ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

ทัศณีย์ เฉลิม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

ทัศณีย์ เฉลิม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

เรื่อง ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

นามผู้จัดทำโครงการ นางสาวทัศณีย์ เฉลิม

ได้พิจารณาเห็นควรรับเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัคจิรา ศิริโสม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....กรรมการ

(อาจารย์คณินณัฏฐ์ โชติพรสีมา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(ดร.สมพร พูลพงษ์)

หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กิตติกรรมประกาศ

ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเรียบร้อย ผู้จัดทำขอขอบพระคุณสำหรับผู้ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้จัดทำได้ดำเนินโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้คำแนะนำว่ากล่าวตักเตือน แนะนำแนวทางในการพัฒนา ชี้นำแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อบรมสั่งสอนให้ความรู้ตั้งแต่พื้นฐานการใช้งานเซนเซอร์ การเขียนโค้ดคำสั่ง ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารต่าง ๆ และแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุน ทั้งด้านทุนทรัพย์ กำลังใจ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้การค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไป ด้วย

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศเพื่อบูชาพระคุณ บิดา มารดา อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ทัศณีย์ เฉลิม

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที ซึ่งใช้บอร์ด ESP32S กับเซนเซอร์ DHT11 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือน เมื่อเซนเซอร์ DHT11 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ จะส่งค่าไปที่บอร์ด ESP32S เพื่อให้บอร์ดส่งข้อมูลไปแสดงที่แอปพลิเคชัน Blynk และใช้บอร์ด ESP32S ต่อกับเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 และรีเลย์ปั๊มน้ำ เพื่อวัดระดับน้ำและปั๊มน้ำจะทำงานทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 15 วินาที เมื่อระดับน้ำต่ำกว่า 2 ลิตร เซนเซอร์จะส่งค่าไปยังบอร์ด ESP32S เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของอุปกรณ์ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีพบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 96 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.50 หรือร้อยละ 90

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... **ก**

บทคัดย่อ ..... **ข**

สารบัญ ..... **ค**

สารบัญภาพ ..... **จ**

สารบัญตาราง ..... **ช**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของระบบงาน 2

1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง **4**

2.1 หลักการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ 5

2.2 หลักการเขียนภาษา C สำหรับ Arduino 10

2.3 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) 11

2.4 แอปพลิเคชัน Blynk 16

2.5 โปรแกรม Fritzing 17

2.6 การทำงานของ LINE Notify 18

2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน **22**

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ 22

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 22

3.3 หลักการทำงานของระบบ 24

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การออกแบบหน้าจอการควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน 27

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 28

4.1 ผลการสร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที.....28

4.2 ผลการทดลองการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที.....32

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน ด้วยไอโอที 38

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....40

5.1 อภิปรายและสรุปผลการดำเนินโครงงาน 40

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ.....42

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา 42

บรรณานุกรม.....43

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การทำงานของระบบปลูก NFT....6
2.2 การทำงานของระบบปลูก DFT....6
2.3 การทำงานของระบบปลูก DRFT....7
2.4 เมล็ดผักแบบเคลือบ....8
2.5 เมล็ดผักแบบไม่เคลือบ....8
2.6 การเพาะต้นกล้า....9
2.7 ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B....9
2.8 นำต้นกล้าแข็งแรงใส่ราง....10
2.9 ผักที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน....10
2.10 ตัวอย่างภาษาซีสำหรับ Arduino....11
2.11 การทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง....12
2.12 ข้อมูลขาวงจรของบอร์ด ESP32S....13
2.13 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น....14
2.14 อัลตราโซนิก HC-SR04....15
2.15 ปั๊มน้ำไฟ DC 5V....15
2.16 เซนเซอร์รีเลย์และการทำงาน....16
2.17 การทำงานของ Blynk app....17
2.18 โปรแกรม Fritzing....18
2.19 การทำงานของ LINE Notify....18
3.1 แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน....23
3.2 ส่วนวัดระดับน้ำ....24
3.3 ส่วนการทำน้ำวน....25
3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์....26
3.5 การออกแบบส่วนแสดงผลบนแอปพลิเคชัน Blynk....27
3.6 แสดงหน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์....27
4.1 รางน้ำของแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์....28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.2 กล่องอุปกรณ์เซนเซอร์และการวนน้ำของแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์....29
4.3 เซนเซอร์อัลตราโซนิกสำหรับวัดระดับน้ำในถัง....29
4.4 ปริมาณน้ำในถังเหลือปริมาณ 2 ลิตร....30
4.5 การแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์....30
4.6 เซนเซอร์ DHT11 ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์....31
4.7 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk....31
4.8 กล่องเก็บแหล่งจ่ายไฟ ดีเลย์ปั๊มน้ำ และบอร์ด ESP32S....32
4.9 นำฟองน้ำใส่ถาดเพาะกดฟองน้ำไล่ฟองอากาศออก....32
4.10 คัดเลือกเมล็ดที่ดี....33
4.11 นำเมล็ดพันธุ์ที่คัดเลือกใส่ลงในฟองน้ำ....33
4.12 นำผ้าหรือทิชชูชุบน้ำมาปิดคลุมถาดเพาะ....34
4.13 นำแผ่นพลาสติกทึบแสงหรือแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมาปิดทับถาดเพาะ....34
4.14 เปิดแผ่นพลาสติกและผ้าคลุมออก....35
4.15 ย้ายผักลงถ้วยปลูก....35
4.16 ย้ายลงรางปลูกผักไฮโดรโปร์นิกส์....36
4.17 ผักไฮโดรโปร์นิกส์สัปดาห์ที่ 5....36
4.18 รากแบ่งออกเป็น 3 ส่วน....37
4.19 ผักไฮโดรโปร์นิกส์สัปดาห์ที่ 6....37
4.20 โครงสร้างแปลงผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที....38

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาขั้นตอนการดำเนินงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที....4
4.1 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน....38
4.2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ....39
4.3 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน....39

บทที่ 1
บทนำ

ชื่อระบบงาน ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์
ผู้จัดทำ นางสาวทัศณีย์ เฉลิม รหัสนักศึกษา 61113602010

1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม

ปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจึงมีการสร้างอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกของมนุษย์ การก้าวสู่ยุคของอินเทอร์เน็ตออฟธิงส์ (IoT: Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น พืชผักสวนครัวมีความสำคัญต่อมนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อประกอบอาหาร มนุษย์เริ่มมีการคิดปลูกพืชสวนครัวมาตั้งแต่รุ่นสมัยก่อน โดยการหาพันธุ์พืชที่มีความจำเป็นใช้ในการประกอบอาหารมาเพื่อปลูกไว้ในครัวเรือน ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponic) คือการปลูกพืชอีกแบบหนึ่งในน้ำที่ผสมสารละลายอาหารปลูกเลี้ยงหรือที่เรียกว่า “ปุ๋ยน้ำ” โดยผักที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ ส่วนมากจะเป็นผักกินใบหรือเป็นพืชระยะสั้นที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาอันรวดเร็ว

ปัญหาการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จะเกิดขึ้นในช่วงหน้าฝนและหน้าร้อน โรคที่เกิดนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับผักสลัดต่าง ๆ ที่นิยมปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ และเนื่องจากผักพวกนี้มีถิ่นกำเนิดในเมืองหนาว ฉะนั้นเวลาอากาศร้อนผักจะอ่อนแอ ควบคู่ไปกับเชื้อราพิเทียที่เป็นเชื้อราที่เข้าไปทำลายระบบรากและโคนของต้นไม้เติบโตอย่างรวดเร็วในสภาพอากาศร้อน โรครากเน่าจึงเกิดขึ้นบ่อยครั้งในช่วงหน้าร้อน ลักษณะของโรคจะสังเกตได้ง่าย ๆ จากใบพืชที่เริ่มเหี่ยว รากดำและขาด โรคที่พบบ่อยอีกโรคคือโรคใบจุด ส่วนใหญ่พบบ่อยในช่วงหน้าฝนเนื่องจากมีความชื้นในอากาศสูง อีกหนึ่งสาเหตุที่อาจจะก่อให้เกิดโรคใบจุดได้คือการพ่นน้ำมากเกินไปหรืออากาศถ่ายเทไม่ดี รวมถึงในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ในครัวเรือนหากผู้ที่ไม่มีความรู้จะพบปัญหา และไม่ประสบความสำเร็จในการปลูกผัก ผักที่ได้จะไม่เติบโตเท่าที่ควร ทำให้เกิดการท้อแท้ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์และถ้าไปซื้อผักตามท้องตลาดอาจได้ผักมีสารพิษ ถ้ารับประทานเข้าไปจะไม่ดีต่อสุขภาพ

จากปัญหาที่กล่าวมาแล้วผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีไอโอที (IoT) มาพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน โดยการพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน โดยใช้บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ในการควบคุมสำหรับการรดปุ๋ยน้ำ รวมถึงการใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มาใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนเพาะปลูกและสามารถวัดระดับน้ำในถังน้ำได้โดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำในถัง ถ้าน้ำในถังหมดข้อมูลจะส่งแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ให้มาเติมน้ำ ผู้ใช้สามารถดูค่าอุณหภูมิของโรงเรือนได้หรือควบคุมการทำงานผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้ ลดปัญหาการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะช่วยให้มีผักปลอดสารพิษไว้กินเองในครัวเรือนและมีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที
2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดูค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และระดับน้ำผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้
3. เพื่อสร้างระบบแจ้งเตือนระดับน้ำไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ได้

1.3 ขอบเขตของระบบงาน

1. ส่วนของเทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

1.1 ใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.1.1 เพื่อให้สามารถรับรู้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้

1.1.2 สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนระดับน้ำไปยังโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้

1.1.3 เพื่อควบคุมการหมุนเวียนน้ำอัตโนมัติ

1.2 ใช้เซนเซอร์ DHT11 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น

1.3 ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 วัดระดับน้ำในถัง

1.4 ใช้ ESP32S เป็นเมนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ

1.5 ใช้ปั๊มน้ำไฟ DC 5V ใช้สำหรับหมุนเวียนน้ำและปุ๋ยให้ผสมเข้าด้วยกัน

1.6 ใช้รีเลย์เพื่อเป็นสวิตช์ควบคุมปั๊มน้ำ

2. ส่วนของผู้ใช้งาน

2.1 ผู้ใช้สามารถทราบค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และระดับน้ำภายในโรงเรือนได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนที่สามารถใช้ WiFi 3G/4G/5G ได้

2.2 ผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์ไปยังผู้ใช้ได้

3. ส่วนของโมเดล

3.1 ใช้ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 1 นิ้ว เป็นโครงสร้างแปลงผักในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ขนาด 50x50x40 เซนติเมตร รางปลูกความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 3 ราง 12 หลุม

3.2 ใช้ถังน้ำขนาด 5 ลิตร เป็นถังบรรจุปุ๋ยน้ำ ช่องปลูกใช้โฮลซอขนาด 45 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างรูช่องปลูกผัก 7.5 เซนติเมตร

1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงงาน

สำหรับวิธีดำเนินโครงงานศึกษาเอกเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศนั้น ผู้พัฒนาได้ลำดับการดำเนินการโครงงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบ
3. ออกแบบและติดตั้งแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ
4. ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน
5. ทดสอบและใช้งานระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน
6. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ รวมทั้งจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที
2. ได้บริโภคพืชผักที่ปลอดสารพิษ
3. ได้สำรองอาหารไว้บริโภคในยามฉุกเฉิน
4. ลดค่าใช้จ่าย
5. เพื่อสุขภาพและอนามัยที่ดี

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาขั้นตอนการดำเนินงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																
	พ.ศ.2564												พ.ศ.2565				
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค
1. ทำการศึกษาระบบงาน																	
2. จัดทำโครงการนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา																	
3. วิเคราะห์ข้อมูลและอออกแบบระบบ																	
4. พัฒนาและนำไปใช้																	
5. ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบ																	
6. จัดทำเอกสารประกอบการดำเนินการ																	

