



ชื่อโครงการ ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ
System auto smart hydroponics

ชื่อผู้จัดทำ

ชยันนทร์ บุญสะอาด 116210906067-0

วาทีตย์ มุลมนัส 116210906080-3

ชนกฤติ คงเจริญ 116210906057-1

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2565

ชื่อโครงการ ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ
System auto smart hydroponics

ชื่อผู้จัดทำ

ชยันนทร์ บุญสอาด 116210906067-0

วาทีตย์ มุลมนัส 116210906080-3

ธนกฤติ คงเจริญ 116210906057-1

โครงการวิจัยระดับปริญญาตรีนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีพ.ศ.2565

ใบรับรองโครงการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อโครงการวิจัย ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ
System auto smart hydroponics

ชื่อนักศึกษา นาย ชัยนันทร์ บุญอาด 116210906067-0
นาย วาทีตย์ มุลมนัส 116210906080-3
นาย ธนกฤติ คงเจริญ 116210906057-1

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

อาจารย์ที่ปรึกษา นาย กীরติบุตร กาญจนเสถียร

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย	ลายมือชื่อ
อาจารย์สุเทพ เชาว์สนิท ดร.สันติ พัฒนวิชัย อาจารย์ กীরติบุตร กาญจนเสถียร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ.....

สถานที่สอบ.....คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อโครงงานวิจัย	ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ
	System auto smart hydroponics
ชื่อนักศึกษา	นาย ชัยนันทร์ บุญสอาด 116210906067-0
	นาย วาทีตย์ มูลมนัส 116210906080-3
	นาย ธนกฤติ คงเจริญ 116210906057-1
อาจารย์ที่ปรึกษา	นาย กীরติบุตร กาญจนเสถียร
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรีเรื่อง ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ต้องการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ ในพื้นที่ที่มีจำกัด และปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิคส์นั้น เป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน แต่ปัญหาคือ การปลูกในพื้นที่คอนโดหรือห้องเช่านั้น ผักสลัดเติบโตได้ไม่เต็มที่ เสนอระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ ที่ปลูกผักในคอนโดหรือห้องเช่าได้ ด้วยอุปกรณ์ Arduino โดยการใช้เซนเซอร์วัดแสงรับค่าจากแสงแดดส่งไปยัง Arduino เพื่อประมวลผลและสั่งรีเลย์เปิด-ปิดไฟ LED ทดแทนแสงแดด และยังสามารถดูค่าของแสง (ค่าลักซ์) ค่าระดับน้ำ และสามารถสั่ง เปิด-ปิดไฟ LED เปิด-ปิด เข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี เรื่อง ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ System auto smart hydroponics เพื่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถดำเนินการที่ทำได้นั้น จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนมาเป็นอย่างดีและอย่างยิ่ง จาก อาจารย์ กิรติบุตร กาญจนเสถียร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาความรู้ ข้อคิด ข้อเสนอแนะ และปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ดร.สันติ พัฒนวิชัย นายสุเทพ เขาว์สนิท และอาจารย์ กิรติบุตร กาญจนเสถียร กรรมการสอบโครงการวิจัยระดับปริญญาตรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะ จนในที่สุดโครงการวิจัยระดับปริญญาตรีนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจศึกษาต่อไป

คณะผู้วิจัย

นาย ชัยนันท์ บุญสอาด

นาย วาทีตย์ มูลมนัส

นาย ธนภฤติ คงเจริญ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	3
1.5 ตารางการดำเนินโครงการ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	15
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	15
3.2 พัฒนาแอปพลิเคชัน	15
3.3 เครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย	18
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	32
3.5 ทดสอบอุปกรณ์	33
3.6 แก้ไขและปรับปรุง	33
3.7 สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน	34
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	34
4.1 ผลการออกแบบและสร้างอุปกรณ์	34
4.2 โค้ดในการใช้งาน	39
4.3 ผลการทำงานของระบบ	40
4.4 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลง เรดโอ๊ค	43
4.5 สรุปผลการวิจัย	45

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	46
5.1 อภิปรายผล	46
5.2 ปัญหาที่พบในโครงงาน	46
5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	47
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก ก Source code	49
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน	55
ภาคผนวก ค ประวัติผู้จัดทำ	66

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางการดำเนินโครงการ	4
แบบการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน	32
ตารางทดสอบอุปกรณ์	33

