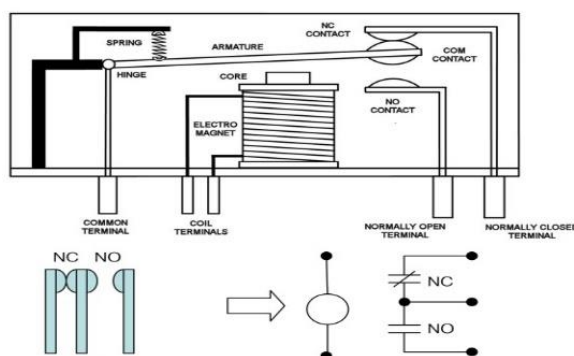
2.1.1.7 ยากในการทดแทนด้วยระบบใหม่

2.1.1.7 เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น อาจใช้เวลาในการแก้ไขปัญหา และต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ

2.1.2 ลอจิกแลตเตอร์

ลอจิกแลตเตอร์ คือ วิธีการสร้างโปรแกรมของ PLC ซึ่งพัฒนามาจากวงจรรีเลย์แบบดั้งเดิม ปัจจุบันระบบควบคุมสมัยใหม่ยังคงมีรีเลย์ใช้งานอยู่ แต่ไม่ได้ใช้สำหรับทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

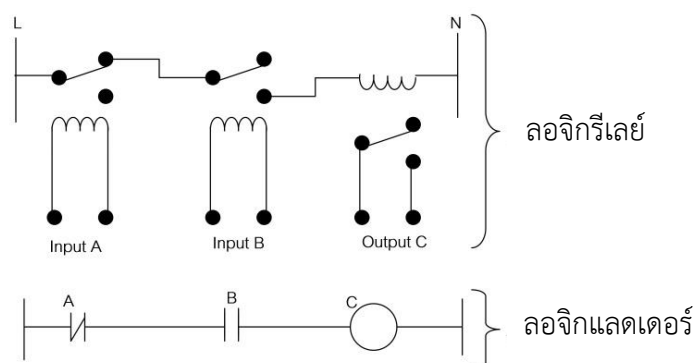
รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สนามแม่เหล็กเพื่อควบคุมการสับเปลี่ยนหรือตัดต่อวงจร ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เมื่อจ่ายแรงดันไฟเข้าที่คอยล์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านคอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กซึ่งมันจะดูดคานโลหะให้เคลื่อนที่และหน้าสัมผัสจะต่อกัน ถ้าหน้าสัมผัสต่อกันขณะจ่ายไฟเราเรียกว่า ปกติเปิด (Normally Open) ถ้าหน้าสัมผัสต่อกันขณะยังไม่จ่ายไฟเราเรียกว่า ปกติปิด (Normally Closed) รีเลย์มักจะวาดด้วยวงกลมเพื่อแทนคอยล์ ส่วนหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) จะใช้เส้นขนาน 2 เส้น และหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) จะใช้เส้นขนาน 2 เส้น พร้อมเส้นทะแยง 1 เส้น



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของรีเลย์และสัญลักษณ์

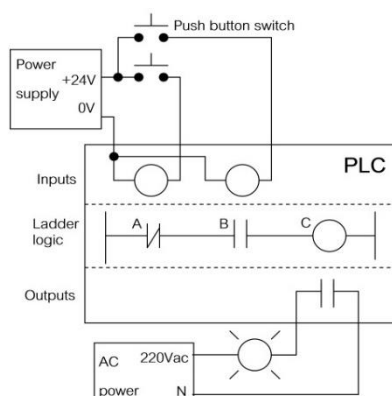
ในภาพที่ 2.2 เป็นตัวอย่างการใช้รีเลย์ในงานควบคุมอย่างง่าย ในระบบนี้รีเลย์ตัวแรกดันซ้ายมือใช้หน้าสัมผัส NC และกระแสไฟจาก L จะไหลผ่านหน้าสัมผัสนี้จนกว่าจะมีแรงดันไฟจ่ายที่คอยล์ A ส่วนรีเลย์ตัวที่ 2 เป็นแบบ NO จะไม่ยอมให้กระแสไฟไหลผ่านจนกว่าจะมีแรงดันไฟจ่ายที่

คอยล์ B ถ้ากระแสไฟสามารถไหลผ่านหน้าสัมผัสของรีเลย์ทั้ง 2 ตัวได้จะทำให้มีแรงดันไฟจ่ายที่คอยล์ของรีเลย์ตัวที่ 3 ซึ่งทำให้หน้าสัมผัสเอาต์พุต C ทำงาน วงจรมีสามารถสร้างใหม่ให้เป็นภาพที่แบบของลอจิกแลตเตอร์ได้ดังภาพที่ 2.3



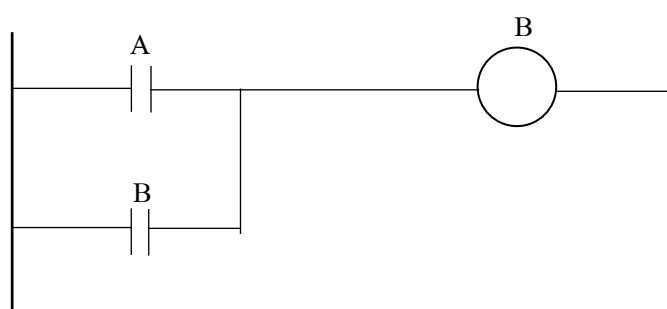
ภาพที่ 2.2 วงจรควบคุมรีเลย์อย่างง่าย

จากตัวอย่างในภาพที่ 2.3 เราสามารถเปลี่ยนวงจรรีเลย์ให้เป็น PLC ที่มีอินพุต เอาต์พุต และลอจิกแลตเตอร์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2.4 จากภาพที่จะมีอินพุตเป็นสวิตช์ปุ่มกด 2 ตัว ให้จินตนาการว่าสวิตช์ทั้ง 2 ตัว ทำหน้าที่สั่งให้คอยล์รีเลย์ 24 Vdc ภายในตัว PLC ทำงานขณะที่รีเลย์เอาต์พุตจะใช้ตัดต่อไฟ 220 Vac สำหรับใช้เปิดและปิดหลอดไฟ ในความเป็นจริงแล้วอินพุตของ PLC ไม่มีรีเลย์อยู่ภายในแต่เอาต์พุตก็มีรีเลย์อยู่ภายในจริง ลอจิกแลตเตอร์ใน PLC แท้จริงแล้วเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถป้อนหรือเปลี่ยนแปลงได้ โปรแกรมที่สวิตช์อินพุต 2 ตัว จะเป็น NO ทั้งคู่ แต่ลอจิกแลตเตอร์ภายใน PLC จะมี NO หนึ่งตัวและ NC อีกหนึ่งตัว ดังนั้นลอจิกแลตเตอร์ใน PLC ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับอินพุตหรือเอาต์พุตจริงๆ นอกจากนั้นอินพุต 1 จุด ที่ต่อกับ PLC สามารถนำไปใช้เขียนในโปรแกรมได้ไม่จำกัดทั้ง NO และ NC



ภาพที่ 2.3 แสดงการใช้ PLC ทดแทนวงจรรีเลย์

รีเลย์จะมีหลายหน้าสัมผัส เช่นเดียวกับเอาต์พุตซึ่งมีหลายหน้าสัมผัสเช่นกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นอินพุตของวงจรในส่วนอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างภาพที่ 2.5 กระแสไฟสามารถไหลผ่านทางไหนก็ได้ระหว่างหน้าสัมผัส A กับ B ถ้าหน้าสัมผัสหรืออินพุต A ทำงาน จะทำให้อาต์พุต B ทำงาน เมื่อเอาต์พุต B ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัส B ซึ่งเป็นหน้าสัมผัสของเอาต์พุต B ทำงานด้วย และจะรักษาการทำงานของเอาต์พุต B ให้ทำงานตลอดไปถึงแม้ว่าอินพุต A จะไม่ทำงานแล้วก็ตาม

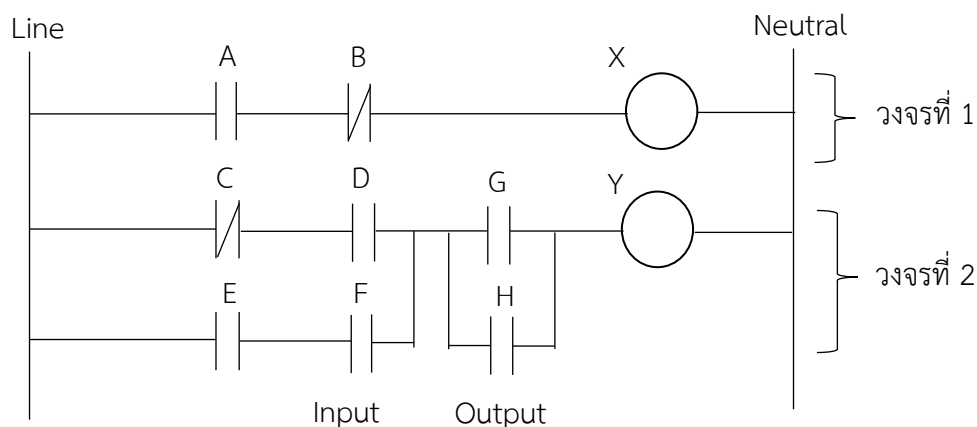


ภาพที่ 2.4 วงจรล็อกตัวเอง (seal)

2.1.4 การเขียนโปรแกรม

PLC ยุคแรกๆ จะเขียนโปรแกรมโดยอาศัยพื้นฐานของวงจรรีเลย์ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ไม่ต้องสอนช่างไฟฟ้า ช่างเทคนิค และวิศวกรในการเขียนโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ แต่ในปัจจุบันวิธีการนี้ก็ยังคงใช้กันอยู่ ภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของลอจิกแลตเตอร์เมื่อต้องการแปลความหมายของไดอะแกรมนี้ให้จินตนาการว่า แหล่งจ่ายไฟคือเส้นแนวตั้งด้านซ้ายมือ เรียกว่า ไลน์(line) ส่วนด้านขวา เรียกว่า นิวตรอน(Neutral) ในภาพที่จะมี 2 วงจร(Rung) และแต่ละวงจรประกอบด้วยอินพุต (เส้นตั้ง 2 เส้น) และเอาต์พุต (วงกลม) ถ้าอินพุตเปิดหรือปิดวงจร ไฟจะสามารถไหลจาก Line ผ่านอินพุตและจ่ายไฟให้กับเอาต์พุตและครบวงจรที่นิวตรอน อินพุตอาจมาจากเซ็นเซอร์ สวิตช์ เป็นต้น เอาต์พุตจะเป็นอุปกรณ์ภายนอก PLC ที่ต้องการสั่งให้เปิดหรือปิด เช่น หลอดไฟ หรือมอเตอร์

ในวงจรที่ 1 มีหน้าสัมผัส A (NO) และ B (NC) ตามลำดับถ้าอินพุต A ทำงาน (ON) และอินพุต B ไม่ทำงาน (OFF) จะทำให้ไฟสามารถไหลผ่านไปที่เอาต์พุตและสั่งให้อุปกรณ์ที่ต่อกับเอาต์พุตทำงาน แต่ถ้าเงื่อนไขเปลี่ยนเป็นอย่างอื่น เอาต์พุต X จะไม่ทำงาน (OFF)



ภาพที่ 2.5 ไดอะแกรมแลตเตอร์อย่างง่าย

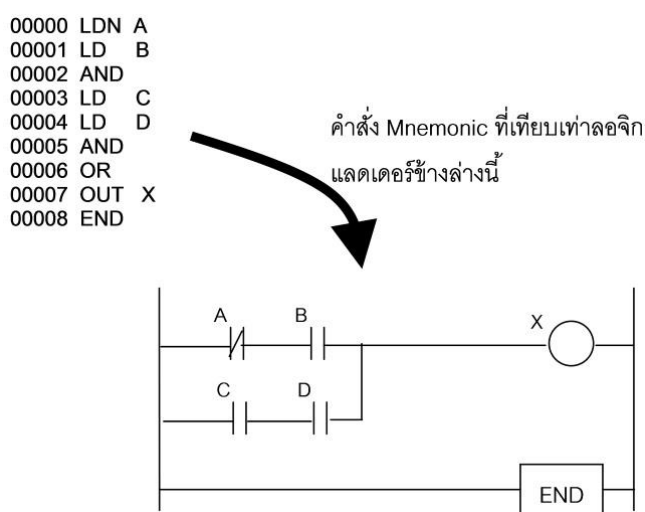
วงจรที่ 2 ในภาพที่ 2.5 จะดูซับซ้อนกว่า ซึ่งจะมีอินพุตหลายตัวที่ต้องทำงานร่วมกันแล้วจึงทำให้กระแสไฟไหลไปยังเอาต์พุต Y ได้ ที่ด้านซ้ายมือสุดไฟจะไหลผ่านวงจร C และ D ได้ถ้า C ไม่ทำงาน(OFF) และ D ทำงาน(ON) นอกจากนั้น ไฟยังสามารถไหลผ่านวงจร E กับ F ได้ถ้าอินพุตทั้งสองทำงาน ซึ่งจะทำให้ไฟไหลผ่านได้ทั้งวงจร และถ้า G หรือ H ทำงาน(ON) ไฟจะไหลไปที่เอาต์พุต Y ได้ ในบทที่ 8 เราจะกล่าวถึงการแปลความหมายและการสร้างไดอะแกรมแลตเตอร์โดยละเอียด ผู้ป้อนโปรแกรมสามารถใช้ซอฟต์แวร์สร้างกราฟฟิกตามลอจิกแลตเตอร์ข้างต้นและโหลดใส่ PLC จากนั้น PLC จะทำงานตามเงื่อนไขต่างๆของลอจิกแลตเตอร์ ยังมีวิธีการป้อนโปรแกรมอีกหนึ่งวิธี คือ การใช้คำสั่ง Mnemonic คำสั่งเหล่านี้จะถูกแปลจากไดอะแกรมแลตเตอร์ และป้อนเข้า PLC โดยใช้เครื่องป้อนอย่างง่าย เช่น คอนโซล ตัวอย่างของ Mnemonic แสดงในภาพที่ 2.6 ในตัวอย่างนี้ คำสั่งจะถูกอ่านครั้งละหนึ่งบรรทัดจากบนลงล่าง

บรรทัดแรก(00000) มีคำสั่ง LDN (Load Not) สำหรับอินพุต A คำสั่งนี้จะตรวจสอบสถานะอินพุต A ที่ต่อเข้ากับ PLC และถ้าอินพุต OFF อยู่ PLC จะจำสถานะ 1 (หรือ True) แต่ถ้าอินพุต ON มันจะจำสถานะ 0 (หรือ False)

บรรทัดถัดไป(00001)ใช้คำสั่ง LD (Load) เพื่อตรวจสอบสถานะอินพุต B ถ้าอินพุต OFF มันจะจำสถานะ 0 และถ้าอินพุต ON มันจะจำสถานะ 1 ซึ่งจะตรงกันข้ามกับคำสั่ง LDN ส่วนคำสั่ง AND จะเรียกสถานะล่าสุดของคำสั่ง LDN A และ LD B ที่จำไว้มาทำการลอจิก AND ถ้าเป็นจริง(หรือสถานะเป็น 1) ทั้งคู่ มันจะให้ผลลัพธ์เป็น 1 ถ้าเป็นอย่างอื่นจะให้ผลลัพธ์เป็น 0

ผลลัพธ์นี้จะใช้แทนสถานะของ 2 คำสั่งแรก และ PLC จะจำสถานะนี้ไว้เพียงตัวเดียว กระบวนการจะเกิดขึ้นซ้ำเช่นเดียวกับบรรทัด 00003 และ 00004 แต่ตอนนี้จะมีสถานะที่จำไว้

3 ตัว คือ สถานะที่เกิดจากคำสั่ง AND อันแรก และสถานะใหม่เกิดจากคำสั่ง LD 2 คำสั่ง คำสั่ง AND ในบรรทัด 00005 จะนำสถานะจากคำสั่ง LD C และ LD D มาทำลอจิก AND แล้วเก็บสถานะของผลลัพธ์ที่ได้ไว้ ตอนนี้จะมีสถานะ 2 ตัว ที่ถูกบันทึกล่าสุด คือ จากเส้นทาง A และ B กับเส้นทาง C และ D คำสั่ง OR จะนำเอาสถานะ 2 ตัวล่าสุดนี้มาประมวล ถ้าสถานะตัวใดตัวหนึ่งเป็น 1 จะให้ผลลัพธ์เป็น 1 ถ้าเป็น 0 ทั้งสองตัว ผลลัพธ์จะเป็น 0 ผลลัพธ์ที่ได้นี้จะแทนสถานะ 2 ตัวก่อนหน้านี้ จึงทำให้เหลือสถานะเพียงตัวเดียวเท่านั้น คำสั่งสุดท้ายคือ OUT ใช้เพื่อเก็บสถานะของเอาต์พุต ถ้ามันเป็น 1 เอาต์พุตที่เป็นฮาร์ดแวร์จะทำงาน (ON)

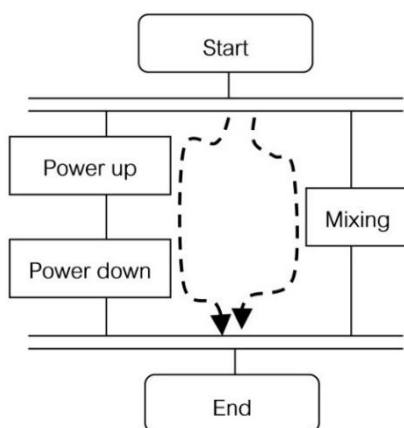


ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างโปรแกรม Mnemonic ที่เทียบกับแลตเตอร์

