



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวน
สละชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

Development of automatic online system for the watering
controls in salacca plantations, Bannaiyang, Rommuang,
Muang District, Phatthalung Province

สรานพวงศ์ หนูยิ้มซ้าย	Saranpong Nooyimsai
รัตติยา สารดิษฐ์	Rattiya Saradit
สกุลรัตน์ หาญศึก	Sakulrat Hansuek

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2566

การพัฒนาระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ ชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

สรายุพงศ์ หนูยิ้มซ้าย รัตติยา สารดิษฐ์ และสกุรัตน์ หาญศึก

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำในสวนสละ เป็นกรณีศึกษาที่สวนสละชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ระบบควบคุมการเปิดปิดปั้มน้ำและสลับการให้น้ำในสวน 4 แอว การควบคุมระบบจะควบคุมได้ทั้งแบบออนไลน์ที่หน้าตู้ระบบจากการกดแป้นคีย์แพด และควบคุมแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ การทำงานของระบบสามารถตั้งค่าการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ การรดน้ำแบบอัตโนมัติตามความชื้นในดิน การรดน้ำตามเวลา และการสั่งรดน้ำตามที่ใช้ควบคุมเองตามต้องการ ผู้วิจัยยังได้ออกแบบระบบเพื่อให้ปั้มน้ำทำงานตามการเปิดปิดของโซลินอยวาล์วโดยไม่ต้องสั่งงานปั้มน้ำเพื่อความสะดวกในการใช้งาน รวมถึงมีระบบป้องกันปั้มน้ำเสียหายจากการที่ปั้มไม่สามารถดูดน้ำในบ่อขึ้นมาได้ ป้องกันความเสียหายของระบบท่อจากการที่แรงดันน้ำในท่อน้ำสูงเกินไป

การทดลองระบบ ผู้วิจัยได้ติดตั้งตู้ระบบควบคุมบริเวณโรงเรือนเก็บปั้มน้ำภายในสวนสละและทำการติดตั้งโซลินอยวาล์วร่วมกับวาล์วเดิมเพื่อใช้วาล์วเดิมเป็นระบบสำรอง ผลการทดสอบระบบปรากฏว่าระบบสามารถรับคำสั่งจากผู้ใช้ได้ทั้งจากการกดคีย์แพดหน้าตู้ควบคุมหรือจาก Blynk เมื่อได้รับคำสั่งแล้วระบบสามารถทำงานตามคำสั่งได้อย่างถูกต้อง ระบบสามารถสลับการเปิดปิดน้ำแต่ละแอวได้ถูกต้องตามเวลาที่กำหนดได้อย่างแม่นยำรวมถึงสามารถหยุดการทำงานของปั้มน้ำกรณีปั้มมีปัญหาและทำการแจ้งข้อความเตือนไปยังผู้ใช้งานระบบผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้

คำสำคัญ ระบบออนไลน์ ความชื้นในดิน การควบคุม สวนสละ สมาร์ทฟาร์ม

Development of automatic online system for the watering controls in salacca plantations, Bannaiyang, Rommuang, Muang District, Phatthalung Province

Abstract

This research project is the development of an online automatic system for controlling water supply in a salak orchard. The case study is a salak orchard in Ban Nai Yang community, Rom Muang sub-district, Mueang district, Phatthalung province. The system controls the on-off and off-off of the water pump and switches the water supply in the 4-row orchard. The system control can be controlled both on-site at the system cabinet by pressing the keypad and online via a mobile phone application. The system can be set to work in 3 modes: automatic watering according to soil moisture, watering according to time, and watering according to the user's own control as desired. The researcher also designed the system to make the water pump work according to the on-off of the solenoid valve without having to control the water pump for ease of use. There is also a system to prevent water pump damage from the pump not being able to suck water from the pond up, and to prevent damage to the pipe system from water pressure in the water pipe being too high.

System testing The researcher installed a control cabinet in the water pump storage house inside the salak orchard and installed a solenoid valve together with the original valve to use the original valve as a backup system. The system test results showed that the system could receive commands from the user either by pressing the keypad in front of the control cabinet or from Blynk. When receiving the command, the system could work correctly according to the command. The system can switch the water on and off in each row at the specified time accurately, including stopping the water pump in case of a problem and sending a warning message to the system user via the LINE application.

Keywords: online system, moisture levels in soil, control,
Salacca plantation, smartfarm

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2566

ขอขอบคุณ นายรุ่น วัฒนันหนู เจ้าของสวนสละที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบระบบ สำหรับโครงการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ สาขาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในเรื่องต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานวิจัย

สราญพงศ์ หนูยิ้มซ้าย

รัตติยา สารดิษฐ์

สกุลรัตน์ หาญศึก

สิงหาคม 2567

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.4 เครื่องมืออุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับสวนสละ	4
2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)	5
2.3 Keypad 4x4	7
2.4 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Flow Switch).....	9
2.5 บอร์ด Arduino Mega 2560.....	9
2.6 บอร์ด Ethernet Shield W5100	10
2.7 บอร์ด Node MCU	12
2.8 บอร์ด Relay Module.....	12
2.9 โซลินอยด์วาล์ว.....	14
2.10 Magnetic Contactor	15
2.11 จอแสดงผลแบบ LCD.....	16
2.12 ปั๊มน้ำ.....	17
2.13 โปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino	18
2.14 Blynk Platform.....	19
2.15 แอปพลิเคชันไลน์	21
2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	23
3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา.....	23
3.2 ขั้นตอนการออกแบบระบบ	24
3.3 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมระบบ	25
บทที่ 4 การพัฒนาระบบงาน.....	40
4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์.....	40
4.2 การออกแบบหน้าจอแสดงผลที่ผู้ควบคุมระบบ.....	42
4.3 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมระบบ	45
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	46
5.1 การติดตั้งระบบ	46
5.2 การทดสอบระบบ.....	49
5.3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ.....	51
5.4 สรุปผล	52
เอกสารอ้างอิง	53

สารบัญตาราง

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ.....	51
--	----

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor	6
รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง Code สำหรับอ่านค่าความชื้นในดินจาก Sensor.....	7
รูปที่ 2.3 แป้นปุ่มกดแบบ 4 x 4.....	8
รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมรับค่า Keypad 4x4	8
รูปที่ 2.5 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ Flow Switch	9
รูปที่ 2.6 Arduino Mega 2560	10
รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อบอร์ด Ethernet Shield กับบอร์ด Arduino	11
รูปที่ 2.8 NodeMCU ES8266	12
รูปที่ 2.9 บอร์ด Relay Module.....	13
รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วงจรไฟฟ้าภายในรีเลย์.....	13
รูปที่ 2.11 โซลินอยด์วาล์ว	14
รูปที่ 2.12 Magnetic Contactor.....	15
รูปที่ 2.13 จอแสดงผล LCD.....	16
รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมจอแสดงผล LCD	17
รูปที่ 2.15 ปุ่มน้ำขนาด 2 แรงม้า	18
รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะของโปรแกรม Arduino IDE.....	19
รูปที่ 2.17 Blynk Platform	20
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างของแอปพลิเคชันที่สร้างจาก Blynk Platform	20
รูปที่ 2.19 Application Line.....	21
รูปที่ 3.1 แผนภาพบริบทของระบบ.....	24
รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างการเชื่อมต่อทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ	25
รูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม	26
รูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม (ต่อ).....	27
รูปที่ 3.4 ผังงานการตั้งค่าระบบ	28
รูปที่ 3.5 ผังงานการทำงานของการทำงานอ่านค่าเซ็นเซอร์	29
รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ	30
รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ).....	31
รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ).....	32

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ 3.6	ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ).....	33
รูปที่ 3.7	ผังงานการทำงานของโหมดการทำงานตามช่วงเวลา.....	34
รูปที่ 3.7	ผังงานการทำงานของโหมดการทำงานตามช่วงเวลา (ต่อ).....	35
รูปที่ 3.8	ผังงานการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง.....	36
รูปที่ 3.8	ผังงานการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง (ต่อ).....	37
รูปที่ 3.8	ผังงานการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง (ต่อ).....	38
รูปที่ 4.1	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ที่หน้าตู้ควบคุมระบบ.....	40
รูปที่ 4.2	แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ภายในตู้ควบคุมระบบ.....	41
รูปที่ 4.3	หน้าจอหลักของระบบ.....	42
รูปที่ 4.4	โค้ดโปรแกรมสำหรับการแสดงข้อความหน้าจอหลัก.....	42
รูปที่ 4.5	หน้าจอการตั้งค่าระบบ.....	43
รูปที่ 4.6	โค้ดโปรแกรมสำหรับตั้งค่าระบบ.....	43
รูปที่ 4.7	หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่โหมด Auto.....	44
รูปที่ 4.8	หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การทำงานแบบ Timer Auto.....	44
รูปที่ 4.9	หน้าจอการทำงานเมื่อเข้าโหมด Manual.....	45
รูปที่ 4.10	แสดงแอปพลิเคชันในการควบคุมระบบ.....	45
รูปที่ 5.1	แสดงการติดตั้งกล่องควบคุมระบบ.....	46
รูปที่ 5.2	แสดงการติดตั้งโซลินอยวาล์วขนานกับวาล์วเดิม.....	47
รูปที่ 5.3	แสดงการติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน.....	47
รูปที่ 5.4	แสดงการติดตั้ง Flow Switch.....	48
รูปที่ 5.5	แสดงการติดตั้ง Pressure Switch.....	48
รูปที่ 5.6	แสดงการเดินสายสัญญาณ.....	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สละเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์เนื่องด้วยในผลสละมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นจำนวนมาก ได้แก่สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ทรงประสิทธิภาพ ช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ได้แก่โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดเลือด ป้องกันการถูกทำลายของเซลล์จากสารอนุมูลอิสระ รวมทั้งชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย สละจึงเป็นที่นิยมรับประทาน และส่งผลให้ราคาของสละค่อนข้างสูงต่อเนื่องและตลอดปี ด้วยราคาที่ค่อนข้างสูงและสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี สละจึงเป็นที่นิยมในการเพาะปลูกของเกษตรกร

สวนสละชุมชนบ้านโนยาง ต.ร่มเมือง อ.เมือง จ.พัทลุง เป็นสวนสละที่สร้างรายได้ให้แก่ทางชุมชน โดยเมื่อทำการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายจะมีแม่ค้ามารับซื้อผลผลิตถึงสวนโดยมีราคาขายที่หน้าสวนกิโลกรัมละประมาณ 50 ถึง 60 บาท ในบางครั้งด้วยความนิยมรับประทานของผู้บริโภคจะมีการสั่งจองเพื่อให้ทางสวนทำการจัดส่งผ่านขนส่งเอกชนซึ่งจะขายในราคาขายปลีกกิโลกรัมละประมาณ 70 ถึง 80 บาทไม่รวมค่าจัดส่ง ด้วยราคาขายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการปลูกสละทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและตลอดปี แต่ทั้งนี้จากการสำรวจของทีมงานวิจัยพบว่าการปลูกสละเพื่อการจำหน่ายที่จะให้ได้ผลสละที่มีประสิทธิภาพ ไม่มีโรค ไม่มีหนอนชอนไช และรสชาติที่อร่อยนั้น การปลูกสละจะต้องดูแลการเพาะปลูกอย่างดี มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องควบคุมดูแลเอาใจใส่ ได้แก่ การผสมดอกที่มีช่วงผสมระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ต้องได้ระยะเก็บเกี่ยวที่ไม่มากไม่น้อยกว่าที่กำหนดซึ่งโดยประมาณจะอยู่ที่ 7 เดือนครึ่งหลังทำการผสมดอก การให้ปุ๋ย การป้องกันแมลง การเก็บเกี่ยว และที่สำคัญคือการให้น้ำที่ต้องสม่ำเสมอไม่มากไม่น้อยเกินไป จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นว่าแม้ผลสละจะมีราคาค่อนข้างสูงและเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี แต่ก็ต้องแลกกับการเอาใจใส่ดูแลรักษาที่ต้องค่อนข้างรัดกุม เกษตรกรต้องมีเวลาเอาใจใส่เป็นอย่างมากโดยเฉพาะการรดน้ำในแปลงสวนสละที่ต้องรดน้ำให้ได้ปริมาณน้ำที่พอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติและการเจริญเติบโตของลำต้น ดังนั้นในการเพาะปลูกสละของชาวเกษตรกรพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและรสชาติของสละคือการให้น้ำที่ต้องมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อก่อให้เกิดการประหยัดเพื่อลดต้นทุนก่อให้เกิดรายได้มากขึ้น ทั้งการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ประหยัดเวลา รวมถึงการป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ในการรดน้ำภายในสวนสละได้แก่ ปัมป์น้ำ ที่จะสามารถชำระได้ทันที (ปัมป์น้ำมอเตอร์ไหม้) จากการที่ปัมป์ดูดน้ำในบ่อไม่ขึ้นด้วยเหตุผลนานับการ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นค่าใช้จ่ายที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรทั้งสิ้น

จากประเด็นปัญหาของการบริหารจัดการน้ำภายในสวนสละที่ต้องการปริมาณน้ำที่ต้องพอดีไม่มากไม่น้อยจนเกินไป รวมถึงความต้องการให้เกษตรกรมีเวลาเพื่อการดูแลปัจจัยอื่นที่มีผลต่อ

คุณภาพของผลผลิตและที่สำคัญเพื่อเป็นการป้องกันการชำรุดของปั้มน้ำที่มีราคาค่อนข้างแพง ทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะสร้าง ระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ โดยระบบสามารถทำงานได้หลายรูปแบบได้แก่ การทำงานแบบอัตโนมัติตามความชื้นที่มีภายในดินจากการวัดด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน การทำงานตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าและแปรผันตามความชื้นในดิน ระบบยังมีการทำงานที่เป็นแบบออนไลน์ที่สามารถควบคุมสั่งการด้วยโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการควบคุมระบบให้กับเกษตรกรและยังสามารถควบคุมแบบออนไลน์ได้ด้วย ระบบที่ผู้วิจัยคิดค้นนี้ยังมีระบบป้องกันความเสียหายของปั้มน้ำ ป้องกันความเสียหายของระบบท่อที่เกิดจากแรงดันน้ำในระบบท่อบางเกินไป โดยระบบจะหยุดการทำงานของปั้มน้ำทันทีเมื่อตรวจจับความผิดปกติในกรณีต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าซ่อมแซมที่เกิดจากความเสียหายของอุปกรณ์ให้กับเกษตรกร และที่สำคัญในส่วนของอัลกอริทึมของการให้น้ำสำหรับการสลับแถวของการให้น้ำในแต่ละแถวผู้วิจัยจะใช้แนวคิดในการให้น้ำแบบค่อยเป็นค่อยไปเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนแถวการให้น้ำจะเปิดการให้น้ำแบบ 2 แถวพร้อมกันก่อนสักระยะแล้วค่อยปิดแถวเดิมที่ได้ทำการลดน้ำไปแล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันแรงดันในระบบท่อน้ำมากเกินไปในช่วงระหว่างการเปลี่ยนแถวการให้น้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการให้น้ำในสวนสละที่ออนไลน์โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการให้น้ำในสวนสละในรูปแบบเดิมเทียบกับการใช้ระบบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.3.1 ได้ระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ ให้แก่ชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง
- 1.3.2 ได้นวัตกรรมที่ช่วยให้เกษตรกรมีความสะดวกได้ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า
- 1.3.3 เป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงได้เห็นคุณค่าของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร
- 1.3.4 ช่วยเพิ่มผลผลิตของสวนสละให้มีผลผลิตมากขึ้น
- 1.3.5 ช่วยให้เกษตรกรชุมชนบ้านในยางมีรายได้เพิ่มขึ้น
- 1.3.6 ลดการสูญเสียของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตร

1.4 เครื่องมืออุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.4.1 เครื่องมือทางด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

- เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน	จำนวน 4 โมดูล
- keypad 4x4	จำนวน 1 แผง
- Flow Switch	จำนวน 1 ตัว
- บอร์ด Arduino รุ่น 2560	จำนวน 1 บอร์ด
- บอร์ด Ethernet Shield W5 100	จำนวน 1 บอร์ด
- Node MCU	จำนวน 1 บอร์ด
- จอแสดงผล LCD 20x4	จำนวน 1 โมดูล
- Relay Module 5 Channel	จำนวน 1 โมดูล
- โซลินอยด์วาล์ว	จำนวน 4 ตัว
- Magnetic Contactor	จำนวน 1 ตัว
- เราเตอร์แบบใส่ SIM	จำนวน 1 เราเตอร์
- ตู้ขนาด 6.5x12.5x16 นิ้ว	จำนวน 1 ตู้
- Pressure Switch	จำนวน 1 ตัว

1.4.2 เครื่องมือทางด้านซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมภาษา C สำหรับบอร์ด โปรแกรม Arduino สำหรับใช้ในกระบวนการคอมไพล์เลอร์ภาษาซี
- แพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน Blynk
- แพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน Line

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ กรณีศึกษาสวนสละชุมชนบ้านโนยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง เนื่องจากการสร้างจะต้องมีองค์ประกอบหลายๆส่วนประกอบด้วยกันจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบถึงเงื่อนไขต่างๆ และการทำงานของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับสวนสละ
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Keypad 4x4
4. ทฤษฎีเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Flow Switch)
5. ทฤษฎีเกี่ยวกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560
6. บอร์ด Ethernet Shield W5100
7. ทฤษฎีของ Node MCU
8. ทฤษฎีเกี่ยวกับบอร์ด Relay 12 VDC 220 VAC 5 ช่องสัญญาณ
9. ทฤษฎีเกี่ยวกับโซลินอยด์วาล์ว
10. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Magnetic Contactor
11. ทฤษฎีเกี่ยวกับจอแสดงผล LED
12. ทฤษฎีเกี่ยวกับปั้มน้ำ
13. ทฤษฎีโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino
14. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Blynk Platform
15. ทฤษฎีเกี่ยวกับ แอปพลิเคชันไลน์
16. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับสวนสละ

สละพันธุ์สุมาลี เป็นผลไม้ที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นๆ เช่นทุเรียน เงาะ มังคุด เป็นต้น เพราะยังมีการปลูกน้อย และในปัจจุบันมีผู้บริโภคผลสละเพิ่มมากขึ้น เรื่องของรสชาติมีความอร่อย ถูกปากคนไทย สละพันธุ์สุมาลีเป็นพืชที่ชอบน้ำ ชอบความชื้น เหมาะกับสภาพดินที่มีน้ำ

เพียงพอต่อความต้องการของต้นสละ ดอกและผลจะออกที่โคนต้นอยู่กับพื้นดิน ทำให้ทำงานได้สะดวก ใช้คนเก็บผลผลิตแค่ไม่กี่คนก็สามารถทำได้ ในส่วนของเรื่องโรคและแมลงในสละมีน้อยหากดูแลหมั่นเอาใจใส่ เมื่อสละติดผลก็จะทำให้พบเจอน้อย หรือหากพบเจอก็สามารถป้องกันได้ทันเวลา

วิธีการปลูก จะเว้นระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 10 ศอก โดยปลูกแบบกอไว้กอละ 2-3 ต้น ขุดหลุมปลูกให้มีดินสูงต้นกล้าที่นำมาปลูกพอดี แล้วนำดินกลบต้นกล้าที่ปลูกให้อยู่ระดับเดียวกับผิวดิน

การพรางแสง สละต้องมีร่มเงาพรางแสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของแสงปกติ อาจทำได้โดยการปลูกไม้โตเร็ว หรือไม้ยืนต้น ที่เหมาะสมควรปลูกมากกว่า 1 ชนิดหรืออาจใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงซึ่งคลุม

การดูแลรักษา ให้น้ำ ให้น้ำ ตามที่กล่าวข้างต้นว่าต้นสละเป็นพืชชอบน้ำ ดังนั้นดินต้องมีความชื้นอยู่เสมอทำให้ต้นสละเจริญเติบโตได้ดีและไม่หยุดชะงัก โดยเฉพาะในฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ต้องให้น้ำมากพอเพราะดินจะแห้งเร็วจำเป็นต้องให้น้ำทุกวัน ครึ่งละครึ่งชั่วโมง และจะให้น้ำขึ้นอยู่กับความชื้นภายในสวนรวมถึงสภาพอากาศในแต่ละฤดู

การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสละ จะให้เดือนละ 1 ครั้ง เพื่อให้สละภายในสวนมีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเพื่อให้ดอกสละมีความแข็งแรงต่อการผสมพันธุ์

โรคและแมลง ที่พบในสวนสละส่วนใหญ่เป็นหนอน มอด และมด วิธีการจัดการจะใช้วิธีเมื่อเจอตัวแมลงพวกนี้จะจับออกจากพื้นที่ทันที หรือฉีดยาป้องกัน ในส่วนของสละพันธุ์สุมาลีไม่พบเจอโรคมานัก เพราะเป็นพันธุ์ที่ต้านทานโรคอยู่แล้ว จึงไม่ค่อยพบปัญหาในเรื่องนี้

การตัดแต่งทางใบ สละที่ให้ผลผลิตแล้วควรไว้ทางใบประมาณ 15-20 ทางใบ ไม่ควรตัดแต่งทางใบที่รองรับทะลายผลจนกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว

การผสมเกสร เนื่องจากสละเป็นพืชที่ต้นตัวผู้ และตัวเมียแยกกัน การปล่อยธรรมชาติจะผสมติดไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์จึงจำเป็นต้องช่วยผสมเกสรตัวเมีย

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)

เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซ็นเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้อนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้นหรือเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับค่าความไวได้ด้วยการปรับค่าความต้านที่ตัวโมดูล แสดงได้ดังรูปที่

2.1



รูปที่ 2.1 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor

แหล่งที่มา : <https://www.analogread.com/product/4594/soil-moisture-sensor>

จากรูปที่ 2.1 แสดงการใช้งาน Sensor

1. ขาไฟเลี้ยง (+5V) สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +5V
2. ขา Echo Pulse Output (ECHO) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออก ซึ่งการใช้งานจะนำขานี้ไปต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาเพื่อแปลความหมายออกมาเป็นระยะทางอีกครั้งหนึ่ง
3. ขา Trigger Pulse Input (TRIGGER) เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างน้อยกว่า 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้างสัญญาณอัลตราโซนิก ความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางที่อยู่เบื้องหน้าก็จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับและถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทาง ขา Echo Pulse Output
4. ขา GND สำหรับต่อกราวด์

สำหรับการเขียนโปรแกรมในการอ่านค่าความชื้นในดินจาก Sensor แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

```

1  int ledPin = 2;
2  int ledPin3 = 3;
3  int analogPin = 5; //ประกาศตัวแปร ให้ analogPin แทนขา analog ขาที่5
4  int val = 0;
5  void setup() {
6    pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the pin as output
7    pinMode(ledPin3, OUTPUT); // sets the pin as output
8    Serial.begin(9600);
9  }
10
11 void loop() {
12   val = analogRead(analogPin); //อ่านค่าสัญญาณ analog ขา5 ที่ต่อกับ Soil Mois
13   Serial.print("val = "); // พิมพ์ข้อความส่งเข้าคอมพิวเตอร์ "val = "
14   Serial.println(val); // พิมพ์ค่าของตัวแปร val
15   if (val < 500) {
16     digitalWrite(ledPin, LOW); // สั่งให้ LED ที่ Pin2 ดับ
17     digitalWrite(ledPin3, HIGH); // สั่งให้ LED ที่ Pin3 ติดสว่าง
18   }
19   else {
20     digitalWrite(ledPin, HIGH); // สั่งให้ LED ที่ Pin2 ติดสว่าง
21     digitalWrite(ledPin3, LOW); // สั่งให้ LED ที่ Pin3 ดับ
22   }
23   delay(100);
24 }

```

รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง Code สำหรับอ่านค่าความชื้นในดินจาก Sensor

แหล่งที่มา : <https://www.cybertice.com/article/208/สอนใช้งาน-arduino-เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน-soil-moisture-sensor-module>

2.3 Keypad 4x4

แป้นปุ่มกดหรือ Keypad เป็นอุปกรณ์สำหรับอินพุตจากเจ้าหน้าที่ มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่ม ถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์ แบ่งเป็นแถวแนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) เช่น 3 x 4 (12 ปุ่ม) หรือ 4 x 4 (16 ปุ่ม) เป็นต้น แต่ละปุ่มก็จะมีสัญลักษณ์เขียนกำกับไว้ เช่น ตัวเลข 0 ถึง 9 เครื่องหมาย # เครื่องหมาย * เป็นต้น โดยปกติถ้าต่อปุ่มกดแยกจำนวน 16 ตัว จะต้องใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 16 ขา แต่ถ้าใช้การจัดเรียงแบบ 4x4 จะใช้ขาสัญญาณเพียง 8 ขา แต่ต้องมีการตรวจสอบว่า ปุ่มกดใดถูกกดบ้างในขณะนั้น วิธีการนี้เรียกว่า การสแกนปุ่มกด (key scan) สำหรับลักษณะแป้นปุ่มกด แบบ 4x4 ปุ่ม แสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แป้นปุ่มกดแบบ 4 x 4

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/19/4x4-matrix-keypad>

จากรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะแป้นปุ่มกด แบบ 4x4 ปุ่มมีสายเชื่อมต่อคอนเนกเตอร์จำนวน 8 ขา แบบตัวเมีย (Female) ถ้าต้องการเสียบขาลงบนบอร์ดก็สามารถใช้ Pin Header ตัวผู้ เป็นตัวเชื่อมต่อได้ ขาทั้ง 8 นั้น ถ้ามองจากด้านหน้า (Front View) และนับจากซ้ายไปขวา จะเป็นหมายเลข 1-8 ตามลำดับ โดยที่ขา 1 ถึง 4 จะเป็นขาสำหรับแถวนอน (Rows) ขา 5 ถึง 8 จะเป็นขาแนวตั้ง (Columns)

สำหรับการเขียนโปรแกรมรับค่า Keypad แสดงได้ดังรูปที่ 2.4

<pre>#include const byte ROWS = 4; //four rows const byte COLS = 4; //three columns char keys[ROWS][COLS] = { {'1','2','3','A'}, {'4','5','6','B'}, {'7','8','9','C'}, {'*','0','#','D'} }; byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6}; byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};</pre>	<pre>Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS); void setup(){ Serial.begin(9600); } void loop(){ char key = keypad.getKey(); if (key != NO_KEY){ Serial.println(key); } }</pre>
--	--

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมรับค่า Keypad 4x4

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/19/4x4-matrix-keypad>

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สละเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์เนื่องด้วยในผลสละมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นจำนวนมาก ได้แก่สารฟิโนลิก สารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ทรงประสิทธิภาพ ช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ได้แก่โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดเลือด ป้องกันการถูกทำลายของเซลล์จากสารอนุมูลอิสระ รวมทั้งชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย สละจึงเป็นที่นิยมรับประทาน และส่งผลให้ราคาของสละค่อนข้างสูงต่อเนื่องและตลอดปี ด้วยราคาที่ค่อนข้างสูงและสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี สละจึงเป็นที่นิยมในการเพาะปลูกของเกษตรกร

สวนสละชุมชนบ้านในยาง ต.ร่มเมือง อ.เมือง จ.พัทลุง เป็นสวนสละที่สร้างรายได้ให้แก่ทางชุมชนโดยเมื่อทำการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายจะมีแม่ค้ามารับซื้อผลผลิตถึงสวนโดยมีราคาขายที่หน้าสวนกิโลกรัมละประมาณ 50 ถึง 60 บาท ในบางครั้งด้วยความนิยมรับประทานของผู้บริโภคจะมีการสั่งจองเพื่อให้ทางสวนทำการจัดส่งผ่านขนส่งเอกชนซึ่งจะขายในราคาขายปลีกกิโลกรัมละประมาณ 70 ถึง 80 บาทไม่รวมค่าจัดส่ง ด้วยราคาขายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการปลูกสละทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและตลอดปี แต่ทั้งนี้จากการสำรวจของทีมงานวิจัยพบว่าการปลูกสละเพื่อการจำหน่ายที่จะให้ได้ผลสละที่มีประสิทธิภาพไม่มีโรค ไม่มีหนอนขนไหม และรสชาติที่อร่อยนั้น การปลูกสละจะต้องดูแลการเพาะปลูกอย่างดี มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องควบคุมดูแลเอาใจใส่ ได้แก่ การผสมดอกที่มีช่วงผสมระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ต้องได้ระยะเก็บเกี่ยวที่ไม่มากไม่น้อยกว่าที่กำหนดซึ่งโดยประมาณจะอยู่ที่ 7 เดือนครึ่งหลังทำการผสมดอก การให้ปุ๋ย การป้องกันแมลง การเก็บเกี่ยว และที่สำคัญคือการให้น้ำที่ต้องสม่ำเสมอไม่มากไม่น้อยเกินไป จากรายละเอียดข้างต้นจะเห็นว่าแม้ผลสละจะมีราคาค่อนข้างสูงและเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี แต่ก็ต้องแลกกับการเอาใจใส่ดูแลรักษาที่ต้องค่อนข้างรัดกุม เกษตรกรต้องมีเวลาเอาใจใส่เป็นอย่างมากโดยเฉพาะการรดน้ำในแปลงสวนสละที่ต้องรดน้ำให้ได้ปริมาณน้ำที่พอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติและการเจริญเติบโตของลำต้น ดังนั้นในการเพาะปลูกสละของชาวเกษตรกรพบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและรสชาติของสละคือการให้น้ำที่ต้องมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อก่อให้เกิดการประหยัดเพื่อลดต้นทุนก่อให้เกิดรายได้มากขึ้น ทั้งการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ประหยัดเวลา รวมถึงการป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ในการรดน้ำภายในสวนสละได้แก่ ปัมป์น้ำ ที่จะสามารถชำระได้ทันที (ปัมป์น้ำมอเตอร์ไหม้) จากการที่ปัมป์ดูดน้ำในบ่อไม่ขึ้นด้วยเหตุผลนานัปการ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นค่าใช้จ่ายที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรทั้งสิ้น

จากประเด็นปัญหาของการบริหารจัดการน้ำภายในสวนสละที่ต้องการปริมาณน้ำที่ต้องพอดีพอดีไม่มากไม่น้อยจนเกินไป รวมถึงความต้องการให้เกษตรกรมีเวลาเพื่อการดูแลปัจจัยอื่นที่มีผลต่อ

คุณภาพของผลผลิตและที่สำคัญเพื่อเป็นการป้องกันการชำรุดของปั้มน้ำที่มีราคาค่อนข้างแพง ทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะสร้าง ระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ โดยระบบสามารถทำงานได้หลายรูปแบบได้แก่ การทำงานแบบอัตโนมัติตามความชื้นที่มีภายในดินจากการวัดด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน การทำงานตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าและแปรผันตามความชื้นในดิน ระบบยังมีการทำงานที่เป็นแบบออนไลน์ที่สามารถควบคุมสั่งการด้วยโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการควบคุมระบบให้กับเกษตรกรและยังสามารถควบคุมแบบออนไลน์ได้ด้วย ระบบที่ผู้วิจัยคิดค้นนี้ยังมีระบบป้องกันความเสียหายของปั้มน้ำ ป้องกันความเสียหายของระบบท่อที่เกิดจากแรงดันน้ำในระบบท่อบางเกินไป โดยระบบจะหยุดการทำงานของปั้มน้ำทันทีเมื่อตรวจจับความผิดปกติในกรณีต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าซ่อมแซมที่เกิดจากความเสียหายของอุปกรณ์ให้กับเกษตรกร และที่สำคัญในส่วนของอัลกอริทึมของการให้น้ำสำหรับการสลับแถวของการให้น้ำในแต่ละแถวผู้วิจัยจะใช้แนวคิดในการให้น้ำแบบค่อยเป็นค่อยไปเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนแถวการให้น้ำจะเปิดการให้น้ำแบบ 2 แถวพร้อมกันก่อนสักระยะแล้วค่อยปิดแถวเดิมที่ได้ทำการลดน้ำไปแล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันแรงดันในระบบท่อน้ำมากเกินไปในช่วงระหว่างการเปลี่ยนแถวการให้น้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการให้น้ำในสวนสละที่ออนไลน์โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการให้น้ำในสวนสละในรูปแบบเดิมเทียบกับการใช้ระบบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.3.1 ได้ระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ ให้แก่ชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง
- 1.3.2 ได้นวัตกรรมที่ช่วยให้เกษตรกรมีความสะดวกได้ใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่า
- 1.3.3 เป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงได้เห็นคุณค่าของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร
- 1.3.4 ช่วยเพิ่มผลผลิตของสวนสละให้มีผลผลิตมากขึ้น
- 1.3.5 ช่วยให้เกษตรกรชุมชนบ้านในยางมีรายได้เพิ่มขึ้น
- 1.3.6 ลดการสูญเสียของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตร

1.4 เครื่องมืออุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.4.1 เครื่องมือทางด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

- เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน	จำนวน 4 โมดูล
- keypad 4x4	จำนวน 1 แผง
- Flow Switch	จำนวน 1 ตัว
- บอร์ด Arduino รุ่น 2560	จำนวน 1 บอร์ด
- บอร์ด Ethernet Shield W5 100	จำนวน 1 บอร์ด
- Node MCU	จำนวน 1 บอร์ด
- จอแสดงผล LCD 20x4	จำนวน 1 โมดูล
- Relay Module 5 Channel	จำนวน 1 โมดูล
- โซลินอยด์วาล์ว	จำนวน 4 ตัว
- Magnetic Contactor	จำนวน 1 ตัว
- เราเตอร์แบบใส่ SIM	จำนวน 1 เราเตอร์
- ตู้ขนาด 6.5x12.5x16 นิ้ว	จำนวน 1 ตู้
- Pressure Switch	จำนวน 1 ตัว

1.4.2 เครื่องมือทางด้านซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมภาษา C สำหรับบอร์ด โปรแกรม Arduino สำหรับใช้ในกระบวนการคอมไพล์เลอร์ภาษาซี
- แพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน Blynk
- แพลตฟอร์มแอปพลิเคชัน Line

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ กรณีศึกษาสวนสละชุมชนบ้านโนนยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง เนื่องจากการสร้างจะต้องมีองค์ประกอบหลายๆส่วนประกอบด้วยกันจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบถึงเงื่อนไขต่างๆ และการทำงานของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละ โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับสวนสละ
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Keypad 4x4
4. ทฤษฎีเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Flow Switch)
5. ทฤษฎีเกี่ยวกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560
6. บอร์ด Ethernet Shield W5100
7. ทฤษฎีของ Node MCU
8. ทฤษฎีเกี่ยวกับบอร์ด Relay 12 VDC 220 VAC 5 ช่องสัญญาณ
9. ทฤษฎีเกี่ยวกับโซลินอยด์วาล์ว
10. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Magnetic Contactor
11. ทฤษฎีเกี่ยวกับจอแสดงผล LED
12. ทฤษฎีเกี่ยวกับปั้มน้ำ
13. ทฤษฎีโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino
14. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Blynk Platform
15. ทฤษฎีเกี่ยวกับ แอปพลิเคชันไลน์
16. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับสวนสละ

สละพันธุ์สุมาตรา เป็นผลไม้ที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นๆ เช่นทุเรียน เงาะ มังคุด เป็นต้น เพราะยังมีการปลูกน้อย และในปัจจุบันมีผู้บริโภคผลสละเพิ่มมากขึ้น เรื่องของรสชาติมีความอร่อย ถูกปากคนไทย สละพันธุ์สุมาตราเป็นพืชที่ชอบน้ำ ชอบความชื้น เหมาะกับสภาพดินที่มีน้ำ

เพียงพอต่อความต้องการของต้นสละ ดอกและผลจะออกที่โคนต้นอยู่กับพื้นดิน ทำให้ทำงานได้สะดวก ใช้คนเก็บผลผลิตแค่ไม่กี่คนก็สามารถทำได้ ในส่วนของเรื่องโรคและแมลงในสละมีน้อยหากดูแลหมั่นเอาใจใส่ เมื่อสละติดผลก็จะทำให้พบเจอน้อย หรือหากพบเจอก็สามารถป้องกันได้ทันเวลา

วิธีการปลูก จะเว้นระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 10 ศอก โดยปลูกแบบกอไว้กอละ 2-3 ต้น ขุดหลุมปลูกให้มิดถุงต้นกล้าที่นำมาปลูกพอดี แล้วนำดินกลบต้นกล้าที่ปลูกให้อยู่ระดับเดียวกับผิวดิน

การพรางแสง สละต้องมีร่มเงาพรางแสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของแสงปกติ อาจทำได้โดยการปลูกไม้โตเร็ว หรือไม้ยืนต้น ที่เหมาะสมควรปลูกมากกว่า 1 ชนิดหรืออาจใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงซึ่งคลุม

การดูแลรักษา ให้ปุ๋ย ให้น้ำ ตามที่กล่าวข้างต้นว่าต้นสละเป็นพืชชอบน้ำ ดังนั้นดินต้องมีความชื้นอยู่เสมอทำให้ต้นสละเจริญเติบโตได้ดีและไม่หยุดชะงัก โดยเฉพาะในฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ต้องให้น้ำมากพอเพราะดินจะแห้งเร็วจำเป็นต้องให้น้ำทุกวัน ครึ่งละครึ่งชั่วโมง และจะให้น้ำขึ้นอยู่กับความชื้นภายในสวนรวมถึงสภาพอากาศในแต่ละฤดู

การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสละ จะให้เดือนละ 1 ครั้ง เพื่อให้สละภายในสวนมีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเพื่อให้ดอกสละมีความแข็งแรงต่อการผสมพันธุ์

โรคและแมลง ที่พบในสวนสละส่วนใหญ่เป็นหนอน มอด และมด วิธีการจัดการจะใช้วิธีเมื่อเจอตัวแมลงพวกนี้จะจับออกจากพื้นที่ทันที หรือฉีดยาป้องกัน ในส่วนของสละพันธุ์สุมาตราไม่พบเจอโรคมานัก เพราะเป็นพันธุ์ที่ต้านทานโรคอยู่แล้ว จึงไม่ค่อยพบปัญหาในเรื่องนี้

การตัดแต่งทางใบ สละที่ให้ผลผลิตแล้วควรไว้ทางใบประมาณ 15-20 ทางใบ ไม่ควรตัดแต่งทางใบที่รองรับทะลายผลจนกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว

การผสมเกสร เนื่องจากสละเป็นพืชที่ต้นตัวผู้ และตัวเมียแยกกัน การปล่อยธรรมชาติจะผสมติดไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์จึงจำเป็นต้องช่วยผสมเกสรตัวเมีย

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)

เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซ็นเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้อนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้นหรือเลือกใช้สัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับค่าความไวได้ด้วยการปรับค่าความต้านที่ตัวโมดูล แสดงได้ดังรูปที่

2.1



รูปที่ 2.1 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor

แหล่งที่มา : <https://www.analogread.com/product/4594/soil-moisture-sensor>

จากรูปที่ 2.1 แสดงการใช้งาน Sensor

1. ขาไฟเลี้ยง (+5V) สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +5V
2. ขา Echo Pulse Output (ECHO) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออก ซึ่งการใช้งานจะนำขานี้ไปต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาเพื่อแปลความหมายออกมาเป็นระยะทางอีกครั้งหนึ่ง
3. ขา Trigger Pulse Input (TRIGGER) เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างน้อยกว่า 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้างสัญญาณอัลตราโซนิก ความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางที่อยู่เบื้องหน้าก็จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทาง ขา Echo Pulse Output
4. ขา GND สำหรับต่อกราวด์

สำหรับการเขียนโปรแกรมในการอ่านค่าความชื้นในดินจาก Sensor แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

```

1  int ledPin = 2;
2  int ledPin3 = 3;
3  int analogPin = 5; //ประกาศตัวแปร ให้ analogPin แทนขา analog ขาที่5
4  int val = 0;
5  void setup() {
6      pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the pin as output
7      pinMode(ledPin3, OUTPUT); // sets the pin as output
8      Serial.begin(9600);
9  }
10
11 void loop() {
12     val = analogRead(analogPin); //อ่านค่าสัญญาณ analog ขา5 ที่ต่อกับ Soil Mois
13     Serial.print("val = "); // พิมพ์ข้อความส่งเข้าคอมพิวเตอร์ "val = "
14     Serial.println(val); // พิมพ์ค่าของตัวแปร val
15     if (val < 500) {
16         digitalWrite(ledPin, LOW); // สั่งให้ LED ที่ Pin2 ดับ
17         digitalWrite(ledPin3, HIGH); // สั่งให้ LED ที่ Pin3 ติดสว่าง
18     }
19     else {
20         digitalWrite(ledPin, HIGH); // สั่งให้ LED ที่ Pin2 ติดสว่าง
21         digitalWrite(ledPin3, LOW); // สั่งให้ LED ที่ Pin3 ดับ
22     }
23     delay(100);
24 }

```

รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง Code สำหรับอ่านค่าความชื้นในดินจาก Sensor

แหล่งที่มา : <https://www.cybertice.com/article/208/สอนใช้งาน-arduino-เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน-soil-moisture-sensor-module>

2.3 Keypad 4x4

แป้นปุ่มกดหรือ Keypad เป็นอุปกรณ์สำหรับอินพุตจากเจ้าหน้าที่ มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่ม ถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์ แบ่งเป็นแถวแนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) เช่น 3 x 4 (12 ปุ่ม) หรือ 4 x 4 (16 ปุ่ม) เป็นต้น แต่ละปุ่มก็จะมีสัญลักษณ์เขียนกำกับไว้ เช่น ตัวเลข 0 ถึง 9 เครื่องหมาย # เครื่องหมาย * เป็นต้น โดยปกติถ้าต่อปุ่มกดแยกจำนวน 16 ตัว จะต้องใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 16 ขา แต่ถ้าใช้การจัดเรียงแบบ 4x4 จะใช้ขาสัญญาณเพียง 8 ขา แต่ต้องมีการตรวจสอบว่า ปุ่มกดใดถูกกดบ้างในขณะนั้น วิธีการนี้เรียกว่า การสแกนปุ่มกด (keyscan) สำหรับลักษณะแป้นปุ่มกด แบบ 4x4 ปุ่ม แสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แป้นปุ่มกดแบบ 4 x 4