หมายเหตุ แทน ระยะเวลาตามวางแผน

แทน ระยะเวลาปฏิบัติจริง

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีประกอบด้วยแนวคิดและหลักการดังต่อไปนี้

2.1 หลักการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์

2.2 หลักการเขียนภาษา C สำหรับ Arduino

2.3 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things)

2.4 แอปพลิเคชัน Blynk

2.5 โปรแกรม Fritzing

2.6 การทำงานของ LINE Notify

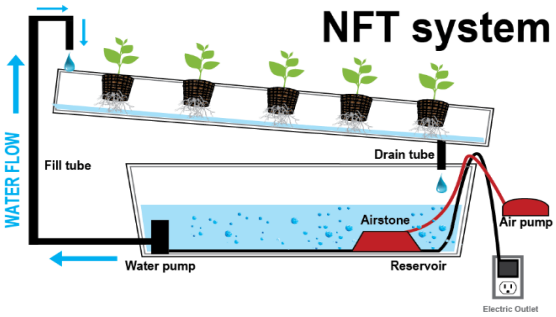
2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์

ไฮโดรโปนิกส์ (hydroponics) หรือ ผักไฮโดรโปนิกส์ คือ การปลูกผักโดยไม่ใช้ดิน หรือเป็นการปลูกพืชผักในน้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือเป็นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืช และอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ผักไร้ดิน” ซึ่งระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่มีการปลูกในปัจจุบันมีอยู่ 3 รูปแบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

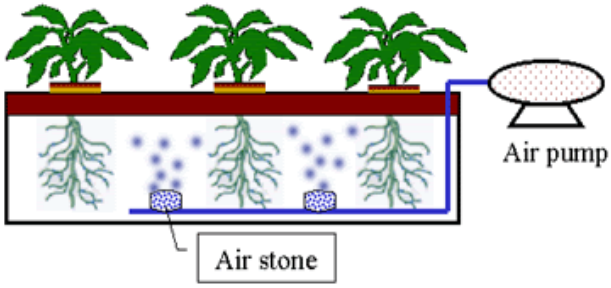
ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) นั้นคือระบบที่เห็นกันบ่อยที่สุดในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (hydroponics) ทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ ระบบนี้หน้าตาเป็นรางแบนๆ โดยที่ธาตุอาหารนั้นจะไหลผ่านท่อเป็น แผ่นฟิล์มบาง ๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลิเมตร) ผ่านรากของต้นพืชในรางปลูก พืชในระบบนั้นจะได้ธาตุอาหารจากน้ำที่ไหลผ่าน อีกทั้งมีช่องว่างในรางปลูกให้รากอากาศสามารถเติบโตได้อีกด้วย ในระบบ NFT นั้นมีทั้งแบบรางปิดและแบบฝาเปิด H2O แนะนำให้ซื้อรางแบบเปิดเนื่องจากการทำความสะอาดนั้นทำได้ง่ายและสะดวกกว่ามาก เวลาเลือกซื้อราง NFT ควรดูหลายอย่างประกอบกัน เช่นราคา ความหนาของพลาสติกที่ใช้ การออกแบบรูปทรงของรางที่ทำความสะอาดง่ายก่อนตัดสินใจซื้อรางปลูก ควรขอไปดูฟาร์มที่ใช้งานจริงก่อน เพื่อความมั่นใจว่า

การลงทุนนั้นคุ้มค่า สำหรับราง NFT นั้นมีข้อเสียอยู่สองเรื่องคือ ราคาค่อนข้างสูงถ้าเทียบกับระบบอื่น และข้อเสียอีกอย่างคือหากไฟฟ้าดับติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้ต้นไม้ตายเนื่องจากรางจะแห้งเร็วมากหากปั๊มน้ำหยุดทำงาน ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การทำงานของระบบปลูก NFT

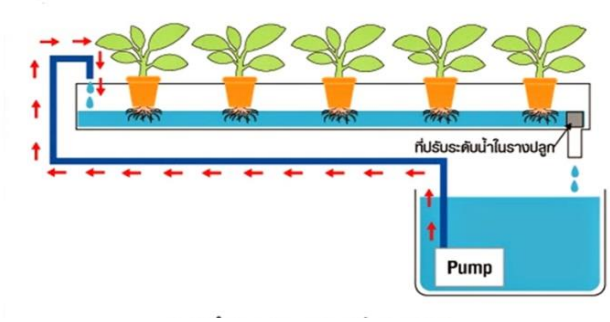
ระบบ DFT (Deep Flow Technique) เป็นระบบที่ใช้ท่อ PVC มาปลูกผัก ซึ่งโดยรวมแล้วจะคล้าย ๆ กับการปลูกแบบ NFT แต่ราง DFT นั้นปริมาณน้ำในท่อจะมากกว่า แบบ NFT ต้นทุนก็ถูกกว่าระบบ NFT ค่อนข้างมาก น้ำในระบบที่มากกว่ายังช่วยเรื่องความร้อนของน้ำในรางปลูก เพราะน้ำในรางของ DFT จะมีมากกว่าซึ่งทำให้อุณหภูมิน้ำจะเย็นกว่าระบบ NFT ในฤดูร้อน ทำให้เป็นโรครากเน่าช้ากว่า แต่ระบบนี้ก็มีข้อเสียเรื่องความสะอาดเนื่องจากเป็นท่อ PVC จึงทำให้ล้างทำความสะอาดค่อนข้างยาก ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การทำงานของระบบปลูก DFT

ระบบ DRFT (Dynamic Root Floating Technique) เป็นการปลูกพืชแบบน้ำมากส่วนมากนิยมปลูกกันในถาดโฟมรองด้วยแผ่นพลาสติกใส่น้ำ แล้วนำแผ่นโฟมมาลอยน้ำเจาะรู และปลูกพืชบนแผ่นโฟม โดยระบบนี้เหมาะสำหรับปลูกผักไทยที่สุด เนื่องจากแผ่นโฟมนั้นไม่เหมาะกับ

การปลูกพืชทรงพุ่มแบบผักสลัดที่เราเห็นทั่วไปเช่น กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตเตอร์เฮด เนื่องจากแผ่นโฟมนั้นทำความสะอาดได้ยาก เชื้อโรคที่อยู่บนแผ่นโฟม จะทำให้ใบของต้นพืชเน่าและเสียหาย การปลูกแบบนี้จึงเหมาะกับพืชทรงสูง เช่น คอส ขึ้นฉ่าย หรือ กะเพรา นั่นเอง ข้อดีของระบบนี้คือการลงทุนค่อนข้างต่ำ และสามารถประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่มาทำชุดปลูกได้ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การทำงานของระบบปลูก DRFT

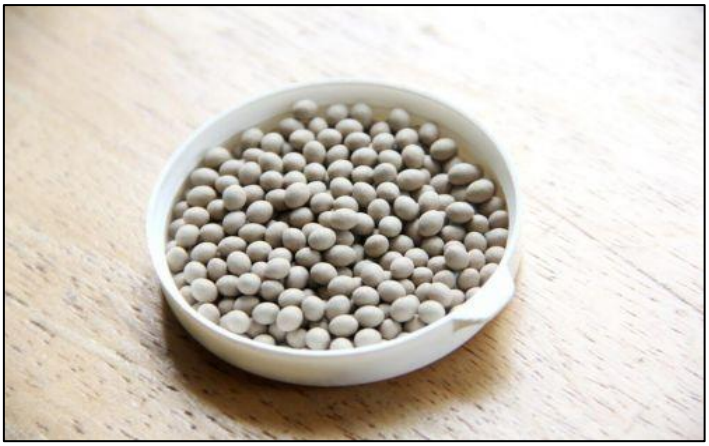
ข้อดีของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ มีการจัดปัจจัยต่าง เช่น น้ำ ธาตุอาหาร แสง และอุณหภูมิให้แก่พืชอย่างเหมาะสม พืชจึงเจริญเติบโตเร็ว ผลผลิตมากและสม่ำเสมอ สะอาด มีคุณภาพดี และปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปีสามารถปลูกได้ในพื้นที่ไม่มีดิน หรือดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ทำให้การใช้น้ำ ใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การควบคุมโรค แมลงศัตรูพืชทำได้ง่ายกว่าพืชปกติใช้แรงงานน้อย ซึ่งระบบไฮโดรโปนิกส์มีขั้นตอนการปลูกดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

1. การเตรียมพื้นที่และโต๊ะปลูก ประกอบโต๊ะปลูกและติดตั้งตามวิธีการประกอบชุดไฮโดรโปนิกส์ และนำโต๊ะปลูกมาวางในตำแหน่งที่ได้รับแสงแดดอย่างน้อย 6 ชั่วโมง/วัน

2. พันธุ์และเมล็ดพันธุ์ผัก เมล็ดพันธุ์ผักมี 2 ชนิดคือ

เมล็ดผักแบบเคลือบ เมล็ดผักชนิดนี้จะถูกคัดเลือกมาจากเมล็ดที่สมบูรณ์ แล้วนำมาเคลือบด้วยแป้งหรือดินเหนียว (Pelleted seed) เพื่อเป็นการรักษาสภาพของเมล็ดผักเอาไว้ ข้อดีของการใช้เมล็ดผักแบบเคลือบก็คือ สะดวกในการเพาะเมล็ดผักเนื่องจากขนาดที่ใหญ่ขึ้น วัสดุที่หุ้มเมล็ดผักยังช่วยนำพาความชื้นสู่เมล็ดผักได้อย่างทั่วถึงทั้งเมล็ด ทำให้ผู้ปลูกสามารถเพาะลงวัสดุปลูกได้โดยตรง ช่วยลดความเสี่ยงจากปัจจัยการงอกที่ไม่สม่ำเสมอของการเพาะเมล็ดผักลงได้ ส่วนข้อเสียของเมล็ดผักแบบเคลือบ นี้คือ มีราคาแพง และมักพบปัญหาเมล็ดผักเสื่อมสภาพเร็วหากเก็บรักษาไม่ถูกวิธี (ต้องเก็บไว้ในตู้เย็นตลอดเวลา 4 - 7 องศาเซลเซียส) การเพาะเมล็ดผักแบบเคลือบหากฝังเมล็ดผักในวัสดุปลูกลึกเกินไปก็ทำให้เมล็ดผักเน่าได้ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 เมล็ดผักแบบเคลือบ

ไม่เคลือบ คือเมล็ดพันธุ์ปกติ เมล็ดผักประเภทนี้จะผ่านการลดความชื้นมาแล้ว สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้นาน ประมาณ 1 - 2 ปี และมีราคาถูกกว่าเมล็ดผักแบบเคลือบค่อนข้างมาก การเพาะเมล็ดผักแบบไม่เคลือบนี้แนะนำให้กระตุ้นการงอกโดยใช้กล่องถนอมอาหารที่มีฝาปิดสนิท รองด้านในด้วยกระดาษชำระประมาณ 2 ชั้น แล้วพรมน้ำให้กระดาษเปียก และเทน้ำออก จากนั้นให้นำเมล็ดผักสลัดมาโรยลงบนกระดาษชำระ โดยไม่ต้องพรมน้ำซ้ำ แล้วปิดฝากล่องให้สนิท (แนะนำให้นำไปวางไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ห้องปรับอากาศ) ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง เมล็ดผักจะเริ่มงอกให้ย้ายลงวัสดุปลูกได้เลย อย่าปล่อยให้เกิน 72 ชั่วโมง (3 วัน) เพราะรากผักจะยาวเร็วมากและทำให้ย้ายปลูกได้ยาก การกระตุ้นการงอกด้วยวิธีนี้จะทำให้เมล็ดผักที่เราเพาะมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความสม่ำเสมอของการงอกสูงขึ้น ดังภาพที่ 2.5

ภาพที่ 2.5 เมล็ดผักแบบไม่เคลือบ

การเพาะต้นกล้า นำวัสดุปลูก เช่น เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ ใส่ถ้วยเพาะและนำเมล็ดผักใส่ตรงกลางถ้วย กลบเมล็ดและรดน้ำให้เปียกและเก็บไว้ในที่ปลอดภัย รดน้ำทุกวัน ประมาณ 3-5 วัน เมล็ดเริ่มงอก และเริ่มให้สารละลายอ่อน ๆ แทนน้ำ ภาพประกอบดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.6 การเพาะต้นกล้า