ไดอะแกรมลอจิกแลตเตอร์ในภาพที่ 2.6 มีความหมายเทียบเท่าโปรแกรม Mnemonic ในอดีตการป้อนโปรแกรมด้วย Mnemonic เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย แต่ในปัจจุบันผู้ใช้งานจะไม่ต้องได้เห็นโปรแกรม Mnemonic แล้ว เนื่องจากมีซอฟต์แวร์ใช้สร้างไดอะแกรมแลตเตอร์จึงไม่จำเป็นต้องใช้ Mnemonic อีกต่อไป แต่ซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่แปลงแลตเตอร์ไดอะแกรมเป็น Mnemonic ก่อนโหลดใส่ PLC นอกจากไดอะแกรมแลตเตอร์แล้วยังมีเทคนิคการสร้างโปรแกรม PLC ในภาพที่แบบอื่นอีก เช่น Sequential Function Charts (SFC) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการสร้างโปรแกรมสำหรับระบบที่มีความซับซ้อนขึ้น วิธีการจะคล้ายกับโฟลว์ชาร์ต แต่มีขีดความสามารถสูงกว่า วิธีการอ่านชาร์ตให้เริ่มต้นที่ด้านบนสุดที่มีคำว่า “Start” ต่ำลงมาจะมีเส้นขนานสองเส้นในแนวนอน และต่อด้วยเส้นทางการไหลของงาน 2 เส้นทาง PLC จะเริ่มต้นการทำงานที่ 2 เส้นทางนี้พร้อมกันแต่แยกอิสระจากกัน เส้นทางด้านซ้ายมี 2 ฟังก์ชัน ซึ่งฟังก์ชันแรก คือ Power up ฟังก์ชัน

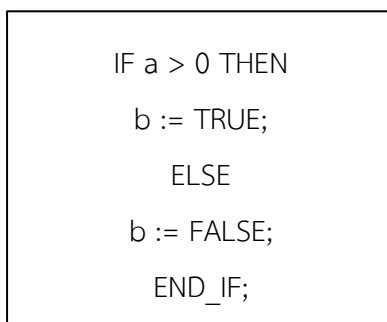
นี้จะทำงานจนกระทั่งมันจบการทำงาน จากนั้นฟังก์ชัน Power down จะทำงานต่อ ส่วนเส้นทางขวามือคือฟังก์ชัน Mixing มันจะทำงานจนจบกระบวนการเช่นกัน

ฟังก์ชันเหล่านี้ดูแล้วเหมือนไม่มีความหมายอะไร แต่ความจริงแล้ว แต่ละฟังก์ชันจะประกอบด้วย โปรแกรมแลตเตอร์กลุ่มย่อย ๆ วิธีการนี้แตกต่างจากโฟลว์ชาร์ต เพราะว่ามีเส้นทางการทำงานมากกว่าหนึ่งเส้นทาง จะกล่าวถึงเรื่องนี้ในภายหลัง



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างโปรแกรม SFC

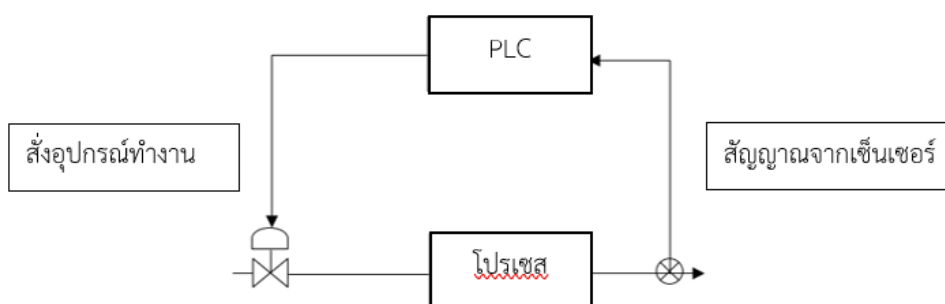
Structured Text เป็นวิธีการเขียนโปรแกรมอีกวิธีการหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ PLC รองรับการเขียนโปรแกรมภาษาสูงได้ ซึ่งจะคล้ายกับภาษา BASIC ตัวอย่างโปรแกรมอย่างง่ายแสดงในภาพที่ 2.9 ถ้าผู้ใช้งานมีความคุ้นเคยกับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา BASIC และ C มาบ้างแล้ว จะช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้วิธีการนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปสร้างโปรแกรมควบคุมที่มีความซับซ้อนได้ง่ายกว่าลอจิกแลตเตอร์ทั่วไป



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างโปรแกรม Structured Text

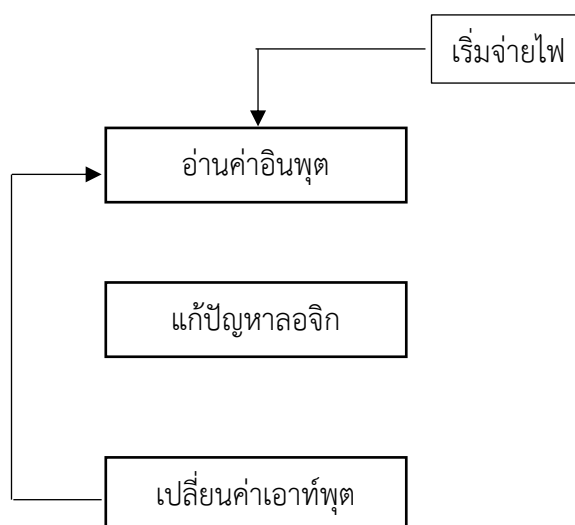
2.1.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของ PLC

เมื่อโปรเซสหรือกระบวนการทำงานใด ๆ ถูกควบคุมด้วย PLC มันจะรับอินพุตมาจากเซ็นเซอร์เพื่อการตัดสินใจตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ป้อนไว้ และเปลี่ยนแปลงค่าเอาต์พุตเพื่อไปขับอุปกรณ์ทำงานต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ตัวทำงานต่าง ๆ จะทำให้โปรเซสเปลี่ยนสถานะไปสู่สถานะใหม่ตลอดเวลา ซึ่งวิธีการนี้ PLC จะถูกจำกัดการทำงานโดยขึ้นอยู่กับเซ็นเซอร์เป็นหลัก ถ้าอินพุตมีปัญหาตัวควบคุมจะไม่มีทางที่จะตรวจสอบเงื่อนไขใด ๆ ได้เลย



ภาพที่ 2.9 แสดงการแยกกันของตัวควบคุมกับโปรเซส

วงรอบการทำงานของ PLC จะต่อเนื่องตลอดเวลาหลังจากที่จ่ายไฟ PLC จะเริ่มต้นอ่านค่าข้อมูลหรือสถานะของอินพุต แก้ปัญหาลอจิกแลตเตอร์ จากนั้นก็เปลี่ยนค่าเอาต์พุตตามเงื่อนไขที่ได้ ภาพที่ 2.11 แสดงวงรอบการทำงานของ PLC เบื้องต้น

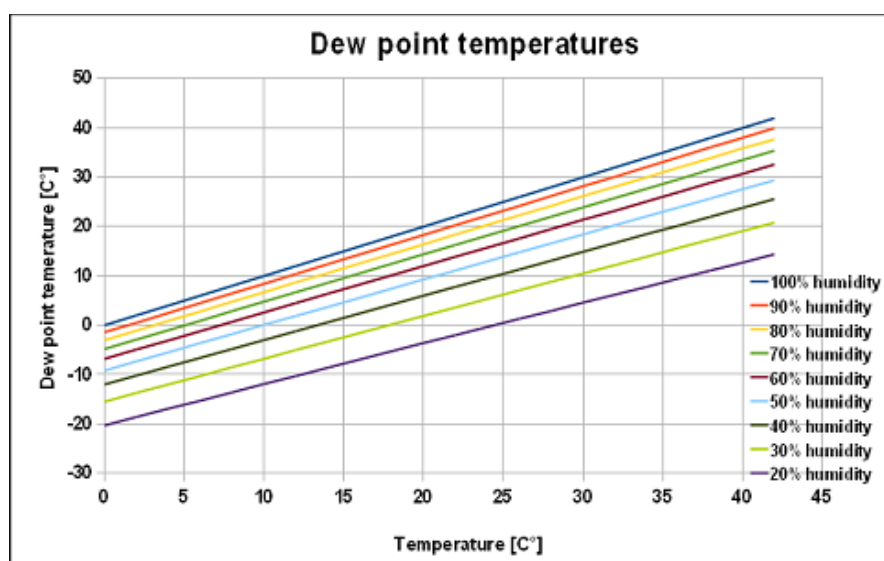


ภาพที่ 2.10 รอบการทำงานของ PLC

2.2 อุณหภูมิและความชื้น

2.2.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และความชื้น

ความหลากหลายในการวัดความชื้นในบรรยากาศนั้นมีมากมายและยังรวมถึงการวัดที่ใช้ wet bulb temperater ,dewpoint and relative humidity ในการวัดแต่ละครั้งมักจะมีอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างเช่น ในสถานการณ์ที่ปริมาณของความชื้นคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป หมายความว่า dewpoint อุณหภูมิคงที่

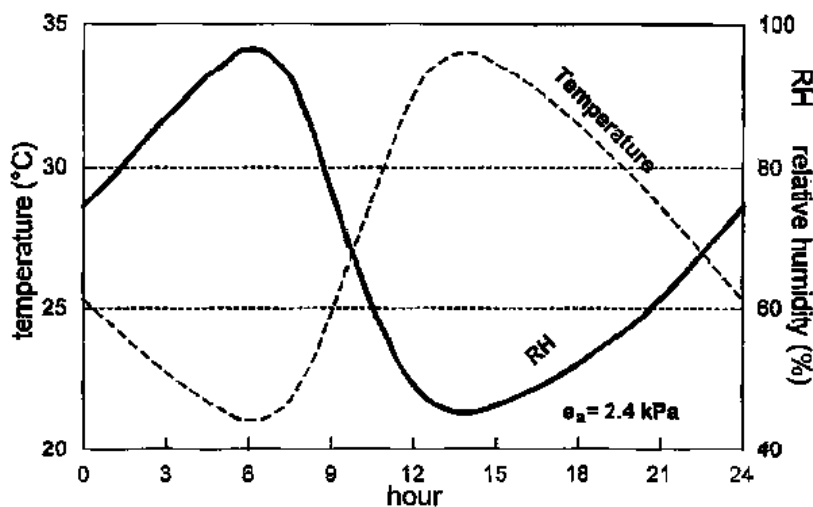


ภาพที่ 2.11 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และความชื้น

สถานการณ์เช่นนี้จะช่วยให้สามารถแยกความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้พบว่า

หากเพิ่มอุณหภูมิขึ้น ความชื้นจะเพิ่มขึ้นถ้าลดอุณหภูมิลง ความชื้นก็จะลดลง ดังนั้น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันตาม

ขณะที่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิปริมาณของไอน้ำในอากาศที่จำเป็นในการเข้าถึงความอิ่มตัว หรือ 100% ความชื้นสัมพัทธ์ยังเพิ่ม จำไว้ว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ถึง 100% อุณหภูมิและ dewpoint มีค่าเท่ากัน



ภาพที่ 2.12 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และความชื้น เมื่อความชื้น 100%

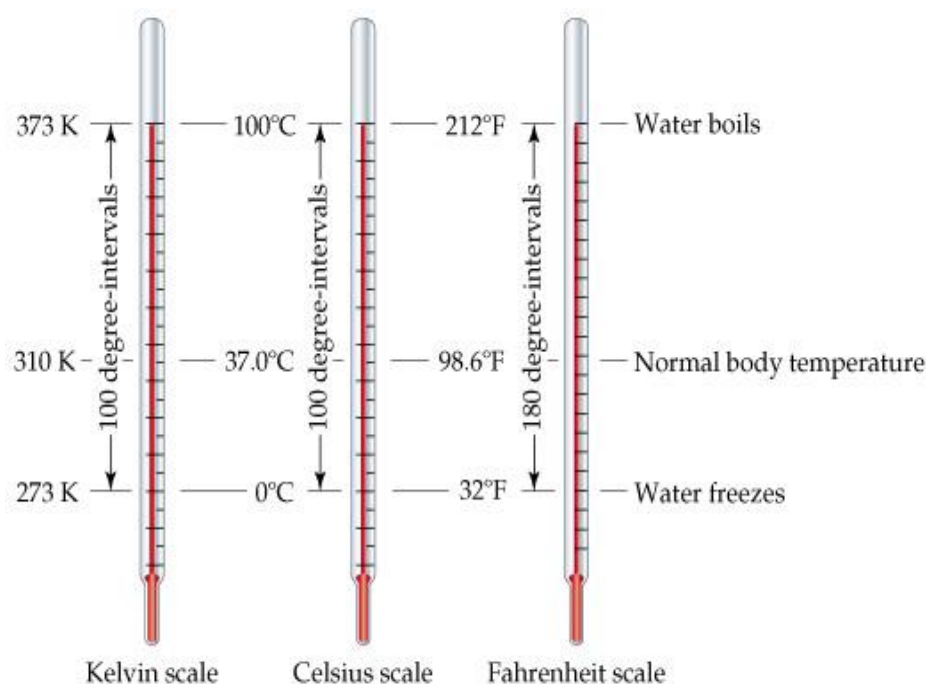
2.2.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ คือ การวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของอนุภาคในสสารใด ๆ ซึ่งสอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น ในอดีตมีแนวคิดเกี่ยวกับอุณหภูมิเกิดขึ้นเป็น 2 แนวทาง คือตามแนวทางของหลักอุณหพลศาสตร์ และตามการอธิบายเชิงจุลภาคทางฟิสิกส์ เชิงสถิติอุณหพลศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับการวัดในเชิงมหภาค ดังนั้นคำจำกัดความอุณหภูมิในเชิงอุณหพลศาสตร์ในเบื้องต้น ซึ่งกำหนดขึ้นโดยลอร์ด เคลวิน จึงระบุเกี่ยวกับค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่สามารถตรวจวัดได้จากการสังเกต ส่วนฟิสิกส์สถิติจะให้ความเข้าใจในเชิงลึกยิ่งกว่าอุณหพลศาสตร์ โดยอธิบายถึงการสะสมจำนวนอนุภาคขนาดใหญ่ และตีความพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในอุณหพลศาสตร์ (เชิงมหภาค) ในฐานะค่าเฉลี่ยทางสถิติของพารามิเตอร์ของอนุภาคในเชิงจุลภาค ในการศึกษาฟิสิกส์เชิงสถิติ สามารถตีความค่านิยามอุณหภูมิในอุณหพลศาสตร์ว่า เป็นการวัดพลังงานเฉลี่ยของอนุภาคในแต่ละองศาอิสระในระบบอุณหพลศาสตร์ โดยที่อุณหภูมินั้นสามารถมองเป็นคุณสมบัติเชิงสถิติ ดังนั้นระบบจึงต้องประกอบด้วยปริมาณอนุภาคจำนวนมากเพื่อจะสามารถบ่งบอกค่าอุณหภูมิอันมีความหมายที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ในของแข็ง พลังงานนี้พบในการสั่นไหวของอะตอมของสสารในสถานะสมดุล ในแก๊สอุดมคติ พลังงานนี้พบในการเคลื่อนไหวไปมาของอนุภาคโมเลกุลของแก๊ส

2.2.2.1 การวัดอุณหภูมิ (Temperature measurement)

อุณหภูมินับเป็นค่าการวัดพื้นฐานหรือพารามิเตอร์ตัวหนึ่งที่ต้องทำการวัดค่า เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในระบบการควบคุมให้เป็นไปตามความต้องการ คำว่า อุณหภูมิ (Temperature) และความร้อน (Heat) มีความหมายใกล้เคียงกันมาก แต่อุณหภูมิจะหมายถึงระดับของความร้อน (Degree of Heat) คือ อุณหภูมิเป็นตัวแทนของความร้อน ส่วนความร้อนหมายถึง

ปริมาณพลังงานความร้อน (Quantity of Heat Energy) หน่วยวัดอุณหภูมิ (Temperature Scale unit) หน่วยวัดอุณหภูมิมีหลายแบบที่นิยมใช้กัน คือ หน่วยเซลเซียส (Celsius) นิยมใช้กันทั่วไปมาก , หน่วยฟาเรนไฮต์ (Fahrenheit) , และหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานสากล สัญลักษณ์ที่ใช้ $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$, K (ไม่ต้องมี $^{\circ}$)



ภาพที่ 2.13 หน่วยมาตรฐานสากลที่ใช้วัดอุณหภูมิ

2.2.3 ความชื้น

ในสภาวะอากาศที่อยู่รอบตัว สามารถสัมผัสกับอากาศที่มีปริมาณไอน้ำอยู่ในอากาศ ในบริเวณที่อากาศมีความชื้นมาก นั้นหมายความว่าอากาศมีปริมาณไอน้ำปะปนอยู่มาก เช่นเดียวกันว่า ถ้าในบริเวณที่มีความชื้นน้อย หมายความว่าอากาศบริเวณนั้นมีไอน้ำปะปนอยู่น้อย ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ

2.2.3.1 ค่าความชื้นในบรรยากาศนิยมวัดกันใน 2 รูปแบบดังนี้

1) การวัดความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) คือ การวัดอัตราส่วน (เป็นร้อยละ) ของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศในขณะนั้น ต่อ ปริมาณไอน้ำที่อาจจะมิได้อยู่ได้ เมื่ออากาศนั้น อิ่มตัวด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว” มีหน่วยวัดเป็น % โดยอากาศอิ่มตัวจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 100 %