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปแสดง รีเลย์	6
รูปที่ 2.2 รูปแสดงเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ	7
รูปที่ 2.3 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ	7
รูปที่ 2.4 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด ต่างของน้ำ	8
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์สร้างแดดเทียม	8
รูปที่ 2.6 สายไฟจัมป์เปอร์	8
รูปที่ 2.7 Breadboard	9
รูปที่ 2.8 Node MCU ESP8266	10
รูปที่ 2.9 แสดงเซ็นเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง	10
รูปที่ 2.10 Node MCU ESPino32	11
รูปที่ 2.11 LINE Application	12
แผนภาพยูสเคส อธิบายขั้นตอนการทำงาน	24
โครงสร้างระบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ (Flow chart)	25
โครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram)	26
แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram)	27
รูปที่ 4.1 ติดตั้งอุปกรณ์ของระบบ	34
รูปที่ 4.2 ติดตั้ง ควบคุมเซนเซอร์วัดค่าPH เซนเซอร์วัดระดับน้ำ	34
รูปที่ 4.3 ติดตั้ง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ	35
รูปที่ 4.4 ติดตั้ง อุปกรณ์พ่นน้ำ	35
รูปที่ 4.5 ติดตั้ง ป้อนน้ำสำหรับที่พ่นน้ำ	36
รูปที่ 4.6 ติดตั้ง เซ็นเซอร์วัดแสง	36
รูปที่ 4.7 เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์ในบอร์ด espino32	37
รูปที่ 4.8 เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์ในบอร์ด esp8266	37
รูปที่ 4.9 เงื่อนไขการแจ้งเตือน	38
รูปที่ 4.10 เชื่อมต่อ internet ผ่านทางโมดูล espino32 และ esp8266	38
รูปที่ 4.11 การแจ้งเตือนข้อมูลระดับน้ำและอุณหภูมิเมื่อเข้าเงื่อนไขผ่านไลน์	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมาตั้งแต่อดีต การปลูกพืชในสมัยก่อน จะใช้วิธีการปลูกพืชในดิน ซึ่งการปลูกพืชในดินก็เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันทั่วไป เพราะเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย และไม่ต้องดูแลรักษาเป็นพิเศษ แต่ก็พบปัญหามากเช่นกัน เช่น ปัญหาสภาพอากาศ มีพื้นที่ไม่เพียงพอ และคนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการรับประทานผักปลอดสารพิษกัน จึงส่งผลให้มีคนอยากปลูกผักปลอดสารพิษเอง เพราะปลอดภัยและประหยัดด้วย และการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์มันดี เพราะว่าการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์นั้นเป็นการปลูกผักแบบไม่ต้องใช้ดินซึ่งสามารถทำได้ทุกที่ โดยการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์นั้น ต้องมีการดูแลเป็นอย่างดี ทางเกษตรกรที่ทำการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ส่วนใหญ่นั้น ดูแลไม่ทั่วถึงและบางคนไม่ค่อยมีเวลาดูแลผักในโรงเรือน

แต่สาเหตุหลักๆของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์นั้นคือการเกิดรากเน่า รากสั้น รากบวมขึ้นเกิดจากการที่สภาพอากาศของบ้านเรานั้นร้อน ทำให้ระบบน้ำในรานั้นร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเกิน 30 องศา ความร้อนจะไล่ออกซิเจนในน้ำออกไปทำให้ ในน้ำในระบบนั้นไม่มีออกซิเจนอยู่ ทำให้รากของผักนั้นมีปัญหา อุณหภูมิน้ำที่ดีควรไม่เกิน 30 องศาแต่การควบคุมน้ำนั้น ทำได้ยาก และการโดนเพี้ยไฟกินใบ ต่อให้ทำระบบปิดก็สามารถเข้าได้ ยิ่งตรงที่เราปลูกนั้นมีดินอยู่ เพี้ยไฟก็สามารถลงดินกลับไปพักไข่แล้วขึ้นมา กินต่อได้ แต่การที่มีการพ่นหมอกสามารถแก้ปัญหาได้ เพราะเพี้ยไฟไม่ชอบที่ชื้นหรือน้ำ หรือถ้าเลี้ยงที่ปลูกไม่ได้ก็เอาน้ำฉีดได้โตะได้ แต่ไม่ป้องกันเพี้ยไฟได้ 100%