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/19/4x4-matrix-keypad>

จากรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะแป้นปุ่มกด แบบ 4x4 ปุ่มมีสายเชื่อมต่อคอนเนกเตอร์จำนวน 8 ขา แบบตัวเมีย (Female) ถ้าต้องการเสียบขาลงบนเบรตบอร์ด ก็สามารถใช้ Pin Header ตัวผู้ เป็นตัวเชื่อมต่อได้ ขาทั้ง 8 นั้น ถ้ามองจากด้านหน้า (FrontView) และนับจากซ้ายไปขวา จะเป็นหมายเลข 1-8 ตามลำดับ โดยที่ขา 1 ถึง 4 จะเป็นขาสำหรับแถวบน (Rows) ขา 5 ถึง 8 จะเป็นขานแนวตั้ง (Columns)

สำหรับการเขียนโปรแกรมรับค่า Keypad แสดงได้ดังรูปที่ 2.4

<pre>#include const byte ROWS = 4; //four rows const byte COLS = 4; //three columns char keys[ROWS][COLS] = { {'1','2','3','A'}, {'4','5','6','B'}, {'7','8','9','C'}, {'*','0','#','D'} }; byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6}; byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};</pre>	<pre>Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS); void setup(){ Serial.begin(9600); } void loop(){ char key = keypad.getKey(); if (key != NO_KEY){ Serial.println(key); } }</pre>
--	--

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมรับค่า Keypad 4x4

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/19/4x4-matrix-keypad>

จากรูปที่ 2.4 แสดง Code Keypad โดยมีการ include Library <Keypad.h> และเมื่อใช้งาน ต้องต่อสาย Keypad ตั้งแต่ขา 2-9 ต่อเข้าพอร์ท analog ของบอร์ด Arduino จากนั้นวนรอรับ Key จาก ผู้ใช้

2.4 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Flow Switch)

เป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ปั๊มน้ำ โดยอาศัยการไหลของน้ำ หรือ ของเหลว มาพัฒนาให้ใบพัดที่เชื่อมต่อไปยังสวิตช์ เคลื่อนที่ไปตามทิศทางการไหล ซึ่งจะมีผลให้สวิตช์มีการตัดต่อและสั่งจ่ายหรือตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ และยังสามารถปรับให้การตัดต่อสวิตช์เป็นไปตามอัตราการไหลมากน้อย ได้ตามต้องการ และใบพัดมีขนาดความยาวหลายขนาดให้เลือกใช้ แสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ Flow Switch

แหล่งที่มา : https://www.siamhw.com/products_detail/view/6344186

จากรูปที่ 2.5 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับอัตราการไหลของของไหลในท่อ สวิตช์ควบคุมอัตราการไหล เป็นอุปกรณ์ป้องกันของปั๊มน้ำ ป้องกันความเสียหายที่เกิดจาก ปั๊มน้ำทำงานแล้ว แต่ดูดันน้ำไม่ขึ้น หรือไม่มีน้ำ ก็จะตัดการทำงาน

2.5 บอร์ด Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ดและเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียน

โปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ตส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง

Arduino Mega 2560 สามารถเชื่อมรับพลังงานโดยการเชื่อมต่อ Micro USB Connector จากภายนอกได้ โดยแหล่งพลังงานจะถูกเลือกโดยอัตโนมัติ บอร์ดสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดัน 6 ถึง 20 โวลต์ ถ้าแหล่งจ่ายมีค่าต่ำกว่า 7 โวลต์ อาจส่งผลให้ 5 โวลต์ มีแรงดันที่ต่ำกว่า 5 โวลต์ และบอร์ดอาจจะไม่เสถียร แต่ถ้าหากแรงดันมีค่าสูงกว่า 12 โวลต์ อาจส่งผลให้บอร์ด Overheat และอาจทำให้บอร์ดเสียหายได้ ดังนั้นช่วงแรงดันที่เหมาะสมกับบอร์ดคือ 7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ แสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Arduino Mega 2560

แหล่งที่มา : <https://www.arduino.in.th/product/558/arduino-mega-2560-r3-แถมสาย-usb>

จากรูปที่ 2.6 บอร์ด Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ I/O มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆ ตัว ทำให้ Pin I/O ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีความหน่วยความจำแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3 ทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่า ในความเร็วของ MCU ที่เท่ากัน

2.6 บอร์ด Ethernet Shield W5100

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ หัวใจหลักของส่วนนี้ คือ ไอซี Ethernet จากบริษัท WIZnet เบอร์ W5100 W5100 จะสื่อสารในระบบเครือข่าย (IP) ได้ทั้งในรูปแบบของ TCP และ UDP สามารถรองรับการเชื่อมต่อพร้อมกันได้ถึง 4 คอนเนกชันด้วยกัน โดยใช้ไลบรารีของ Ethernet จากเว็บไซต์ <https://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet> ซึ่งจะมีตัวอย่างที่ใช้กับ Ethernet Shield นี้ หลังจากที่มีการเชื่อมต่อ Ethernet Shield กับบอร์ด Arduino แล้ว ท่านยังสามารถใช้ขาที่เป็นรูปแบบพื้นฐานของบอร์ด Arduino เดิมได้ เพราะขาทุกขาของบอร์ด

Arduino จะถูกเชื่อมต่อกับบอร์ด Ethernet Shield ดังนั้นท่านจึงสามารถใช้งานขาของบอร์ด Arduino ได้เช่นเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อบอร์ด Ethernet Shield กับบอร์ด Arduino

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/5/ethernet-wiznet-5100micro-sd-card-shield>

จากรูปที่ 2.7 บนบอร์ดมีช่องเสียบการ์ด Micro-SD ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดเก็บไฟล์สำหรับการให้บริการผ่านเครือข่าย บอร์ดถูกออกแบบให้ใช้ได้กับ Arduino/Genuino ทุกบอร์ด การ์ด Micro SD บนบอร์ดสามารถใช้งานได้ด้วยไลบรารี SD ที่เตรียมไว้ให้ในตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเรียกใช้งาน SD จะใช้ขา 4 ของ Arduino เป็นขา SS บนบอร์ด Shield ได้เพิ่มส่วนการรีเซ็ตเพื่อให้มั่นใจว่าโมดูล W5100Ethernet ถูกรีเซ็ตเมื่อได้รับแรงดัน (power on reset)

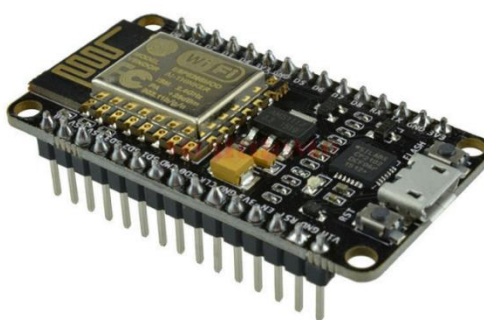
Arduino สื่อสารกับ W5100 และการ์ด SD โดยใช้บัส SPI (ผ่านทางพอร์ท ICSP) ซึ่งจะตรงกับขาดีจิตอล 10, 11, 12, และ 13 สำหรับบอร์ด UNO และขา 50, 51, และ 52 สำหรับบอร์ด MEGA การเลือกใช้งานระหว่าง Ethernet W5100 กับ การ์ด SD จะใช้ขา 10 สำหรับเลือก W5100 และขา 4 สำหรับการ์ด SD ในกรณีบอร์ด MEGA จะไม่สามารถใช้ขา I/O ทั่วไปที่กำหนดให้เป็นขา SS ได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ขาที่มีคุณสมบัติเป็น SS โดยเฉพาะ ซึ่งนั่นก็คือขา 53, ดังนั้นหากใช้บอร์ด MEGA ท่านจะสามารถเลือกใช้ได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งระหว่าง W5100 หรือการ์ด SD

เนื่องจากการเชื่อมต่อระหว่าง W5100 และการ์ด SD จะใช้บัส SPI เดียวกัน ดังนั้นการสื่อสารจะทำได้ทั้งสองอย่าง ถ้าหากโปรแกรมของท่านมีการกำหนดให้ใช้งานทั้งสองอย่างการอ่านสื่อสารจะต้องสอดคล้องกัน และการเลือกอุปกรณ์จะต้องเป็นไปอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น การเลือกการ์ด SD ขา 4

จะต้องกำหนดให้เป็นเอาต์พุตและสถานะต้องเป็นลอจิกสูง (High) ในส่วนของ W5100 จะต้องไม่เลือกใช้งานขา 10 ของ Arduino จะต้องกำหนดเป็นเอาต์พุตและกำหนดเป็นลอจิกต่ำ (Low)

2.7 บอร์ด Node MCU

Node MCU (โนนดเอ็มซียู) คือ บอร์ดคล้าย Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับ Arduino และบอร์ดก็มีราคาถูกมาก ๆ เหมาะแก่ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นศึกษา หรือทดลองใช้งานเกี่ยวกับ Arduino, IoT, อิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่นำไปใช้จริงในโปรเจกต์ต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.8



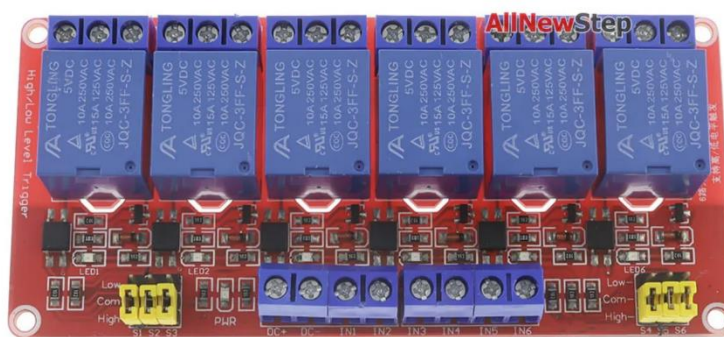
รูปที่ 2.8 NodeMCU ESP8266

แหล่งที่มา : <http://www.arduino.in.th/product/420/nodemcu-development-kit-v2>

จากรูปที่ 2.8 บอร์ด Nodemcu ภายในบอร์ดของ NodeMCU ประกอบไปด้วย ESP8266 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้ พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ/อัปโหลดโปรแกรม, ชิพสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB ชิพแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น

2.8 บอร์ด Relay Module

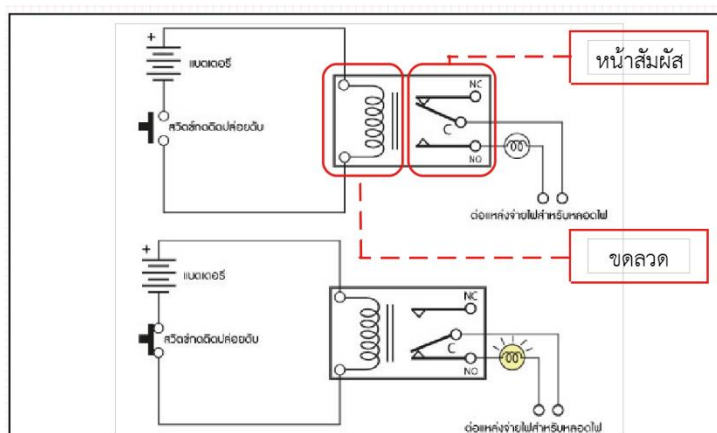
ชุดรีเลย์ที่ใช้ต่อกับเอาต์พุตของ PLC หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นทั้ง PNP หรือ NPN เพื่อนำ Contact Relay ไปใช้งาน ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย ซ่อมแซมได้ง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวก รูปทรงสวยงาม สามารถติดตั้ง บนราง DIN RIAL ในตู้ไฟฟ้าได้ มี LED โชว์สภาวะการทำงานของ Relay ใช้กับสายขนาด 2.5mm×2.5mm สามารถทนอุณหภูมิการติดตั้งได้ 0-50 องศา แสดงได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 บอร์ด Relay Module

แหล่งที่มา : <https://www.allnewstep.com/product/3047/relay-5v-6-ช่อง-relay-module-relay-5v-relay-6-channel-แบบแยกกราวด์-optocoupler-isolation>

จากรูปที่ 2.9 เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมายภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส แสดงได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วงจรไฟฟ้าภายในรีเลย์

แหล่งที่มา : <http://www.kruteerapong.com/u18Knowledge.php>

จากรูปที่ 2.10 แสดงภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสถานะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด หน้าสัมผัส NO (Normally

Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขาCOM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่นำไปใช้

2.9 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วย ขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่อยู่ในประกอบด้วย แม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเคลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า โครงสร้างของ Solenoid Valve โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์ วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) e Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์ว แสดงได้ดังรูปที่

2.11



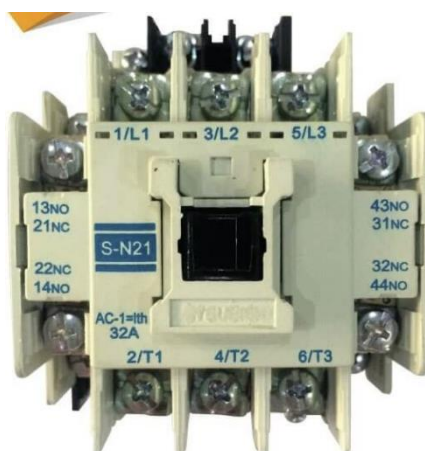
รูปที่ 2.11 โซลินอยด์วาล์ว

แหล่งที่มา : <https://globalhouse.co.th/product/detail/8855638057825>

จากรูปที่ 2.11 เป็นโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น โซลินอยด์วาล์ว 2/2 เป็นต้น

2.10 Magnetic Contactor

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ , ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่าง ๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil), หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 Magnetic Contactor

แหล่งที่มา : <http://www.tsc-th.com/ดูย้งไงว่าแมกเนติกเสีย/>

จากรูปที่ 2.12 แสดงแมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นสวิตช์อีกชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นขดลวดหรือคอยล์ ซึ่งเมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าในขดลวดแล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นหน้าสัมผัสของตัวแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำหน้าที่ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า กำลังที่ป้อนเข้าโหลด หลักการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์คือ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าในขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบขดลวด มีอำนาจดูดเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature) ซึ่งแกนเหล็กนี้ปลายข้างหนึ่งจะต่ออยู่กับหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Moving Contact) และปลายอีกข้างหนึ่งวางอยู่บนสปริง ซึ่งจะคอยผลักแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ให้หน้าสัมผัสจาก เมื่อขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กและมีอำนาจมากกว่าแรงดันสปริง แกนอาร์มาเจอร์จะถูกดูด ทำให้หน้าสัมผัสต่อกัน และเมื่อตัดกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าขดลวด อำนาจแม่เหล็กรอบขดลวดจะหมดไป แรงดันสปริงจะผลักแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ให้หน้าสัมผัสจากออกหน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ในหนึ่งตัวอาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว หรือ 2 ขั้ว

หรือ 3 ชั่วโมงก็ได้ และหน้าสัมผัสอาจเป็นแบบปกติเปิดทั้งหมด หรืออาจจะมีทั้งหน้าสัมผัสปกติเปิดและปกติปิดสลับกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบบและวงจรการควบคุม

2.11 จอแสดงผลแบบ LCD

LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบ (Digital) โดยภาพที่ปรากฏขึ้นเกิดจาก แสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟด้านหลังของจอภาพ (Black Light) ผ่านชั้นกรองแสง (Polarized filter) แล้ววิ่งไปยังคริสตัลเหลวที่เรียงตัวด้วยกัน 3 เซลล์คือ แสงสีแดง แสงสีเขียวและแสงสีน้ำเงิน กลายเป็นพิกเซล (Pixel) ที่สว่างสดใสเกิดขึ้น แสดงได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 จอแสดงผล LCD

แหล่งที่มา : <http://www.arduino4.com/product/140/2004-lcd-blue-screen-20x4-lcd-จอ-lcd-สีฟ้า>

จากรูปที่ 2.13 แสดงจอ LCD ที่มีการเชื่อมต่อแบบ I2C หรือเรียกอีกอย่างว่าการเชื่อมต่อแบบอนุกรม จะเป็นจอ LCD ธรรมดาทั่วไปที่มาพร้อมกับบอร์ด I2C Bus ที่ทำให้การใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น และยังมาพร้อมกับ VR สำหรับ ปรับความเข้มของจอ ในรูปแบบ I2C จะใช้ขาในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 4 ขา (แบบ Parallel ใช้ 16 ขา) ซึ่งทำให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น สำหรับการเขียนโปรแกรมจอแสดงผล LCD แสดงได้ดังรูปที่ 2.14

```

1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
4  //LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);
5  void setup()
6  {
7      lcd.begin();
8      lcd.backlight();
9      lcd.setCursor(0, 0); // กำหนดตำแหน่งเคอร์เซอร์ที่ แถวที่ 0 บรรทัดที่ 0
10     lcd.print("ArduinoAll TEST"); //พิมพ์ข้อความ
11     lcd.setCursor(2, 1); // กำหนดตำแหน่งเคอร์เซอร์ที่ แถวที่ 2 บรรทัดที่ 1
12     lcd.print("arduinoall.com"); //พิมพ์ข้อความ "arduinoall.com"
13 }
14 void loop() {
15
16 }

```

รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมจอแสดงผล LCD

แหล่งที่มา : <http://www.allnewstep.com/article/220/20-สอน-arduino-วิธีใช้จอ-lcd-1602-แบบ-i2c-อย่างง่าย>

จากรูปที่ 2.14 แสดง Code สำหรับการเขียนโปรแกรมจอแสดงผล LCD โดยมีการ include Library <LiquidCrystal_I2C.h> เข้ามา

2.12 ป้อนน้ำ

เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งมีใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเกษตร คือ สูบน้ำได้ปริมาณมาก น้ำที่สูบไม่จำเป็นที่จะต้องสะอาด เนื่องจากสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำ ไม่ค่อยมีผลเสียต่อเครื่องสูบน้ำชนิดนี้นัก การใช้งานก็มีอยู่อย่างกว้างขวาง ทั้งในไร่นา สวนผัก สวนผลไม้ หรือแม้แต่ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เครื่องสูบน้ำแบบนี้ เหมาะสำหรับสูบน้ำในแม่น้ำลำธาร บ่อน้ำ คูคลอง หรืออ่างเก็บน้ำที่มีระดับต่ำกว่าระดับพื้นดินไม่เกิน 10 เมตร แสดงได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ปั๊มน้ำขนาด 2 แรงม้า

แหล่งที่มา : <https://globalhouse.co.th/product/detail/6222007620195>

จากรูปที่ 2.15 ปั๊มน้ำแบบหอยโข่งสามารถสูบน้ำด้วยการทำงานของส่วนประกอบ 4 ส่วน

1. ใบพัด (Impeller): เป็นส่วนที่ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางต่อน้ำที่อยู่ภายในเรือน
2. เรือนสูบ (Casing): เป็นส่วนที่เปลี่ยนแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดจากใบพัดให้เป็นแรงดันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ช่องดูด (Suction): ทำหน้าที่เป็นท่อทางน้ำเข้าของปั๊มน้ำ
4. ช่องดูด (Discharge): ทำหน้าที่เป็นท่อทางส่งน้ำออกของปั๊มน้ำ

2.13 โปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino

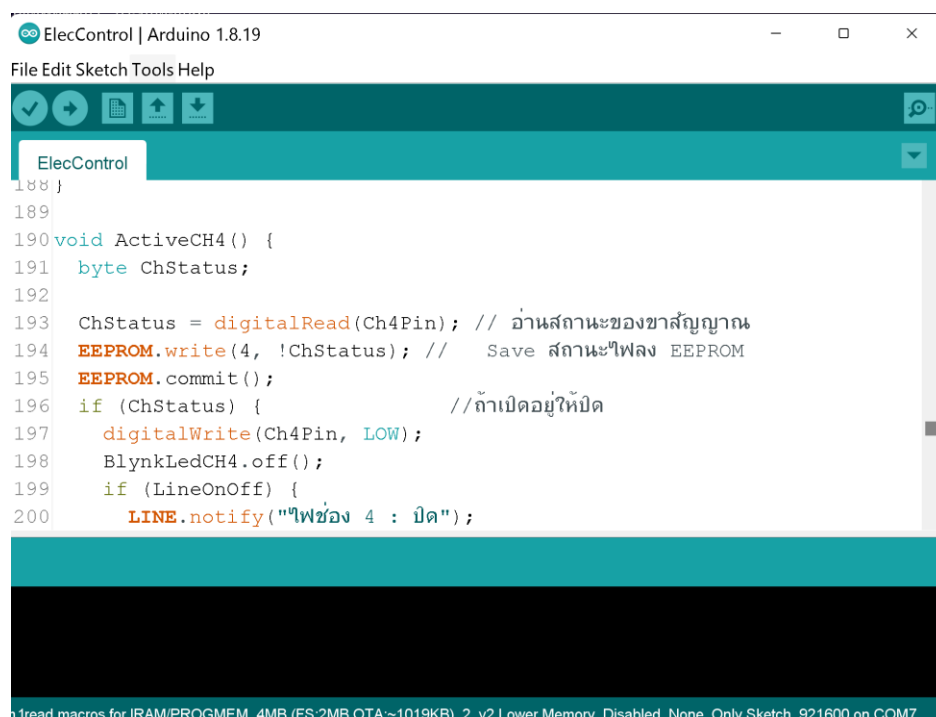
เนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายถึงระบบปฏิบัติการและภาษาที่ใช้ในการควบคุมให้ระบบสามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ภาษา C เป็นการเขียนโปรแกรมพื้นฐานสามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้มากมาย ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเวลาใช้สามารถพิมพ์ชุดคำสั่งภาษาซีเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ ประมวลผลทางสัญญาณไฟฟ้าทางไฟฟ้าสื่อสารก็ได้ทำให้ประสิทธิภาพของงานที่ทำดียิ่งขึ้น ภาษาซีเป็นภาษาที่บางคนเรียกว่าภาษาระดับกลาง คือไม่เป็นภาษาระดับต่ำแบบแอสเซมบลีหรือเป็นภาษาสูงแบบ เบสิก โคบอล ฟอรัแทรน หรือ ปาสคาล เนื่องจากสามารถจะจัดการเกี่ยวกับเรื่องของพอยน์เตอร์ได้อย่างอิสระ และบางทีก็สามารถควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่านทางภาษาซีได้ราวกับเขียนมันด้วยภาษาแอสเซมบลี