จากนั้นเติมน้ำ 10 ลิตร เติมสารอาหาร A และ B อย่างละ 100 ซีซี หรือ 10 ซีซี/น้ำ 1 ลิตร ตัวอย่างปุ๋ย A และ ปุ๋ย B ที่ใช้ ดังภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B

นำต้นกล้าที่แข็งแรง อายุประมาณ 2 สัปดาห์ ย้ายมาวางบนโต๊ะปลูก และเดินเครื่องปั๊มน้ำ ดังภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 นำต้นกล้าแข็งแรงใส่ราง

การดูแลประจำวัน รักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับควบคุมอยู่เสมอ เช่น 10 ลิตร ควบคุมค่า EC อยู่ระหว่าง 1-1.8 โดยเครื่อง EC meter ปรับลดโดยการเพิ่มน้ำ และปรับค่า EC เพิ่มโดยการเพิ่มปุ๋ย กรณีไม่มีเครื่องวัดสามารถประมาณการเติมสารอาหาร A และ B ควบคุมค่า pH อยู่ระหว่าง 5.2-6.8 โดยเครื่อง pH meter หรือ pH Drop test ปรับลดโดยการกรดฟอสฟอริก หรือกรดไนตริก (pH down) และปรับค่า pH เพิ่มโดยการเติมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (pH up) ปริมาณ 2-3 หยด การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน ดังภาพที่ 2.9

ภาพที่ 2.9 ผักที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 45 วัน

2.2 หลักการเขียนภาษา C สำหรับ Arduino

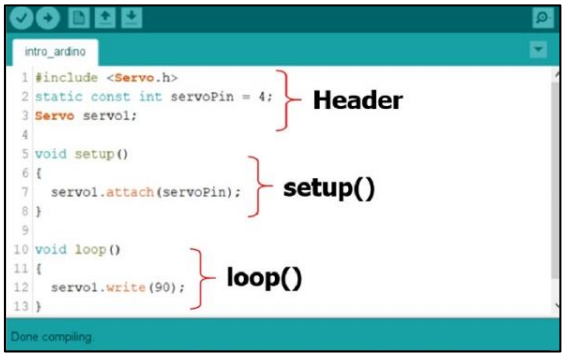
ภาษาซีของ Arduino จะจัดรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชัน และ เมื่อนำฟังก์ชัน มารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่า โปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไป

ด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชัน จำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ setup() และ loop() เห็นได้โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

Header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

Setup () ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดของเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องกาให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

loop () เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน setup () โดยฟังก์ชัน loop () นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอลซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างภาษาซีสำหรับ Arduino

2.3 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things)

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ ไอโอที (IoT) หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่น ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซนเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้วทำให้เราสามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้

แนบแน่นมากขึ้น ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อ IoT ถูกเสริมด้วยเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลได้ตามการกระตุ้น ก็จะกลายเป็นระบบที่ถูกจัดประเภทโดยทั่วไปว่าระบบไซเบอร์-กายภาพ (cyber-physicalsystem) ซึ่งรวมถึงเทคโนโลยีอย่าง กริดไฟฟ้าอัจฉริยะ (สมาร์ตกริด) บ้านอัจฉริยะ (สมาร์ตโฮม) ระบบขนส่งอัจฉริยะ (อินเทลลิเจนต์ทรานสปอร์ต) และเมืองอัจฉริยะ (สมาร์ตซิตี้) วัตถุแต่ละชิ้นสามารถถูกระบุได้โดยไม่ซ้ำกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว และสามารถทำงานร่วมกันได้บนโครงสร้างพื้นฐาน อินเทอร์เน็ตที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าเครือข่ายของสรรพสิ่งจะมีวัตถุเกือบ 50,000 ล้านชิ้นภายในปี 2020 มูลค่าตลาดคาดการณ์ไว้ที่ 80 พันล้านเหรียญ

"สรรพสิ่ง" ในความหมายของ IoT สามารถหมายถึงอุปกรณ์ที่แตกต่างหลากหลาย เช่น อุปกรณ์วัดอัตราหัวใจแบบฝังในร่างกาย แท็กไบโอชิปที่ติดกับปศุสัตว์ ยานยนต์ที่มีเซนเซอร์ในตัว อุปกรณ์วิเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งแวดล้อมหรืออาหาร อุปกรณ์เหล่านี้จะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีหลากหลายชนิดและจากส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งจึงมีการทำงานดังภาพที่ 2.11

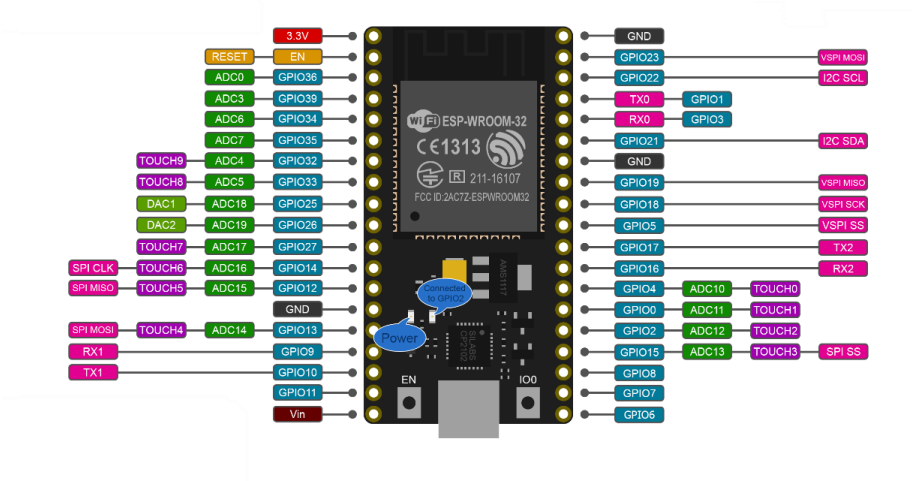
ภาพที่ 2.11 การทำงานของอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

สำหรับโครงงานศึกษาเอกเทศนี้ได้ใช้เทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง ซึ่งมีอุปกรณ์และเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ESP32S บอร์ด Node32s เป็นบอร์ดที่นำ SoC อย่าง ESP32 ของบริษัท Espressif มาออกแบบเป็นบอร์ดพัฒนา โดย ESP32 เป็นไอซีที่พัฒนาเพิ่มเติมจาก ESP8266 โมดูล Wifi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + Bluetooth 4.2 + Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัปโหลดโปรแกรมขนาด

16M มีขา GPIO 36 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้

โมดูลรวม USB TTL และ ESP-32 ไว้ในตัวแล้วคล้ายกับ NodeMCU จึงไม่ต้องบัดกรีหรือต่อวงจรเพิ่ม ติดตั้งบอร์ดใน Arduino IDE แล้วเสียบสาย USB โปรแกรม ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ข้อมูลขาวงจรของบอร์ด ESP32S

2. DHT11 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT มาจากคำว่า Digital Humidity and Temperature Sensor แปลตรงตัวเลยก็คือเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิแบบดิจิทัล มีความสามารถในการตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (จุ่มน้ำไม่ได้ ตัวเซนเซอร์ไม่กันน้ำ) โดยสามารถให้ค่าออกมา 3 แบบคือ

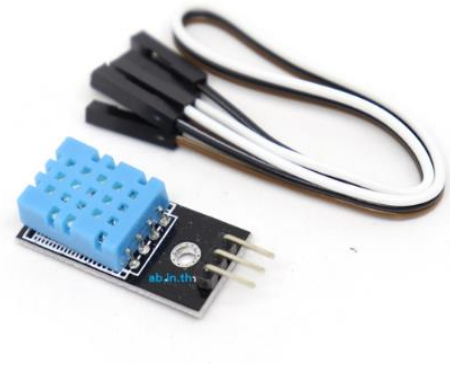
2.1 Humidity (ความชื้น) โดยค่าที่ได้เป็นความชื้นสมบูรณ์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศต่อ 1 หน่วยปริมาตรของอากาศ มีหน่วยเป็น กรัม/ลูกบาศก์เมตร ความชื้นสัมบูรณ์จะเปลี่ยนไปตามความดันอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป

2.2 Temperature (อุณหภูมิ) ค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ของอนุภาคในสสารใด ๆ ซึ่งสอดคล้องกับความร้อนหรือเย็นของสสารนั้น (ในที่นี้คืออากาศ)

2.3 Heat index (ดัชนีความร้อน) เป็นดัชนีการวัดค่าความร้อนที่แท้จริงที่เรารู้สึกสืบเนื่องมาจากผลของความชื้น ในสภาวะความอุณหภูมิสูงและความชื้นในอากาศสูงร่างกายของคนเราจะรู้สึกร้อนกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์

โมดูลหรือเซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ สามารถใช้งานกับ Arduino Uno R3 ได้ ซึ่งจะมีอยู่สองแบบ คือแบบที่มาเป็นโมดูลกับแบบที่มีแต่เซ็นเซอร์มาให้อย่างเดียว โดยการรับส่งข้อมูลจาก DHT11 นั้นจะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกันและเป็นสัญญาณแบบดิจิตอล คุณสมบัติ ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 ถึง 5V ใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.5mA (ขณะทำหารวัดค่า) เหมาะสำหรับ

วัดความชื้นระดับ 20-80% โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน 5% เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิ 0-50°C ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

3. อัลตราโซนิก HC-SR04 หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วหูมนุษย์จะได้ยินเสียงแค่ประมาณ 15KHz (กิโลเฮิร์ต) ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตราโซนิกจึงหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20KHz ขึ้นไป สำหรับการทำงานของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก จะส่งผ่านคลื่นเสียงที่มีความสม่ำเสมอไปสะท้อนกับวัตถุ โดยเซ็นเซอร์และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา โดยตรวจจับเวลาตั้งแต่ปล่อยคลื่นอัลตราโซนิกออกไปจนถึงได้รับคลื่นสะท้อนกลับมาจะทำให้ทราบระยะทางได้

หลักการทำงานโดยเซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 จะเซนเซอร์อยู่สองด้าน ด้านหนึ่งทำหน้าที่ในการส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกไป และอีกด้านหนึ่งทำหน้าที่ตรวจจับการสะท้อนกลับจากนั้นจะทำการส่งค่ากลับมายัง Arduino โดยจะมี Libraries ที่ชื่อว่า HCSR04.h ทำการแปลงข้อมูลที่ได้รับให้ออกมาเป็นระยะทางในหน่วย cm

ตัวเซนเซอร์และตัววัตถุห่างไกลกันมากเท่าใด ความคลาดเคลื่อนก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากวัตถุที่ทำการทดลองมีขนาดเล็กก็เป็นได้ เพราะใช้ไม่แผ่นตั้งฉากกับพื้น โดยแผ่นไม้มีขนาดหน้ากว้างเพียง 7x17 เซนติเมตร ซึ่งหากต้องการความแม่นยำอาจจะต้องเป็นวัตถุที่ใหญ่กว่านี้และทำการเก็บค่าซ้ำๆจากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยที่ได้ แล้ว Calibrate ตำแหน่งที่ติดตั้งตัวเซนเซอร์เพื่อชดเฉยระยะที่สูญเสียอีกที โดยเซนเซอร์ เซนเซอร์อัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 ตัวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากลาย ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์วัดระดับน้ำสำหรับอ่างเก็บน้ำหรือฝาย เพื่อแจ้งเตือนการเกิดอุทกภัย ดังภาพที่ 2.14

ภาพที่ 2.14 อัลตราโซนิก HC-SR04

4. ปั๊มน้ำไฟ DC 5V เป็นปั๊มน้ำขนาดเล็ก สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC ป้อนไปยังปั๊มโดยใช้แรงดัน 2.5V-6V สามารถใช้ร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ ขนาด 0.5W ขึ้นไป ที่แรงดัน (2.5V-6V) โดยไม่ต้องใช้ Battery ได้ง่าย อัตราการไหลของน้ำ สามารถทำได้ 80 ลิตรต่อหนึ่งชั่วโมง สามารถทำความสูงได้ถึง 40CM - 110 CM ทำงานต่อเนื่องได้ยาวนานสามารถทำงานใต้น้ำ ดังภาพที่ 2.15