ดังนั้นผู้จัดทำ ได้เห็นปัญหาที่จะทำเอาเทคโนโลยีไอโอที (IOT) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่เป็นสาเหตุสำคัญของการที่พืชผักของชาวเกษตรกรนั้นเสียหาย และแสดงค่าต่างๆผ่านทางแอปพลิเคชัน มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นของน้ำและสภาพอากาศภายนอก เพื่อเป็นการที่เราจะได้ดูแลผักของเราได้จากกระยะไกล และแก้ปัญหาด้านการขาดคนดูแล และเพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น โดยที่ค่าอุณหภูมิในน้ำนั้นสำคัญต่อการปลูกผักสลัดเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 สร้างที่รดน้ำอัตโนมัติสำหรับโรงผักไฮโดรโปนิคส์ย่อยๆให้สามารถควบคุมได้และ วัดค่าแสงได้และเครื่องตรวจจับอุณหภูมิของน้ำ
- 1.2.2 ช่วยประหยัดเวลาในการดูแลผักที่เราจะปลูกในไฮโดรโปนิคส์
- 1.2.3 สามารถปลูกผักด้วยวิธีการไฮโดรโปนิคส์ในที่พักอาศัยที่มีขนาดจำกัดได้
- 1.2.4 เพื่อพัฒนาระบบการควบคุมผ่านอุปกรณ์พกพา

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ระบบการควบคุมและการจัดการในโรงเรือนสมาร์ทโฟน (Smart phone)

จะทำการใช้บอร์ด Arduino Uno ในการควบคุมเซนเซอร์ภายในโรงเรือน โดยจะสามารถควบคุมสภาพความชื้นอุณหภูมิและแสง ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักสลัด

1.3.2 ขอบเขตเชิงฮาร์ดแวร์

1.3.2.1 สามารถ วัดอุณหภูมิภายในน้ำได้ผ่านเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

1.3.2.2 สามารถ สร้างแสงแดดเทียมได้ด้วยหลอดไฟ

1.3.2.3 สามารถ วัดค่าความเป็นกรดภายในน้ำได้

1.3.2.4 สามารถ พ่นสารกำจัดแมลงได้ด้วยปั้มน้ำ

1.3.2.5 สามารถ ส่งน้ำไปตามท่อที่ปลูกพืชได้ด้วยปั้มน้ำ

1.3.3 ขอบเขตเชิงซอฟต์แวร์

1.3.3.1 มีระบบ แสดงค่าอุณหภูมิในน้ำได้

1.3.3.2 มีระบบ แสดงค่าความเป็นกรดในน้ำ

1.3.3.3 มีระบบ เปิดปิดแสงให้พืชได้

1.3.3.5 มีระบบ พ่นปุ๋ย

1.3.3.6 แจ้งเตือนผ่าน Line Notify

1.3.4 ขอบเขตเชิงผู้ใช้งาน

1.3.4.1 ผู้ใช้สามารถเช็คอุณหภูมิภายในน้ำได้ผ่าน Line Notify เมื่ออุณหภูมิสูงกว่ากำหนด

1.3.4.2 ผู้ใช้สามารถเช็คระดับในน้ำได้ผ่าน Line Notify เมื่อระดับน้ำต่ำกว่ากำหนด

1.3.5 ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.5.1 ประชากร ได้แก่ ประชาชนผู้อยู่อาศัยในครัวเรือนที่ประสบปัญหาเรื่องการต้องการปลูกผักแต่มีพื้นที่ไม่เพียงพอ ที่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในบ้านและมีโทรศัพท์มือถือที่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตได้ และเกษตรกรที่มีการปลูกพืชแบบอควาโพรนิคส์ แต่ไม่มีระบบสารสนเทศในการควบคุมและดูแล

1.3.5.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนผู้อยู่อาศัยในครัวเรือนที่ประสบปัญหาเรื่องการต้องการปลูกผัก แต่มีพื้นที่ไม่เพียงพอ ที่มีการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในบ้านและมีโทรศัพท์มือถือที่สามารถเชื่อมต่อ ระบบเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตได้และเกษตรกรที่มีการปลูกพืชแบบอควาโพรนิคส์ แต่ไม่มีระบบสารสนเทศในการควบคุมและดูแล (ประชากร) จำนวน 1 คน