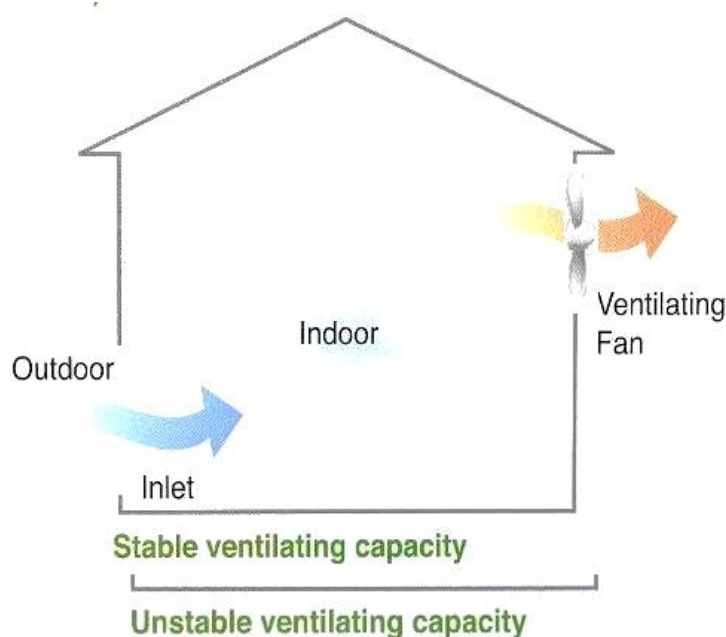
หมายถึงความชื้นที่มีไอน้ำอยู่เต็มอากาศ สังเกตจากช่วงฝนตกใหม่ ๆ อาจจะมีความชื้นที่สูงเกือบ 100%

2) การวัดความชื้นสัมบูรณ์ (absolute humidity) คือการวัดปริมาณของไอน้ำในอากาศเป็นกรัมต่อ อากาศชั้นหนึ่ก 1 กิโลกรัม หรือ อัตราส่วนระหว่างมวลน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ปริมาตรอากาศ

2.3 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ หมายถึง การทำให้อากาศเกิดการไหลเวียนและถ่ายเทภายในอาคารโดยการออกแบบตัวอาคารให้มีช่องระบายอากาศเข้า-ออก หรือการเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าไปภายในอาคารโดยตรง โดยผ่านระบบท่อดลม (Air duct distributions system) หรือการเติมโดยพัดลมติดผนัง(Wall Fan) และขณะเดียวกันจะต้องระบายอากาศออกยังภายนอกจากวิธีธรรมชาติหรือวิธีทางกล การเติมและการระบายอากาศ จะต้องมึปริมาณที่เหมาะสม สามารถระบายและถ่ายเทอากาศได้อย่างเพียงพอ การระบายอากาศในบางครั้ง อาจจำเป็นต้องมีการกำจัดฝุ่นหรือมลพิษก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ เพราะในปัจจุบันมีกฎหมายควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการออกแบบและติดตั้งควรคำนึงให้ครอบคลุมถึงด้านสิ่งแวดล้อมด้วย ระบบระบายอากาศ ทั่ว ๆ ไปมักจะใช้วิธีทางกล เนื่องจากสามารถกำหนด ปริมาณลม อัตราการถ่ายเทต่าง ๆ ได้ค่อนข้างแน่นอน แต่วิธีระบายอากาศแบบธรรมชาติโดยมากจะเป็นขอบเขตและความรับผิดชอบของ สถาปนิกและวิศวกรโยธา ที่จำเป็นต้องออกแบบและกำหนดมาตรฐานของอาคารก่อนที่จะดำเนินการก่อสร้าง ระบบระบายอากาศมักจะมาคู่กับระบบปรับอากาศ ในระบบปรับอากาศเองก็มีความจำเป็นที่จะต้องเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในอาคาร โดยปกติจะอยู่ประมาณ 2-3 Air change หรือประมาณ 5% ของปริมาณอากาศที่ไหลเวียนอยู่ในระบบ

การระบายอากาศแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การระบายอากาศแบบธรรมชาติ และการระบายอากาศโดยวิธีทางกล



ภาพที่ 2.14 การระบายอากาศโดยวิธีทางกล

2.3.1 หลักในการออกแบบระบบระบายอากาศให้มีประสิทธิภาพ

2.3.1.1 เดิมอากาศบริสุทธิ์ให้เพียงพอและเหมาะสม

2.3.1.2 อัตราการระบายอากาศ “Air change” จะถูกกำหนดและออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.3010 และมาตรฐาน การปรับอากาศและระบายอากาศ ของอเมริกา หรือ “ASHRAE”

2.3.1.3 คำนึงถึงสภาวะแรงดันในห้อง อาจเป็นบวกหรือลบขึ้นอยู่กับข้อกำหนดและลักษณะการใช้

2.3.1.4 คำนึงถึงมาตรฐานการกรองฝุ่นละอองและสารแขวนลอย ในอากาศ โดยจะพิจารณาตามความจำเป็น ข้อกำหนดด้านการผลิต หรือ มาตรฐานที่ลูกค้าต้องการขออนุญาต

2.3.1.5 ออกแบบให้มีกำลังการใช้งานที่เหมาะสม เน้นการอนุรักษ์พลังงาน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนากร น้ำหอมจันทร์. (2557) บทความนี้นำเสนอการออกแบบสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูก พืชไร้ดิน แบบการทำมาความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ ร่วมกับการสเปร์ยละอองน้ำ แบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุม โดยรับสัญญาณ อะนาลอก จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านอุปกรณ์ รับสัญญาณอะนาลอกเพื่อให้ PLC ประมวลผล ภายในโรงเรือนที่หน้าตู้ควบคุม ระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างสามารถทำงานได้ทั้งแบบ

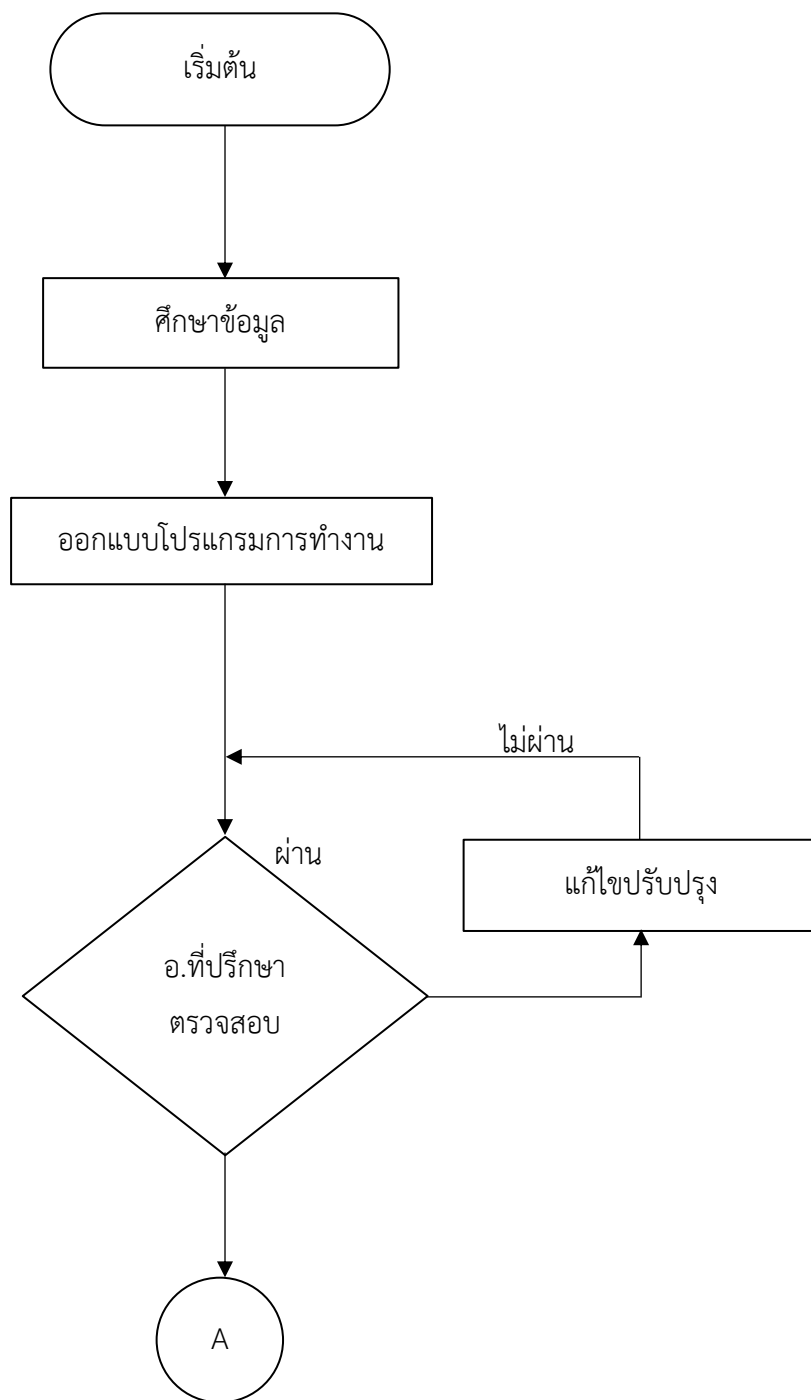
การควบคุมด้วยมือ และ แบบอัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ และสามารถสั่งให้ระบบการทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ ทำงานตามเงื่อนไข อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อรักษาให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ แนะนำสำหรับการปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือน โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 30.45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ภายในโรงเรือนเฉลี่ย 80.54 เปอร์เซ็นต์ ระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงานเฉลี่ย 10 นาทีต่อวัน ระบบการทำความเย็น ด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 6.37 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจำนวนชั่วโมงการทำงานของระบบทำความเย็นด้วย วิธีการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอก เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และคนงานได้ สามารถ นำไปใช้ควบคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะปลูกสำหรับบ้านพักอาศัยได้เป็นอย่างดี

บทที่3

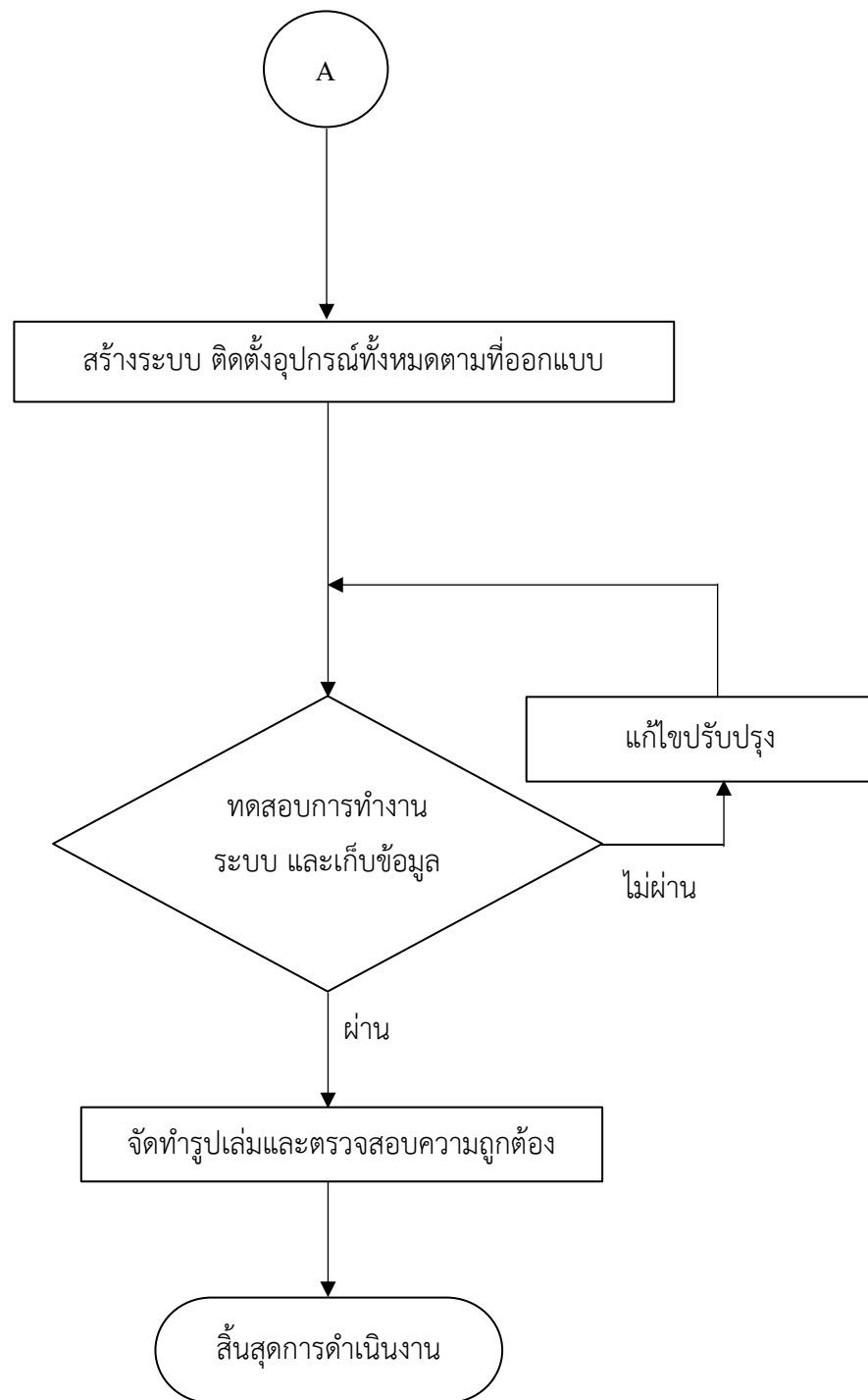
วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะเป็นขั้นตอน และวิธีดำเนินงานในการออกแบบและสร้างจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ และควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ซึ่งได้นำข้อมูลจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อประกอบในขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนถึงวิธีการทำงานของระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เข้าใจเสียก่อน เพื่อที่จะทำให้ออกมามีประสิทธิภาพในการทำงาน และใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และ สามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีขั้นตอนการดำเนินโครงการ สามารถเขียนอธิบายเป็นแผนภูมิการดำเนินงานได้ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิการดำเนินงาน

3.2 การศึกษาข้อมูล

ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและทฤษฎีเกี่ยวกับระบบ PLC หน้าที่ของอุปกรณ์ จากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ และควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ซึ่งได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 ประกอบด้วยเรื่องที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 3.2.1 ความรู้ทั่วไปในหลักการของ โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรล (PLC)
- 3.2.2 หลักการพื้นฐานของ Timer
- 3.2.3 การทำงานของ Relay
- 3.2.4 Solenoid
- 3.2.5 Pump 12 V.
- 3.2.6 Proximity Sensor Switch
- 3.2.7 Switching Power Supply
- 3.2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้น

3.3 วัสดุและอุปกรณ์

เมื่อได้ข้อมูลมากพอที่จะทำวิทยานิพนธ์แล้ว ทำการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ดังนี้

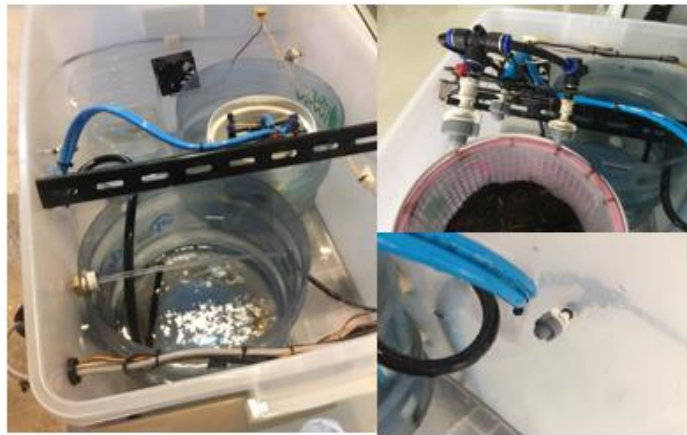
- 3.3.1 PLC ที่มี HDMI ใช้ของ Mitsubishi รุ่น Fx3u-32M
- 3.3.2. Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น G6B-1114P –FD-US-P6B 24 VDC 4 ตัว
- 3.3.3. OMRON Capacitive Proximity Sensor Switch รุ่น E2K-C25ME1-8 2 ตัว
- 3.3.4. Timer แบบตั้งเวลา 2 ชุด
- 3.3.5. FUJI Auto Breaker รุ่น SA32C
- 3.3.6. MEAN WELL Switching Power Supply รุ่น T-100D 50/60Hz.
- 3.3.7. Solenoid ยี่ห้อ SAZN Model 2W-160-10 24VDC 4 ชุด
- 3.3.8. Pump Model FL 4200 12 VDC 2 ชุด
- 3.3.9. หลอดไฟกันน้ำ 12 V.
- 3.3.10. สปริงเกอร์พร้อมสาย 6 ชุด
- 3.3.11. พัดลม 2 ชุด
- 3.3.12. Temperature Sensor
- 3.3.13 digital humidity sensor
- 3.3.14 Omron Timer H5C

3.4 ออกแบบและสร้างระบบ

3.4.1 การออกแบบ

ในการออกแบบผู้จัดทำแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบระบายอากาศ-เติมอากาศ

3.4.1.1 ระบบควบคุมการควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ดังนี้ หลอดไฟ ปั้มน้ำ สปริงเกอร์ เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ ไทม์เมอร์ ตัวควบคุม ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิพบว่า ภายในพื้นที่ปลูกมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้มีการฉีดพ่นน้ำอย่างอัตโนมัติเพื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลง เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงแล้วหยุดการทำงานอัตโนมัติ และหากตรวจพบว่าภายในพื้นที่ปลูกมีอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ระบบจะสั่งให้หลอดไฟทำงานเพื่อเพิ่มอุณหภูมิตามค่าที่เหมาะสมแล้วจึงหยุดการทำงานอัตโนมัติ กว่าค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้หลอดไฟติดอย่างอัตโนมัติ ทำให้เกิดความร้อน เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนดแล้ว หยุดการทำงานอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.2 การติดตั้งระบบรดน้ำอัตโนมัติ พร้อมระบบสเปรย์ละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิในพื้นที่ปลูก