ภาพที่ 2.15 ปั๊มน้ำไฟ DC 5V

5. รีเลย์ (Relay) อุปกรณ์หนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบ IoT เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ภายในมีอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกป้อนให้กับขดลวดจะทำให้หน้าสัมผัสของสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ปิดหรือเปิด เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหรือหยุด เหมือน

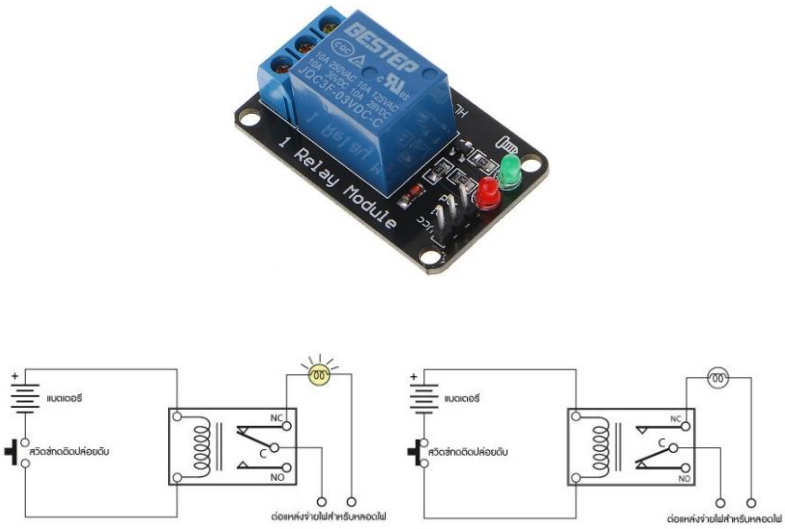
การกดสวิทช์ไฟฟ้าทั่วไป จึงสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมากมาย รีเลย์มีจุดต่อมาตรฐาน 3 จุด

จุดต่อปกติปิด หรือ Normal Close (NC) หมายถึงขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกันขณะที่ยังไม่ได้จ่ายไฟให้กับรีเลย์ เรามักต่อจุดนี้กับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา เช่น ตู้อบฟักไข่ที่ต้องให้ความอบอุ่นในช่วงเวลาหนึ่ง

จุดต่อปกติเปิด หรือ Normal Open (NO) หมายถึงขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกันขณะที่ยังไม่ได้จ่ายไฟให้กับรีเลย์ เรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น ไฟสนามหน้าบ้านเมื่อเวลามืดค่ำ

จุดต่อร่วม หรือ Common (C) หมายถึงจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

ในระบบ IoT นิยมนำรีเลย์มาใช้ในการเปิดปิดไฟ เปิดปิดน้ำ (ใช้รีเลย์ไปควบคุมโซลีนอยด์สำหรับการเปิดปิดน้ำอีกที) การที่รีเลย์สามารถควบคุมไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 3-220 โวลท์ (ขึ้นกับรีเลย์แต่ละรุ่น/ยี่ห้อ) ใช้ได้ทั้งไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับ จึงสามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์ IoT ได้มากมาย ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 เซนเซอร์รีเลย์และการทำงาน

2.4 แอปพลิเคชัน Blynk

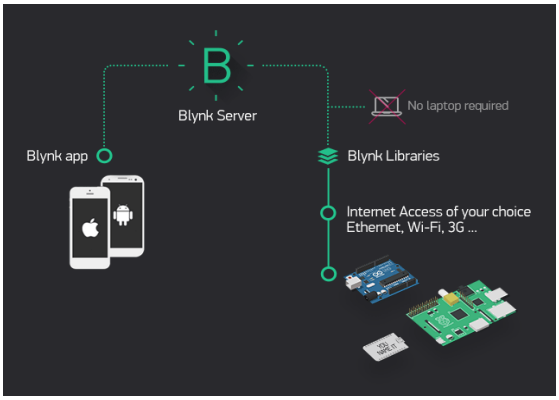
Blynk Platform ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ Internet of Things ซึ่งมีคุณสมบัติในการควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และยังสามารถแสดงผลค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ การทำงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

Blynk App แอปพลิเคชั่นที่สามารถติดตั้งในโทรศัพท์มือถือของเราเองเพื่อสร้าง Interface ในการควบคุมหรือแสดงผลค่าจากอุปกรณ์ Internet of Things

Blynk Server ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชั่นกับอุปกรณ์ Internet of Things (ในส่วนนี้ทางเราได้ให้บริการฟรี)

Blynk Libraries ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ Internet of Things ต่าง ๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

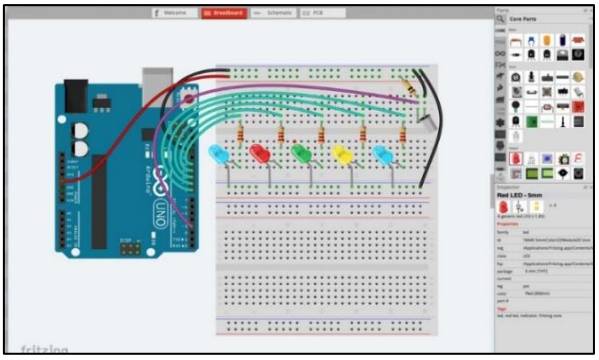
Blynk Server เป็น Digital Dashboard Platform สำหรับ Arduino, NodeMCU และ Raspberry Pi โดยผู้ใช้งานสามารถสร้าง Graphic interface ขึ้นมาใน Application (รองรับทั้ง iOS และ Android) เพื่อทำการควบคุมจัดการอุปกรณ์ IoT ได้อย่างง่ายได้ สำหรับท่านที่ต้องการใช้งาน Blynk นั้น ได้ทำการสร้างระบบ Blynk Server ขึ้นมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้แบบฟรี ๆ ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การทำงานของ Blynk app

2.5 โปรแกรม Fritzing

Fritzing เป็นโปรแกรม open-source สำหรับออกแบบวงจรไฟฟ้าโปรแกรมหนึ่ง ที่มีจุดเด่นในเรื่องของฟีเจอร์อันหลากหลายที่ใช้งานง่าย เช่น ภาพกราฟิกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบหรือแก้ไข พาร์ทชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ หรือเป็น IDE ขนาดย่อม ๆ สามารถเขียนโค้ดและอัพโหลดลงบนบอร์ด Arduino ได้เหมือนกับโปรแกรม Arduino IDE เป็นต้น ทำให้โปรแกรม Fritzing เหมาะกับการเริ่มต้นการต่อวงจรไฟฟ้าควบคู่ไปกับการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวโปรแกรมนี้นั้นรองรับทั้ง Windows, macOS, Linux ที่สำคัญเป็นโปรแกรมฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย (opensource software) สำหรับการติดตั้งบน Windows นั้นสามารถทำงานได้ทั้งแบบ Windows 32 Bit และ Windows 64 Bit ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 โปรแกรม Fritzing

2.6 การทำงานของ LINE Notify

LINE Notify บริการที่สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลัก ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น ใช้ Line notify เพื่อแจ้งสถานะการออนไลน์ไปอีกระบบปลายทางได้ จึงทำให้สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนจากบริการต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับ internet และสามารถเชื่อมด้วย http post มายัง Account ของได้ ซึ่งการใช้งานโดยรวมของ Line notify จะมีรูปแบบดังนี้ คือ เริ่มแรกเลยต้องไปสร้าง token ของ account ในระบบของ Line จากนั้นเก็บ token นี้เอาไว้ แล้วเมื่อต้องการที่จะส่งข้อความแจ้งเตือนต่าง ๆ จะใช้ token นี้เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือน ผ่านทาง http post ดังภาพที่ 2.19

ภาพที่ 2.19 การทำงานของ LINE Notify

2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยา ปัญญากาศ และคณะ (2561) ได้พัฒนาการสร้างและหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติด้วย Internet of Things ซึ่งมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ปลูกผัก สลัดไฮโดรโปนิกส์ในเขตพื้นที่จังหวัดลำปาง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของ การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติด้วย Internet of Things โดยใช้ NodeMCU (ESP8266) ที่เขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วย Arduino IDE โดยมีเซ็นเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ DHT22 และเซ็นเซอร์วัดความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำและอุปกรณ์สร้างฐานเวลาจริงเป็นส่วน input ทั้งนี้ตัว NodeMCU ยังทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตผ่าน Wifi เพื่อรับคำสั่งการควบคุมจากสมาร์ตโฟนด้วยแอปพลิเคชั่น blynk ส่วนภาค output จะใช้ delay ควบคุมโซลินอยด์วาล์วจ่ายธาตุอาหารน้ำยาปรับค่า PH และปั๊มน้ำ และแบบประเมินคุณภาพของระบบควบคุมที่ สร้างขึ้น วิธีดำเนินการเริ่มจากการออกแบบสร้างระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ การจำลองสถานการณ์การทำงานให้แก่ระบบ จากนั้นจึงนำติดตั้งและทดสอบใช้งานจริงในฟาร์มปลูกของเกษตรกร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติที่เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติด้วย Internet of Things ที่สร้างขึ้น สามารถตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงเรือน และค่า pH ในสารละลายธาตุอาหารของน้ำในระบบได้อย่างอัตโนมัติด้วยสมองกลฝังตัวตามขอบเขตที่กำหนด และจาก สมาร์ตโฟนด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งระบบควบคุมที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพทางด้านคุณค่าของสิ่งประดิษฐ์อยู่ใน ระดับมาก รองลงมาเป็นด้านการออกแบบ และด้านการใช้งานตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำเอาแนวคิดการสร้างและหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

จิราวัฒน์ หมื่นสุดตา และ นฤพนธ์ พนาวงศ์ (2562) ได้พัฒนาโมเดลทดสอบการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ โดยโครงงานนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้สถานะ ทำงานของระบบ ซึ่งระบบจะแจ้งข้อความการทำงานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ นอกจากนี้ผู้จัดทำใช้บอร์ด ESP32 ควบคุมการรด น้ำต้นไม้แบบอัตโนมัติ และใช้บอร์ด HIGROW ESP32 เป็น เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เพื่อควบคุมปริมาณน้ำให้เหมาะสม กับต้นไม้ ที่มีการส่งข้อมูลความชื้นในดินผ่าน Anto ซึ่งเป็น Cloud IoT รวมถึงผู้จัดท้าได้พัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์มาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งเวลารดน้ำแบบอัตโนมัติตอนเช้าและเย็น สามารถรดน้ำตามที่ผู้ใช้ต้องการ สามารถดูอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและความชื้นในดิน จากการทดลองพบว่า ระบบสามารถรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้ และสามารถควบคุมผ่าน แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้ ซึ่ง

งานวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องระบบแจ้งข้อความการทำงานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนได้

ภาคย์ สธนเสาวภาคย์ (2562) ได้พัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค ได้แก่ แสงแดด อุณหภูมิและสารละลายธาตุอาหาร ใน ระบบนี้ประกอบไปด้วยตู้ปลูกผักและถังผสมปุ๋ย ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุมการ ทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยภาพรวมระบบนั้นสามารถควบคุมการให้แสงแดดเทียมควบคุม อุณหภูมิและควบคุมการให้สารละลายได้อย่างคงที่ และแม่นยำ ผู้วิจัยออกแบบให้ระบบแสดงผล ข้อมูลเซ็นเซอร์บนเว็บไซต์และเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล MySQL เก็บค่าจาก NodeMCU ที่อยู่ตามอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อบันทึก ค่าและเก็บสถานะที่จำเป็นในการประมวลผล ซึ่งฐานข้อมูลในระบบ ผลการทดลองพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถทำให้ผลผลิตดีขึ้นมากกว่าระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบปกติโดยมีน้ำหนักของผลผลิต มากกว่าระบบปกติเฉลี่ยที่ 26.56 กรัม และขนาดความกว้างและใบของผักสลัดกรีนโอ๊คจะ เจริญเติบโตมากกว่าระบบปกติอย่างไรก็ตามระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติจะใช้น้ำ มากกว่าระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบปกติประมาณ 26.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำเอาแนวคิดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมมาประยุกต์ในงานวิจัยการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน

จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม และคณะ (2562) ได้พัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ เคลื่อนที่ได้ การออกแบบระบบหมุนเวียนน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ระบบหมุนเวียนน้ำ 24 ชั่วโมง และโครงสร้างระบบ ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ สามารถปลูกตามพื้นที่จำกัดได้การโดยใช้อุปกรณ์และประหยัดพลังงาน จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบเคลื่อนที่โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการปลูกผักไฮโดร โปนิกส์ โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ปั๊มน้ำ DC ขนาด 12V ทำหน้าที่ในการสูบน้ำเพื่อ หมุนเวียนน้ำในการล่อเลี้ยงผักไฮโดรโปนิกส์ โดยกล่องควบคุมประกอบด้วย กล่องควบคุมที่ภายในกล่องประกอบด้วย Charge Controller, Breaker, Batteryและดิจิตอล LED มิเตอร์วัดเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ ในการควบคุมการชาร์ต การทำงานของระบบ ไฟฟ้าและใช้สวิทซ์ลูกลอยควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำ ให้อยู่ในตำแหน่งสูงหรือต่ำตามต้องการ โดยมีเตอรี่ขนาด 50 A กักเก็บประจุไฟฟ้าสำหรับใช้ในช่วงกระแสไฟไม่เพียงพอ ซึ่งชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จำนวน 18 ต้น ที่ มีไหลเวียนน้ำตลอด 24 ชั่วโมง จากการทดสอบพบว่าระบบหมุนเวียนน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้สามารถ หมุนเวียนน้ำในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้ 24 ชั่วโมง/วัน ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำเอาแนวคิดเรื่องระบบหมุนเวียนน้ำไปใช้ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนได้

ณัฐพร ฤทธิ์นุ่ม และ อัฏฐ์วุฒิ ไหวพริบ (2562) ได้พัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับไฮโดรโปนิกส์ฟาร์ม : กรณีศึกษาสำหรับ ผักเรดโอ๊คและกรีนโอ๊ค ที่สามารถจัดการการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากสามแหล่งจ่าย เพื่อลดต้นทุนการ ใช้กำลังไฟฟ้า การจ้างแรงงาน สามารถควบคุมค่า EC, ค่า pH, ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกผักสลัดซึ่งเป็นผักจากเมืองหนาว โดยงานวิจัยนี้ปลูกผัก สลัดเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คเป็นกรณีศึกษาซึ่งสามารถนำมาเพาะปลูกในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศ ในโซนร้อนชื้นได้ ผักสามารถเจริญเติบโตได้ ดี ให้ ผลผลิตสูง ออกแบบระบบโดยประยุกต์ ไมโครคอนโทลเลอร์ขนาด 8 บิต ประมวลผลภายใต้ขั้นตอนวิธีการที่ออกแบบ เพื่อกำกับการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากสามแหล่งจ่ายระหว่าง โซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ และระบบไฟฟ้า พื้นฐาน ระบบจะทำการควบคุม สำหรับจ่ายกำลังไฟฟ้าให้มอเตอร์ปั๊ม สารละลายธาตุอาหาร และพ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงผัก ควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ควบคุมระดับ EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหาร ออกแบบ ซอฟต์แวร์ด้วยภาษาซี-ซีซีเอส ทำการทดสอบระบบภายใต้สภาวะการใช้งานเสมือนจริง ตรวจสอบ การตอบสนองของระบบ แสดงผลการทดสอบด้วยตารางและกราฟ ผลจากการทดสอบการ เพาะปลูกจริง และตารางการใช้พลังงาน จากผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่าง ถูกต้องตามหลักการและทฤษฎีภายใต้เงื่อนไขขั้นตอนที่ออกแบบ ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องค่า EC และ pH สำหรับพืชแต่ละชนิด ในระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนของการดำเนินงานและการออกแบบการพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือน โดยในส่วนของขั้นตอนการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.3 หลักการทำงานของระบบ

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.5 การออกแบบหน้าจอการควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

การพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนสามารถเชื่อมต่อ Wifi 3G/4G/5G มาประยุกต์ในการควบคุมสำหรับการรดปุ๋ยน้ำรวมถึงการใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มาใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นของโรงเรือนเพาะปลูกและสามารถวัดระดับน้ำในถังน้ำได้โดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำในถัง ถ้าน้ำในถังหมดข้อมูลจะส่งแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ให้มาเติมน้ำ ผู้ใช้สามารถดูค่าอุณหภูมิของโรงเรือนได้หรือควบคุมการทำงานผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนได้ ผู้ใช้สามารถดูอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่าน Blynk

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.1 ใช้โปรแกรม Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.13 ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษา C ลงบนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์

1.2 ใช้โปรแกรม Blynk เวอร์ชัน 2.26.5 เป็นคลาวด์ไอโอทีและส่วนแสดงผล รายงานค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

1.3 ใช้โปรแกรม Fritzing 0.9.3 ในการจำลองการต่อกับบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์

1.4 ใช้ ESP32S เป็นเมนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ

1.5 ใช้เซนเซอร์ DHT11 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น

1.6 ใช้เซนเซอร์ อัลตราโซนิก HC-SR04 วัดระดับน้ำในถัง

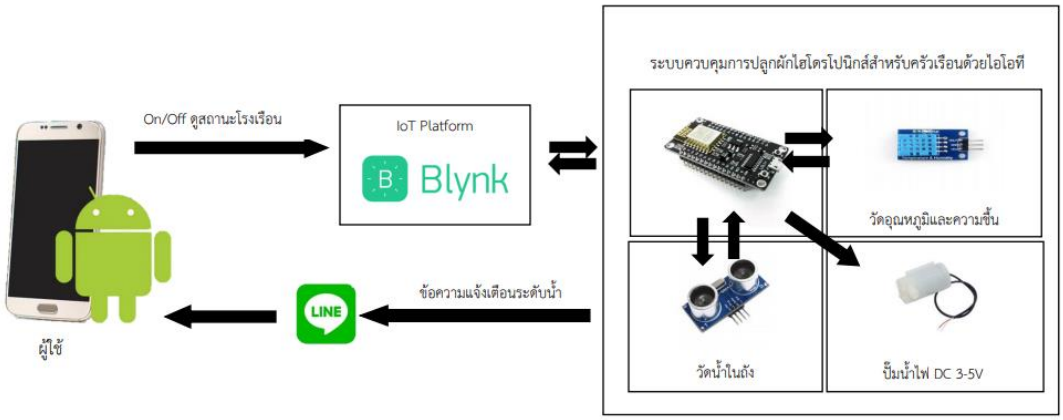
1.7 ใช้ปั๊มน้ำไฟ DC 5V ใช้สำหรับหมุนเวียนน้ำและปุ๋ยให้ผสมเข้าด้วยกัน

1.8 ใช้ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 1 นิ้ว เป็นโครงสร้างแปลงผักในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ ขนาด 50x50x40 เซนติเมตร รางปลูกความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 3 ราง 12 หลุม

1.9 ใช้ถังน้ำขนาด 5 ลิตร เป็นถังบรรจุปุ๋ยน้ำ ช่องปลูกใช้โฮลซอขนาด 45 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างรูช่องปลูกผัก 7.5 เซนติเมตร

2. กรอบแนวคิด

ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที เชื่อมต่อ ESP32S เป็นเมนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้เซนเซอร์ DHT11 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือน ผู้ใช้สามารถดูอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่าน Blynk ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 วัดระดับน้ำในถัง ถ้าน้ำในถังหมดข้อมูลจะส่งแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ให้มาเติมน้ำ ผู้จัดทำจึงทำกรอบแนวคิดแสดงให้เห็นภาพแบบชัดเจน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน

จากภาพที่ 3.1 ผู้จัดทำโครงงานได้แสดงกรอบแนวคิดในการจัดทำโครงงาน ซึ่งมีแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนผู้ใช้งาน

1.1 สามารถดูอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และระดับน้ำแบบแผนภูมิโดยใช้แอปพลิเคชัน Blynk ภายในโรงเรือนได้

1.2 ได้รับข้อความแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์

2. ส่วนของระบบ

2.1 ระบบจะสั่งการปั๊มน้ำเพื่อเติมน้ำเข้าสู่รางน้ำ

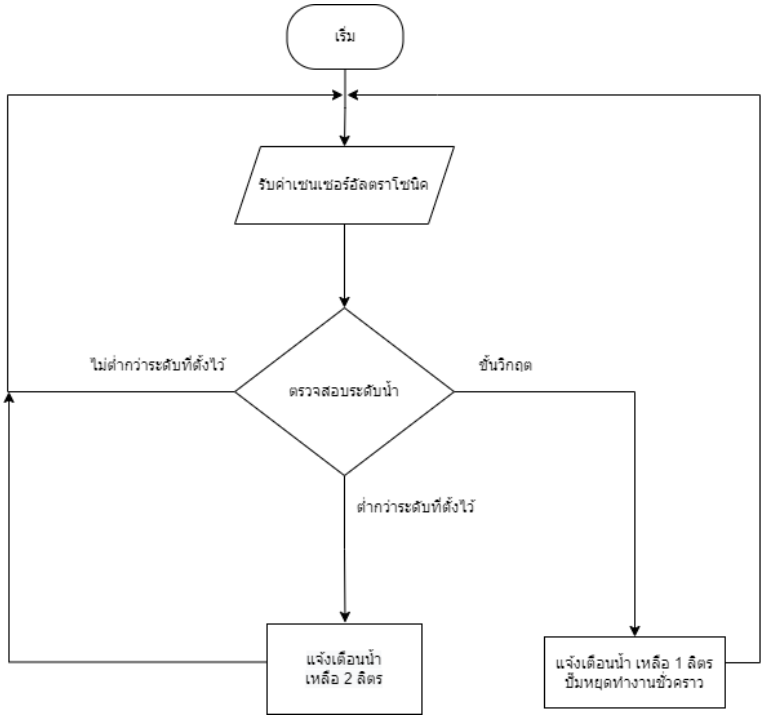
2.2 ระบบจะวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และระดับน้ำภายในโรงเรือน

2.3 เมื่อระดับน้ำในถังลดลงในระดับที่ต้องเติมน้ำระบบจะส่งข้อความแจ้งzเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้มาเติมน้ำ

3.3 หลักการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์และส่วนของแอปพลิเคชัน แต่ละส่วนมีการทำงานดังต่อไปนี้

1. ส่วนวัดระดับน้ำ



ภาพที่ 3.2 ส่วนวัดระดับน้ำ

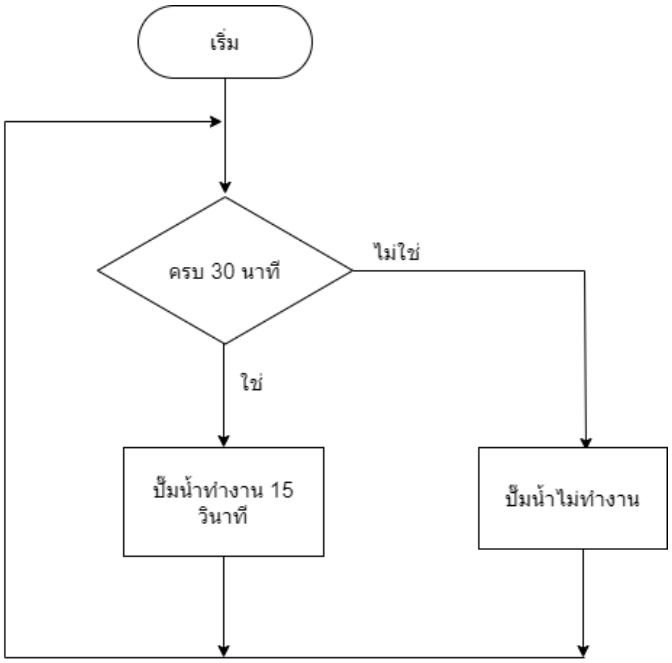
จากภาพที่ 3.2 ตรวจสอบระดับน้ำถ้าไม่ต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้จะไม่แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ถ้าต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้จะแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ไปเติมน้ำ หากผู้ใช้ไม่เติมน้ำระดับน้ำจะเป็นขั้นวิกฤตมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้อีกรอบและปั๊มจะหยุดการทำงานชั่วคราว ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. เริ่มเซนเซอร์อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำ พบว่าไม่ต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้จะไม่มีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานและจะทำงานซ้ำในรูปแบบเดิม