(2) Arduino IDE ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Arduino IDE คือ platform ที่ทำงานบนฝั่ง Hardware โดยมี IDE สำหรับพัฒนาและมี Hardware I/O สำหรับต่อ interface สำหรับการทำงานในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารที่คอมพิวเตอร์ทำได้ เช่น serial sd card usb wifi lang psgsm หรือ module ต่างๆ ที่สามารถเพิ่มเข้าไปได้ แสดงได้ดังรูปที่ 2.16



```

ElecControl | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
✓ ↻ 📄 ⬆ ⬇
ElecControl
188 }
189
190 void ActiveCH4() {
191   byte ChStatus;
192
193   ChStatus = digitalRead(Ch4Pin); // อ่านสถานะของชาสัญญาณ
194   EEPROM.write(4, !ChStatus); // Save สถานะไฟลง EEPROM
195   EEPROM.commit();
196   if (ChStatus) { // ถ้าเปิดอยู่ให้ปิด
197     digitalWrite(Ch4Pin, LOW);
198     BlynkLedCH4.off();
199     if (LineOnOff) {
200       LINE.notify("ไฟช่อง 4 : ปิด");

```

Read macros for IRAM/PROGMEM, 4MB (FS:2MB OTA:~1019KB), 2 v2 Lower Memory, Disabled, None, Only Sketch, 921600 on COM7

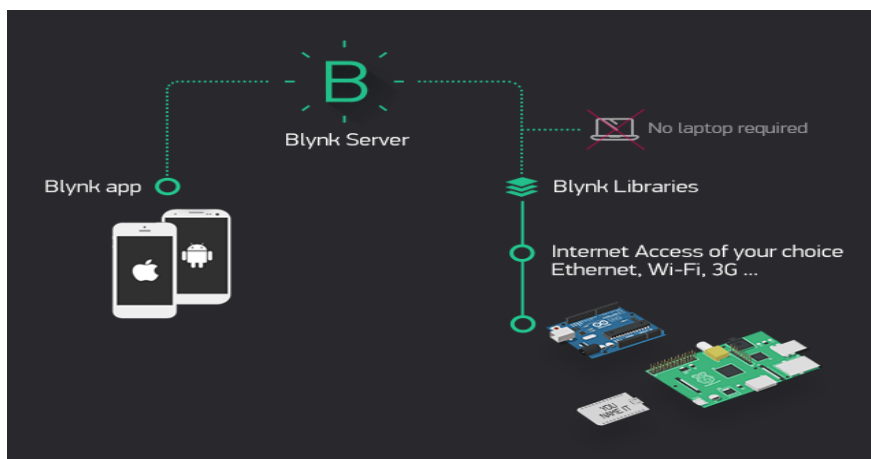
รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะของโปรแกรม Arduino IDE

แหล่งที่มา : ผลิตเอง

จากรูปที่ 16 แสดงการใช้งาน Arduino IDE จะรวบรวมชุดไลบรารีสำหรับการทำงานร่วมกัน Arduino hardware ซึ่งหลังจากพัฒนาหรือจะทำการทดลองก็เพียงแค่โหลดโปรแกรมที่เขียนลงสู่ Arduino hardware ได้โดยไม่ต้องมีเครื่องโปรแกรมใด ๆ

2.14 Blynk Platform

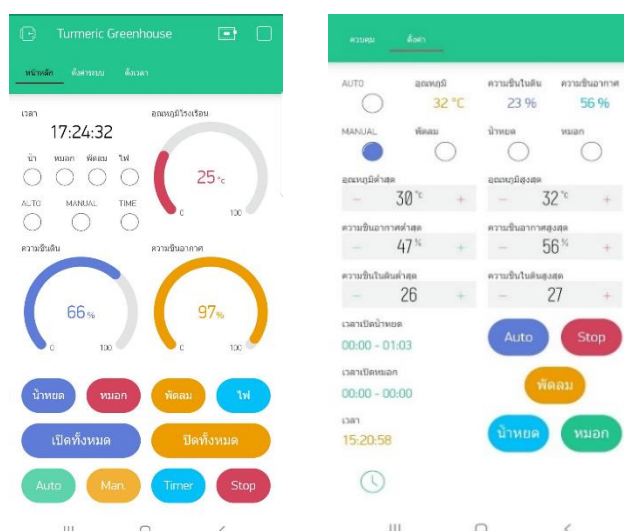
Blynk Platform ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ Internet of Things ซึ่งมีคุณสมบัติในการควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังสามารถแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย สำหรับโครงการของ Blynk Platform แสดงได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Blynk Platform

แหล่งที่มา : <https://blog.thaieasyelec.com/getting-started-iot-with-blynk>

จากรูปที่ 2.17 แสดงการใช้ Blynk App – แอปพลิเคชันที่สามารถติดตั้งในมือถือของเราเองเพื่อสร้าง Interface ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์ Internet of Things Blynk Server – ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์ Internet of Things ในส่วนนี้จะเปิดให้ใช้บริการฟรี Blynk Libraries ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ Internet of Things ต่างๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างของแอปพลิเคชันที่สร้างจาก Blynk Platform

แหล่งที่มา : ผลิตเอง

จากรูปที่ 2.18 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบหน้าใช้งานของโปรแกรม Blynk Server เป็น Digital Dashboard Platform สำหรับ Arduino NodeMCU และ Raspberry Pi โดยผู้ใช้งานสามารถสร้าง Graphic interface ขึ้นมาใน Application (รองรับทั้ง iOS และ Android) เพื่อทำการควบคุมจัดการ อุปกรณ์ IoT ได้อย่างง่ายดาย สำหรับท่านที่ต้องการใช้งาน Blynk นั้นทางเราได้ทำการสร้างระบบ Blynk Server ขึ้นมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้แบบฟรีๆ กันเลย

2.15 แอปพลิเคชันไลน์

โปรแกรม App Line แอปพลิเคชัน ที่มีความสามารถในการสนทนา เช่น การแชท การส่งข้อความ การแชร์ไฟล์ การสร้างกลุ่มพูดคุย หรือการสนทนาผ่านเสียง ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บน อุปกรณ์ประเภทพกพา (Mobile Devices) เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น นอกจากนี้ Line ยังสามารถติดตั้งและใช้งานบนเครื่อง คอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ด้วย แสดงได้ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 Application Line

แหล่งที่มา : [http://th.wikipedia.org/wiki/ไลน์_\(โปรแกรมประยุกต์\)](http://th.wikipedia.org/wiki/ไลน์_(โปรแกรมประยุกต์))

จากรูปที่ 2.19 แสดงการใช้งาน App Line การสื่อสารการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบถึงสถานะการทำงานของระบบโดยแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์เกิดปัญหา มีการขัดข้องของอุปกรณ์โดยแจ้งให้ผู้ดูแลทราบสถานะของระบบ

2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้เสนองานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบวิจัยของข้าพเจ้าซึ่งได้แก่ งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ความชื้นของดิน ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย และระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสาธารณะ ทัศนศึกษาสวนสาธารณะ ชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง โดยรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษามีดังนี้

2.16.1 งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ความชื้นของดิน ผลงานของ ทองล้วน สิงห์นันท์ และ วันดี หวังคะพันธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และ

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ และ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โครงการวิจัยชุดนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับ ควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ โดยใช้ เซ็นเซอร์ วัดค่า ความชื้นจากดินในพื้นที่แปลงปลูกพืช ส่งข้อมูลมาประมวลผลเพื่อทำการตัดสินใจในการให้น้ำแก่พืชที่ปลูก โดยอัตโนมัติ และสามารถควบคุมได้ด้วยมือ เพื่อช่วย ลดปัญหาในเรื่องของทรัพยากรน้ำ สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้

2.16.2 ดิน ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ผลงานของ นราริพ ทองปาน และ ธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ศึกษาผลการ ทดลองใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในแปลงทดลองของเกษตรกรและ ศึกษาความพึงพอใจ ของเกษตรกรที่มีต่อระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย กลุ่มตัวอย่างเป็น เกษตรกรบ้านโนนตาล ตำบลท่า สองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 คน ด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง เฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกหน่อไม้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบบันทึกการวัดระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบบันทึก การวัดค่าความชื้นของดิน แบบบันทึกการวัดระยะการทำงานระบบรดน้ำด้วยคอมพิวเตอร์และ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.16.3 ระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนผสมผสาน กรณีศึกษาศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงบ้านคลองเคียน ตำบลกะปาง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชผลงานของ ธัญลักษณ์ บัวทิพย์ ศิริกานต์ เรืองสุวรรณ และ อรรถพล วิฑูรย์พันธ์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทำการวิจัยเรื่องระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยจะทำการรดน้ำเมื่อค่าความชื้นในดินมีค่าไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นสละ หรือระบบสามารถทำงานได้ตามผู้ใช้ควบคุมการรดน้ำจากการกดปุ่มผ่านกล่องควบคุม และผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่พักของเจ้าหน้าที่ดูแล

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าพบว่าในปัจจุบันทางสวนสาธารณะชุมชนบ้านในยาง ตำบลร่มเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง จะเป็นลักษณะของการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ที่เจ้าหน้าที่ จะต้องทำการเดินควบคุมการรดน้ำด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้เจ้าของสวนที่เสียเวลาเสียกำลังแรงงาน และไม่สามารถรับรู้ความชื้นในดินว่าเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งเป็นผลกระทบต่อผลผลิตทำให้มีการเจริญเติบโตได้ช้า

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสาธารณะ เพื่อลดปัญหาข้างต้นระบบที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมาเพื่อดูแลควบคุมความชื้นแปลงต้นสละ ช่วยในการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน โดยมีการออกแบบปุ่มกดที่หน้าตู้ควบคุม และมีการติดตั้งตู้ควบคุมไว้บริเวณที่พักของผู้ดูแลสวนรวมถึงมีการทำงานผ่านระบบออนไลน์ เนื่องจากระบบของผู้วิจัยได้ใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินควบคุมการให้น้ำสวนสาธารณะ จึงได้รับค่าความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบ สำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนรวบรวมของข้อมูลและศึกษาระบบงาน
2. ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ

3.1.1 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและศึกษาระบบงาน

จากการศึกษาสวนสาธารณะโดยทั่วไป ในปัจจุบันพบว่าผู้ใช้งานมักพบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องของการให้น้ำ ที่ผู้ใช้งานคาดคะเนในการให้น้ำแต่ละครั้ง แกวของต้นสละแต่ละแถวต้องการน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน เนื่องจากพื้นที่มีความต่างระดับ โดยต้นสละที่กำลังออกผลที่กำลังเจริญเติบโตย่อมต้องการน้ำเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน และการให้น้ำต้นสละในแต่ละครั้งนั้นควรให้น้ำปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของต้นสละ

3.1.2 ขั้นตอนการกำหนดปัญหาและความต้องการของระบบ

1. ประเด็นปัญหา

- เจ้าของสวน ไม่สามารถควบคุมความชื้นในดิน ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตได้เนื่องจากไม่มีเครื่องมือวัดค่าความชื้นในดิน
- ผู้ดูแลสวนต้องดูแลการให้น้ำโดยควบคุมระบบสปริงเกอร์
- ไม่มีความสะดวกในการดูต้นสละและผลผลิต

2. ความต้องการของระบบ

จากการวิเคราะห์ประเด็นและปัญหา ของสวนสละทางผู้ดูแลพบว่าปัญหาดังกล่าวจะส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำไม่มีคุณภาพ รายได้น้อย ผู้ดูแลต้องเสียเวลาในการดูแล และเสียสุขภาพ เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานโดยเฉพาะผู้ดูแลสูงอายุ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเข้ามาแก้ประเด็นปัญหาดังกล่าว ได้คิดค้นระบบอัตโนมัติแบบออนไลน์สำหรับการควบคุมการให้น้ำสวนสละฯ สามารถทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ การควบคุมการให้น้ำตามค่าความชื้นในดิน (Auto Mode) การควบคุมการให้น้ำตามช่วงเวลาที่กำหนด (Timer & Auto Mode) และการควบคุมการให้น้ำที่ผู้ใช้กำหนดเอง (Manual Mode) สามารถระบุความต้องการของระบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการให้น้ำในสวนสละที่แม่นยำตามเวลาที่กำหนดและความชื้นที่กำหนด

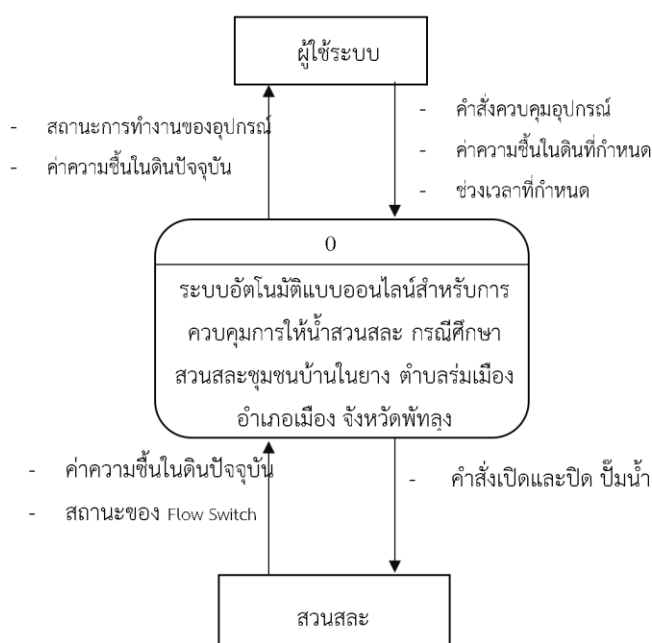
3.2 ขั้นตอนการออกแบบระบบ

การออกแบบระบบเป็นกระบวนการที่แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นในระบบและการเคลื่อนที่ของข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งการออกแบบนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการออกแบบ โดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD : Data Flow Diagram) ดังนี้

3.2.1 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

แผนภาพบริบท เป็นการแสดงให้เห็นถึงข้อมูลโดยรวมของระบบว่าได้รับข้อมูลจากที่ใด มีส่วนประกอบใดและเกี่ยวข้องกันอย่างไร มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างไร และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลใดบ้าง โดยแผนภาพบริบทของระบบการให้น้ำสวนสละที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลมาได้นั้นแสดงได้ดังรูปที่

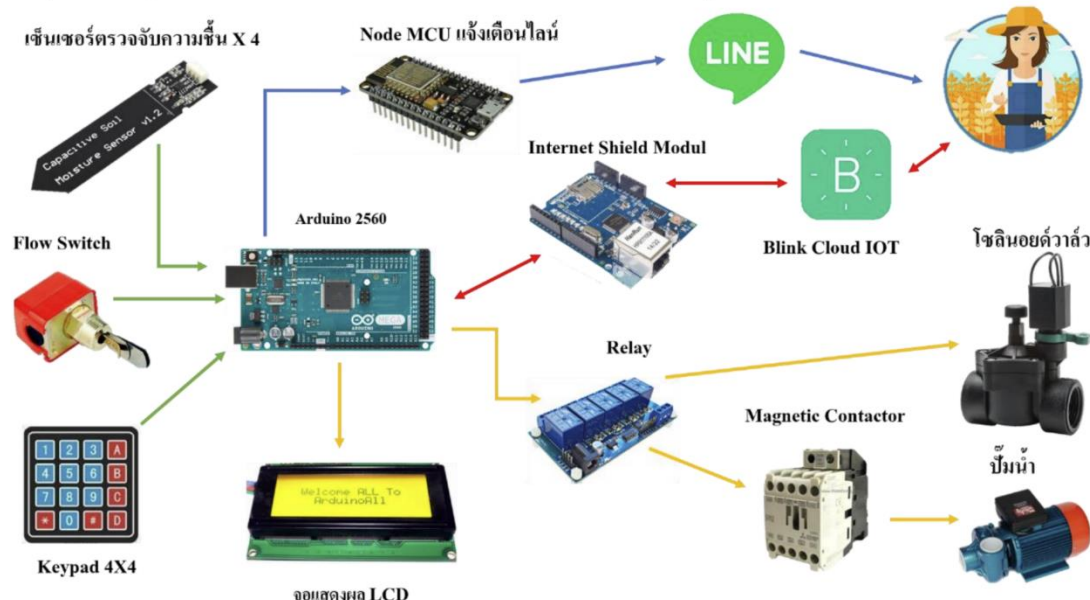
20



รูปที่ 3.1 แผนภาพบริบทของระบบ

3.2.2 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ

เป็นการแสดงให้เห็นถึงวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาสร้างเป็นระบบและแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อกันของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่ามีการเชื่อมต่อกันอย่างไรบ้าง ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 21



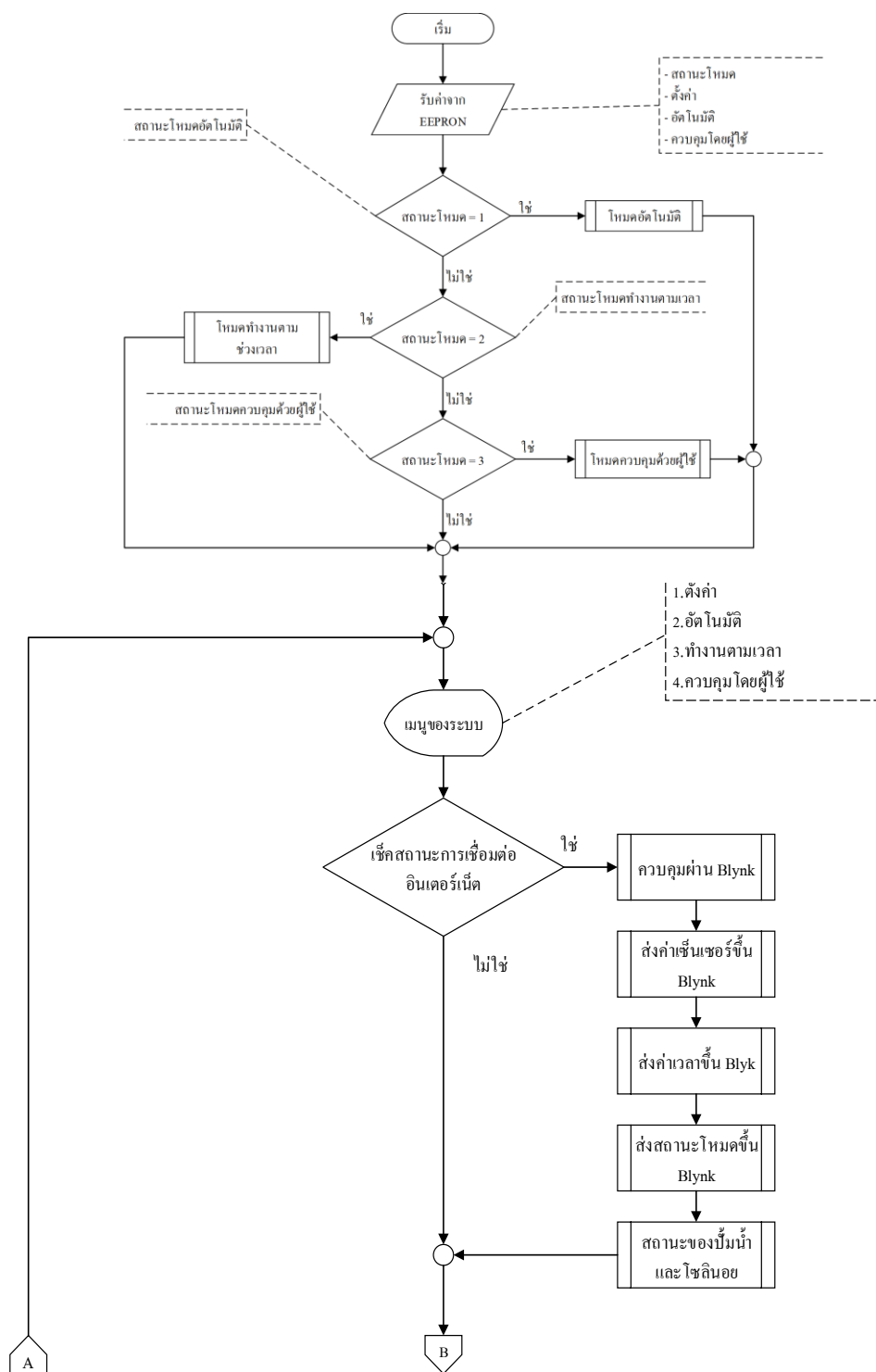
รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างการเชื่อมต่อทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ

3.3 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมระบบ

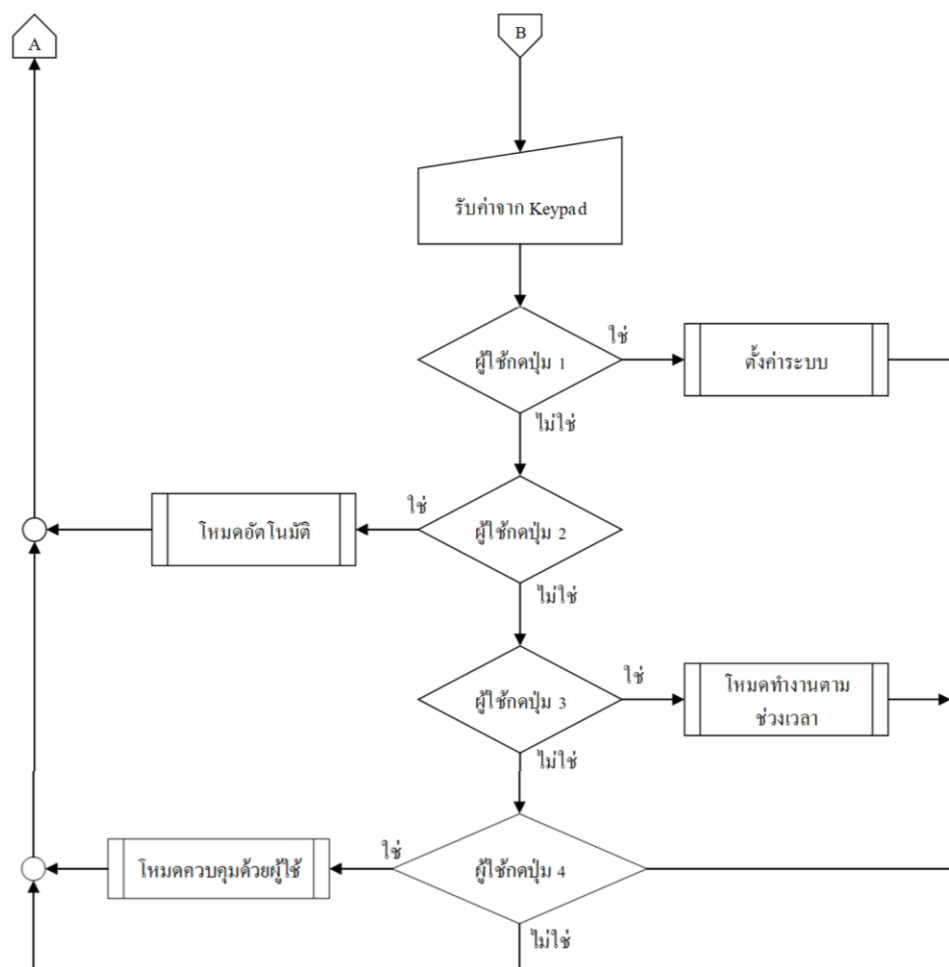
ในส่วนนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับบันทึกเข้าไปในตัวประมวลผลกลางที่อยู่ในบอร์ด Arduino เพื่อให้ตัวประมวลผลกลางทำงานตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยให้ทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ อยู่ถูกต้องแม่นยำ โดยผู้วิจัยจะแบ่งการเขียนโปรแกรมเป็นส่วน ๆ และจะอธิบายลำดับการทำงานในลักษณะผังงานหรือที่เรียกว่า Flowchart ดังนี้

3.3.1 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม

ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวมเป็นการอธิบายถึงการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดใช้งานระบบว่ามีขั้นตอนหลักเป็นอย่างไรบ้าง มีการตรวจสอบเงื่อนไข และปุ่มกดในการควบคุมระบบก็เงื่อนไข ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ฟังก์ชันขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม



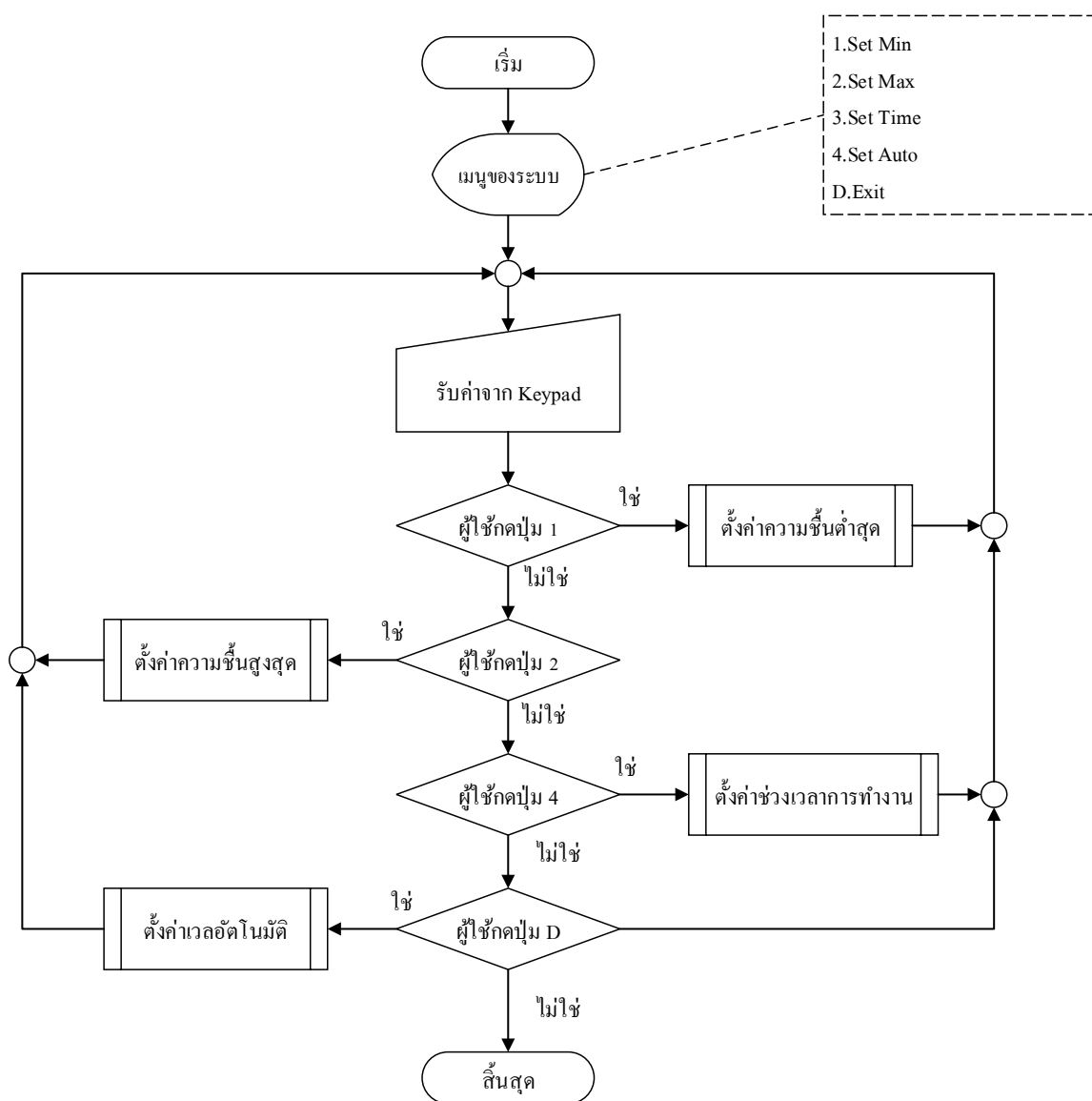
รูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม (ต่อ)

จากรูปที่ 3.3 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม เริ่มต้นระบบจะมีการอ่านค่าคงที่จาก EEPROM เมื่อเป็นการเข้าระบบครั้งแรกจะมีการตรวจสอบการเข้าระบบว่ามีการทำงานค้างอยู่หรือไม่ ถ้าระบบค้างอยู่ ระบบจะเริ่มการทำงานตามโหมดที่ค้างอยู่ หากไม่มีการทำงานให้ระบบรับค่าจาก Keypad เพื่อเข้าสู่ Mode ต่าง ๆ ต่อไปแล้วระบบจะแสดงผลออกทางหน้าจอโดยมี Mode ต่าง ๆ คือ

1. กด 1 จะเข้าสู่ การตั้งค่าการทำงาน
2. กด 2 จะเข้าสู่โหมดอัตโนมัติ
3. กด 3 จะเข้าสู่โหมดทำงานตามช่วงเวลา(อัตโนมัติ)
4. กด 4 จะเข้าสู่ระบบควบคุมด้วยผู้ใช้

3.3.2 ผังงานขั้นตอนการทำงานของระบบการตั้งค่าของระบบ

การทำงานของระบบการตั้งค่าของระบบ เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมสำหรับตั้งค่าคงที่ต่าง ๆ ของระบบที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขต่าง ๆ ที่จะให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้องตามขอบเขตที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยจะมีการตั้งค่าคงที่ได้แก่ ตั้งค่าความขึ้นต่ำสุด ตั้งค่าความขึ้นสูงสุด ตั้งค่าช่วงเวลาเปิดปิด และตั้งค่าช่วงเวลาของโหมดอัตโนมัติ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 3.4



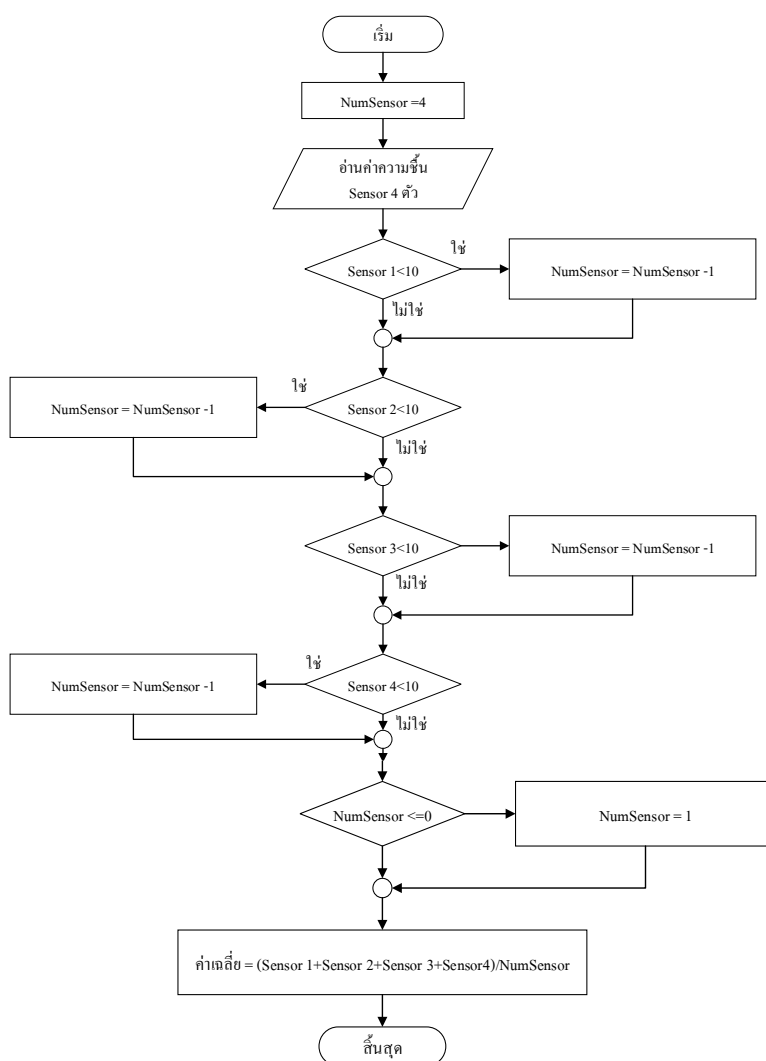
รูปที่ 3.4 ผังงานการตั้งค่าระบบ

จากรูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของการทำงานของระบบ เริ่มต้นระบบจะแสดงเมนูของการทำงานของระบบ หลังจากนั้นระบบจะให้ผู้ใช้ ดังนี้

1. ตั้งค่าความชื้นต่ำสุด
2. ตั้งค่าความชื้นสูงสุด
3. ตั้งค่าช่วงเวลาการทำงาน
3. ตั้งค่าช่วงเวลาโหมดอัตโนมัติ

3.3.3 ฟังก์ชันการอ่านค่าเซ็นเซอร์ (Read Sensor)

การอ่านค่าเซ็นเซอร์เป็นส่วนโปรแกรมสำหรับอ่านค่าเซ็นเซอร์วัดความชื้น จำนวน 4 ตัวแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขร่วมกับค่าความชื้นต่ำสุดและสูงสุด โดยฟังก์ชันแสดงได้ดังรูปที่ 3.5

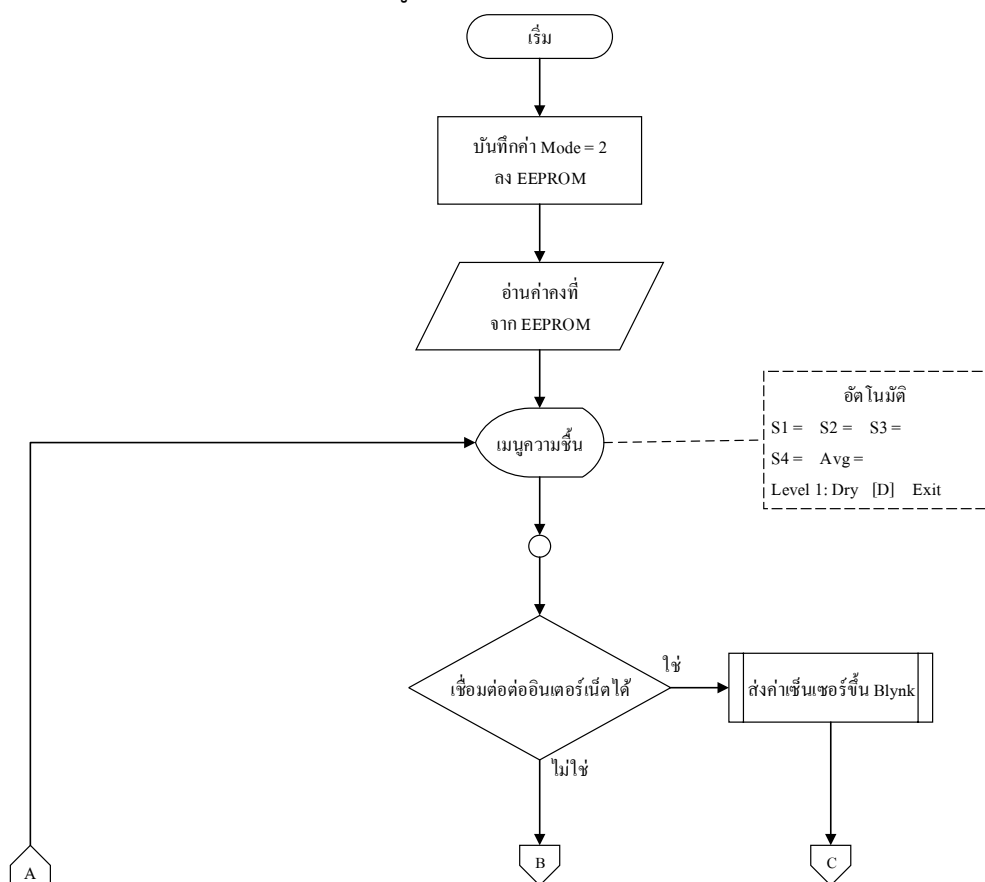


รูปที่ 3.5 ฟังก์ชันการทำงานของการทำงานของระบบการอ่านค่าเซ็นเซอร์

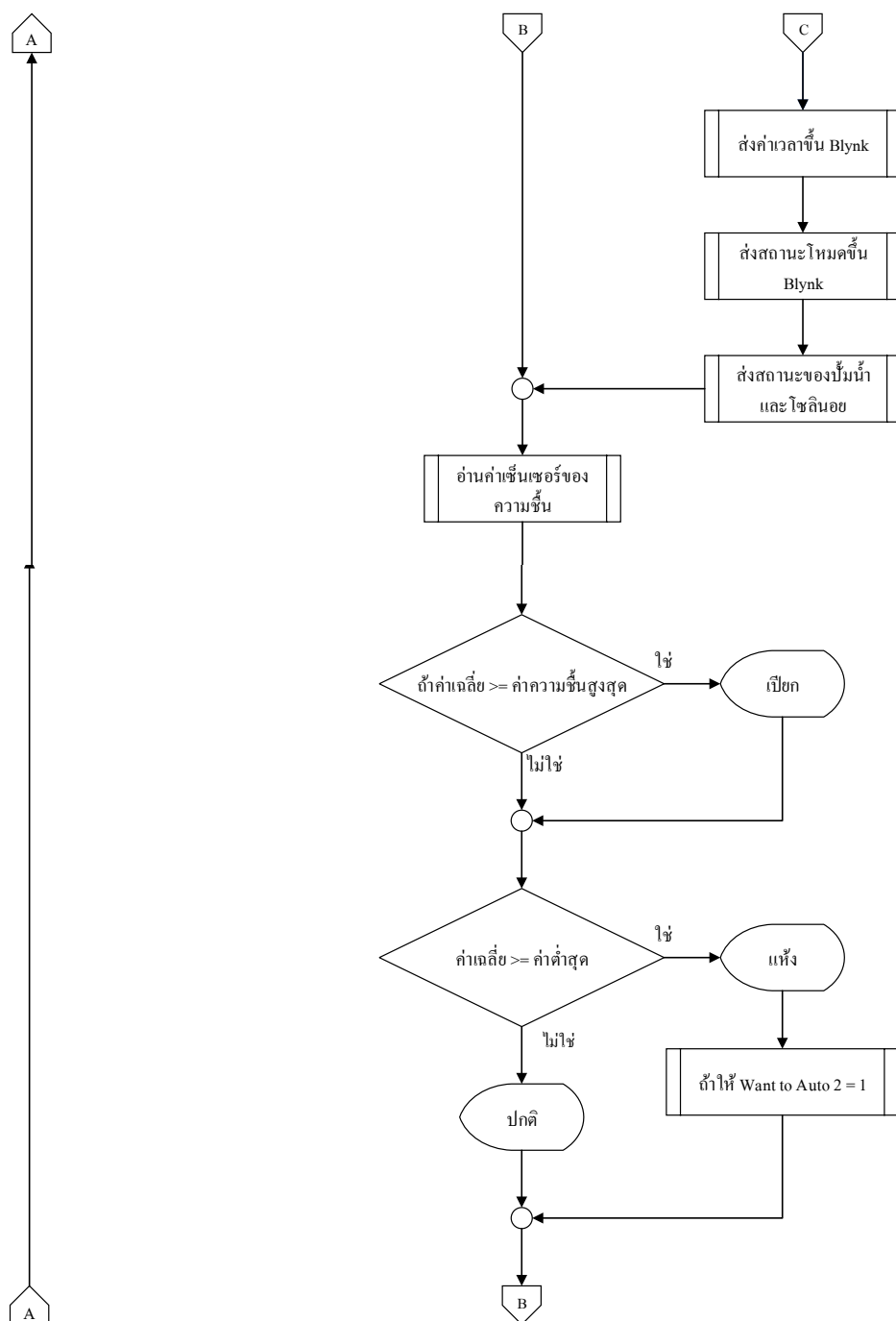
จากรูปที่ 3.5 หลักการทำงานของการทำงานอ่านค่าเซ็นเซอร์ จะเริ่มจากอ่านค่าเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัว จะทำการตรวจสอบว่าเซ็นเซอร์ทำงานหรือไม่ ถ้าไม่ทำงานให้ $\text{NumSensor} = \text{NumSensor} - 1$ หลังจากนั้นนำค่าของเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัวบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนเซ็นเซอร์ที่ใช้งานได้เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความชื้นในดินที่จะนำไปเป็นเงื่อนไขในการให้น้ำในโหมด Auto

3.3.4 ฟังก์ชันการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (Auto Mode)