3.4.1.2 ระบบระบายอากาศและเติมอากาศ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้น เพื่อควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิในพื้นที่ปลูก ดังนี้ พัดลมดูดอากาศ เซนเซอร์ตรวจจับค่าอากาศ ไทม์เมอร์ ตัวควบคุม ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับพบว่า ภายในพื้นที่ปลูกมีออกซิเจนมีต่ำกว่า ค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้พัดลมดูดอากาศทำงานอย่างอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้สูงขึ้น เมื่อออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนดแล้ว หยุดการทำงานอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.3 ติดตั้งพัดลมสำหรับดูดอากาศ และระบายอากาศ

3.5 จัดทำระบบและสร้างชุดคำสั่ง PLC

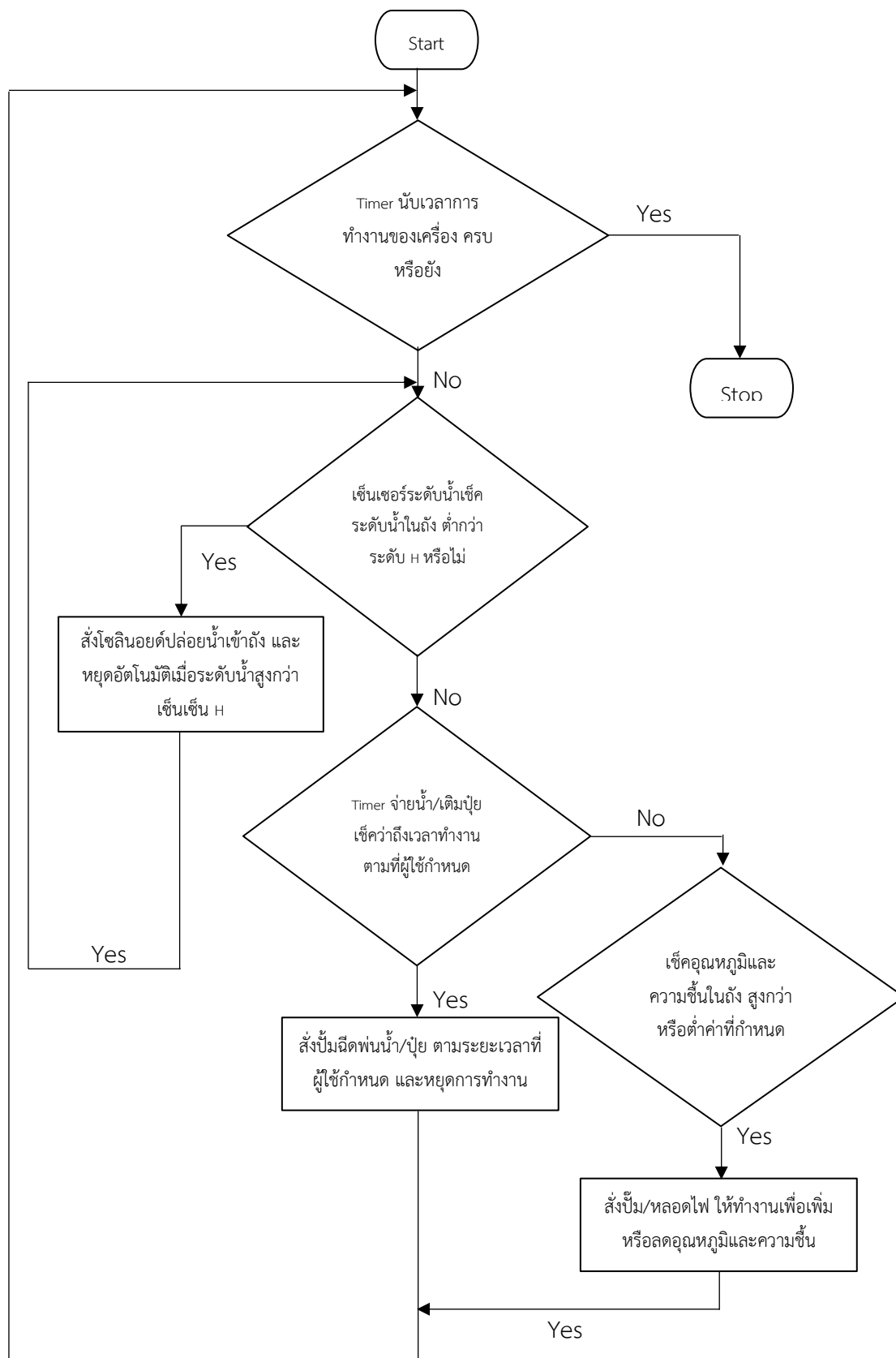
3.5.1 ส่วนของการรดน้ำ-ใส่ปุ๋ย อัตโนมัติ ในส่วนนี้เลือกใช้ไทมเมอร์ แบบตั้งเวลาได้มาควบคุมการทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่า เครื่องจะรดน้ำใส่ปุ๋ยในเวลาใดบ้าง



ภาพที่ 3.4 Timer สำหรับตั้งเวลาใส่ปุ๋ย และรดน้ำ

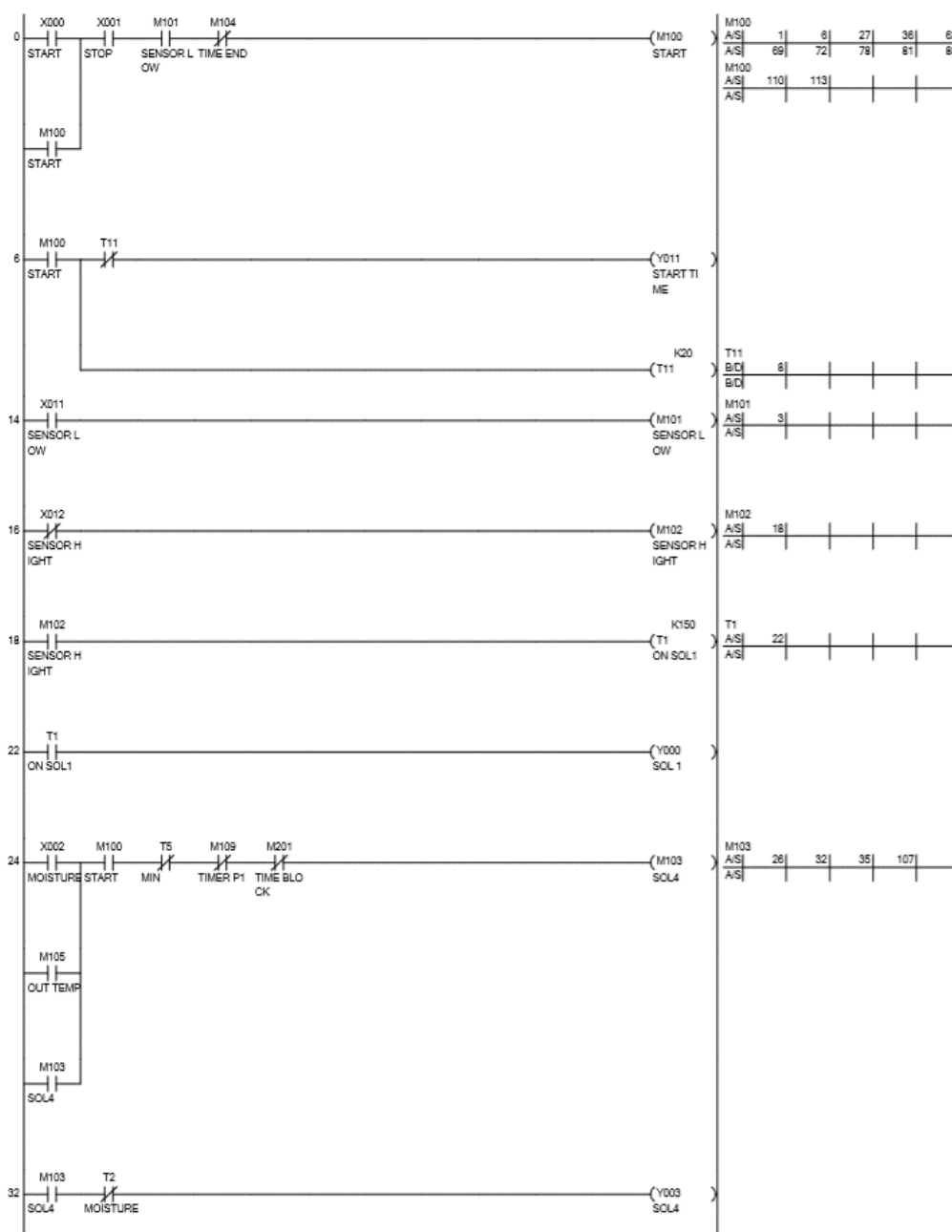
3.5.2 ส่วนของการเติมอากาศ ระบายอากาศอัตโนมัติ ในส่วนนี้ได้ติดตั้งพัดลม 2 ตัว สำหรับทำหน้าที่ดูดอากาศ 1 ตัว และระบายอากาศออกอีก 1 ตัว ในการเริ่มทำงานจะทำงานอัตโนมัติหลังจากรดน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.5.3 ส่วนของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ในส่วนนี้ได้ติดตั้งหลอดไฟ และสปริงเกอร์ รอบถังอีก 1 ชุด สำหรับฉีดพ่นน้ำเพื่อลดอุณหภูมิโดยรอบถัง

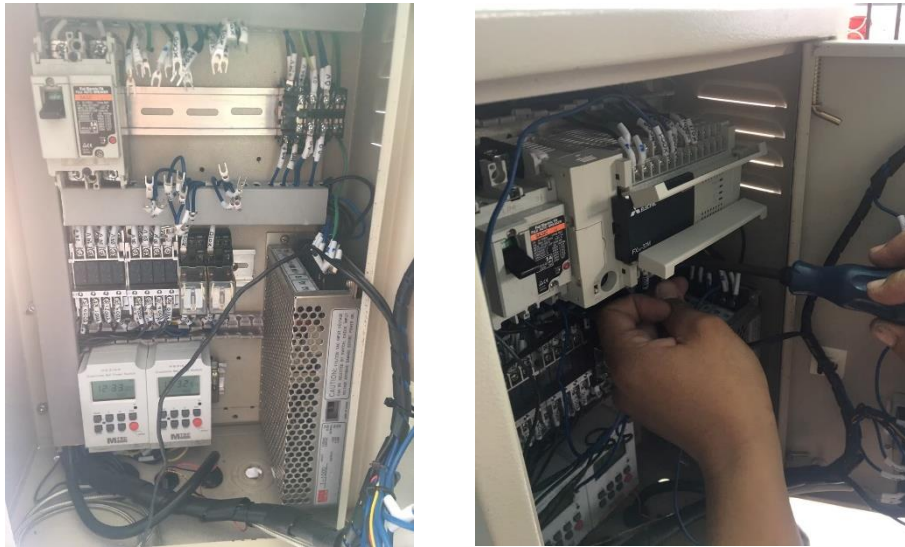


ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.5.4 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน หลังจากออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำจึงลงมือประกอบอุปกรณ์จริง และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเพื่อให้สามารถใช้งานได้ ดังนี้



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างแลตเตอร์ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

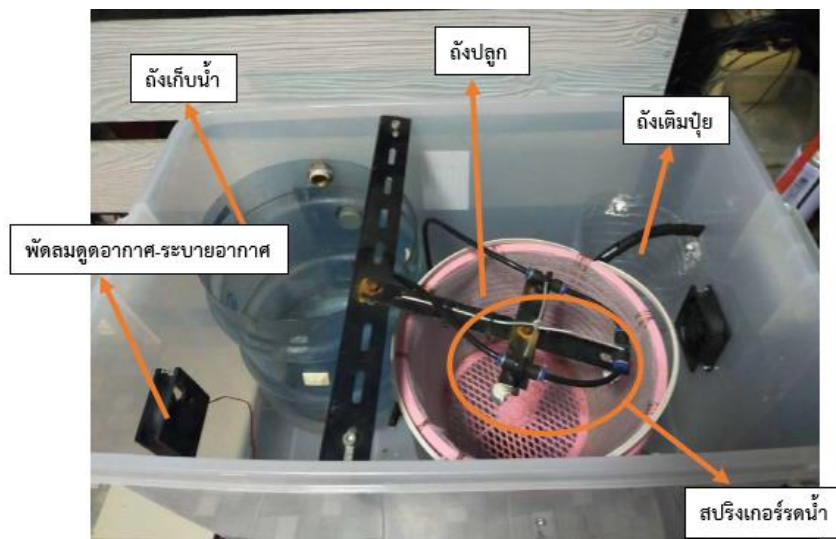


ภาพที่ 3.7 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

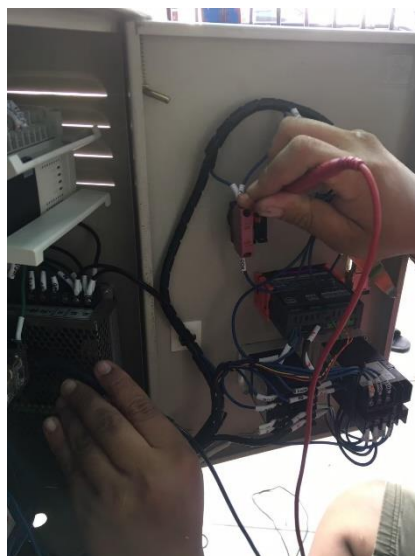


ภาพที่ 3.8 การติดตั้งอุปกรณ์ภายนอกตู้ควบคุม

จากภาพที่ 3.7 และ 3.8 หลังจากศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ และทำการออกแบบการจัดวางอุปกรณ์แล้ว นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาทำการติดตั้งใส่ภายในตู้ควบคุม และทำการเดินสายของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายในตู้ควบคุม

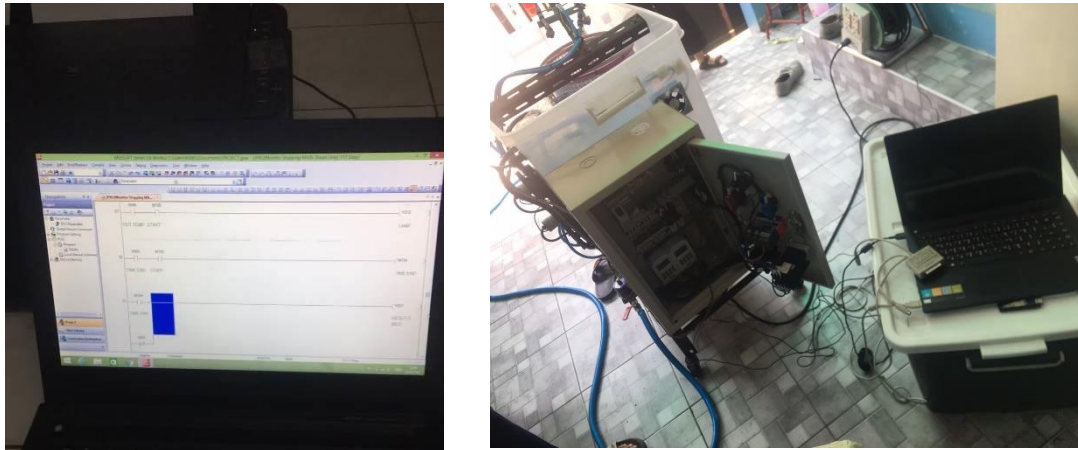


ภาพที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในเครื่องเพาะเมล็ด



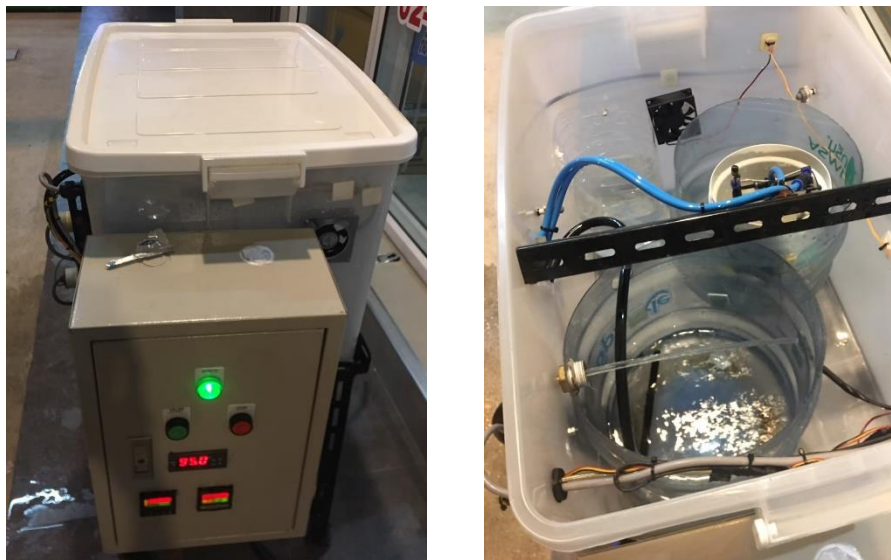
ภาพที่ 3.10 การตรวจสอบความถูกต้องของการ Wiring สาย

จากภาพที่ 3.10 เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และเดินสายเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยมัลติมิเตอร์ เพื่อให้อุปกรณ์ที่ติดตั้งสามารถทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด



ภาพที่ 3.11 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

จากภาพที่ 3.11 เป็นการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC โดยใช้ Ladder Diagram บนโปรแกรม GX-work2 หลังจากนั้นจึงบันทึกคำสั่งไปยัง PLC ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมก่อนทดสอบการทำงานของระบบ หากการทำงานของระบบไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ก็ให้แก้ไขในโปรแกรมใหม่ แล้วจึงบันทึกคำสั่งไปยัง PLC อีกครั้ง สามารถแก้ไขได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ



ภาพที่ 3.12 ทดสอบการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.12 เป็นการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด ทั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ลำดับขั้นตอนการทำงาน เงื่อนไขการทำงาน เป็นไปตามที่ได้ออกแบบหลักการทำงานไว้หรือไม่ มีข้อผิดพลาดที่จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือไม่ หากมีก็ทำการแก้ไข ก่อนนำไปทดสอบใช้งานจริง และเก็บผลการทดลองต่อไป

3.6 การวางแผนการทดลองในงานวิจัย

เมื่อระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ และควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นโดยใช้ PLC รวมทั้งระบบต่าง ๆ สามารถทำงาน ได้ตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้แล้ว จากนั้นจะเป็นการทดสอบเพื่อเก็บบันทึกผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การทดสอบการใช้งานของระบบ ตามระยะเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนดให้รดน้ำ รดปุ๋ย ควบคุมอุณหภูมิที่ 25-35 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นมากกว่า 90% ระยะเวลาการทำงานของระบบ โดยมีตารางเก็บผลการทดสอบ

3.6.2 การทดสอบโดยการเพาะเมล็ดผักชี เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบเรียบร้อยแล้ว ทำการทดลองเพาะเมล็ดผักชี โดยทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระยะเวลาการรดน้ำ รดปุ๋ย เวลาการรดน้ำ รดปุ๋ย เวลาที่ใช้ในการปลูกแตกต่างกัน เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโต โดยมีตารางการเก็บผลการทดสอบ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC โดยจะทำการทดลองหลักๆ คือ การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ การควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยตามระยะเวลาที่กำหนด การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น การระบายอากาศเติมอากาศ และการทดลองเพาะเมล็ดพืช มีผลดังนี้

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด

โดยในการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดเริ่มตั้งแต่การตั้งเวลาจ่ายน้ำเติมปุ๋ย ซึ่งมีการกำหนดเวลาที่ทุก ๆ 1 ชั่วโมง , 3 ชั่วโมง , 5 ชั่วโมง ตามลำดับ ระยะเวลาในการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยกำหนดไว้ที่ 30 วินาที , 1 นาที , 2 นาที ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบ เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบการทำงานของระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติตามระยะเวลา

ครั้งที่	การทดสอบการทำงานของระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติตามระยะเวลา					
	ทุก ๆ 1 ชม. ทำงาน 30 วินาที		ทุก ๆ 3 ชม. ทำงาน 60 วินาที		ทุก ๆ 5 ชม. ทำงาน 120 วินาที	
	จ่ายน้ำ	เติมปุ๋ย	จ่ายน้ำ	เติมปุ๋ย	จ่ายน้ำ	เติมปุ๋ย
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบของระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ ตามระยะเวลาที่ถูกกำหนด ซึ่งทำการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ซึ่งการกำหนดเวลาการรดน้ำ เติมน้ำ ทุกๆ 1 ชั่วโมง ระยะ 30 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง การรดน้ำเติมน้ำ ทุกๆ 3 ชั่วโมง ระยะ 60 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง และการรดน้ำ เติมน้ำ ทุก ๆ 5 ชั่วโมง ระยะ 120 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง

หลังจากทำการทดสอบระบบการรดน้ำ-เติมน้ำแล้ว ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบระบายอากาศ และเติมอากาศ ซึ่งการทำงานของระบบจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติหลังจากมีการรดน้ำ เพื่อระบายความร้อนออกจากพื้นที่ปลูก ซึ่งผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการทดสอบการทำงานของระบบระบายอากาศ-เติมอากาศตามระยะเวลา

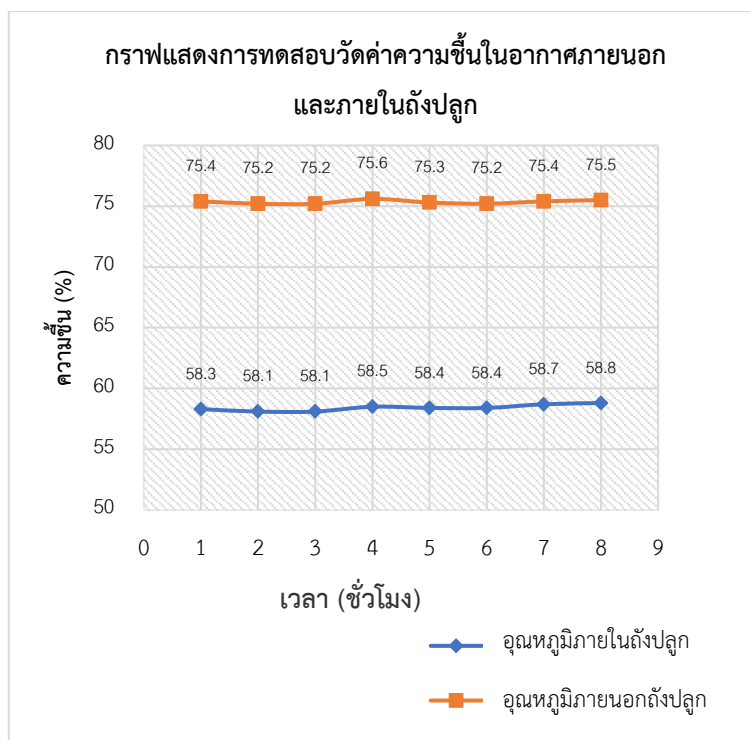
ครั้งที่	การทดสอบการทำงานของระบบระบายอากาศ-เติมอากาศตามระยะเวลา					
	ทุก ๆ 1 ชม. ทำงาน 30 วินาที		ทุก ๆ 3 ชม. ทำงาน 60 วินาที		ทุก ๆ 5 ชม. ทำงาน 120 วินาที	
	ระบาย อากาศ	เติมอากาศ	ระบาย อากาศ	เติมอากาศ	ระบาย อากาศ	เติม อากาศ
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบของระบบระบายอากาศ-เติมอากาศตามระยะเวลาที่ถูกกำหนด ซึ่งทำการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ซึ่งการกำหนดเวลาการระบายอากาศ-เติมอากาศทุก ๆ 1 ชั่วโมง ระยะ 30 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง ระบายอากาศ-เติมอากาศทุก ๆ 3 ชั่วโมง ระยะ 60 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง และการระบายอากาศ-เติมอากาศทุก ๆ 5 ชั่วโมง ระยะ 120 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 แสดงการทดสอบการควบคุมความชื้นในอากาศ ภายนอกและภายในถังปลูก

ชั่วโมงที่	การทดสอบการควบคุมความชื้นในอากาศ	
	ค่าความชื้นภายนอก (%)	ค่าความชื้นภายใน (%)
1	58.3	75.4
2	58.1	75.2
3	58.1	75.2
4	58.5	75.6
5	58.4	75.3
6	58.4	75.2
7	58.7	75.4
8	58.8	75.5

จากตารางที่ 4.3 ทำการวัดค่าความชื้นภายนอกถังปลูก เปรียบเทียบกับความชื้นภายในถังควบคุม เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยความชื้นในอากาศภายนอกวัดได้ประมาณ 58.1 เปอร์เซ็นต์ ภายในถังปลูกควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 75 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 4.1



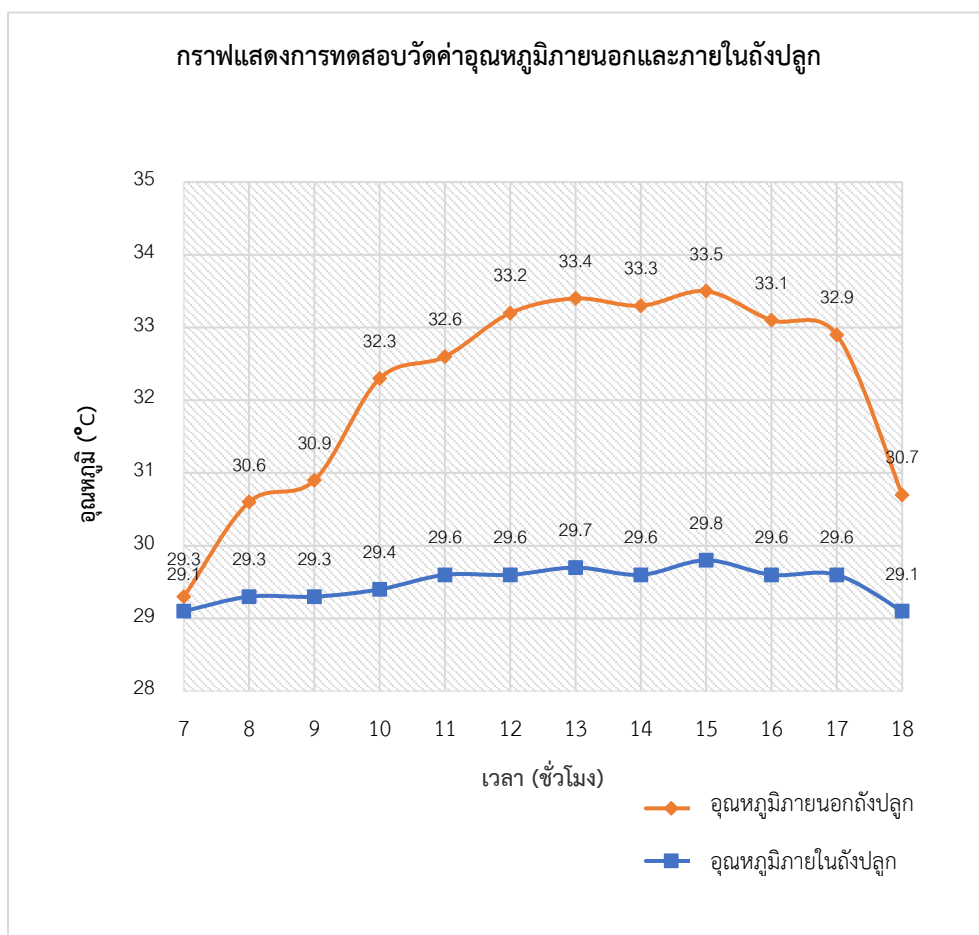
ภาพที่ 4.1 แสดงการทดสอบการควบคุมความชื้นในอากาศ ภายนอกและภายในถังปลูก

จากภาพที่ 4.1 แสดงการทดสอบวัดค่าความชื้นในอากาศบริเวณภายนอกและภายในพื้นที่ควบคุม (ถังปลูก) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยค่าความชื้นภายนอกที่วัดได้ต่ำสุดอยู่ในชั่วโมงที่ 2 และ 3 คือ 58.1% ทำการควบคุมความชื้นภายในถังปลูกที่ 75 % ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่า สามารถควบคุมความชื้นในอากาศได้ โดยในชั่วโมงที่ 1 จนถึงชั่วโมงที่ 8 มีค่าความชื้นเฉลี่ยที่ 75.35 % ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้วิจัยยอมรับได้

ตารางที่ 4.4 แสดงการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิภายในถังปลูก

เวลา (นาฬิกา)	การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ	
	อุณหภูมิภายนอก (°C)	อุณหภูมิภายใน (°C)
07.00	29.3	29.1
08.00	30.6	29.3
09.00	30.9	29.3
10.00	32.3	29.4
11.00	32.6	29.6
12.00	33.2	29.6
13.00	33.4	29.7
14.00	33.3	29.6
15.00	33.5	29.8
16.00	33.1	29.6
17.00	32.9	29.6
18.00	30.7	29.1

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลจากการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของระบบตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึงเวลา 18.00 น. พบว่าอุณหภูมิมีความแตกต่างกันในทุกชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 29.3 องศาเซลเซียสในเวลา 07.00 น. และสูงสุดที่ 33.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00 น. ส่วนอุณหภูมิภายในพื้นที่ควบคุม หรือบริเวณพื้นที่ปลูกกำหนดไว้ที่ 29.1 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก

จากภาพที่ 4.2 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิบริเวณภายนอกและภายในพื้นที่ควบคุม (ถังปลูก) เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 น. – 18.00 น. โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 29.3 องศาเซลเซียสในเวลา 07.00 น. และสูงสุดที่ 33.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00 น. ส่วนอุณหภูมิภายในพื้นที่ควบคุม หรือบริเวณพื้นที่ปลูกกำหนดไว้ที่ 29 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิบริเวณพื้นที่ควบคุมตั้งแต่เวลา 07.00 น. - 18.00 น. มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.46 ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้วิจัยยอมรับได้

นอกจากนี้ยังทำการทดสอบระบบการตั้งเวลาการทำงานของเครื่องให้หยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อครบกำหนดระยะเวลา ซึ่งทำการกำหนดเวลาไว้ที่ 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการทดสอบการหยุดทำงานของระบบโดยไทม์เมอร์ตามระยะเวลา

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	การทดสอบการหยุดทำงานของระบบโดยไทม์เมอร์ตามระยะเวลา	
	หยุดการทำงาน	ไม่หยุดการทำงาน
1	✓	
2	✓	
3	✓	
24 (1 วัน)	✓	
48 (2 วัน)	✓	
72 (3 วัน)	✓	
96 (4 วัน)	✓	
120 (5 วัน)	✓	
144 (6 วัน)	✓	
168 (7 วัน)	✓	
192 (8 วัน)	✓	

จากตารางที่ 4.5 แสดงการทดสอบการหยุดทำงานของระบบโดยไทม์เมอร์ตามระยะเวลาที่กำหนด ตั้งแต่ 1-3 ชั่วโมง และ 1-8 วัน พบว่าเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมีการสั่งให้ทุกระบบหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติ

4.2 การทดสอบระบบร่วมกับการทดลองเพาะเมล็ดผักชี

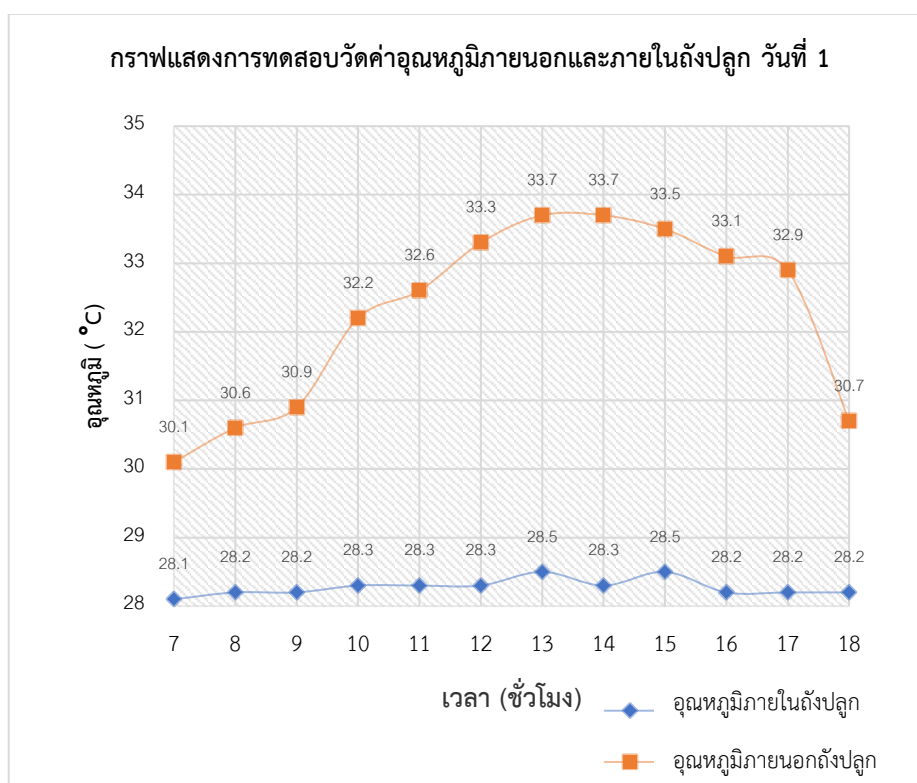
หลังจากทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพาะเมล็ดผักชีเพื่อศึกษาผลผลิตที่ได้ในด้านของคุณภาพ การเจริญเติบโต การงอกมามากน้อยเพียงใด สาเหตุที่เลือกเพาะเมล็ดผักชี เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเพาะจนถึงเก็บผลผลิตน้อย ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทดสอบระบบร่วมกับการเพาะเมล็ดผักชี

วันที่	เวลา (นาฬิกา)	ระยะเวลา รดปุ๋ย (วินาที)	ระยะเวลา รดน้ำ (วินาที)	ระยะเวลา ระบายอากาศ (วินาที)	ควบคุม อุณหภูมิ (28 °C)	อุณหภูมิภายนอก (°C)
1	07.00	10	-	-	28.1	30.1
	08.00	-	30	10	28.2	30.6
	09.00	-	-	10	28.2	30.9
	10.00	-	-	-	28.3	32.2
	11.00	-	-	10	28.3	32.6
	12.00	-	-	10	28.3	33.3
	13.00	-	-	-	28.5	33.7
	14.00	-	-	10	28.3	33.7
	15.00	-	-	10	28.5	33.5
	16.00	-	-	-	28.2	33.1
	17.00	-	-	10	28.2	32.9
	18.00	-	-	10	28.2	30.7
2	07.00	-	-	-	28.4	29.7
	08.00	-	30	10	28.2	30.3
	09.00	-	-	10	28.2	30.4
	10.00	-	-	-	28.3	32.6
	11.00	-	-	10	28.3	32.7
	12.00	-	-	10	28.3	33.2
	13.00	-	-	-	28.5	33.4
	14.00	-	-	10	28.3	33.4
	15.00	-	-	10	28.5	33.5
	16.00	-	-	-	28.2	33.1
	17.00	-	-	10	28.2	32.9
	18.00	-	-	10	28.2	30.7