2. เซนเซอร์อัลตราโซนิกจะวัดระดับน้ำ หากน้ำต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานและจะทำงานซ้ำในรูปแบบเดิม

3. เซนเซอร์อัลตราโซนิกวัดระดับน้ำ หากน้ำถึงขั้นวิกฤตเหลือ 1 ลิตร จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้อีกรอบปั๊มจะหยุดการทำงานชั่วคราวและจะทำงานซ้ำในรูปแบบเดิม

2. ส่วนการทำน้ำวน



ภาพที่ 3.3 ส่วนการทำน้ำวน

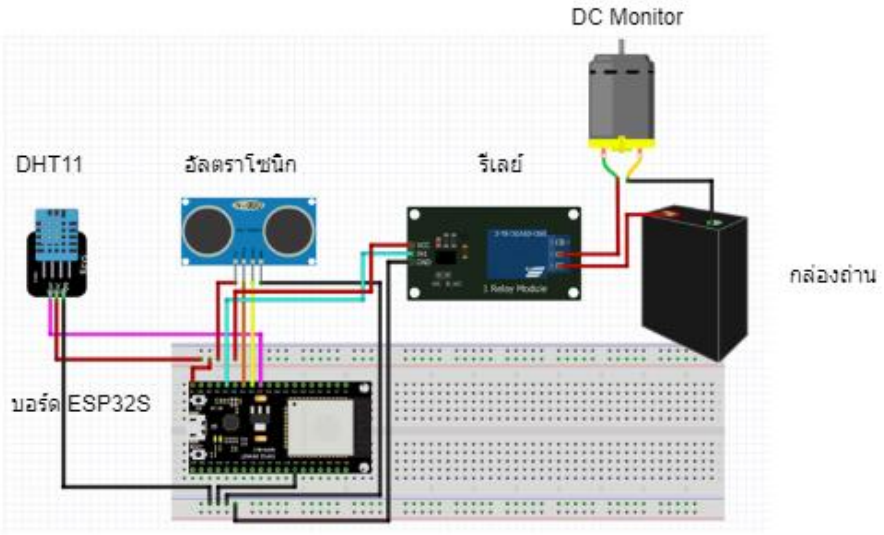
จากภาพที่ 3.3 แสดงผังการทำงานของส่วนการทำน้ำวนซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงานระบบจะตรวจสอบเวลาเมื่อครบ 30 นาที ปั๊มน้ำจะทำงาน 15 วินาทีและจะทำงานซ้ำในรูปแบบเดิม

2. หากยังไม่ครบ 30 นาที ปั๊มจะไม่ทำงาน

3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขึ้น เพื่อให้เห็นภาพจำลองการสร้างวงจรจริงและทำให้การเห็นภาพได้ชัดมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพที่ 3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ต่อขา GND ของบอร์ด ESP32S ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟลบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน GND ร่วมกันของอุปกรณ์

2. ต่อขา GND ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก เซนเซอร์ DHT11 และรีเลย์เข้ากับทางไฟลบของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา GND ของบอร์ด ESP32S ไว้

3. ต่อขา Vin ของบอร์ด ESP32S ขาใดก็ได้ลงบอร์ดทดลองในทางไฟบวกเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานไฟ DC 5V ร่วมกันของอุปกรณ์

4. ต่อขา VCC ของเซนเซอร์อัลตราโซนิก เซนเซอร์ DHT11 และรีเลย์เข้ากับทางไฟบวกของบอร์ดทดลองที่ต่อกับขา Vin ของบอร์ด ESP32S ไว้

5. ต่อไฟ DC 5V ขาไฟบวกเข้ากับรีเลย์ขา NO และต่อขาไฟลบเข้ากับขาใดขาหนึ่งของปั๊มน้ำ

6. ต่อขาที่เหลืออีกขาหนึ่งของปั๊มน้ำเข้ากับรีเลย์ขา COM

7. ต่อขา IN ของรีเลย์เข้ากับขาที่ 13 ของบอร์ด ESP32S

8. ต่อขา Trig ของเซนเซอร์อัลตราโซนิกเข้ากับขาที่ 12 ของบอร์ด ESP32S

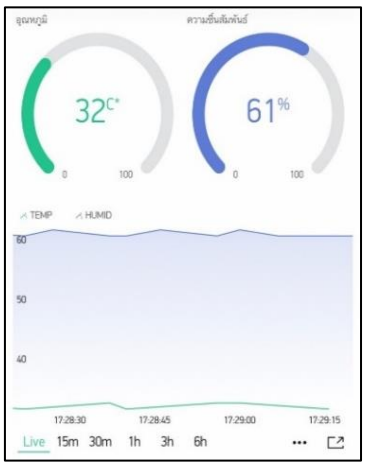
9. ต่อขา Echo ของเซนเซอร์อัลตราโซนิกเข้ากับขาที่ 14 ของบอร์ด ESP32S

10. ต่อขา Out ของเซนเซอร์ DHT11 เข้ากับขาที่ 27 ของบอร์ด ESP32S

3.5 การออกแบบหน้าจอการควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน

ผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอแสดงผลแอปพลิเคชัน Blynk และหน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์ ดังนี้

1. ส่วนของหน้าจอแสดงผลแอปพลิเคชัน Blynk



ภาพที่ 3.5 การออกแบบส่วนแสดงผลบนแอปพลิเคชัน Blynk

2. หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

ภาพที่ 3.6 แสดงหน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ ผู้จัดทำโครงงานใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 5V จ่ายไฟให้กับบอร์ด ESP32S และใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 5V ให้กับปั๊มน้ำจำนวน 1 เครื่อง ผู้จัดทำโครงงานได้แบ่งการทดสอบเป็น 3 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

4.2 ผลการทดลองการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

4.1 ผลการสร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

ผลการสร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์สำหรับครัวเรือน การทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์และส่วนของแอปพลิเคชัน แต่ละส่วนมีการทำงานดังต่อไปนี้

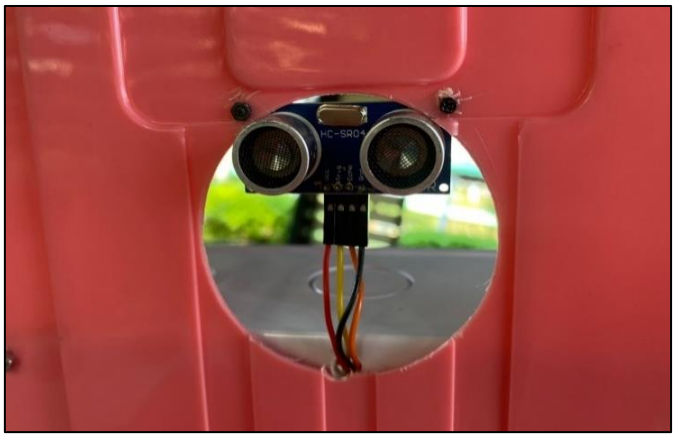
จากภาพที่ 4.1 ใช้ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 1 นิ้ว เป็นโครงสร้างแปลงผักในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ขนาด 50x50x40 เซนติเมตร รางปลูกความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 3 ราง 12 หลุมดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 รางน้ำของแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์

จากโครงสร้างแปลงผัก จะเห็นการทำงานของการวนน้ำในแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์ ปั๊มน้ำจะทำงานทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 15 วินาที ดังภาพที่ 4.2

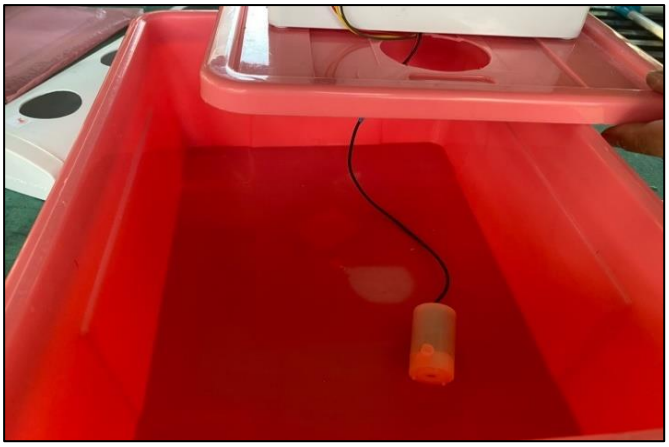
ภาพที่ 4.2 กล่องอุปกรณ์เซนเซอร์และการวนน้ำของแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์

ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เพื่อวัดระดับน้ำในถังของแปลงผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 เซนเซอร์อัลตราโซนิกสำหรับวัดระดับน้ำในถัง

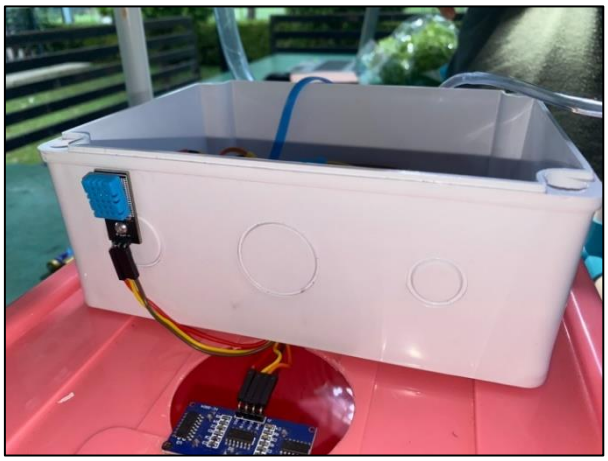
เมื่อระดับน้ำในถังมีปริมาณลดลงเหลือ 2 ลิตร ระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ว่า “water level : น้ำน้อยปริมาณน้ำเหลือ 2 ลิตร” ดังภาพที่ 4.5



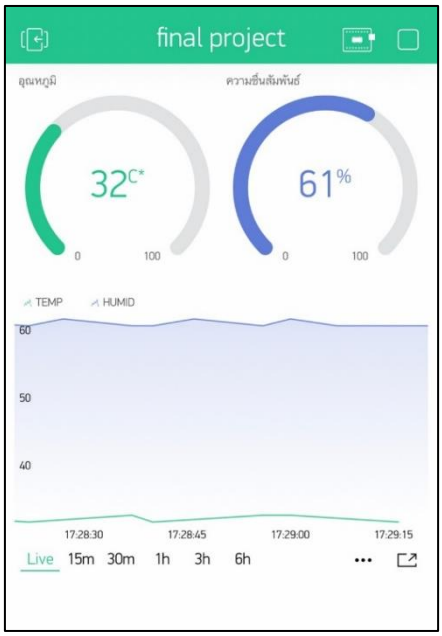
ภาพที่ 4.4 ปริมาณน้ำในถังเหลือปริมาณ 2 ลิตร

ภาพที่ 4.5 การแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ต่อไปเป็นส่วนของเซนเซอร์ DHT11 สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ดังภาพที่ 4.6 และ 4.7