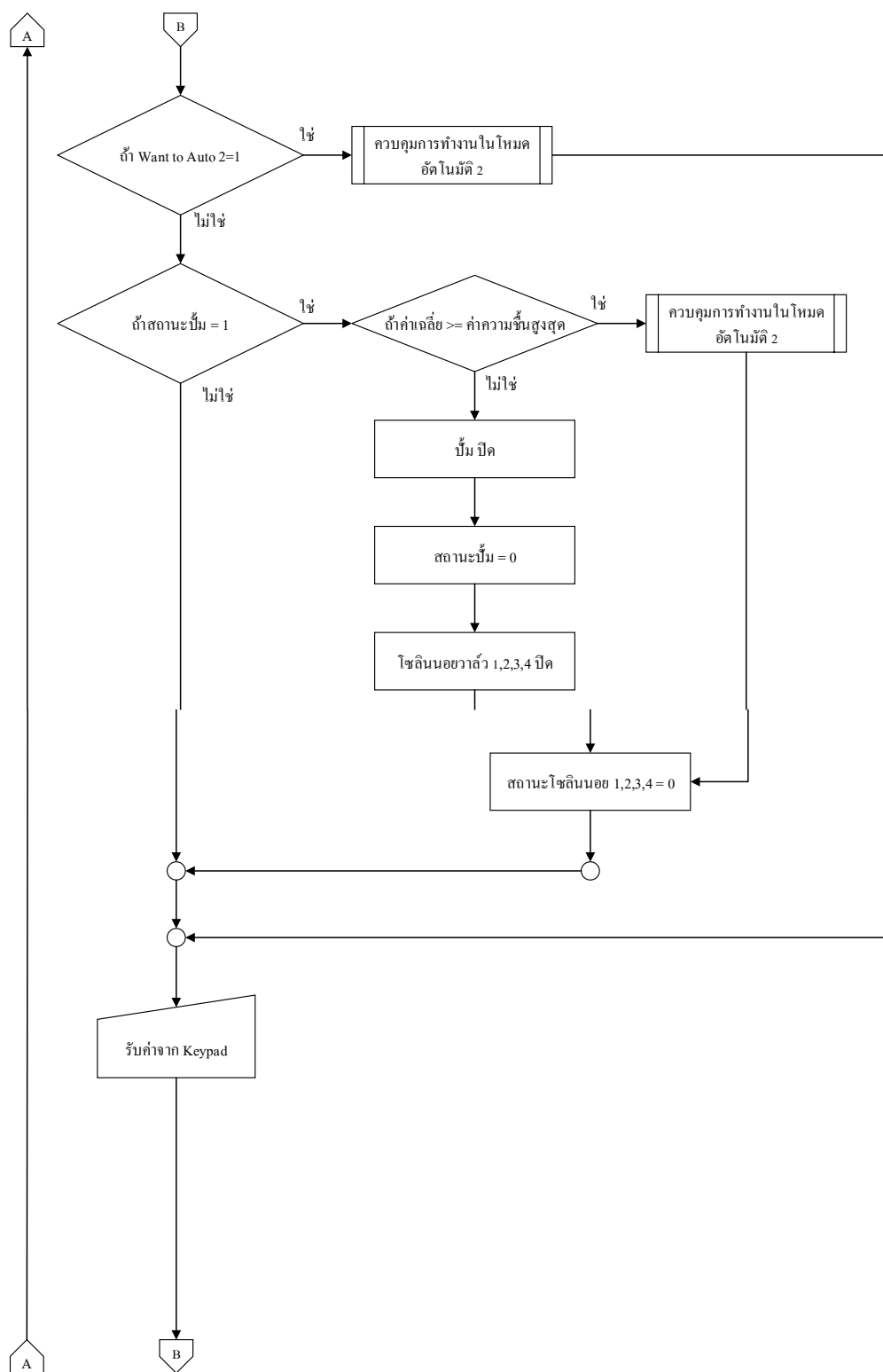
ฟังก์ชันขั้นตอนการทำงานของโหมดอัตโนมัติ เป็นส่วนของโปรแกรมสำหรับการทำงานตามเงื่อนไขค่าความชื้นที่กำหนด จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.6



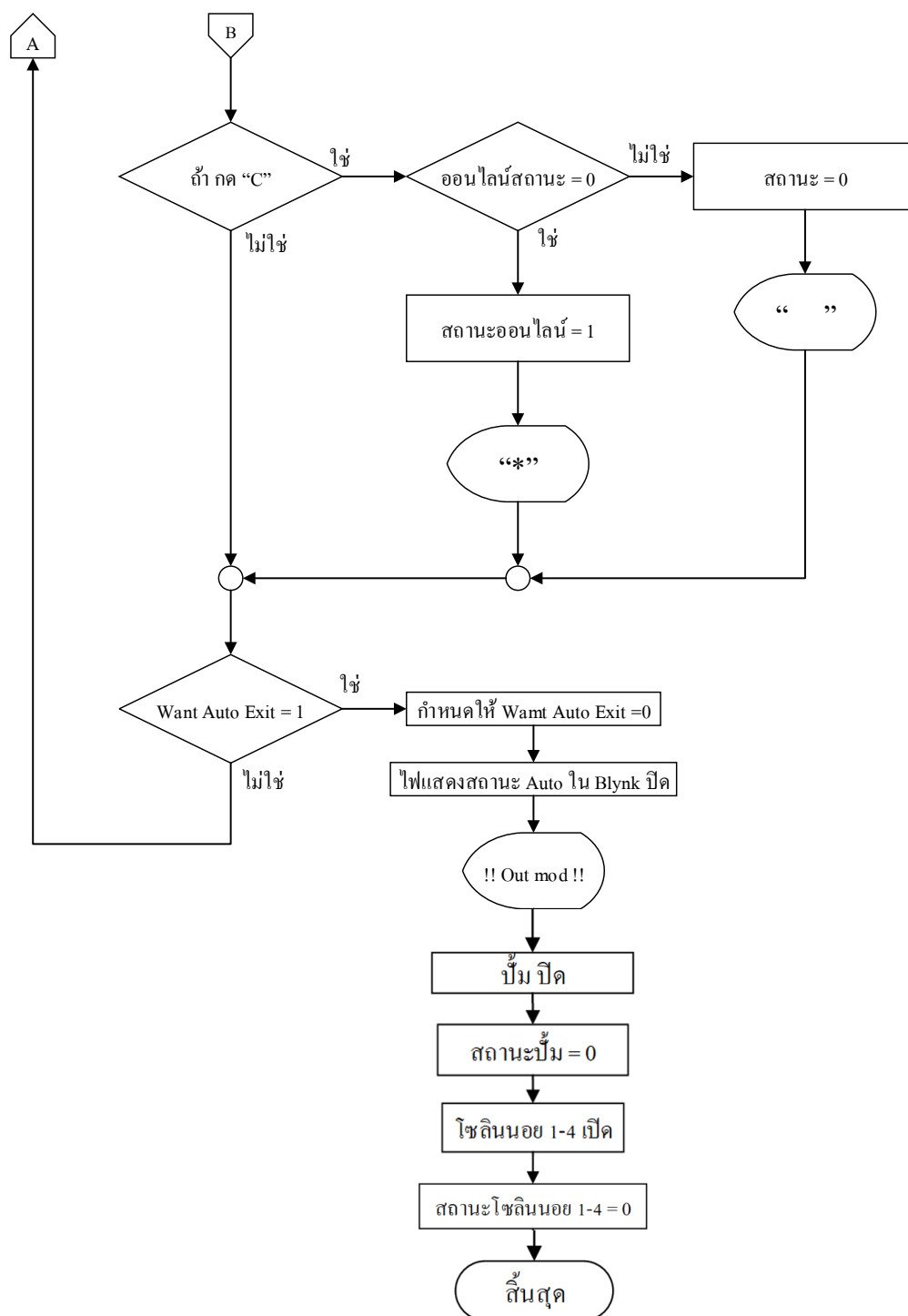
รูปที่ 3.6 ฟังก์ชันการทำงานของโหมดอัตโนมัติ



รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ)



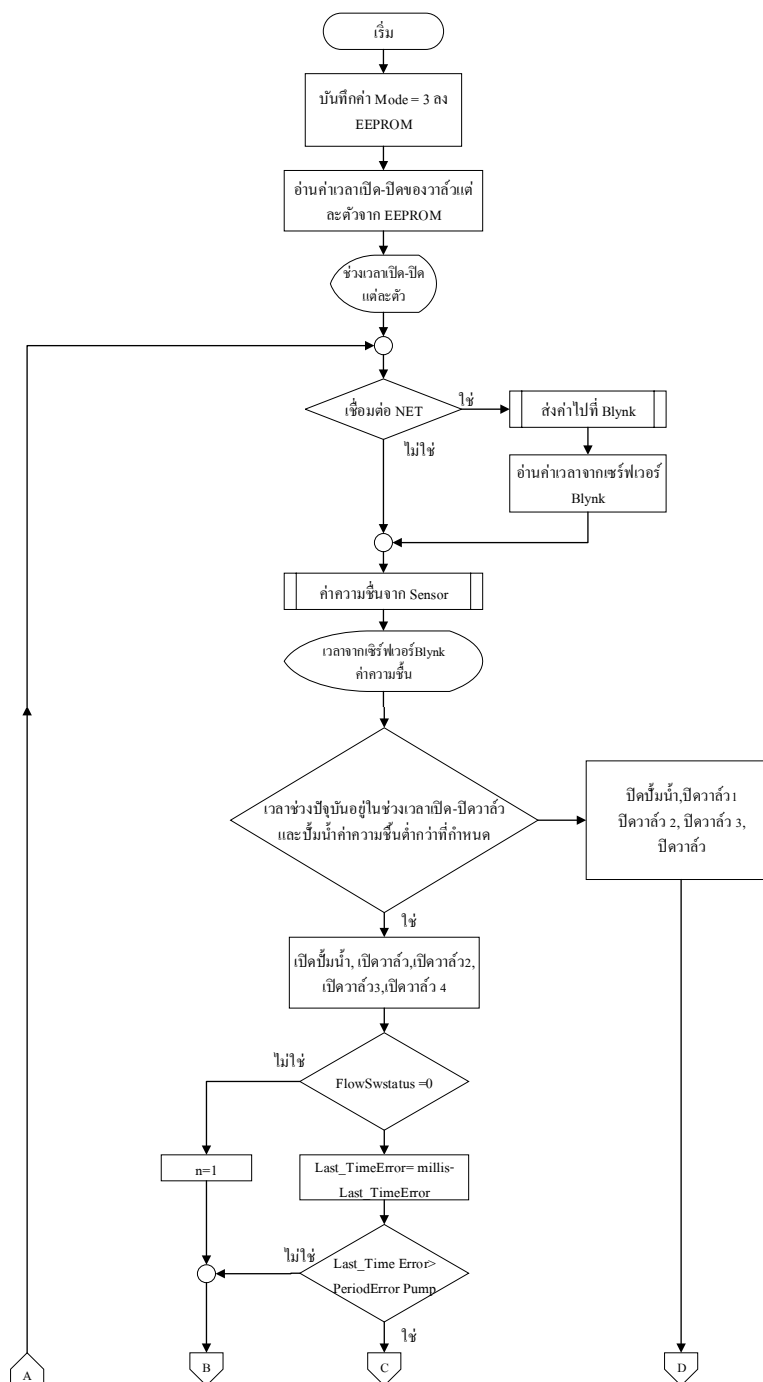
รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ)



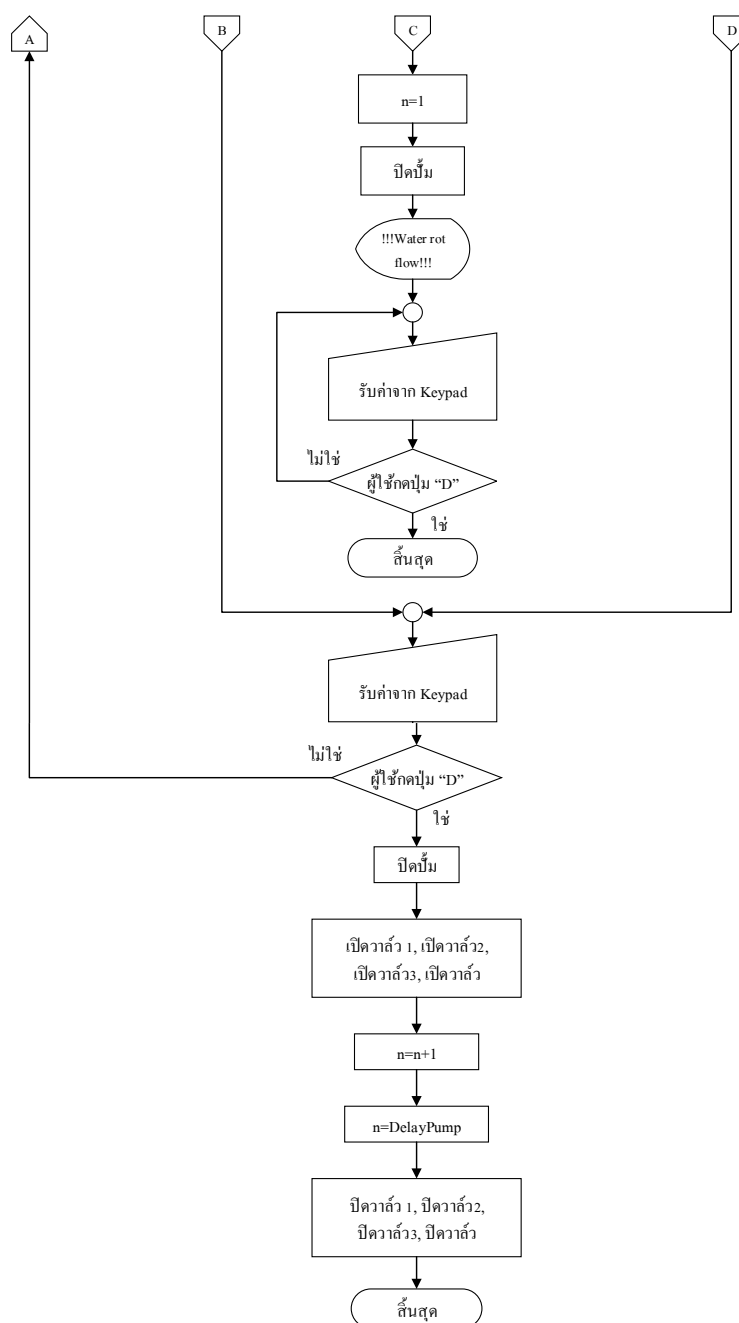
รูปที่ 3.6 ผังงานการทำงานของโหมดอัตโนมัติ (ต่อ)

3.3.5 ผังงานการทำงานของโหมดการทำงานตามช่วงเวลา (Time r& Auto Mode)

ผังงานขั้นตอนการทำงานของโหมดการทำงานตามช่วงเวลา เป็นส่วนของโปรแกรมสำหรับการทำงานตามเงื่อนไข ช่วงเวลาการทำงาน และค่าความชื้นที่กำหนด จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ผังงานการทำงานของโหมดการทำงานตามช่วงเวลา



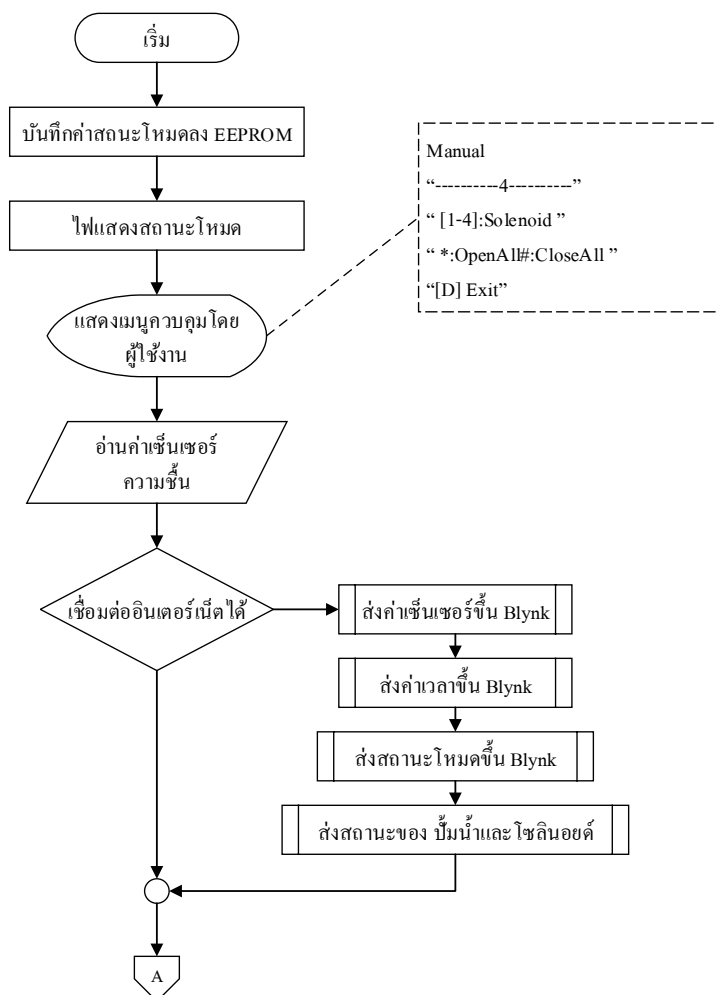
รูปที่ 3.7 ผังงานการทำงานโหมดการทำงานตามช่วงเวลา (ต่อ)

จากรูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบการให้น้ำตามช่วงเวลา จะเริ่มจากบันทึกค่าโหมดลงใน EEPROM หลังจากนั้นอ่านค่าคงที่เดิมจาก EEPROM แสดงหน้าจอและช่วงเวลาของการทำงานเดิม อ่านเวลาจากเซิร์ฟเวอร์ Bylnk และค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์แล้วจะแสดงหน้าจอ ระบบจะทำงานตามเงื่อนไข ถ้าเวลาช่วงปัจจุบันอยู่ในช่วงเปิดปั๊มน้ำและค่าความชื้นต่ำกว่าที่กำหนด ปั๊มจะเริ่ม

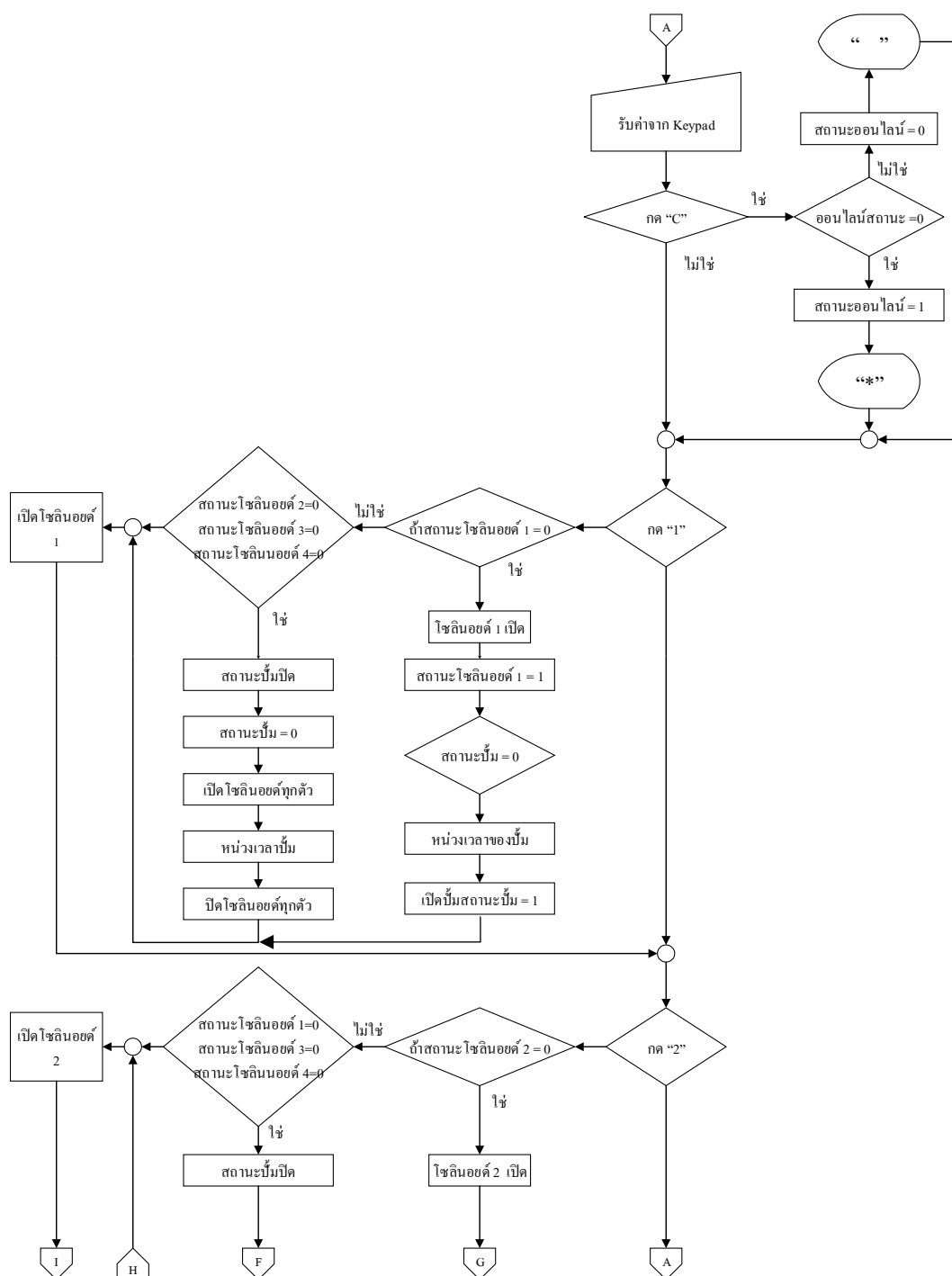
ทำงาน หากกรณีน้ำไม่ไหลแต่ปั๊มทำงาน Flow Switch จะนับรอบเพื่อตรวจสอบว่าน้ำไหลหรือไม่ ถ้า น้ำไม่ไหลระบบจะสั่งให้ปั๊มหยุดการทำงานทันที แล้วจะแสดงข้อความว่า !!!Water Not Flow!!! ผู้ใช้กดปุ่ม D ระบบก็จะสิ้นสุดการทำงานในโหมดการทำงานตามช่วงเวลา กรณีน้ำไม่ไหลระบบจะสั่งให้ปั๊มหยุดการทำงานทันที แล้วจะแสดงข้อความว่า !!!Water Not Flow!!! ผู้ใช้กดปุ่ม D ระบบก็จะสิ้นสุดการทำงานในโหมดการทำงานตามช่วงเวลา