1.3.5.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง กำหนดพื้นที่ในการทดสอบเป็นขอบเขตทางภูมิศาสตร์และจะสุ่มทำการสอบถามไปยังประชากรตามหน่วยงานต่างๆ ที่มีความสนใจและต้องการใช้งานระบบ และประสบปัญหาการลดต้นทุน และผลผลิตไม่เป็นตามที่ต้องการ และกลุ่มผู้อยู่อาศัยในครัวเรือนที่ต้องการ

ปลูกพืชแบบอวาโพนิกส์ที่ไม่มีเวลามากนักในการดูแลระบบ ระบบจัดการน้ำเพื่อการปลูกพืชแบบจะถูกติดตั้งในที่พักอาศัยของกลุ่มตัวอย่าง 1 ระบบที่พักอาศัยหรือสวนเกษตร

1.3.5.4 ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ โดยจะทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3.5.5 ตัวแปรต้น คือการปลูกพืชแบบใช้ระบบจัดการน้ำเพื่อการปลูกพืชแบบอวาโพนิกส์ และการปลูกพืชแบบอวาโพนิกส์ที่ไม่ใช้ระบบ

1.3.5.6 ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของผักที่ได้หลังจากทดสอบระบบ ความสะดวกสบายของผู้ใช้จากการที่ไม่ต้องเข้าตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นตลอดเวลา และต้นทุนจากการลดการใช้กำลังคนในการดูแลและต้นทุนในการดูแลผัก

1.3.5.7 ตัวแปรควบคุม คือ สภาพอากาศของพื้นที่ที่ผู้ใช้พักอาศัย ซึ่งพื้นที่อยู่อาศัยของผู้ใช้แต่ละคน จะมีสภาพอากาศที่ต่างกันออกไป ซึ่งอาจส่งผลให้มีการใช้งานระบบที่มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง โดยส่วนนี้ต้องควบคุมกลุ่มตัวอย่างให้สอดคล้องกันระหว่างจำนวนผู้ใช้งานแต่ละพื้นที่ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น

1.4 เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

1.4.1 Node MCU ESP8266

1.4.2 รีเลย์ (Relay)

1.4.3 เซนเซอร์วัดแสง

1.4.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ

1.4.5 เซนเซอร์ตรวจวัดน้ำ (Water Sensor)

1.4.6 เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ

1.4.7 LED Grow Light (อุปกรณ์สร้างแสงแดดเทียม)

1.4.8 เซนเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง

1.4.9 สายไฟ Jumper pare

1.4.10 ป้อนน้ำ

1.4.11 แปลงปลั๊กผัก

1.4.12 Breadboard

1.4.13 Node MCU ESPino32

1.5 ตารางการดำเนินโครงการ

กิจกรรม	พ.ศ. 2565												พ.ศ. 2566		
	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.
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูล															
2.เสนอหัวข้อโครงการ															
3.สั่งซื้ออุปกรณ์															
4.เชื่อมต่อพพลิเคชัน Blynk															
5.ออกแบบฮาร์ดแวร์															
6.ทดสอบอุปกรณ์															
7.แก้ไขและปรับปรุง															
8.สรุปและนำเสนอ															
9.จัดทำเอกสาร															

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้สมาร์ตฟาร์มสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
- 1.6.2 เกิดความสะดวกสบาย และประหยัดเวลาในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์และดูแลรักษา
- 1.6.3 พื้นที่น้อยก็สามารถปลูกได้
- 1.6.4 ใช้ระบบที่พัฒนาเพื่อมาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ทำการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้อธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ มีการรวบรวมข้อมูลศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานวิจัย ประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic) เป็นการปลูกพืชแบบหนึ่งที่นิยมมากในปัจจุบันเนื่องจากการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์นั้น จะเป็นการปลูกพืชแบบไร้ดินทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกพืชแบบ ทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น สภาพดินปลูกที่ไม่เหมาะสม สภาพอากาศแปรปรวน รวมไปถึงขนาดของพื้นที่ในการปลูก เป็นต้น ซึ่งการควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและแม่นยำจะส่งผลให้พืช มีผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพสูงขึ้น ข้อดีสำหรับการปลูกพืชไร้ดิน คือ เกษตรกรสามารถปลูกพืชใน สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชได้ซึ่งสามารถปลูกพืชได้ตลอดปี สามารถลดค่าใช้จ่ายใน การเตรียมดินปลูกและลดภาระในการกำจัดวัชพืช นอกจากนี้พืชจะเจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตที่มากกว่าการปลูกแบบธรรมดา ยิ่งไปกว่านั้นเกษตรกรยังสามารถใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทางกลับกันข้อเสียของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์คือ การใช้ต้นทุนในการผลิตสูง อีกทั้งยังต้องมีผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด (เกษตรโพกัส: คู่มือการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ เทคนิคการเพาะเลี้ยง และการจัดการอย่างมืออาชีพ พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: นีออน บุ๊ค มีเดีย; 2558.)