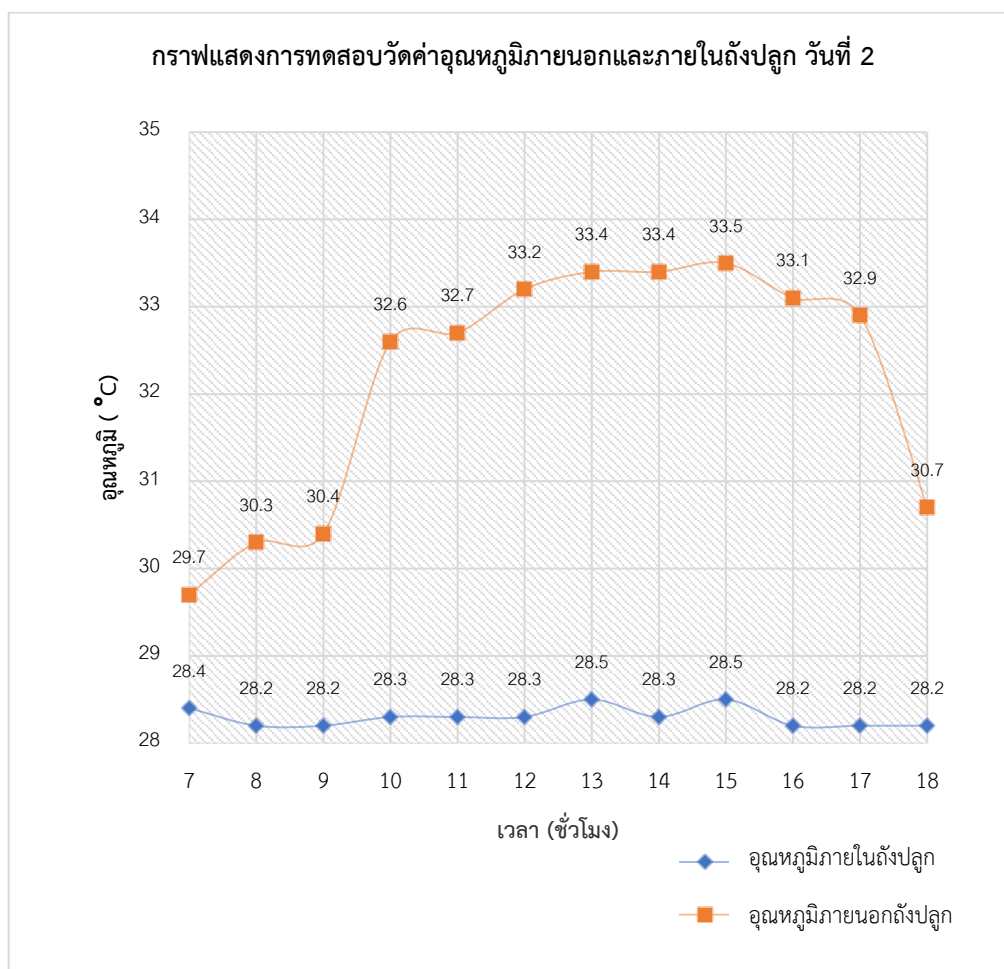
วันที่	เวลา (นาฬิกา)	ระยะเวลา รดปุ๋ย (วินาที)	ระยะเวลา รดน้ำ (วินาที)	ระยะเวลา ระบายอากาศ (วินาที)	ควบคุม อุณหภูมิ (28 °C)	อุณหภูมิภายนอก (°C)
3	07.00	-	-	-	28.3	30.0
	08.00	-	30	10	28.2	30.2
	09.00	-	-	10	28.1	30.3
	10.00	-	-	-	28.2	30.3
	11.00	-	-	10	28.3	31.7
	12.00	-	-	10	28.3	32.6
	13.00	-	-	-	28.4	32.7
	14.00	-	-	10	28.5	33.8
	15.00	-	-	10	28.4	33.5
	16.00	-	-	-	28.2	33.1
	17.00	-	-	10	28.2	32.6
	18.00	-	-	10	28.2	30.3
4	07.00	10	-	-	28.2	29.7
	08.00	-	30	10	28.3	30.3
	09.00	-	-	10	28.3	30.4
	10.00	-	-	-	28.3	32.6
	11.00	-	-	10	28.3	32.7
	12.00	-	-	10	28.4	33.2
	13.00	-	-	-	28.4	33.4
	14.00	-	-	10	28.3	33.4
	15.00	-	-	10	28.5	33.5
	16.00	-	-	-	28.2	33.1
	17.00	-	-	10	28.2	32.9
	18.00	-	-	10	28.2	30.7

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลของการทดสอบระบบร่วมกับการเพาะเมล็ดผักชีตามระยะเวลาทั้งหมด 4 วัน ตั้งเวลาการจ่ายน้ำ 1 ครั้ง/วัน ที่เวลา 08.00 น. ครึ่งละ 30 วินาที ระบายอากาศหลังการรดน้ำนาน 10 วินาที ทำการรดปุ๋ยในวันที่ 1 เวลา 07.00 น. รดเป็นเวลา 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินมากกว่า 80% ทั้ง 4 วัน โดยอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันในแต่ละวันเริ่มตั้งแต่ 27-34 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการควบคุมอุณหภูมิทั้ง 4 วัน ซึ่งกราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิในวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 แสดงดังต่อไปนี้



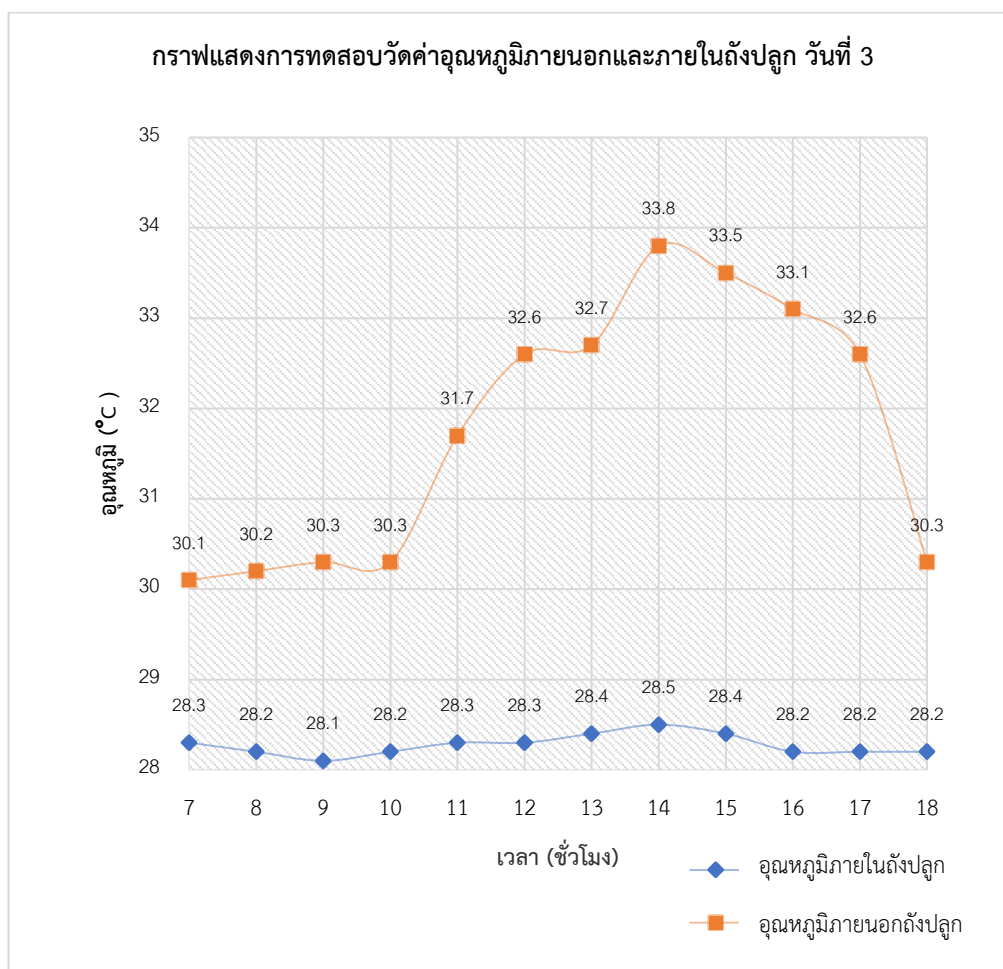
ภาพที่ 4.3 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 1

จากภาพที่ 4.3 แสดงผลของการทดสอบระบบร่วมกับการเพาะเมล็ดผักชีตามระยะเวลาโดยตั้งเวลาการจ่ายน้ำ 1 ครั้ง/วัน ที่เวลา 08.00 น. ครึ่งละ 30 วินาที ระบายอากาศหลังการรดน้ำนาน 10 วินาที ทำการรดปุ๋ย เวลา 07.00 น. รดเป็นเวลา 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินมากกว่า 80% โดยอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันในแต่ละชั่วโมงตั้งแต่ 07.00 น. – 18.00 น. อุณหภูมิต่ำสุดภายนอกที่วัดได้คือ 30.1 องศาเซลเซียส ในเวลา 07.00 น. และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้อยู่ที่ 33.7 เวลา 13.00-14.00 น. และมีอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่ควบคุมหรือพื้นที่ปลูกเฉลี่ยอยู่ที่ 28.27 องศาเซลเซียส



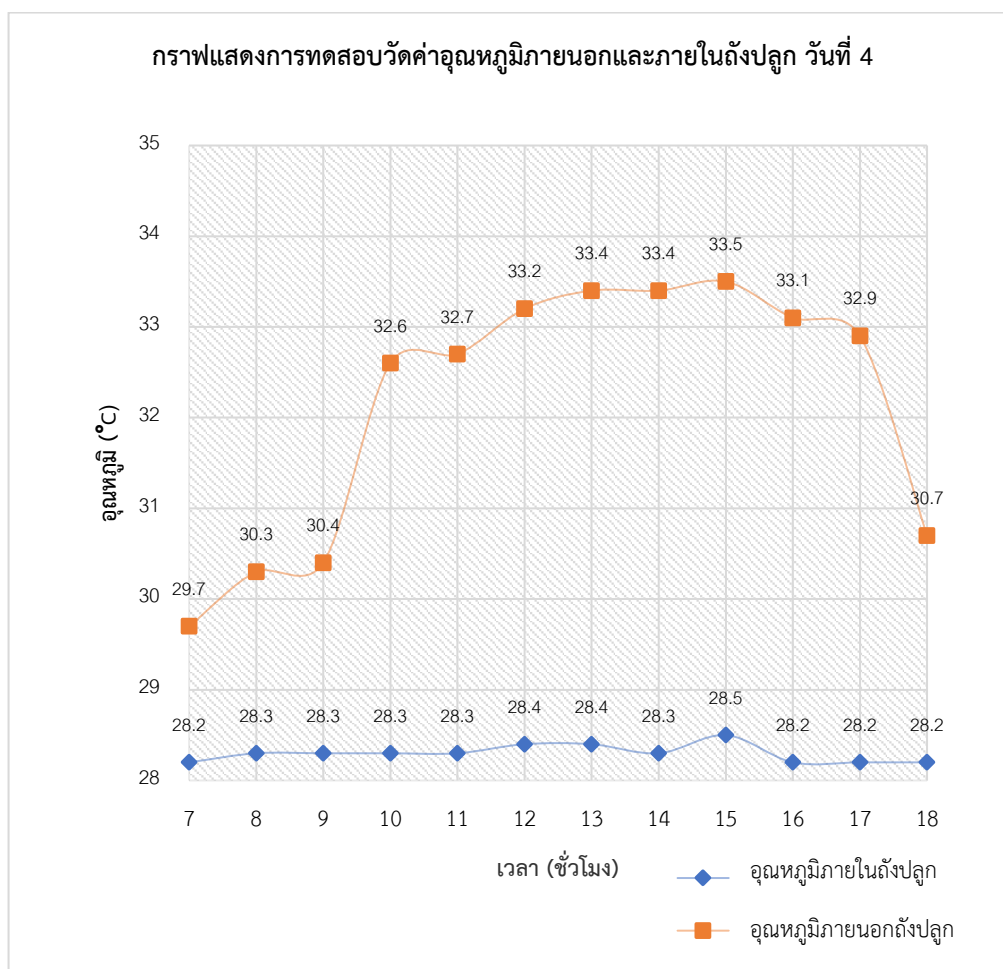
ภาพที่ 4.4 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 2

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลของการทดสอบระบบรวมกับการเพาะเมล็ดผักชีตามระยะเวลาโดยตั้งเวลาการจ่ายน้ำ 1 ครั้ง/วัน ที่เวลา 08.00 น. ครั้งละ 30 วินาที ระบายอากาศหลังการรดน้ำนาน 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินมากกว่า 80% โดยอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันในแต่ละชั่วโมงตั้งแต่ 07.00 น. – 18.00 น. อุณหภูมิต่ำสุดภายนอกที่วัดได้คือ 29.7 องศาเซลเซียส ในเวลา 07.00 น. และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้อยู่ที่ 33.5 เวลา 15.00 น. และมีอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่ควบคุม หรือพื้นที่ปลูกเฉลี่ยอยู่ที่ 28.3 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.5 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 3

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลของการทดสอบระบบร่วมกับการเพาะเมล็ดผักชีตามระยะเวลาโดยตั้งเวลาการจ่ายน้ำ 1 ครั้ง/วัน ที่เวลา 08.00 น. ครั้งละ 30 วินาที ระบายอากาศหลังการรดน้ำนาน 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินมากกว่า 80% โดยอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันในแต่ละชั่วโมงตั้งแต่ 07.00 น. – 18.00 น. อุณหภูมิต่ำสุดภายนอกที่วัดได้คือ 30.1 องศาเซลเซียส ในเวลา 07.00 น. และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้อยู่ที่ 33.8 เวลา 14.00 น. และมีอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่ควบคุม หรือพื้นที่ปลูกเฉลี่ยอยู่ที่ 28.27 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 แสดงการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิภายนอกและภายในถังปลูก วันที่ 4

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลของการทดสอบระบบรวมกับการเพาะเมล็ดผักชีตามระยะเวลาโดยตั้งเวลาการจ่ายน้ำ 1 ครั้ง/วัน ที่เวลา 08.00 น. ครั้งละ 30 วินาที ระบายอากาศหลังการรดน้ำนาน 10 วินาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินมากกว่า 80% โดยอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันในแต่ละชั่วโมงตั้งแต่ 07.00 น. – 18.00 น. อุณหภูมิต่ำสุดภายนอกที่วัดได้คือ 29.7 องศาเซลเซียส ในเวลา 07.00 น. และอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้อยู่ที่ 33.5 เวลา 15.00 น. และมีอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่ควบคุม หรือพื้นที่ปลูกเฉลี่ยอยู่ที่ 28.3 องศาเซลเซียส

4.3 อภิปราย

ระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ และควบคุมอุณหภูมิความชื้นโดยใช้ PLC ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาขึ้น เมื่อนำไปทดลองใช้งานจริงผลผลิตที่ได้จากการควบคุมของระบบมีคุณภาพในเรื่องของ การงอก การเจริญเติบโต เพราะ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ

ล้วนมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ระบบต่าง ๆ ทั้ง การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมระยะเวลาการรดน้ำ ใส่ปุ๋ย ปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสม ตลอดจนระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะ และหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติ สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในทางกลับกันหากผู้ใช้งานไม่ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการน้ำ ปุ๋ย อุณหภูมิ ความชื้น ตลอดจนระยะเวลาที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูก หรือใช้งานระบบอย่างผิดวิธีก็จะทำให้เกิดข้อผิดพลาด หรือความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้ได้รับผลผลิตที่ขาดคุณภาพ เช่น การปลูกพืชบางชนิดต้องการน้ำน้อย หากผู้ใช้งาน หรือเกษตรกรตั้งเวลาในการรดนานเกินความจำเป็น เมล็ดพืชที่เพาะก็จะเกิดเป็นเชื้อรา หรือเน่าได้ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมี ดังนี้

1) ความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลว เราเรียกว่า น้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซ เราเรียกว่า ไอน้ำในดิน ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด ความชื้นของดินอาจจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนของช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีปริมาณมาก หาได้ง่ายและสะดวก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง ความชื้นของดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ 3 ประเภท คือ

1.1 ความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่อยู่ในอาณาเขตยึดของดิน ที่พืชดูดไปจากดิน ในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืช

1.2 ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ (unavailable moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่ดินดูดยึดไว้ด้วยพลังงานที่มากกว่าที่จะให้พืชดูดไปใช้ในอัตราที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืชได้

1.3 ความชื้นเกินจำเป็น (superfluous moisture) หมายถึง ความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดตามปกติของดิน ซึ่งโดยปกติขังอยู่ในที่ว่างขนาดใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของอากาศ และเมื่อมีโอกาสจะเคลื่อนพ้นบริเวณที่รากพืชลึกลงไปในหน้าตัดดิน โดยอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก

2. น้ำ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก น้ำช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดิน เพื่อให้รากดูดอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของลำต้นได้ และยังช่วยให้ดินมีความชุ่มชื้น พืชสดชื่นและการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ในพืชเป็นไปอย่างปกติ

3. ธาตุอาหารหรือปุ๋ย เป็นสิ่งที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต ดียิ่งขึ้น ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ แต่ธาตุที่พืชต้องการมากและในดินมักมีไม่เพียงพอ คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารเหล่านี้จะต้องอยู่ในรูปสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้และต้องมีปริมาณ ที่พอเหมาะ จึงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปด้วยดี แต่ถ้ามีไม่เพียงพอต้องเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชในรูปของปุ๋ย ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของพืช

4. อากาศ ในอากาศมีแก๊สหลายชนิด แต่แก๊สที่พืชต้องการมากคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สออกซิเจน ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารและหายใจ แก๊สทั้งสองชนิดนี้มีอยู่ในดินด้วย ในการปลูกพืชเราจึงควรทำให้ดินโปร่งร่วนซุยอยู่เสมอ เพื่อให้อาหารที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีถ่ายเทได้

5. แสงสว่างหรือแสงแดด พืชต้องการแสงแดดมาใช้ในการสร้างอาหาร ถ้าขาดแสงแดด พืชจะแคระแกรน ใบจะมีสีเหลืองหรือขาวซีดและตายในที่สุด พืชแต่ละชนิดต้องการแสงไม่เท่ากันพืชบางชนิดต้องการแสงแดดจัด แต่พืชบางชนิดก็ต้องการแสงรำไร

6. อุณหภูมิ มีส่วนช่วยในการงอกและเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน จะเห็นได้ว่าพืชบางชนิดชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศหนาวเย็น แต่พืชบางชนิดก็ชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศร้อน การนำพืชมาปลูกจึงควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล ในแต่ละท้องถิ่นด้วย เป็นต้น

บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการวิจัย ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติ ควบคู่กับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC สามารถสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

ระบบทั้งหมดที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น มีคุณสมบัติตรงตามขอบเขตในบทที่ 1 คือ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นในอากาศได้ระหว่าง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมความชื้นในดินได้ระหว่าง 80-99 เปอร์เซ็นต์ ระบบระบายอากาศและเติมอากาศสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ ทำการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง กำหนดเวลาการรดน้ำ เติมน้ำ ทุก ๆ 1 ชั่วโมง ระยะ 30 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง การรดน้ำ เติมน้ำ ทุก ๆ 3 ชั่วโมง ระยะ 60 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง และการรดน้ำ เติมน้ำ ทุก ๆ 5 ชั่วโมง ระยะ 120 วินาที พบว่าระบบทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง ระบบการระบายอากาศ-เติมอากาศสามารถทำงานอย่างอัตโนมัติหลังจากที่มีการรดน้ำ การทดสอบการหยุดทำงานของระบบโดยโหมดเมอร์ตามระยะเวลาที่กำหนด ตั้งแต่ 1-3 ชั่วโมง และ 1-8 วัน พบว่าเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมีการสั่งให้ทุกระบบหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติ

ในการทดสอบระบบรวมกับการทดลองเพาะเมล็ดพืช ซึ่งผู้วิจัยเลือกเพาะเมล็ดผักชีผลผลิตที่ได้มีคุณภาพทั้งในด้านการงอก และการเจริญเติบโต

นอกจากนี้การทำงานของระบบทั้งหมดยังสามารถช่วยลดแรงงานคนในภาคส่วนของกระบวนการผลิต และทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพออกสู่ตลาดหรือผู้บริโภคต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรเพิ่มระบบเติมน้ำใส่ถังปุ๋ยอัตโนมัติ โดยที่ผู้ใช้สามารถระบุปริมาณของน้ำที่เหมาะสมเพียงพอในการผสมปุ๋ยและฉีดพ่นได้
- 2) ควรเพิ่มขนาดของพื้นที่ปลูกให้ใหญ่ขึ้น
- 3) ควรทดลองเพาะเมล็ดพืชให้หลากหลาย

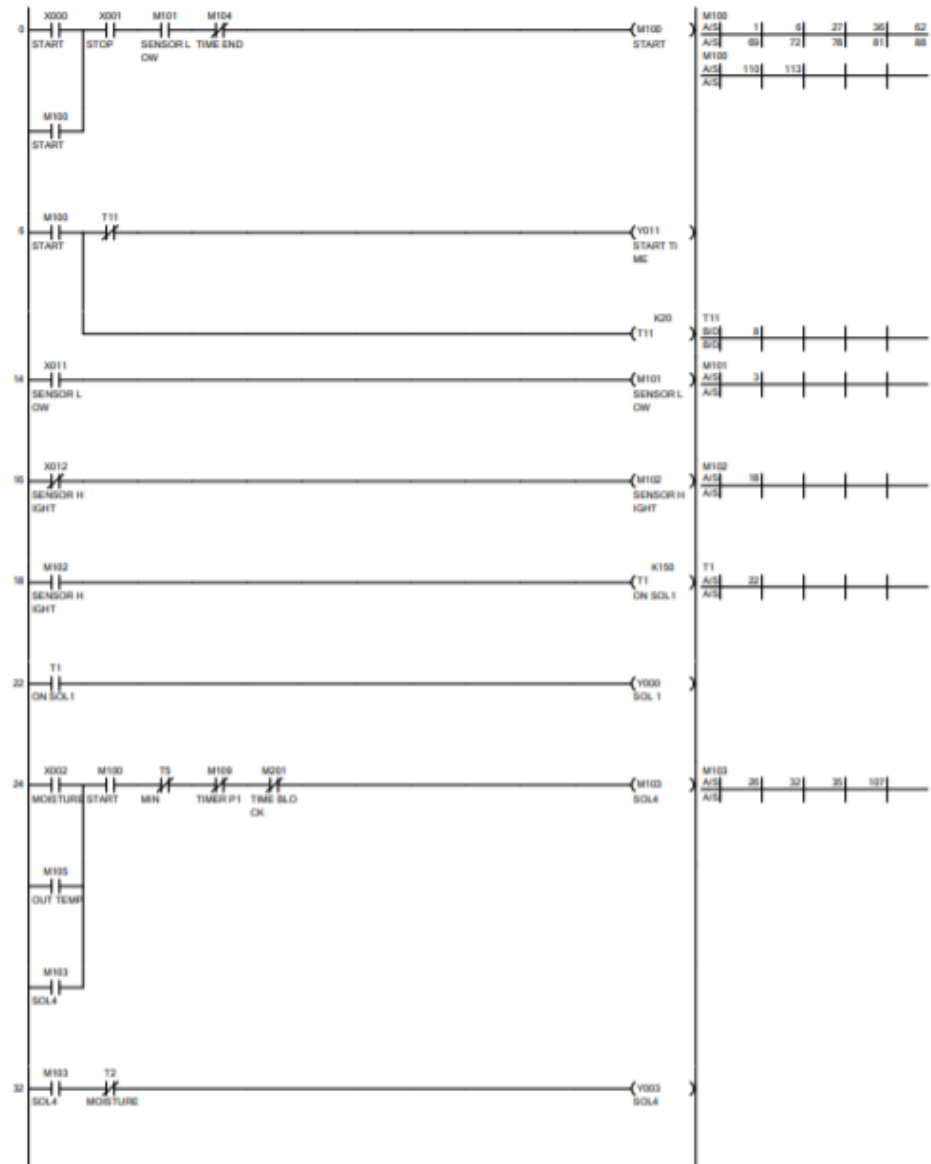
เอกสารอ้างอิง

- [1] เฉลิมชาติ เสาวรัจ. (2560). “การควบคุมสภาพอากาศอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยระบบฟั่นหมอก”. วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [2] บุญยัง สิงห์เจริญ และคณะ. (2558). “ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด”. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1. หน้า 176-183.
- [3] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2559). “คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PLC”. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [4] สุรศักดิ์ คามะปะโน, บุญเลิศ สื่อเฉย. (2563). “ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC”. โครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 10. “การยกระดับคุณภาพการศึกษาและพัฒนาคนยุคใหม่ในศตวรรษที่ 21”. วันที่ 25-26 มิถุนายน 2563. Pp. S622-S629.

ภาคผนวก ก.
คำสั่งแลตเตอร์ไดอะแกรม

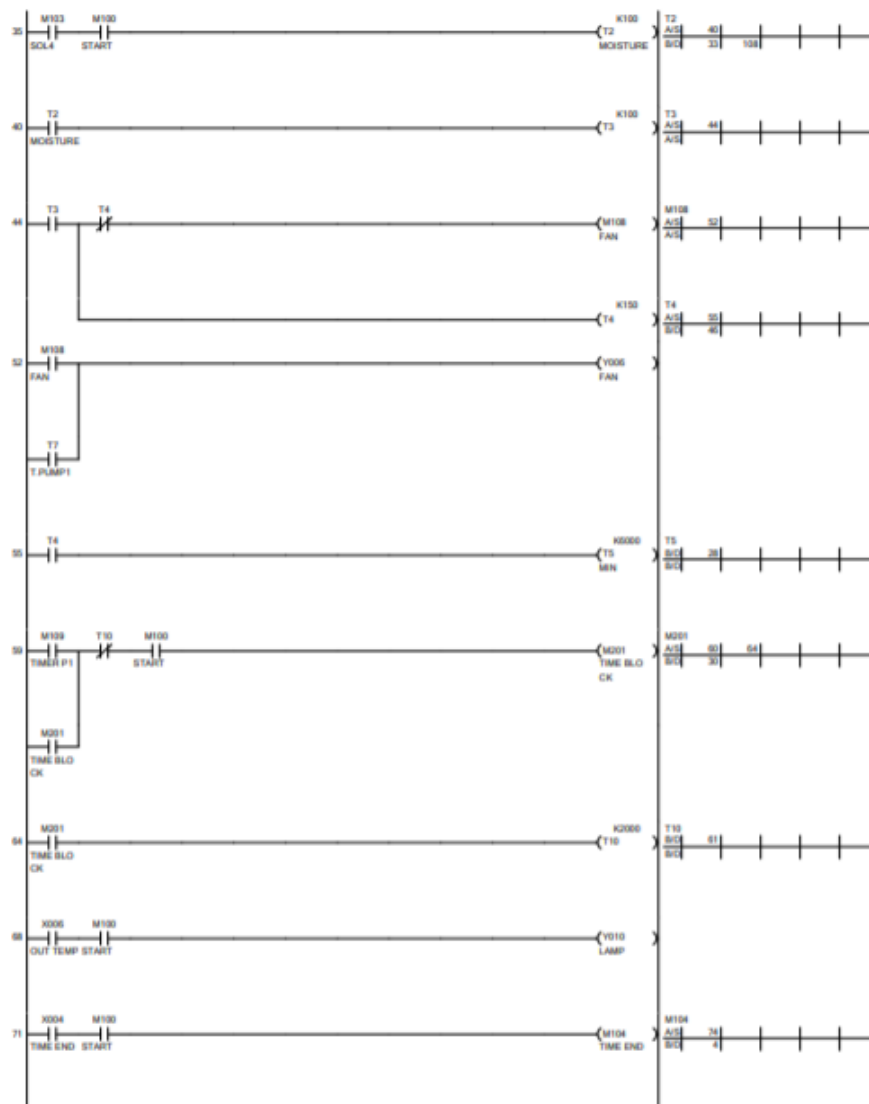
Ladder
Data Name : MAIN

6/28/2020



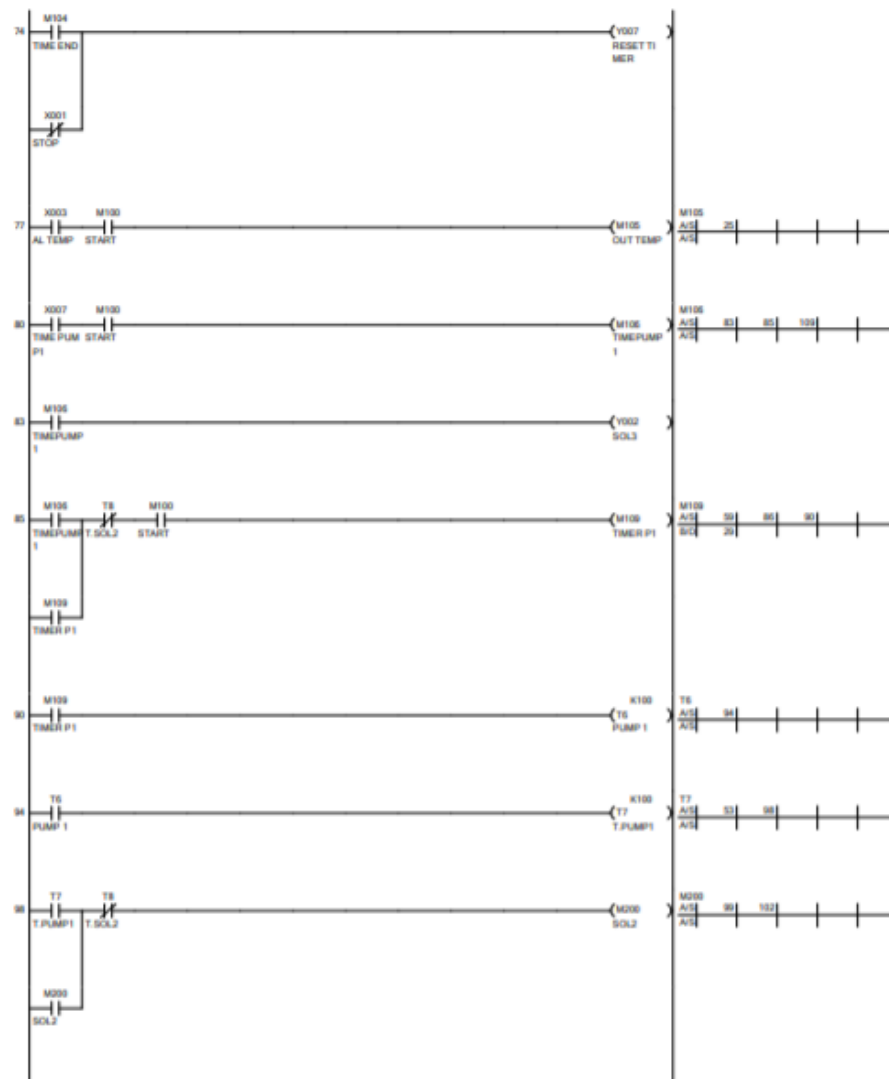
Ladder
Data Name : MAIN

6/28/2020



Ladder
Data Name : MAIN

6/28/2020



Device Comment
Data Name : COMMENT

6/28/2020

Device Name	Comment
M100	START
M101	SENSOR LOW
M102	SENSOR HIGH
M103	SOL4
M104	TIME END
M105	OUT TEMP
M106	TIMEPUMP1
M107	TIMEPUMP2
M108	FAN
M109	TIMER P1
M200	SOL2
M201	TIME BLOCK
M202	START
M203	STOP
M204	MOISTURE
M205	AL TEMP
M206	TIME END
M207	OUT TEMP
M208	TIME PUMP1
M209	TIME PUMP2
M210	SENSOR LOW
M211	SENSOR HIGH
P000	SOL 1
P001	SOL2
P002	SOL3
P003	SOL4
P004	PUMP1
P005	PUMP 2
P006	FAN
P007	RESET TIMER
P010	LAMP
P011	START TIME
T1	ON SOL1
T2	MOISTURE
T3	WET
T4	PUMP 1
T7	PUMP1
T8	T SOL2

ภาคผนวก ข.
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์



คำนำ

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ร่วมกับ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย และศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) กำหนดจัดโครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 10 เรื่อง “การยกระดับคุณภาพการศึกษาและพัฒนามนุษย์ในศตวรรษที่ 21” ระหว่างวันที่ 25-26 มิถุนายน 2563 ซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบออนไลน์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษา อาจารย์ และนักวิจัยได้นำเสนอผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ที่ดีและมีคุณภาพ เป็นการสร้างเครือข่ายของการวิจัยและงานสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกัน ผลงานวิจัยที่เผยแพร่ในงานนี้ได้มีการบูรณาการศาสตร์และศิลป์เข้าด้วยกันตามวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร คือ มหาวิทยาลัยชั้นนำแห่งการสร้างสรรค์ โดยจัดให้มีการนำเสนอผลงานวิจัยทางด้านศิลปะและการออกแบบ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ มนุษยศาสตร์ อักษรศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และสหวิทยาการ ทั้งนี้ บัณฑิตวิทยาลัยได้รวบรวมบทความวิจัย Proceedings ของผู้นำเสนอทั้งแบบวาจาและโปสเตอร์ที่นำเสนอผลงานครั้งนี้ในเว็บไซต์ของบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยไปสู่สาธารณชน บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารที่รวบรวมบทความวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อแวดวงวิชาการและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ต่อไป

บัณฑิตวิทยาลัยขอขอบคุณท่านนายกสภามหาวิทยาลัยศิลปากร ท่านอธิการบดี เจ้าภาพร่วมจัดการประชุม ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย และศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ผู้บริหารและคณาจารย์ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานจนสำเร็จลงด้วยดี ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่ร่วมเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกผลงานวิจัย และเจ้าหน้าที่ของบัณฑิตวิทยาลัยทุกคนที่ร่วมมือร่วมใจปฏิบัติงานจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นโอกาสดีที่จะร่วมมือกันพัฒนาการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นต่อไป



(รองศาสตราจารย์ ดร. จุไรรัตน์ นันทาณิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