3.3.6 ผังงานการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง (Manual Mode)

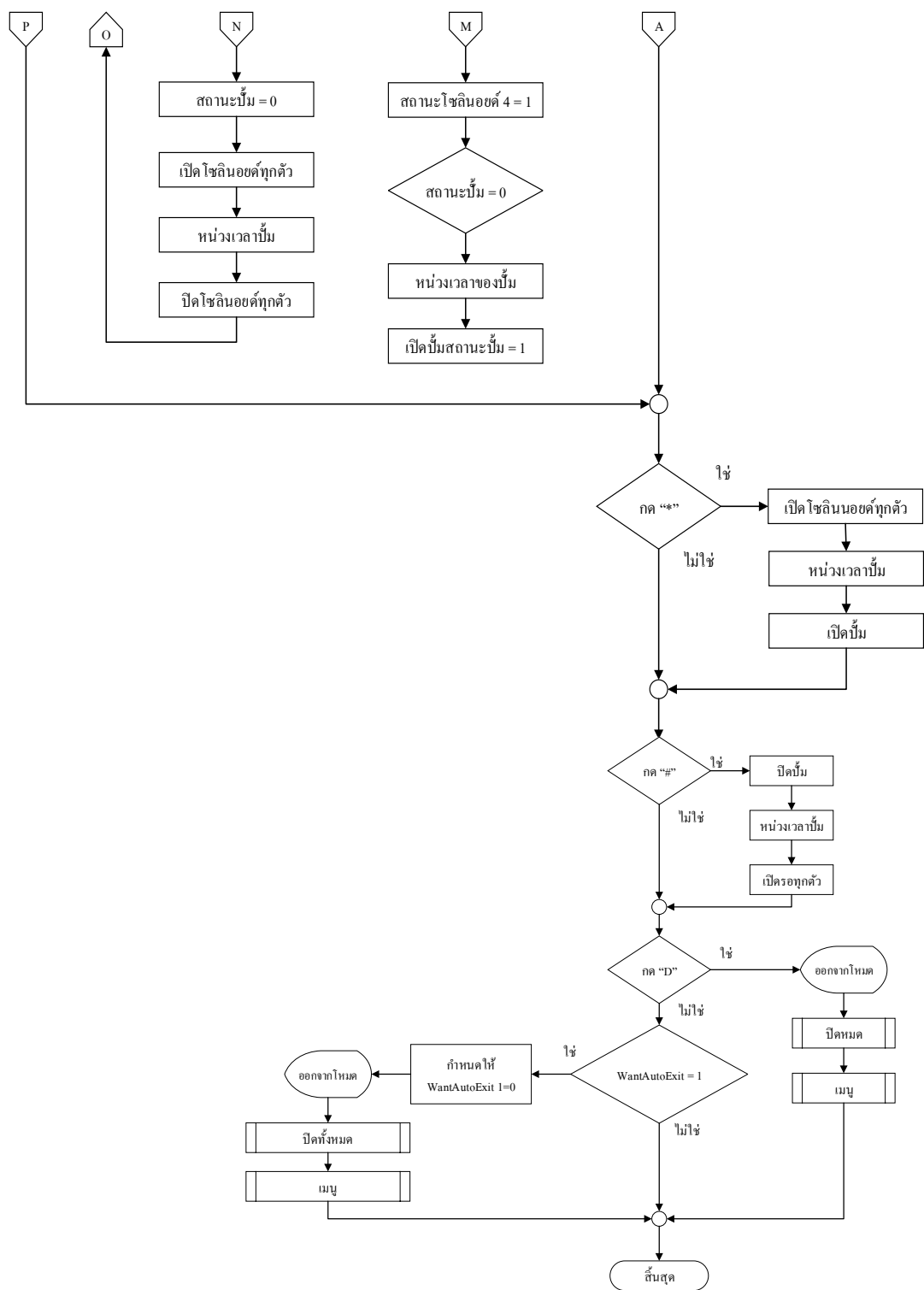
ผังงานขั้นตอนการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง เป็นส่วนของโปรแกรมสำหรับการทำงานตามเงื่อนไข โดยผู้ใช้ควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำเอง จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ผังงานการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง



รูปที่ 3.8 ผังงานการทำงานโหมตผู้ใช้กำหนดเอง (ต่อ)



รูปที่ 3.8 ฟังก์ชันการทำงานโหมดผู้ใช้กำหนดเอง (ต่อ)

จากรูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของโหมดผู้ใช้กำหนดเอง จะเริ่มจากบันทึกค่าโหมดลงใน EEPROM หลังจากนั้นอ่านสถานะของปั๊มจาก EEPROM แสดงหน้าจอ เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม 1 ระบบก็จะสั่งให้ปั๊มและวาล์วตัวที่ 1 เปิดการทำงาน ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม 1 อีกครั้งระบบก็จะสั่งให้ปั๊มและวาล์วที่ 1 หยุดการทำงาน หากกรณีน้ำไม่ไหลแต่ปั๊มทำงาน Flow Switch จะนับรอบเพื่อตรวจสอบว่าน้ำไหลหรือไม่ ถ้าน้ำไม่ไหลระบบจะสั่งให้ปั๊มหยุดการทำงานทันที แล้วจะแสดงข้อความว่า !!!Water Not Flow!!! ผู้ใช้กดปุ่ม D ระบบก็จะสิ้นสุดการทำงานในโหมดอัตโนมัติ

บทที่ 4

การพัฒนาระบบงาน

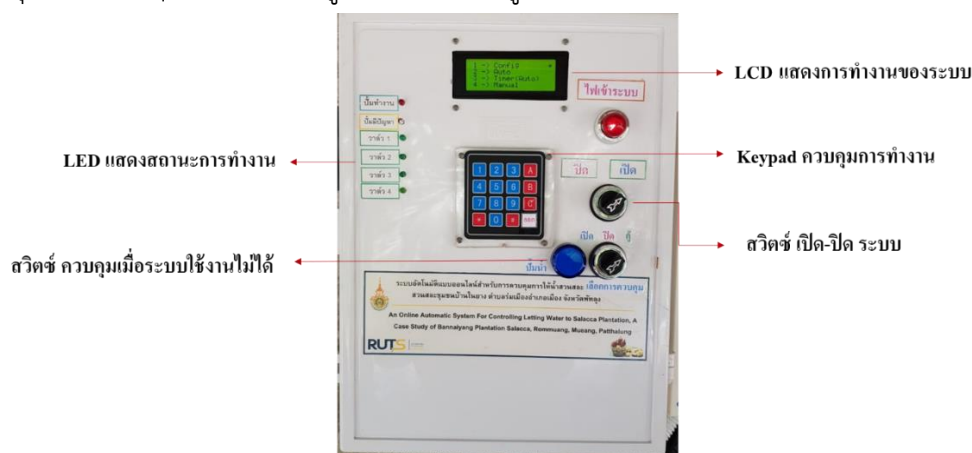
บทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการพัฒนากระบวนการเพื่อสร้างระบบให้สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ สำหรับงานวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินการนี้จะต้องทำการออกแบบใน 2 ส่วนด้วยกันคือ การออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้องเพื่อควบคุมอุปกรณ์ที่ได้กำหนดไว้ อีกส่วนคือการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ การออกแบบการแสดงผลที่แอปพลิเคชัน และ ที่หน้าจอตรงตู้ควบคุมระบบ โดยมีรายละเอียดทั้งสองส่วนดังต่อไปนี้

4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์

ในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ที่จะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมระบบการให้น้ำในสวนสละโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการเชื่อมต่อประสานอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน บอร์ดประมวลผล บอร์ดเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โมดูลรีเลย์ คีย์แพด เป็นต้น โดยจะแบ่งการอธิบายเป็น 2 ส่วนย่อย เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม และ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

4.1.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม

การเชื่อมต่ออุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม จะเป็นส่วนสำหรับผู้ใช้งานระบบ สั่งให้ระบบทำงานผ่านการกดค่าคีย์แพดที่ติดไว้บริเวณหน้าตู้ แล้วการทำงานของระบบจะแสดงผลออกมาแสดงที่ หน้าจอ LCD และหลอดไฟ LED ที่หน้าตู้ระบบยังมีสวิตช์สำหรับ เปิด ปิด การทำงานของตู้ควบคุมระบบ สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่บริเวณหน้าตู้ระบบ แสดงดังรูปที่ 4.1



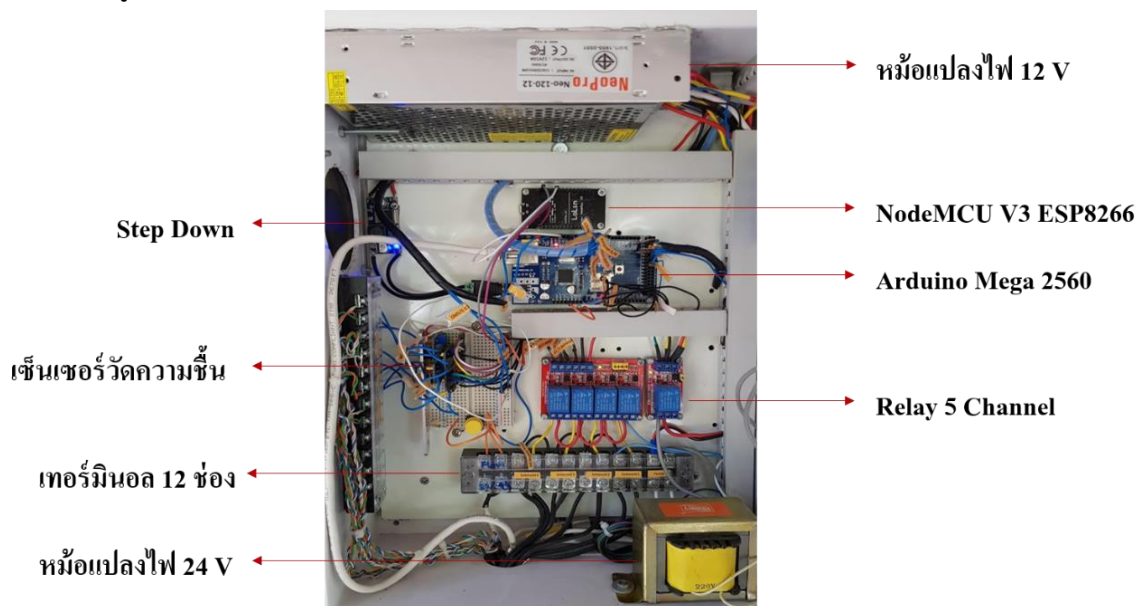
รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ที่หน้าตู้ควบคุมระบบ

4.1.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

ในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทางด้านฮาร์ดแวร์ ที่อยู่ภายในตู้ควบคุมระบบ ซึ่งภายในตู้จะประกอบไปด้วย

1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 12 โวลต์ (Power Supply)
2. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับขนาด 24 โวลต์
3. บอร์ดลดแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์
4. บอร์ดประมวลผลกลาง Arduino Mega2560
5. บอร์ดเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
6. แผงวงจรรีเลย์โมดูล
7. โมดูลเซนเซอร์วัดความชื้น
8. แผงเทอร์มินอลสำหรับยึดสายไฟ

สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมถึงการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ภายในตู้ แสดงได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ภายในตู้ควบคุมระบบ

4.2 การออกแบบหน้าจอแสดงผลที่ตู้ควบคุมระบบ

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายการออกแบบหน้าจอแสดงผลบริเวณหน้าตู้ควบคุมระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบได้เห็นสถานะของระบบว่ามีการทำงานในโหมดใด มีค่าความชื้นในดินเท่าไรบ้างของเซนเซอร์วัดความชื้นแต่ละตัว โดยมีรายละเอียดของการออกแบบหน้าจอดังนี้

4.2.1 หน้าจอหลักของระบบ

หน้าจอหลักจะแสดงผลเมื่อมีการเข้าระบบและยังไม่มีคำสั่งให้ระบบทำการให้น้ำ หน้าจอหลักนี้จะเป็นหน้าจอแรก เมื่อเปิดระบบให้ทำงานเพื่อรอให้ผู้ใช้งานสั่งการว่าต้องการทำอะไรโดยการกดปุ่มคีย์แพทที่หน้าตู้ควบคุมระบบเป็นตัวเลข 4 ตัว ได้ เลข 1 เมื่อต้องการเข้าไปตั้งค่าระบบ เลข 2 เมื่อต้องการเข้าระบบเพื่อทำงานแบบ Auto เลข 3 เมื่อต้องการเข้าระบบเพื่อทำงานแบบ Timer Auto หรือการทำงานตามเวลาที่กำหนดโดยไม่ขึ้นกับค่าความชื้นในดิน และกด เลข 4 เมื่อต้องการควบคุมแบบ Manual โดยรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าจอหลักของระบบ

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าข้อความที่แสดงผลที่หน้าจอ LCD จะแสดงตัวเลขแล้วตามด้วย ข้อความเป็นภาษาอังกฤษในแต่ละบรรทัด เพื่อบอกบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าหากต้องการเข้าเมนูใด ให้กดปุ่มตัวเลขที่ต้องการที่ปุ่มคีย์แพทที่อยู่หน้าตู้ สำหรับ Code ของโปรแกรมที่ทำให้เกิดการแสดงผลและทำงานตามต้องการจากการกดปุ่ม ตัวเลข 1 ถึง 4 ได้นั้น แสดงดังรูปที่ 4.4

```
void Menu() {
    StatusMode = 0;
    EEPROM.write(1, StatusMode);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" 1 -> Config");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" 2 -> Auto");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(" 3 -> Timer(Auto)");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(" 4 -> Manual");
}
```

รูปที่ 4.4 โค้ดโปรแกรมสำหรับการแสดงข้อความหน้าจอหลัก

4.2.2 หน้าจอการตั้งค่าระบบ

หน้าจอแสดงผลนี้จะแสดงตัวเลือกในการทำงาน การตั้งค่าความชื้นสูงสุด การตั้งค่าความชื้นต่ำสุด ตั้งค่าช่วงเวลาการทำงาน และการตั้งค่าช่วงเวลาโหมดอัตโนมัติ แสดงได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าจอการตั้งค่าระบบ

จากรูปที่ 4.5 จะเป็นหน้าจอเมื่อผู้ใช้งานกดเลข 1 จากเมนูหลัก เพื่อเข้ามาสู่โปรแกรมสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบ จากหน้าจอนี้จะเป็นการบอกให้ผู้เลือกใช้เลือกว่าต้องการจะตั้งค่าใด ซึ่งประกอบด้วย 4 ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. กดปุ่ม 1 หมายถึง ตั้งค่าความชื้นต่ำสุด (Set Min)
2. กดปุ่ม 2 หมายถึง ตั้งค่าความชื้นสูงสุด (Set Max)
3. กดปุ่ม 3 หมายถึง ตั้งค่าเวลาการให้น้ำ (Set Time)
4. กดปุ่ม 4 หมายถึง การตั้งค่าช่วงเวลาโหมดอัตโนมัติ (Set Auto)

สำหรับ Code โปรแกรมที่ให้เกิดผลของการทำงานในส่วนของการตั้งค่าระบบแสดงได้ดังรูปที่ 4.6

```
lcd.print("### Mode Config ###");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("[1]SetMin");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("[2]SetMax");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print("[3]SetTime");
lcd.setCursor(10, 2);
lcd.print("[4]SetAuto");
lcd.setCursor(12, 3);
lcd.print("[D] Exit");
```

รูปที่ 4.6 โค้ดโปรแกรมสำหรับตั้งค่าระบบ

4.2.3 หน้าจอโหมด Auto

หน้าจอโหมด Auto หน้าจอนี้จะเข้ามาเมื่อผู้ใช้งานระบบกดคำสั่งให้มีการทำงานแบบ Auto ซึ่งจะเป็นการให้น้ำในสวนเมื่อค่าความชื้นเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดไว้ โดยไม่สนใจว่าเป็นเวลาใด สำหรับข้อมูลที่แสดงผลจะประกอบไปด้วย ค่าความชื้นในดินจากเซนเซอร์แต่ละตัว และค่าความชื้นเฉลี่ย รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่โหมด Auto

4.2.4 หน้าจอโหมด Timer Auto

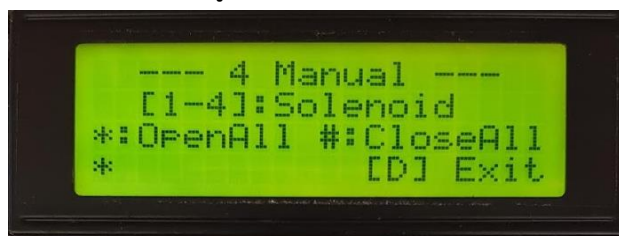
การแสดงผลหน้าจอ Timer Auto หน้าจอนี้จะเข้ามาแสดงผลเมื่อผู้ใช้สั่งควบคุมระบบให้ทำงานอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่แสดงผลในหน้าจอจะดังกล่าวจะประกอบด้วย ค่า % ความชื้นแต่ละตัว ค่าความชื้นเฉลี่ย เวลาที่ทำการรดน้ำในแต่ละแถว เช่น 17:00 – 17:20 หมายถึงจะทำการรดน้ำที่เวลาห้าโมงเย็น ถึง ห้าโมงยี่สิบนาที เป็นเวลา 20 นาที โดยข้อมูลในแต่ละแถวที่แสดงผลที่หน้าจอ LCD หมายถึง เวลาการเปิดวาล์วรดน้ำในแต่ละแถว ซึ่งค่าเวลานี้จะทำการคำนวณโดยอัตโนมัติ จากการตั้งค่าคงที่ไว้ จากเมนู ที่ 1 หน้าตั้งค่าคงที่ของระบบ (Config) แล้วเลือก Set Time สำหรับหน้าจอในโหมด Timer Auto แสดงได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลเมื่อเข้าสู่การทำงานแบบ Timer Auto

4.2.5 หน้าจอโหมด Manual

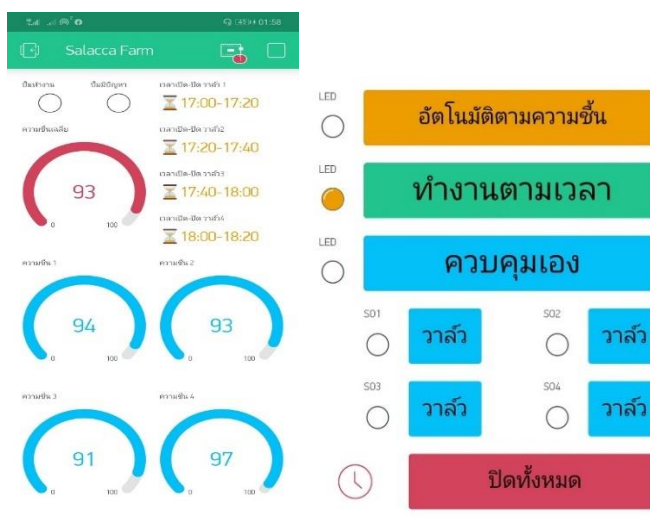
การแสดงผลหน้าจอโหมด Manual จะมีการแสดงผลข้อความที่บ่งบอกถึงการกดตัวเลข 1 – 4 เพื่อเป็นการเลือกเปิดโซลินอยวาล์วตามลำดับแถวที่ต้องการให้รดน้ำในสวนสละ โดยการทำงานเมื่อมีการกดปุ่มตัวเลข 1 2 3 หรือ 4 จะเป็นการสั่งให้ปั้มน้ำทำงานและเปิดวาล์วน้ำของแถวนั้น ซึ่งเมื่อกดอีกครั้งก็จะเป็นการปิดวาล์ว โดยหน้าจอแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 หน้าจอการทำงานเมื่อเข้าโหมด Manual