2.1.2 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) เป็นเครือข่ายของวัตถุอุปกรณ์หรือสิ่งของที่ถูกฝังไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์และเครือข่ายที่สามารถเชื่อมต่อได้ซึ่งเป็นการเปิดกว้างในเรื่องของข้อมูลให้สามารถเก็บรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันและกันได้ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถรับรู้และถูกควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ซึ่งถือเป็นการสร้างโอกาส สำหรับการบูรณาการระหว่างสิ่งของทั่วไปกับระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจจะส่งผลให้มีการเพิ่ม ประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และเกิดผลดีในเชิงเศรษฐกิจ วัตถุแต่ละสิ่งจะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวโดย สามารถระบุข้อมูลเฉพาะผ่านอุปกรณ์ฝังตัวได้และสามารถทำงานร่วมกันผ่านทางเครือข่าย อินเทอร์เน็ตที่มีอยู่เช่น LAN Wi-Fi 3G 4G

2.1.3 Relay รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ชนิดของรีเลย์

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Undercurrent) และกระแสเกิน (Over current)
2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Undervoltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)
3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้
4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ การรวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย
6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส
7. รีเลย์มีทิศทาง (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศทาง (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศทาง (Directional current relay)
8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้
 - 8.1 รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
 - 8.2 อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
 - 8.3 โมห์รีเลย์ (Mho relay)
 - 8.4 โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
 - 8.5 โพลาริซโมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
 - 8.6 ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)
9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้
10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ การทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้



รูปที่ 2.1 รูปแสดง รีเลย์

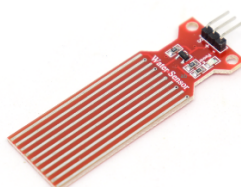
2.1.4 DS18B20 Full Waterproof Temperature Sensor เซ็นเซอร์วัด

อุณหภูมิในน้ำ Temperature sensor DS18b20 Waterproof (สายยาว 2 เมตร) เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิที่สามารถจุ่ม sensor ลงไปในน้ำได้ วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ ค่า error $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ใช้ไฟเลี้ยง 3 - 5.5VDC การสื่อสารเป็นแบบ OneWire (ใช้สายเส้นเดียว ไม่นับไฟเลี้ยง) ใช้งานได้ทั้ง Node MCU และ Arduino การใช้งานต้องต่อตัวต้านทาน 4.7K Ohm เพิ่มเติมหรือใช้ร่วมกับชุด Module สำหรับเชื่อมต่อ Temperature sensor DS18b20



รูปที่ 2.2 รูปแสดงเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ

2.1.5 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ Sensor สำหรับ Arduino ใช้สำหรับวัดระดับน้ำ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่า analog สามารถใช้ร่วมกับ Arduino ได้ทันที ใช้เตือนระดับน้ำต่ำหรือสูง Sensor ตัวนี้ความไวค่อนข้างสูงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการวัดปริมาณน้ำฝน แจ้งเตือนระดับน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 2.3 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ

2.1.6 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ เป็นเซ็นเซอร์ PH sensor Arduino สำหรับวัดความเป็น กรด-เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0 - 14pH output เป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5V สามารถจุ่มแช่น้ำได้ตลอดเวลา



รูปที่ 2.4 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด ต่างของน้ำ

2.1.7 LED Grow Light(อุปกรณ์สร้างแสงแดดเทียม) เป็นอุปกรณ์สร้างแสงแดดเทียมแทนแสงจากดวงอาทิตย์ได้ เพื่อช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตหรือสังเคราะห์แสงได้ นำมาใช้ในการสร้างระบบปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ



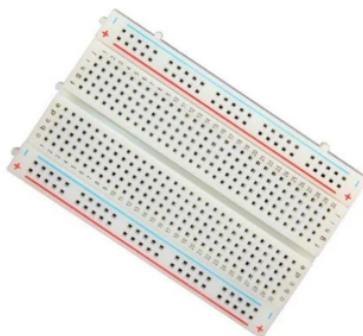
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์สร้างแดดเทียม

2.1.8 สายไฟ Jumper pare เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อวงจร ทดลอง Arduino กับอุปกรณ์ เซนเซอร์ โมดูลต่าง ๆ



รูปที่ 2.6 สายไฟจัมพ์เปอร์

2.1.9 Breadboard เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์เหล่านี้มักใช้ในการสร้างต้นแบบและรวมถึงจำนวนของรูที่ขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.7 Breadboard

2.1.10 Node MCU ESP8266 คือโมดูล WiFi ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

1. VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
2. GND
3. Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไฟ + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ทำงานทันที
4. GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V
5. GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
6. GPIO0 เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ

7. ADC เป็นขานาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้อุปกรณ์แบ่งแรงดันเข้าช่วย



รูปที่ 2.8 Node mcu ESP8266

2.1.11 เซ็นเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง LDR Photoresistor Sensor Module

โมดูลเซ็นเซอร์แสง โดยใช้เซ็นเซอร์ แอลดีอาร์ ในการตรวจจับเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงจะทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามโมดูลนี้ให้สัญญาณออกมาเป็นแบบดิจิตอลและanalogสามารถปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ว่าจะให้สว่างเท่าใดจึงจะส่งค่าเอาต์พุตออกมา ได้ตามต้องการ

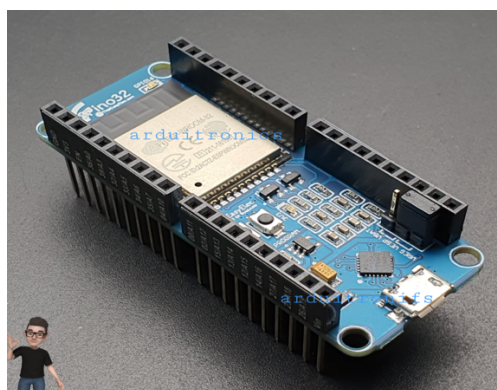


รูปที่ 2.9 แสดงเซ็นเซอร์วัดความสว่างความเข้มแสง

2.1.12 Node MCU ESPino32

บอร์ด ESPino32 เป็นบอร์ดที่ทาง ThaiEasyElec ออกแบบและผลิตขึ้นโดยใช้โมดูล ESP-WROOM-32 จาก Espressif Systems ภายในเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่รองรับการสื่อสารไร้สายตามมาตรฐาน Wireless LAN และ Bluetooth Low Energy ชิพและโมดูลจาก Espressif

Espressif Systems ประสบความสำเร็จและเป็นที่รู้จักจากในกลุ่มนักพัฒนาหลังจากวางจำหน่าย ESP8266EX ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์สถาปัตยกรรม Tensilica L106 Diamond series 32-bit ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด 160 MHz พร้อมหน่วยความจำหลัก SRAM บนชิพ 160 KB (มีส่วนที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ประมาณ 50 KB) จุดน่าสนใจคือรองรับ Wi-Fi ความถี่ 2.4 GHz ทำให้สามารถนำไปพัฒนาอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อแบบไร้สายได้ทันที พร้อมอินเทอร์เฟซ GPIO สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมได้ตามความต้องการทั้ง Digital Input / Output, ADC, UART, I2C, I2S, SPI/HSPI, SDIO, etc. รวมทั้งทำออกมาเป็นโมดูล ESP-WROOM-02 ([EFDV455](#)) ให้นำไปใช้งานได้สะดวกขึ้นประกอบด้วยชิพ ESP8266EX และ SPI Flash Memory รวมทั้งสายอากาศแบบ PCB Trace ที่ทาง ThaiEasyElec นำมาผลิตเป็นบอร์ด ESPino เหมาะสำหรับเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things เบื้องต้น หากสนใจสามารถดูรายละเอียดสินค้าได้จาก [ETEE052](#) รวมทั้งมีคอร์สอบรม [T010](#) และ [T017](#) เพื่อแนะนำการใช้งาน