นายกนกพล มะลิทอง	ผลของBacillus sp.เพื่อเร่งการย่อยสลายของผักตบชวาในสภาพจำลองและคุณภาพของปุ๋ยหมัก	S559-S567
นางสาวเพ็ญใจ เลิศศรี	ฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซีนของสารสกัดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร	S568-S573
นางสาวฉันทพร ปะทะธง	The treatment of gait rehabilitation in patients with spinal cord injury: A systematic review and direct meta-analysis	S574-S581
นางสาวสุรรัตน์ อินสินธุ์	Prevention of Venous Thromboembolism in Gynecological Cancer Patients Undergoing Major Abdominopelvic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis	S582-S589
นางสาวสุภาวดี สมคะเน	อิทธิพลของการแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพของมะม่วงแช่เยือกแข็ง	S590-S597
นางสาวไดแอน ฟาราติบา	Efficacy and safety of H1-antihistamines in chronic spontaneous urticaria: A systematic review and network meta-analysis	S598-S605
นางสาวโมหิมาศ บุปผาชาติ	การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับแก้ไขปัญหาที่พบในกระบวนการทำเหมืองแร่	S606-S613
นางสาวสุจิรา พงกษชาติ	ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าเคมีของวัสดุแคโทดชนิดลิเทียมไฮดรอกไซด์ที่สามารถควบคุมรูปร่างได้ในคูตัวทำลายโดยวิธีไฮโดรเทอร์มอลสำหรับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน	S614-S621
นายสุรศักดิ์ คามะปะโน	ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC	S622-S629



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ขอขอบเกียรติบัตรนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายสุรศักดิ์ คมปะปะใน

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัย / งานสร้างสรรค์ ในโครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 10 เรื่อง “การยกระดับคุณภาพการศึกษาและพัฒนามนุษยในศตวรรษที่ 21”

ด้วยวาจา ในหัวข้อ

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเดิมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC

ให้ไว้ ณ วันที่ 26 มิถุนายน 2563

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC An Automatic Control System for Fertilizer Filling, Temperature and Humidity Using PLC

สุรศักดิ์ คามะปะโน และ บุญเลิศ สี่ชัย
Surasak Kamapani and Boonlert Suechey

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ในการควบคุมระบบทั้งหมด โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้ ระบบรดน้ำใส่ปุ๋ยอัตโนมัติ การทำงานจะยึดตามเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด สามารถตั้งได้ทั้งโหมดรี บริเวณตู้ควบคุมการทำงาน ระบบควบคุมอุณหภูมิ ในส่วนนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบอุณหภูมิ จับได้ว่าภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด ระบบจะสั่งให้มีการสเปย์เพื่อลดอุณหภูมิควบคู่ไปกับการระบายอากาศออกสู่ภายนอก แต่เมื่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตรวจจับได้ว่าภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนด ระบบจะสั่งให้หลอดติดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในบริเวณปลูก ระบบระบายอากาศและเติมอากาศ ในระบบนี้ จะมีการทำงานโดยอัตโนมัติ หลังจากระบบสั่งให้รดน้ำเสร็จ และทำการเติมอากาศเข้ามาภายในบริเวณปลูกหลังจากระบายอากาศออกเรียบร้อยแล้ว การทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในขอบเขต 25-35 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ระบบทั้ง 3 ระบบสามารถทำงานตอบสนองตามความต้องการของผู้จัดทำได้เป็นอย่างดี ลดกำลังคนที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และสามารถลดค่าใช้จ่ายของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการที่นำหลักการทำงานของระบบไปใช้ในระยะยาว

คำสำคัญ : ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบรดน้ำอัตโนมัติ พีแอลซี

Abstract

This research presents the development of automatic water spray and fertilizer control temperature and humidity control systems using by PLC to control all systems. Which will be divided into 3 parts as follows. Automatic watering system with fertilizer. The work is based on the time specified by the user. Can be set at the timer in the control cabinet area temperature control system in this section, water is used as an intermediary to reduce the temperature inside the house. Which the working principle is when the temperature sensor caught that the planted area has temperatures higher than specified the system will order the spray to reduce the temperature while also ventilating the outside. But when the temperature sensor detects that the interior of the house is below the specified temperature. The system will order the tubes to increase the temperature within the planting area. Ventilation and aeration systems in this system, it will work automatically. After the system has ordered watering and to fill the air inside. The planting area

after the ventilation has been completed. System operation is efficient able to control the temperature in the scope 25-35 degrees, Humidity control more 95 percent. Systems can work to meet the needs of the organizer as well. Reduce the manpower used in operations and can reduce the expenses of farmers or those who apply the system's principles for long-term use.

Keywords : Temperature and Humidity Control System , Automatic Water Spray, PLC

1. บทนำ

การเกษตรมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่อดีตมาบรรพ์ โดยมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายจากพืช สัตว์ ในชีวิตประจำวัน โดยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค โดยมนุษย์รู้จักเกี่ยวเนื่องผลผลิตทางเกษตร นำไปประกอบอาหารรับประทาน สร้างความเจริญเติบโตแก่ร่างกาย นำส่วนต่าง ๆ ของพืชเส้นใยไปผลิตสิ่งทอหรือใช้หนึ่งสัตว์ทำเครื่องนุ่งห่ม ปศุสัตว์เพื่อนำมาไม่ไปเป็นอุปกรณ์การก่อสร้าง สร้างที่พักอาศัย อาคารสถานที่ ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ต่าง ๆ และปลูกพืชสมุนไพร เพื่อนำไปใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งสิ้น

ซึ่งในปัจจุบันในยุคของเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในภาคของการเกษตรมากยิ่งขึ้น เริ่มตั้งแต่กระบวนการปลูกจนถึงกระบวนการเก็บเกี่ยว เกษตรกรหรือผู้ประกอบการได้นำเทคโนโลยี หรือเครื่องทุ่นแรงมาใช้เช่น รถไถนํ้า ขั้ว รถไถหว่านเมล็ดหว่านปุ๋ย หรือแม้กระทั่งรถเกี่ยวสำหรับเกี่ยวเกี่ยวผลผลิต เพื่อลดต้นทุน ประหยัดเวลาในกระบวนการผลิตออกไปจำหน่ายหรือบริโภคเป็นอาหาร ตลอดจนการนำสารเคมีต่าง ๆ มาใช้ในการเร่งผลผลิตซึ่งเป็นการส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลและต้องการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก จึงได้ทำการพัฒนาระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการปลูกของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ผู้จัดทำได้พัฒนาต่อยอดนั้น จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้นำไปใช้ทั้งในส่วนของการลดต้นทุนการผลิต คุณภาพของผลผลิตที่ได้รับ ตลอดจนระบบที่มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบจ่ายน้ำเติมปุ๋ยอัตโนมัติและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.2.1 ควบคุมการรดน้ำได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน
- 1.2.2 ควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วงระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส
- 1.2.3 ควบคุมความชื้นได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.4 สามารถระบายอากาศและเติมอากาศได้ตามเวลาที่กำหนด

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อดีเสียของการควบคุมด้วย PLC

ข้อดีของการควบคุมด้วย PLC มีความยืดหยุ่นสูง ใช้ในการควบคุมระบบต่าง ๆ ได้รวดเร็วและง่ายมีความสามารถด้านคำนวณจึงใช้กับงานที่ซับซ้อนได้ อุปกรณ์มีความน่าเชื่อถือสูงและมีอายุการใช้งานยาวนานเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ง่าย ต้นทุนต่ำสำหรับระบบที่ซับซ้อน แต่ต้องใช้เวลามากเกินในการต่อสายไฟยากในการทดแทนด้วยระบบใหม่ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น อาจใช้เวลาในการแก้ไขปัญหามานาน และต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ



รูปที่ 1 PLC ที่นำมาใช้ควบคุมระบบของ Mitsubishi รุ่น FX3U-32M

2.2 หลักการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ

มีหลักการทำงานเบื้องต้น คือ การวัดค่าสัญญาณอินพุตเข้ามา จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการ แล้วประมวลผลในส่วนของ Processing เมื่อได้ค่าแล้ว ก็ส่งไปยังส่วนของเอาท์พุต เพื่อที่จะส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดใหญ่ต่อไป

การวัดอุณหภูมิ (Temperature measurement)

อุณหภูมิมีเป็นค่าการวัดพื้นฐานหรือพารามิเตอร์ตัวหนึ่งที่ต้องทำการวัดค่า เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในระบบการควบคุมให้เป็นไปตามความต้องการ คำว่า อุณหภูมิ (Temperature) และความร้อน (Heat) มีความหมายใกล้เคียงกันมาก แต่อุณหภูมิจะหมายถึงระดับของความร้อน (Degree of Heat) คือ อุณหภูมิเป็นตัวแทนของความร้อน ส่วนความร้อนหมายถึง ปริมาณพลังงานความร้อน (Quantity of Heat Energy) หน่วยวัดอุณหภูมิ (Temperature Scale unit) หน่วยวัดอุณหภูมิมีหลายแบบที่นิยมใช้กัน คือ หน่วยเซลเซียส (Celsius) นิยมใช้กันทั่วไปมาก , หน่วยฟาเรนไฮต์ (Fahrenheit) , และหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานสากลสัญลักษณ์ที่ใช้ °C , °F , K (ไม่ต้องมี °) ความชื้น ในสภาวะอากาศที่อยู่รอบตัวเรา เราสัมผัสกับอากาศที่มีปริมาณไอน้ำอยู่ในอากาศ ในบริเวณที่อากาศมีความชื้นมาก นั้นหมายความว่าอากาศมีปริมาณไอน้ำปะปนอยู่มาก เช่นเดียวกับว่า ถ้าในบริเวณที่มีความชื้นน้อย หมายความว่าอากาศบริเวณนั้นมีไอน้ำปะปนอยู่น้อย ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นกับอุณหภูมิ ความดันและอุณหภูมิ

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาข้อมูล

หัวข้อนี้จะเน้นขั้นตอน และ วิธีดำเนินงานในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการรดน้ำอัตโนมัติควบคู่กับการคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งได้นำข้อมูลจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนถึงวิธีการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เข้าใจเสียก่อน เพื่อที่จะทำการสร้างระบบให้ออกมามีประสิทธิภาพสูงสุด

3.2 ออกแบบระบบ

ในการออกแบบผู้จัดทำได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ระบบควบคุมการลดอุณหภูมิ ระบบระบายอากาศและเติมอากาศ

3.2.1 ระบบควบคุมอุณหภูมิ

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ดังนี้ หลอดไฟ บิมน้ำ สปริงเกอร์ เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ ไซมูเลเตอร์ ซึ่งหลักการทำงานคือเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิพบว่า ภายในพื้นที่ปลูกมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้มีการฉีดพ่นน้ำอย่างอัตโนมัติ เพื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลง เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงแล้วหยุดการทำงานอัตโนมัติ และหากตรวจพบว่าภายในพื้นที่ปลูกมีอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ระบบจะสั่งให้หลอดไฟทำงานเพื่อเพิ่มอุณหภูมิตามค่าที่เหมาะสมแล้วจึงหยุดการทำงานอัตโนมัติ ถ้าวัดค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้หลอดไฟติดอย่างอัตโนมัติ ทำให้เกิดความร้อน เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนดแล้ว หยุดการทำงานอัตโนมัติ



รูปที่ 2 การติดตั้งระบบรดน้ำอัตโนมัติ พร้อมระบบสเปรย์ละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิในพื้นที่ปลูก

3.2.3 ระบบระบายอากาศและเติมอากาศ

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบขึ้น เพื่อควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิในพื้นที่ปลูก ดังนี้ พัดลมดูดอากาศ เซนเซอร์ตรวจจับค่าอากาศ ไซมูเลเตอร์ ตัวควบคุม ซึ่งมีหลักการทำงานคือเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับพบว่า ภายในพื้นที่ปลูกมีออกซิเจนต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ระบบจะสั่งการให้พัดลมดูดอากาศทำงานอย่างอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้สูงขึ้น เมื่อออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนดแล้ว ระบบหยุดการทำงานอัตโนมัติ



รูปที่ 3 ติดตั้งพัดลมสำหรับดูดอากาศ และระบายอากาศ

3.3 จัดทำระบบและสร้างชุดคำสั่ง PLC

3.3.1 ส่วนของกรรณน้ำ-ใส่ปุ๋ย อัตโนมัติได้เลือกใช้ไซมูเลเตอร์ แบบตั้งเวลาได้มาควบคุมการทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่า เครื่องจะรดน้ำใส่ปุ๋ยในเวลาใดบ้าง



รูปที่ 4 Timer สำหรับตั้งเวลาใส่ปุ๋ย และรดน้ำ

3.3.2 ส่วนของการเติมอากาศ ระบบอากาศอัตโนมัติได้ติดตั้งพัดลม 2 ตัว สำหรับทำหน้าที่ดูดอากาศ 1 ตัว และระบายอากาศออกอีก 1 ตัว ในการเริ่มทำงานจะทำงานอัตโนมัติหลังจากรดน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.3.3 ส่วนของระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติได้ติดตั้งหลอดไฟ และสเปกโตรเรลรอบถังอีก 1 ชุด สำหรับฉีดพ่นน้ำเพื่อลดอุณหภูมิโดยรอบถัง



รูปที่ 5 ชิ้นงานและขนาดของชิ้นงาน

3.4 อุปกรณ์

- 3.4.1. PLC ที่มี HMI ใช้ของ Mitsubishi รุ่น Fx3u-32M
- 3.4.2. Relay ยี่ห้อ OMRON รุ่น G6B-1114P -FD- US-P6B 24 VDC 4 ตัว
- 3.4.3. OMRON Capacitive Proximity Sensor Switch รุ่น E2K-C25ME1-B 2 ตัว
- 3.4.4. Timer แบบตั้งเวลา 2 ชุด
- 3.4.5. FUJI Auto Breaker รุ่น SA32C

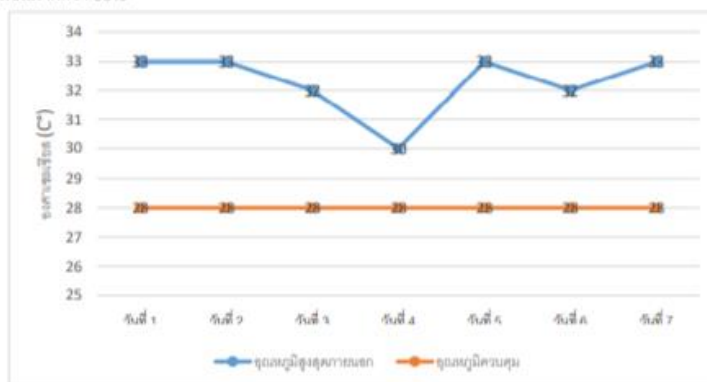
- 3.4.6. MEAN WELL Switching Power Supply รุ่น T-100D 50/60Hz.
- 3.4.7. Solenoid ยี่ห้อ SAZN Model 2W-160-10 24VDC 4 ชุด
- 3.4.8. Pump Model FL 4200 12 VDC 2 ชุด
- 3.4.9. หลอดไฟกันน้ำ 12 V.
- 3.4.10. สเปกโตรเรลพร้อมสาย 6 ชุด

4. ผลการทดลอง

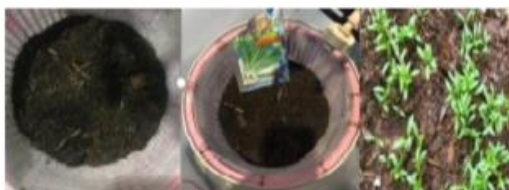
ตารางที่ 1 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด

การทดสอบ	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1.ระบบรดน้ำ ใส่งูทำงานตามระยะเวลาที่ผู้ใช้กำหนด	✓		✓		✓	
2.ระบบระบายอากาศทำงานโดยอัตโนมัติหลังจากรดน้ำ	✓		✓		✓	
3.ระบบควบคุมอุณหภูมิ ทำงานในช่วงที่ผู้ใช้งานกำหนด (ระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส)	✓		✓		✓	
4. Timer ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่อง ทำงานตามระยะเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด	✓		✓		✓	

กราฟแสดงการทำงานระหว่างการทดลองเพาะเมล็ดผักชี โดยการควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นมากกว่า 90%



รูปที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกและภายในเครื่องควบคุม



รูปที่ 8 การเพาะเมล็ดผักชีในตะกร้าเพาะเมล็ด

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากรูปที่ 7 ผู้วิจัยทำการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยการทดลองเพาะเมล็ดผักชีใบเลื่อยซึ่งทำการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องไว้ที่ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นมากกว่า 90% ตั้งเวลาการรดน้ำวันละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที รดปุ๋ยในวันที่ 1 และ 3 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 วัน เปรียบเทียบกับการปลูกแบบปกติใช้คนคอยรดน้ำใส่ปุ๋ย ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งผลปรากฏว่า ผลผลิตที่ได้จากการปลูกโดยมีการควบคุม ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพกว่า ทั้งในเรื่องของการงอก และการเจริญเติบโต (รูปที่ 8) เป็นไปตามทฤษฎีที่ว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

สรุป

ระบบควบคุมการรดน้ำใส่ปุ๋ยอัตโนมัติ ควบคู่กับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ PLC ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น มีคุณสมบัติเป็นไปตามขอบเขตของงานวิจัย คือ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นได้มากกว่า 90% ระบบระบายอากาศและเติมอากาศสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด และสามารถใส่โปรแกรมเบิ้ลลอคจิกคอนโทรล (PLC) ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การทำงานของระบบทั้งหมดยังสามารถช่วยลดแรงงานคนในภาคส่วนของกระบวนการผลิต และทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพออกสู่ตลาดหรือผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมชาติ เสาววัจ. (2560). การควบคุมสภาพอากาศอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะปลูกด้วยระบบฟัซซี่. วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ชนากร น้ำหอมจันทร์,ชติกร เสรีพัฒน์นันท. (2557). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไม้ดินแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้. วารสารวิชาการ EAU HERITAGE. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุญยัง สิงห์เจริญ,สันติ สาแก้ว. (2558). ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1. หน้า 176-183
- เศรษฐธิ์ มณีธรรม. คัมภีร์การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PLC. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น, 2559
- ชุดควบคุมอุณหภูมิ. (2552). เข้าถึงได้จาก <https://www.factomart.com/th/what-is-a-temperaturecontroller.html> สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