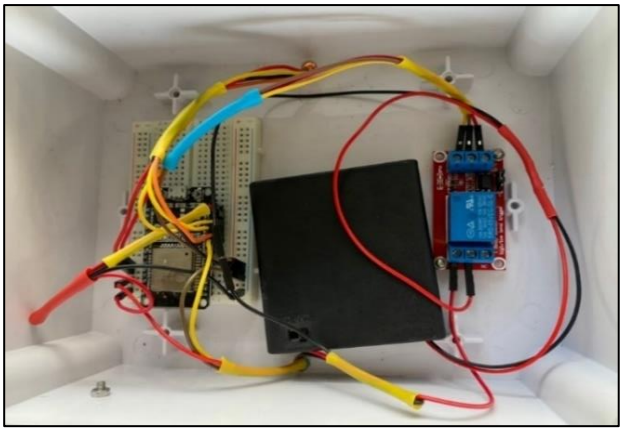


ภาพที่ 4.6 เซนเซอร์ DHT11 ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 4.7 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

ส่วนสุดท้ายเป็นกล่องที่เก็บแหล่งจ่ายไฟ DC 5V จ่ายไฟให้กับบอร์ดESP32S และใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 5V ให้กับปั๊มน้ำจำนวน 1 เครื่อง ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 กล่องเก็บแหล่งจ่ายไฟ ดีเลย์ปั๊มน้ำ และบอร์ดESP32S

4.2 ผลการทดลองการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

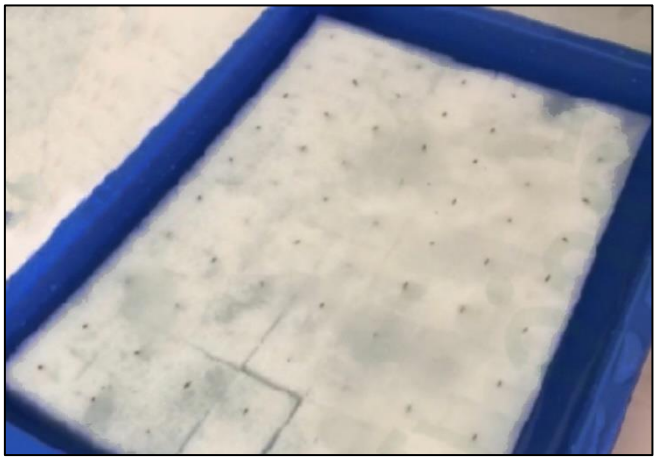
วันที่ 1 เพาะเมล็ด นำฟองน้ำใส่ลงในถาดเพาะเทน้ำที่พักไว้ 3 วัน ลงบนฟองน้ำโดยให้ระดับน้ำในถาดมีความสูงครึ่งหนึ่งของฟองน้ำ จากนั้นใช้มือกดฟองน้ำเพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด ดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 นำฟองน้ำใส่ถาดเพาะกดฟองน้ำไล่ฟองอากาศออก

คัดเลือกเมล็ดที่ดี โดยการเทเมล็ดลงในน้ำ แล้วใช้ช้อนคนจะสังเกตเห็นเมล็ดลอยและ เมล็ดที่จมคือเมล็ดที่ดี ส่วนเมล็ดที่ลอยคือเมล็ดพันธุ์ที่เสีย ตักเมล็ดที่ลอยทิ้งและใช้เฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่จม ดังภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 คัดเลือกเมล็ดทีดี

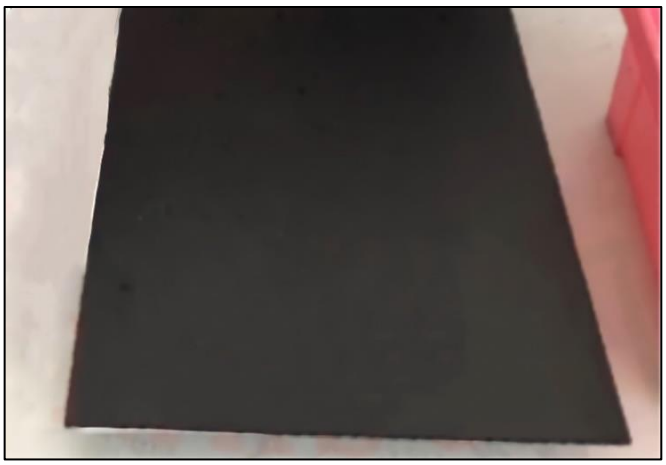
นำเมล็ดพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วใส่ลงในฟองน้ำช่องละ 1 เมล็ดตรงรอยบาก ลึกประมาณ 2-3 มิลลิเมตร หากใส่ลึกกว่านี้เมล็ดจะเน่าเพราะแฉะเกิน นำผ้าหรือทิชชูชุบน้ำที่พรมน้ำจนชุ่มมาปิดคลุมดังภาพที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 นำเมล็ดพันธุ์ที่คัดเลือกใส่ลงในฟองน้ำ

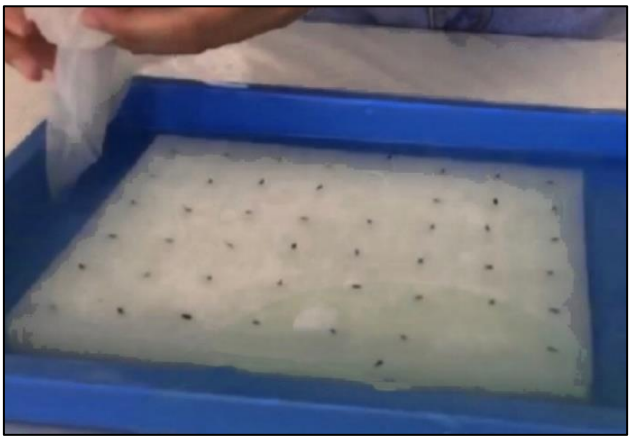
ภาพที่ 4.12 นำผ้าหรือทิชชูชุบน้ำมาปิดคลุมถาดเพาะ

นำแผ่นพลาสติกทึบแสงหรือแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมาปิดทับอีกชั้นหนึ่ง เพื่อไม่ให้ถูกแสงแดด รวมทั้งเป็นการรักษาความชื้นในถาดเพาะ โดยห้ามเปิดแผ่นพลาสติกออกในช่วง 3 วันของการเพาะเมล็ด เพราะแสงสว่างจะขัดขวางกระบวนการงอกของต้นกล้า ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 นำแผ่นพลาสติกทึบแสงหรือแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมาปิดทับถาดเพาะ

วันที่ 4 เปิดถาดเพาะ เปิดแผ่นพลาสติกและผ้าคลุมออกจากนั้นนำต้นกล้าไปรับแดดอ่อนๆ ตอนเช้า - เย็น ครั้งละ 1 ชั่วโมง และไม่ต้องเอาผ้าปิดอีกแล้วค่อย ๆ เพิ่มเวลารับแดดเมื่อต้นกล้าใหญ่ขึ้น ดังภาพที่ 4.14



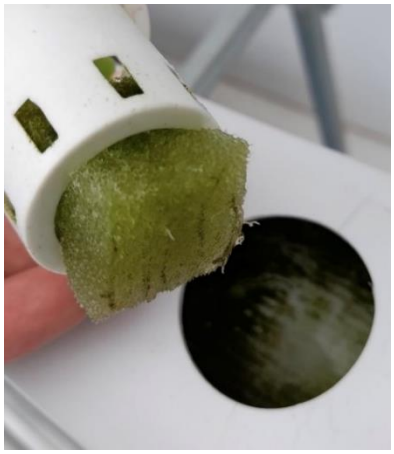
ภาพที่ 4.14 เปิดแผ่นพลาสติกและผ้าคลุมออก

วันที่ 5 ใส่ธาตุอาหาร AB เตรียมปุ๋ย AB ที่ผสมน้ำเรียบร้อยแล้วตามสูตรผักเด็ก อายุ 5-20 วัน ผสมธาตุอาหาร A/B เข้าด้วยกันใน อัตราส่วน 1:1 ลงใน น้ำเปล่า ปริมาณ 200 ส่วน (จะได้ค่า EC ประมาณ 0.6-0.8 ms/cm) ไว้ในถังสำรองน้ำ

จากนั้นค่อยๆ เทน้ำออกจากถาดเพาะเมล็ด ตักน้ำปุ๋ยที่ผสมไว้ เทลงในถาดเพาะประมาณครึ่งฟองน้ำ คอยหมั่นดูแล ถ้าน้ำแห้งให้ตักน้ำปุ๋ยที่ผสมไว้เทลงไปให้ถึงครึ่งฟองน้ำ ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนต้นกล้าอายุ 20 วัน

วันที่ 20 ย้ายลงถ้วยปลูก ต้นกล้าเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น และแสดงสีใบชัดเจนขึ้น รากยาว และลำต้นแข็งแรง ค่อย ๆ แยกฟองน้ำออกจากกัน ระวังอย่าให้รากขาด ยกขึ้นไปใส่ในถ้วยปลูก ให้น้ำท่วมฟองน้ำ ครึ่งหนึ่งเหมือนในภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.15 ย้ายผักลงถ้วยปลูก



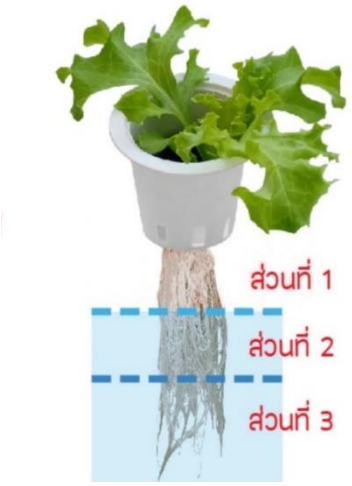
ภาพที่ 4.16 ย้ายลงรางปลูกผักไฮโดรโปร์นิกส์

เมื่อผักโต อายุ 20 วันขึ้นไป ผสมธาตุอาหาร A/B เข้าด้วยกันใน อัตราส่วน 1:1 ลงในน้ำเปล่า ปริมาณ 120 ส่วน (จะได้ค่า EC ประมาณ 1.3 ms/cm) แล้วคนให้เข้ากันหลังจากนั้นก็สามารถนำไปเทลงในถาดเพาะ รวมทั้งถังบรรจุสารอาหารเพื่อ ใช้ปลูกผักได้เลย โดยส่วนที่เหลือให้เก็บไว้ในถังพักเพื่อใช้เติมเมื่อน้ำแห้งต่อไป

วันที่ 28 - 35 (สัปดาห์ที่ 4-5) ผักจะโตเร็วมาก ทำให้น้ำที่ผสมธาตุอาหารแห้งเร็วมากจึงควรหมั่นดูระดับน้ำ เช้า-เย็น เป็นประจำ ดังภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.17 ผักไฮโดรโปร์นิกส์สัปดาห์ที่ 5

อีกอย่างผักหายใจทางรากด้วย ดังนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 4 หรือวันที่ 28 ให้ลดปริมาณน้ำลงจากเดิมที่ฟองน้ำจะต้องแช่อยู่ในน้ำ คราวนี้จะไม่ให้ฟองน้ำสัมผัสกับน้ำอีก โดยแบ่งรากออกเป็น 3 ส่วนด้วยสายตา เริ่มจากโคนต้นไปยังปลายราก ให้รากที่ติดกับโคนต้นเป็นส่วนที่ 1 สัมผัสกับอากาศเพื่อการหายใจทางราก ราก ส่วนที่ 2 กับ ส่วนที่ 3 ให้แช่อยู่ในน้ำตามเดิม เพื่อการดูดซับธาตุอาหาร เหมือนภาพที่ 4.18



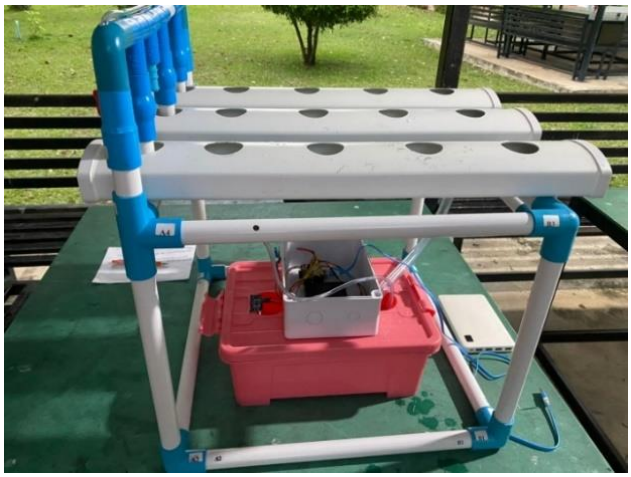
ภาพที่ 4.18 รากแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