4.3 การออกแบบแอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมระบบ

แอปพลิเคชันสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ จะเป็นการควบคุมในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการควบคุมระบบแบบออนไลน์ แอปพลิเคชันนี้สร้างโดยแพลตฟอร์มของแอปพลิเคชัน Blynk โดยมีส่วนที่เป็นการแสดงผลจะประกอบด้วย สถานะของโหมดที่ทำงาน ค่าความชื้นในดินจากเซนเซอร์แต่ละตัว ค่าความชื้นเฉลี่ย และค่าเวลาเปิดปิดของวาล์วน้ำแต่ละตัวที่ได้กำหนดไว้ สำหรับปุ่มคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมระบบด้วยแอปพลิเคชันจะประกอบไปด้วย ปุ่มกดเพื่อเลือกการทำงานของระบบ ปุ่มกดเพื่อเลือกการเปิดปิด วาล์วน้ำแต่ละแถวที่ต้องการรดน้ำในสวน โดยการจัดวางตำแหน่งของส่วนการแสดงผลและปุ่มคำสั่งแสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงแอปพลิเคชันในการควบคุมระบบ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ในบทที่จะเป็นการสรุปผลการทดลองระบบที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบให้น้ำในสวนสละแบบอัตโนมัติ ว่าระบบสามารถควบคุมปั้มน้ำและโซลินอยวาล์วให้ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างแม่นยำหรือไม่ ในการทดลองระบบผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมภายในสวนสละที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ได้แก่ การติดตั้งตู้ควบคุม การติดตั้งโซลินอยวาล์ว การเดินสายไฟเพื่อควบคุมโซลินอยวาล์วจากตู้ควบคุมระบบ การติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน การติดตั้ง Flow Switch เพื่อตรวจจับการไหลของน้ำจากการทำงานของปั้มน้ำ การติดตั้ง Pressure Switch เพื่อป้องกันระบบท่อน้ำแตกจากแรงดันน้ำ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงได้เปิดระบบให้ทำงานในโหมดต่าง ๆ และเฝ้าสังเกตการทำงานของระบบว่าระบบได้ทำงานถูกต้องแม่นยำตามเงื่อนไขหรือไม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การติดตั้งระบบ

การติดตั้งระบบทางผู้วิจัยได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองระบบได้แก่ ตู้ควบคุมระบบ ติดตั้งโซลินอยวาล์ว เดินสายไฟเพื่อควบคุมโซลินอยวาล์วจากตู้ควบคุมระบบ ติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ติดตั้ง Flow Switch เพื่อตรวจจับการไหลของน้ำจากการทำงานของปั้มน้ำ การติดตั้ง Pressure Switch เพื่อป้องกันระบบท่อน้ำแตกจากแรงดันน้ำ โดยมีรายละเอียดของการติดตั้งดังนี้

5.1.1 การติดตั้งตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมระบบผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งบริเวณหน้าห้องสำหรับเก็บปั้มน้ำ โดยดึงสายไฟฟ้ามาจากภายในห้อง รอยสายผ่านท่อพลาสติกเข้ามายังภายในกล่องคุม ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงการติดตั้งกล่องควบคุมระบบ

5.1.2 การติดตั้งโซลินอยวาล์ว

โซลินอยวาล์วเป็นวาล์วน้ำที่เปิดปิดด้วยไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โซลินอยวาล์วที่ใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 24 โวลต์กระแสสลับ ในการเปิดปิดวาล์ว และเป็นโซลินอยวาล์วแบบอาศัยแรงดันน้ำ ในการติดตั้งโซลินอยวาล์วได้ติดตั้งขนานไปกับวาล์วเดิมของทางสวนสละ เพื่อให้วาล์วเดิมเป็นวาล์วสำรองที่จะเปิดให้น้ำไหลผ่านได้กรณีที่ระบบอัตโนมัติชำรุด สำหรับการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงการติดตั้งโซลินอยวาล์วขนานกับวาล์วเดิม

5.1.3 การติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน

การติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน มีการติดตั้งบริเวณโคนต้นสละ ทำการฝังเซนเซอร์ลงไปในดินประมาณ 5 เซนติเมตร เนื่องจากต้นสละมีการแผ่กระจายรากอยู่บริเวณหน้าดิน การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน คือ รับค่าความชื้นส่งมายังตู้ควบคุมเพื่อทำการ เปิด-ปิด โซลินอยวาล์ว เมื่อผู้ใช้เลือกโหมดการทำงานอัตโนมัติ และ โหมดทำงานตามเวลา ระบบจะมีการตรวจสอบค่าความชื้นในดินเพื่อทำการให้น้ำต้นสละ ถ้ามีค่าความชื้นต่ำกว่า 60-70 % จะมีการทำงานอัตโนมัติ เมื่อค่าความชื้นในดินสะสมถึง 70 % ระบบจะตัดการทำงานทันที โดยการติดตั้งแสดงได้ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน

5.1.4 การติดตั้ง Flow Switch

Flow Switch จะเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการไหลของน้ำ ซึ่งจะถูกติดตั้งบนท่อน้ำขาออกของปั้มน้ำ เมื่อปั้มน้ำทำงานและสามารถดูดน้ำจากบ่อขึ้นมาได้จะทำให้มีแรงดันน้ำไปกระทบกับใบพัดของ Flow Switch ทำให้ Flow Switch ต่อบังคับให้มีสัญญาณส่งไปยังกล่องควบคุมที่ได้มีการโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการทำงานของ Flow Switch เมื่อระบบสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน แต่หากว่าปั้มน้ำถูกสั่งให้ทำงานแล้วแต่ไม่มีแรงดันน้ำไหลผ่าน Flow Switch ซึ่งนั่นหมายถึงปั้มน้ำทำงานผิดปกติที่สามารถดูดน้ำขึ้นจากบ่อน้ำได้ ระบบก็จะสั่งให้ปั้มน้ำหยุดทำงานทันที เพื่อป้องกันไม่ให้ปั้มน้ำเสียหาย สำหรับการติดตั้ง Flow Switch แสดงดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงการติดตั้ง Flow Switch

5.1.5 การติดตั้ง Pressure Switch

Pressure Switch เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับแรงดันของน้ำในระบบท่อ เมื่อแรงดันในท่อน้ำสูงกว่าที่ตั้งค่าไว้ Pressure Switch จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าไม่ให้ไฟฟ้าไหลผ่าน ด้วยหลักการนี้ทางผู้วิจัยจึงนำมาใช้ในการส่งสัญญาณไปยังตู้ควบคุมระบบให้ทำการตัดการทำงานของปั้มน้ำเพื่อไม่ให้ปั้มน้ำดันน้ำในท่อกายในสวนแตกหรือหลุดได้ โดยการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 แสดงการติดตั้ง Pressure Switch

5.1.6 การเดินสายสัญญาณ

สายสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งระบบจะประกอบไปด้วยสายสัญญาณจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดินจำนวน 4 ตัว และสายสัญญาณที่ตู้ควบคุมส่งไปเปิดให้โซลินอยวาล์วทำงาน การเดินสายสัญญาณนี้ผู้วิจัยได้ทำการเดินสายในแนวเดียวกับเดินท่อน้ำภายในสวนเพื่อป้องกันการขุดหรือทำให้สายสัญญาณเสียหาย โดยมีรายละเอียดของการเดินสายสัญญาณดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงการเดินสายสัญญาณ

5.2 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบการใช้งานระบบจะทำการทดสอบเป็นส่วน ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบแยกเป็นการทดสอบดังต่อไปนี้

5.2.1 ทดสอบในโหมด Manual

การทำงานในโหมดนี้จะเป็นการสั่งให้ระบบรับคำสั่งเพื่อเปิดปิดวาล์วแต่ละแถวจากการสั่งการจากผู้ใช้โดยตรง โดยไม่ขึ้นกับเวลาและค่าความชื้นในดิน หรือกล่าวได้ว่าเป็นการสั่งเปิดปิดวาล์วให้รดน้ำแต่ละแถวตามอัยาศัยของผู้ใช้งานระบบเอง ในการทดสอบได้ทำการทดสอบทั้งแบบ Onsite จากการกดปุ่มคีย์แพดที่ปุ่มหน้าตู้ และสั่งผ่านแอปพลิเคชัน ผลปรากฏว่าระบบสามารถสั่งเปิดปิดวาล์วน้ำได้อย่างถูกต้องและเมื่อมีการสั่งให้วาล์วเปิดปั้มน้ำก็จะทำงานทันทีเพื่อเป็นการเพิ่มความสะดวกในการใช้งานระบบ โดยในโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจะใช้เงื่อนไขให้ปั้มน้ำทำงานเมื่อมีการเปิดวาล์วน้ำแถวใดแถวหนึ่ง และจะหยุดทำงานทันทีเพื่อวาล์วน้ำทุกแถวได้ปิดลง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการหลงลืมปิดปั้มน้ำเมื่อวาล์วถูกปิดทั้งหมดแล้ว

5.2.2 ทดสอบในโหมด Auto

การทำงานในโหมด Auto จะเป็นการสั่งให้ระบบรดน้ำในสวนและสลั้ววาล์วน้ำตามค่าความชื้นเฉลี่ยที่คำนวณได้ โดยไม่ขึ้นอยู่กับเวลาหมายถึง เมื่อความชื้นเฉลี่ยน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ระบบจะสั่งเปิดวาล์วน้ำและปั้มน้ำให้ทำงานแล้วทำการสลั้วแฉวการรดน้ำไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ว่าต้องการรดน้ำแฉวละกี่นาทื เมื่อรดน้ำครบทุกแฉวแล้วระบบจะสั่งปิดปั้มน้ำให้โดยอัตโนมัติ ผลจากการทดลองใช้งานระบบในโหมด Auto พบว่าระบบทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้นั้นคือ เมื่อค่าความชื้นเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดไว้ระบบก็จะทำการเปิดวาล์วตัวที่ 1 แล้วตามด้วยเปิดปั้มน้ำตามหลัง และเมื่อแต่ละแฉวได้ทำการรดน้ำครบเวลาที่มิหน่วยเป็นนาทืแล้วระบบก็จะทำการเปิดวาล์วตัวถัดไปซึ่งการเปิดวาล์วลำดับถัดไปนี้ระบบจะทำการเปิดก่อนที่วาล์วก่อนหน้าจะหมดเวลา 1 นาทื หมายถึงจะเปิดวาล์ว 2 วาล์วพร้อมกันก่อนเป็นเวลา 1 นาทื แล้วจึงปิดวาล์วก่อนหน้า ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันแรงดันในระบบท่อ น้ำสูงเกินไปในขณะที่ทำการรดน้ำ การทำงานจะเป็นลักษณะดังกล่าวไปเรื่อยจนรดน้ำครบทุกแฉว เมื่อครบทุกแฉวระบบจะสั่งให้เปิดวาล์วน้ำทุกตัวเป็นเวลา 1 วินาทีเพื่อเป็นการระบบแรงดันของท่อน้ำออกจากแฉวทุกแฉวก่อนที่จะสั่งปิดปั้มน้ำตามหลังแล้วตามด้วยปิดวาล์วน้ำทุกตัว

5.2.3 ทดสอบในโหมด Auto Timer

การทำงานในโหมด Auto Timer คือการทำงานแบบอัตโนมัติตามเวลา โดยไม่ขึ้นกับค่าความชื้นในดิน กล่าวคือ การเปิดวาล์วน้ำแต่ละแฉว จะเปิดเมื่อเวลานานาฬิกาของระบบตรงกับเวลาที่กำหนดไว้ใน การตั้งค่าการเปิดวาล์วน้ำของแต่ละแฉว เมื่อเวลาตรงกับการเปิดของแฉวใดระบบก็จะทำเปิดวาล์วน้ำของแฉวนั้นแล้วตามด้วยเปิดปั้ม จากการทดสอบระบบ ระบบสามารถเปิดและปิดวาล์วรวมถึงปั้มน้ำได้ถูกต้องตามเงื่อนไขของเวลาที่กำหนดไว้ รวมถึงระบบยังสามารถตรวจสอบได้อีกว่า เมื่อวาล์วน้ำทุกตัวไม่มีการเปิดแล้วระบบจะสั่งปิดปั้มน้ำให้เองโดยอัตโนมัติ

5.2.4 ทดสอบการป้องกันปั้มน้ำจากเหตุ น้ำไม่ไหล

การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบให้ระบบป้องกันปั้มน้ำเสียหายจากการที่ปั้มน้ำทำงานแต่ไม่สามารถดูดน้ำขึ้นจากบ่อและไม่สามารถส่งน้ำไปยังท่อส่งน้ำเพื่อทำการรดน้ำในสวนได้ ในการทดสอบนี้ระบบจะทำการตรวจสอบเงื่อนไข 2 อย่างคือ เมื่อปั้มน้ำเปิดทำงานแล้ว Flow Switch จะต้องตรวจจับน้ำว่าไหลหรือไม่ ถ้าหากว่าปั้มน้ำทำงานแต่น้ำไม่ไหล Flow Switch จะส่งสัญญาณไปบอกระบบให้ทำการปิดน้ำตามค่าหน่วงเวลาที่กำหนดไว้ เช่น กำหนดเวลาไว้ 10 วินาทีของค่าการหน่วงน้ำไม่ไหล เมื่อน้ำไม่ไหลนานกว่าที่กำหนดไว้ระบบต้องสั่งปิดปั้มน้ำโดยทันที จากการทดสอบผู้วิจัยได้ทดสอบโดยการสั่งให้ปั้มน้ำทำงานในโหมดต่าง ๆ หลังจากนั้นจะทำการปิดวาล์วธรรมดาตรงบริเวณท่อส่งน้ำเพื่อกั้นน้ำไม่ให้ไหลผ่าน Flow Switch หลังจากนั้นเมื่อระบบเริ่มจับเวลาของการที่น้ำไม่ไหลถึงวินาทีที่กำหนดไว้ ระบบก็จะทำการตัดปั้มน้ำ ในขณะที่เดียวกันก็จะส่งข้อความไปทางแอปพลิเคชันไลน์ด้วย ส่วนที่หน้ตู้ควบคุมระบบ

LED ก็จะติดในดวงที่มีป้ายกำกับไว้ว่า ป๊มน้ำมีปัญหา เพื่อเป็นการบ่งบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบว่า มีเหตุการณ์ที่ทำให้ปั๊มน้ำไม่สามารถดูดน้ำส่งไปในระบบท่อรดน้ำให้สวนได้

5.2.5 ทดสอบการป้องกันแรงดันน้ำเกินกำหนดในระบบท่อส่งน้ำ

การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการป้องกันความเสียหายของระบบท่อน้ำที่เกิดจากปั๊มน้ำทำงาน และมีการส่งน้ำ แต่วาล์วแต่ละตัวไม่เปิดให้น้ำไหล ซึ่งโดยปกติแล้วหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวปั๊มน้ำที่มี กำลังดันน้ำสูงจะทำให้ปั๊มน้ำดันน้ำแตก หรือหลุด ตามจุดต่าง ๆ ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อม แต่ด้วย ระบบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ได้ทำการติดตั้ง Pressure Switch เพื่อเป็นตัวตัดการทำงานของปั๊มน้ำเมื่อ แรงดันในระบบท่อสูงกว่าที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการลดความเสียหายของท่อน้ำได้ ผลการทดลองระบบ ผู้วิจัยได้ทดลองเปิดระบบให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อรดน้ำโดยปกติ แล้วผู้วิจัยได้สั่งให้ระบบเข้า โหมด Manual เพื่อควบคุมวาล์วน้ำได้ตามอัตรยาศัย เมื่อเข้าโหมด Manual แล้วจึงได้สั่งปิดวาล์วน้ำทุกตัวในขณะที่ปั๊มน้ำ ยังทำงานอยู่ เมื่อปิดวาล์วน้ำจนหมด น้ำในระบบท่อไม่มีทางไปจึงเกิดแรงดันในท่อสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง ประมาณ 2 บาร์ กว่า ๆ Pressure Switch จึงทำการตัดไฟที่ไปควบคุมปั๊มน้ำเพื่อหยุดการทำงานของปั๊มน้ำ ก่อนที่แรงดันจะสูงเกินจนเกิดความเสียหายได้

5.3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามโดยมีคำถามใน 3 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แบบสอบถามความพึงพอใจมีจำนวน 10 ข้อ สำหรับกลุ่มเป้าหมายทางผู้วิจัยได้ให้ เจ้าของสวนสละ ทำการประเมิน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการวิเคราะห์ได้ผลความพึงพอใจอยู่ที่ 4.98 ซึ่ง หมายความว่าความพึงพอใจของการใช้ระบบมีค่าความพึงพอใจเป็น มากที่สุด และมีรายละเอียดการประเมิน ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

รายการ	\bar{x}	S.D.
1. ด้านประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ		
1.1 ความสามารถในการทำงานแบบอัตโนมัติของระบบ	5.00	.000
1.2 ความสามารถในการทำงานที่ควบคุมด้วยตนเอง	5.00	.500
1.3 ความสามารถในการทำงานที่ควบคุมตามเวลาที่กำหนด	4.90	.000

1.5 ความสามารถในการทำงานของระบบโดยรวม	5.00	.000
2 .ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ		
2.1 ความถูกต้องของระบบในการเปิด-ปิดอุปกรณ์	4.80	0.00
2.2 ความถูกต้องในการทำงานของเซ็นเซอร์วัดความชื้น	5.00	0.00
2.3 ความถูกต้องของการทำงานที่ควบคุมด้วยตนเอง	5.00	0.32
2.4 ความถูกต้องของการทำงานของเวลาที่กำหนด	5.00	0.00
2.5 ความถูกต้องของระบบในภาพรวม	5.00	0.00
3 .ด้านการนำไปใช้ประโยชน์		
3.1 ระบบมีประโยชน์ต่อการใช้งานทางการเกษตร	5.00	0.00
รวม	4.98	0.06

จากตารางที่ 5.1 ความคิดเห็นความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x} = 4.98$) ด้านประสิทธิภาพของการทำงานระบบอยู่ในระดับดีมาก ด้านการทำงานตามฟังก์ชันอยู่ในระดับดีมาก และด้านการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับดีมาก

5.4 สรุปผล

สรุปผลโดยภาพรวมหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบ ปรากฏว่าระบบทำงานได้ถูกต้องและแม่นยำตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบอย่างแท้จริง ซึ่งในการใช้งานระบบทางผู้วิจัยได้เปิดระบบเพื่อควบคุมการรดน้ำในสวนสละเป็นเวลา 3 เดือน ผลปรากฏว่าระบบทำงานได้ดี และโหมดที่ผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าของสวนเปิดใช้บ่อยที่สุดคือ โหมด Auto Timer หรือระบบที่รดน้ำในสวนตามเวลาที่กำหนด ซึ่งเจ้าของสวนได้ตั้งเวลาการรดน้ำแถวแรกไว้ที่เวลา 17:00 น. – 17:20 น. แถวที่ 2 เวลา 17:20 น. – 17:40 น. แถวที่ 3 เวลา 17:40 น. – 18:00 น. และแถวที่ 4 เวลา 18:00 น. – 18:20 น. แถวละ 20 นาทีในการรดน้ำ สำหรับการป้องกันปั้มน้ำเสียหายนั้น ในระยะเวลาที่ใช้งานระบบ ได้มีเหตุปั้มน้ำดูดน้ำไม่ขึ้น จำนวน 1 ครั้ง ซึ่งระบบได้ทำการตัดปั้มน้ำให้โดยอัตโนมัติ ในขณะที่เจ้าของสวนไม่ได้อยู่ในพื้นที่ในระหว่างระบบกำลังทำการรดน้ำให้ จะเห็นได้ว่าหากเป็นการรดน้ำด้วยวิธีธรรมดาแล้วเกิดเหตุดังกล่าว อาจทำให้ปั้มน้ำเสียหายและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมได้ สำหรับการป้องกันแรงดันน้ำในท่อสูงผิดปกติ ในระหว่างที่ใช้ระบบตามช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่เกิดเหตุการณ์นี้

เอกสารอ้างอิง

สนธยา นงนุช เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor แหล่งที่มา :

<https://www.ioxhop.com/product/soil-moisture-sensor> (10 ตุลาคม 2566).

นพพร จุจันทร Keypad 4x4 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา :

<http://www.circuitstoday.com/interfacing-Hex-keypad-to-Arduino> (10 ตุลาคม 2566).

เซ็นเซอร์วัดการไหลของน้ำ Flow Switch [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา :

<http://wow.in.th/XYC1> (10 ตุลาคม 2566).

Arduino Mega 2560 [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <http://wow.in.th/u9e1> (10 ตุลาคม 2566).

อภิรักษ์ นามแ่ง Arduino Ethernet Control [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://bit.ly/3aIPDJg> (10 ตุลาคม 2566).

ธัญวลัย ธนวงศ์พร (256) รหัสสำรวจเขตแดนควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน

[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://digital_collect.lib.buu.ac.th/project/b00254341.

(10 ตุลาคม 2566).

บอร์ด Relay Module [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://bit.ly/2y3T3sT> (10 ตุลาคม 2566).

หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา :

<https://2www.me/S8GM7> (10 ตุลาคม 2566).

Magnetic Contactor [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://bit.ly/2y0d3fV> (10 ตุลาคม 2566).

จอแสดงผล LCD [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://wow.in.th/W28L> (10 ตุลาคม 2566).

ปั๊มน้ำ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <http://wow.in.th/WsyK> (10 ตุลาคม 2566).

ประกาศ สุวรรณเพชร. (2558). เครื่องมือเขียนโปรแกรม ArduinoIDE. [ออนไลน์]

แหล่งที่มา : <http://praphas.com/index.php/arduino/87-arduino-2-sketch> (20 ตุลาคม 2566).

คุณุตม์ แซ่ม้า (2561). ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา :

<http://dSPACE.rmutk.ac.th/bitstream/handle> (15 ตุลาคม 2566).

ศักรินทร์ ต้นสุพงษ์. (2548). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับแอปพลิเคชันไลน์ [ระบบออนไลน์]

แหล่งที่มา : <http://dSPACE.bu.ac.th/bitstream/123456789/1260/1/sakarin.tans.pdf>

(8 ตุลาคม 2562)