วันที่ 42 (สัปดาห์ที่ 6) เป็นช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ผักจะมีระยะเวลาในการปลูกทั้งสิ้นประมาณ 45 วัน ดังนั้น เมื่อครบ 6 สัปดาห์ ให้เราเปลี่ยนถ่ายเทน้ำเดิมในภาชนะออกให้หมด โดยใส่แต่น้ำเปล่าเพียงอย่างเดียวแทนและหยุดการใส่ธาตุ อาหารอย่างน้อย 3 วัน เพื่อไม่ให้มีสารละลายธาตุอาหารตกค้างในผัก และผักมีรสชาติหวานกรอบก่อนที่เราจะนำไปบริโภค ดังภาพที่ 4.19

ภาพที่ 4.19 ผักไฮโดรโปร์นิกส์สัปดาห์ที่ 6

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

จากการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์สำหรับครัวเรือน เมื่อเปิดเครื่อง บอร์ด ESP32S จะทำการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เพื่อวัดระดับน้ำ เซนเซอร์ DHT11 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยผู้ใช้สามารถดูอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ปั๊มน้ำจะทำงานทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 15 วินาที และได้รับข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ได้บรรลุเป้าหมายในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ ดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 โครงสร้างแปลงผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที

นอกจากนี้ผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบถูกต้องจากการทำงานตามฟังก์ชันต่าง ๆ จำนวน 50 ครั้ง คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลการทดลองสรุปแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลทดสอบความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชัน

หัวข้อประเมิน	ทำงานถูกต้อง (%)	ทำงานไม่ถูกต้อง (%)
1. การวัดอุณหภูมิ	95%	5%
2. การวัดความชื้นสัมพัทธ์	95%	5%
3. การแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์	97%	3%
ค่าเฉลี่ย	**96%**	**4.33%**

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าความเสถียรภาพและการทำงานตามฟังก์ชันการวัดอุณหภูมิทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95 การวัดความชื้นสัมพัทธ์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 95 การแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทำงานถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 97 หากคิดเป็นค่าเฉลี่ยพบว่าทำงานถูกต้องทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 96

ในโครงงานนี้ ผู้จัดทำโครงงาน ได้ใช้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ ดังลำดับต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	ผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.51 - 5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 – 4.50	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 – 3.50	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 – 2.50	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 – 1.50	ระดับน้อยที่สุด

จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 35 คน มีหัวข้อการประเมิน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	(S.D)
1. การออกแบบหน้าจอได้เหมาะสม	4.43	0.73
2. ความเหมาะสมของขนาดของอุปกรณ์	4.51	0.55
3. การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน	4.57	0.49
4. ความเหมาะสมของวัสดุโครงสร้างอุปกรณ์	4.49	0.50
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.57

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.50

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายและสรุปผลการดำเนินโครงงาน

1. อภิปรายตามขอบเขต

ผู้จัดทำโครงงานได้สร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที โดยมีการทำงาน 3 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนของเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) โดยใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อให้สามารถรับรู้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนและสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนของระดับน้ำในถังไปยังโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อควบคุมการหมุนเวียนน้ำอัตโนมัติ ใช้เซนเซอร์ DHT11 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น ใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 วัดระดับน้ำในถัง ใช้ ESP32S เป็นเมนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ และใช้รีเลย์เพื่อเป็นสวิตช์ควบคุมปั๊มน้ำสำหรับหมุนเวียนปุ๋ยน้ำในระบบ 2) ส่วนของผู้ใช้งาน สามารถทราบค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และระดับน้ำภายในโรงเรือนได้ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนที่สามารถใช้ WiFi/3G/4G/5G ได้และรับข้อมูลแจ้งเตือนระดับน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์ไปยังผู้ใช้งาน 3) ส่วนของโมเดล ผู้จัดทำโครงงานใช้ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 1 นิ้ว เป็นโครงสร้างแปลงผักในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ขนาด 50x50x40 เซนติเมตร รางปลูกความยาว 60 เซนติเมตร และถังน้ำปริมาณ 5 ลิตร เป็นถังบรรจุปุ๋ยน้ำ

2. ผลการทดลองผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดสอบระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีแบ่งได้ทั้งหมด 3 แบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของเซนเซอร์ DHT11 เมื่อเซนเซอร์ DHT11 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ จะส่งค่าไปที่บอร์ด ESP32S เพื่อให้บอร์ดส่งข้อมูลไปแสดงที่แอปพลิเคชัน Blynk จากการทดลองทั้งหมด 50 ครั้ง สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง 47 ครั้ง เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเกิดความไม่เสถียร

2.2 การวัดระดับน้ำด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เมื่อระดับน้ำต่ำกว่า 2 ลิตร เซนเซอร์จะส่งค่าไปยังบอร์ด ESP32S เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของผู้ใช้ จากการทดลองทั้งหมด 50 ครั้ง สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง 50 ครั้ง

2.3 การทำงานปั๊มน้ำสำหรับหมุนเวียนปุ๋ยน้ำในระบบทุก ๆ 30 นาที ปั๊มน้ำจะทำงาน 15 วินาที จากการทดลองทั้งหมด 50 ครั้ง สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง 48 ครั้ง เนื่องจากรีเลย์ชำรุดจึงมีการเปลี่ยนรีเลย์ตัวใหม่

3. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน จากการทดสอบการทำงานที่เกิดขึ้นได้พบปัญหาและอุปสรรคดังต่อไปนี้

3.1 ในบางครั้งบอร์ด ESP32S มักจะหยุดการ Connect กับแอปพลิเคชัน Blynk

3.2 เนื่องจากโครงสร้างแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์มีขนาดค่อนข้างใหญ่จึงทำให้ปั๊มน้ำ DC 5Vหมุนเวียนปุ๋ยน้ำไม่ครบระบบ ผู้จัดทำจึงแก้ไขโดยการเดินท่อขนาดเล็กด้านบนของโครงสร้างแปลงผักไฮโดรโปรนิกส์

4. เงื่อนไขและข้อจำกัด

4.1 ต้องมีการเปลี่ยนถ่านขนาด AA จำนวน 4 ก้อน ให้กับแหล่งจ่ายพลังงานปั๊มน้ำ DC 5V ทุกครั้งที่มีการใช้งานต่อเนื่อง

4.2 ต้องมีการนำแหล่งจ่ายพลังงานสำหรับใช้กับบอร์ด ESP32S ไปชาร์จก่อนการใช้งานทุกครั้งที่มีการใช้งานต่อเนื่อง

4.3 ผู้ใช้ต้องผสมอัตราปุ๋ยน้ำเองเพื่อใช้เติมในถังเก็บน้ำและหมุนเวียนในระบบ

5. สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการทดสอบระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอที ผู้จัดทำโครงงานได้ใช้บอร์ด ESP32S ในการอ่านค่าจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อัลตราโซนิก HC-SR04 เพื่อวัดระดับน้ำ เซนเซอร์ DHT11 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยผู้ใช้สามารถดูอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ปั๊มน้ำจะทำงานทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 15 วินาที และได้รับข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ได้บรรลุเป้าหมายในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ จากการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีผู้ใช้สามารถดูอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แสดงผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ ปั๊มน้ำจะทำงานทุก ๆ 30 นาที เป็นเวลา 15 วินาที และได้รับข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ เมื่อน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ตั้งไว้ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีทำงานตอบสนองต่อเป้าหมายของผู้จัดทำโครงงานที่ตั้งไว้ข้างต้น

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ

1. ได้ศึกษาภาษา C สำหรับ Arduino เพิ่มเติมเพื่อเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ได้ฝึกงานการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ

3. ได้พัฒนาความรู้ที่มีมาต่อยอดในการสร้างระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

4. ได้เรียนรู้การจัดการเวลา การแก้ไขปัญหา และซ่อมแซ่มอุปกรณ์

5. ได้เรียนรู้การปลูกผักแบบไฮโดรโปรนิกส์

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ในอนาคตผู้จัดทำโครงงานจะมีการเพิ่มขนาดอุปกรณ์และโครงสร้างแปลงผัก เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานจริง เพราะขนาดเดิมของอุปกรณ์สามารถปลูกผักได้เพียง 12 ต้น ซึ่งอาจไม่พอในการบริโภคภายในครัวเรือนและอาจจะขยายเป็นเชิงพาณิชย์รวมถึงการเก็บสถิติการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปรนิกส์ เพิ่มความจุของแหล่งจ่ายเนื่องจากแหล่งจ่ายเดิมให้พลังงานได้ระยะเวลาไม่นาน เพิ่มระบบผสมปุ๋ยน้ำอัตโนมัติเพื่อลดภาระในการผสมปุ๋ยของผู้ใช้งาน ซึ่งทำให้ระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สำหรับครัวเรือนด้วยไอโอทีมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

จิราวัฒน์ หมื่นสุดตา, นฤพนธ์ พนาวงศ์. (2562). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการสร้างโมเดลการรดน้ำต้นไม้แบบอัตโนมัต. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน ครั้งที่ 7** (หน้า 1454-1461). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม, อัษฎางค์ บุญศร, เกียรติศักดิ์ ทองรักษ, และอนุรักษ์ บุญรัก. (2562). **การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์.** สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2564, จาก https://research.kpru.ac.th/research2/pages/filere/2222020-04-09.pdf

ณัฐพร ฤทธิ์นุ่ม, อัฏฐ์วุฒิไหวพริบ. (2562). **ระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับไฮโดร โปนิกส์ฟาร์ม : กรณีศึกษาสำหรับ ผักเรดโอ๊คและกรีนโอ๊ค.** สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2564, จาก https://searchlib.utcc.ac.th/library/onlinethesis/304337.pdf

บริษัท บาร์เทอร์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. (2563). **LINE Notify คืออะไร.** สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2564, จาก https://digitalarea.co/line-notify-beginner/

บ้านและสวน. (2563). **เริ่มต้นปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ต้องรู้จักระบบน้ำกันหน่อย.** สืบค้นวันที่ 10 กันยายน 2564, จาก https://www.baanlaesuan.com/ /hydroponics

ภาคย์ สธนเสาวภาคย์ (2562).**ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค.** สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564, จาก http://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2562/M127656/Satanasaowapak%20Pak.pdf

มาโนชญ์ แสงศิริ. (2562). Blynk : IoT Platform **สนับสนุนจินตนาการสำหรับนวัตกร.** สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2564, จาก https://www.scimath.org/articletechnology/item

วิทยา ปัญญากาศม, โสภาพรรณ ใฝนันตา, อดุลย์ ชูบาล, และพิมลพรรณ ไชยตา. (2561). **ได้พัฒนาการสร้างและหาประสิทธิภาพของระบบ ควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติด้วย Internet of Things.** สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564, จาก http://www.iven1.ac.th/main/attachments/Hydropronics%20research.pdf

ศูนย์อบรมเครื่องสำอาง JMC. (2558). **ขั้นตอนการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 45 วันเก็บเกี่ยว ตัวอย่างผักไฮโดรโปนิกส์ Hydroponics.** สืบค้นวันที่ 12 กันยายน 2564, จาก https://www.careandliving.com/

บรรณานุกรม (ต่อ)

Arduino.MakerZone. (2562). **Arduino Sensor Example [EP7] : DHT Sensor เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ**. สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2564, จาก http://www.arduino-makerzone.com/

Arduitronics. (2556). **ESP-32S NodeMCU.** สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2564, จาก http://www.arduitronics.com/

CyberTice. (2557). **การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นกับ Arduino C++(โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino).** สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2564, จากhttp://www.cybertice.com/

H2O Hydro Garden**.** (2554). **ปัญหาที่พบบ่อยในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์**. สืบค้นวันที่ 10 กันยายน 2564, จาก http://www.h2ohydrogarden.com/