รูปที่ 2.10 Node MCU ESPino32

2.1.13 Line Application

Line คือ แอปพลิเคชันที่มีความสามารถในการสนทนา เช่น การแชท การส่งข้อความ การแชร์ ไฟล์ การสร้างกลุ่มพูดคุย หรือการสนทนาผ่านเสียง ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บนอุปกรณ์ประเภทพกพา (Mobile Devices) เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยจะต้องมีบัญชีผู้ใช้ในการเข้าใช้งาน นอกจากนี้ Line ยังสามารถติดตั้งและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ด้วย

จุดเด่นของ Line

- ใช้งานง่าย
- เชื่อมต่อและใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- สามารถโทรหาบุคคลที่อยู่ใน Friend List ในลักษณะเดียวกันกับการใช้งานโทรศัพท์ทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในส่วนของการโทรออก
- สามารถสร้างกลุ่มสนทนาเฉพาะกลุ่มได้
- สามารถแชร์ไฟล์ภาพ เสียง วิดีโอ ตลอดจนข้อมูลสถานที่ได้
- สามารถถ่ายทอดอารมณ์ ความรู้สึก ในระหว่างการสนทนา ผ่าน Stickers แบบต่าง ๆ



รูปที่ 2.11 LINE Application

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร ได้พัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และเครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก เพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกร โดยนำเทคโนโลยี Internet of Things มา ควบคุมการให้น้ำ ควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน ควบคุมความเข้มแสงภายในโรงเรือน ร่วมกับเทคนิค Deep Learning โดยใช้ Intel TensorFlow Deep Learning tool มาช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก ด้วยวิธีการถ่ายภาพผัก ไฮโดรโปนิกส์ภายในโรงเรือนอัตโนมัติตามช่วงเวลาที่กำหนด ด้วยกล้องที่ติดตั้งภายในโรงเรือน แล้วนำภาพถ่ายที่ได้ส่งไปยัง AWS Cloud Storage ที่เรียกว่า AWS S3 จากนั้นระบบจะดึงภาพไปประมวลผลบนคอมพิวเตอร์เสมือน AWS EC2 ซึ่งติดตั้ง Intel TensorFlow Deep Learning เพื่อทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งกลับมาที่โรงเรือน เพื่อควบคุมอัตโนมัติตามค่าโปรไฟล์พืชที่กำหนดการควบคุมระยะการเติบโตไว้ล่วงหน้า ทำให้ระบบควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ศุภฤกษ์ เขาวลิตระกูล ได้พัฒนาระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ ที่สามารถปลูกผักสลัดในคอนโดหรือห้องเช่าได้ด้วยอุปกรณ์อาδυโน โดยการใส่เซนเซอร์วัดแสงรับค่าจากแสงแดดส่งไปยังอาδυโนแบบเรียลไทม์ เพื่อประมวลผลและสั่งรีเลย์เปิด-ปิดไฟ LED ทดแทนแสงแดด ใช้เซนเซอร์วัดระดับน้ำ รับค่าจากปริมาณน้ำในระบบส่งไปยังอาδυโนแบบเรียลไทม์ เพื่อประมวลผลและสั่งรีเลย์เปิด-ปิดการปล่อยน้ำ ทั้งยัง

สามารถค่าของแสง(ค่าลักซ์) ค่าระดับน้ำ และสามารถสั่งเปิด-ปิดไฟ LED เปิด-ปิดการปล่อยน้ำเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ในสมาร์ตโฟนได้แบบเรียลไทม์ ในการทดลองจะเปรียบเทียบค่าแสงกับผักสลัดที่ปลูกในระบบได้รับ และผักสลัดที่ใช้วิธีการปลูกแบบธรรมดา ผลการทดลองจริงพบว่าระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์สามารถรักษาช่วงของค่าแสงที่เหมาะสมแก่การปลูกผักสลัดได้อย่างสม่ำเสมอกว่าวิธีการปลูกด้วยแบบธรรมดา โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 8.83 % ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาได้รับแสงต่ำกว่าค่าแสงที่ผักสลัดต้องการ และไม่สม่ำเสมอ โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา คือ 21.66% ทำให้ผักสลัดที่ปลูกในระบบสามารถเติบโตได้อย่างเต็มที่และเติบโตได้เร็วกว่าวิธีปลูกแบบธรรมดา 10 วัน และมีขนาดใบที่ใหญ่ผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา

3. ธานีกร น้าหอมจันทร์ และ อติกร เสรีพัฒนานนท์ ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะปลูกพืชไร้ดิน แบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำร่วมกับการสเปรย์ละอองน้ำแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบควบคุมเชิงตรรกะแบบโปรแกรมได้ ซึ่งใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุม โดยรับสัญญาณ Analog จากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณ Analog เพื่อให้ PLC ประมวลผล และใช้ดิจิทัลโวลต์มิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนที่หน้าตู้ควบคุม ระบบควบคุมที่ออกแบบสร้างสามารถทำงานได้ทั้งแบบการควบคุมด้วยมือ และ แบบอัตโนมัติ ผลการทดสอบพบว่า ระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถเริ่มและหยุดการทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้และสามารถสั่งให้ระบบการทำงานด้วยวิธีการระเหยของน้ำและระบบสเปรย์ละอองน้ำ ทำงานตามเงื่อนไข อุณหภูมิ และเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อรักษาให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แนะนำสำหรับการปลูกพืชไร้ดินในโรงเรือน โดยอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ย 30.45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนเฉลี่ย 80.54 เปอร์เซ็นต์ ระบบสเปรย์ละอองน้ำทำงานเฉลี่ย 10 นาทีต่อวัน ระบบการทำงานเย็น ด้วยวิธีการระเหยของน้ำทำงานเฉลี่ย 6.37 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจำนวนชั่วโมงการทำงานของระบบทำความเย็นด้วย วิธีการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอก เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และคนงานได้ สามารถ นำไปใช้ควบคุมการทำงานของโรงเรือนเพาะปลูกสำหรับบ้านพักอาศัยได้เป็นอย่างดี

4.จากเว็บไซต์ M-Group Article ระบบไฮโดรโปนิคส์ เป็นการปลูกพืชแบบระบบปิดที่มีการใช้สารละลายธาตุอาหารหมุนเวียน มีข้อดีในการป้องกันแมลงศัตรูพืช และวัชพืช แต่มีข้อเสียจากการที่มีเชื้อโรคที่ติดกับสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งสามารถแพร่กระจายได้ทั่วทั้งหมดเมื่อผักไฮโดรโปนิคส์ดูดสารละลายธาตุอาหารไปใช้ โรค แมลง และวัชพืช เป็นศัตรูของผักไฮโดรโปนิคส์ แต่เกษตรกรสามารถป้องกันได้ด้วยการจัดการเหล่านี้ คือรักษาความสะอาดของโรงเรือน, วัสดุปลูก, รางปลูก, น้ำสารละลายธาตุอาหาร, อุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งเมล็ดพันธุ์ ให้ปลอดเชื้อโรค และกำจัดวัชพืชในโรงเรือนและบริเวณใกล้เคียง และทุกครั้งหลังการเก็บเกี่ยว ต้องทำความสะอาดโรงเรือน รางปลูก และอุปกรณ์ทุกชนิดด้วยคลอรีน(ความเข้มข้นของคลอรีนอยู่ที่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพื่อฆ่าเชื้อโรค

แม้ว่าประเทศไทยจะมาอากาศร้อนเกือบทั้งปี ซึ่งเป็นอุปสรรคระบบผักไฮโดรโปนิคส์ แต่โรค และแมลงที่มารบกวนผัก ก็ลดลงห้อยตามสภาพอากาศของแต่ละฤดูมาด้วยเช่นกันฤดูหนาว หน่อหน่อแนะนำให้อำจืดวัชพืช และใช้สารชีวภาพในการกำจัดฤดูฝน โรคใบจุด จริงๆ แล้ว โรคนี้เกิดขึ้นได้ทุกฤดูเมื่อมี

ความชื้นในอากาศสูง ไม่ว่าจะเป็นจากน้ำฝน จากการสเปรย์น้ำ จากการที่อากาศถ่ายเทได้ไม่ดี เกษตรกรสามารถกำจัดโรคนี้ได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี ด้วยการริดใบที่เป็นโรคออก และฉีดพ่นด้วยน้ำที่ผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาแทน (ข้อมูลจาก: ZEN HYDROPONICS)

5.จากเว็บไซต์ H2o Hydro garden การดูแลสภาพแปลงปลูกนั้นเป็นอีกหนึ่งอย่างที่เจ้าของฟาร์มผักไฮโดรต้องคอยระวัง หากระบบที่ใช้ปลูกเกิดการรั่วของน้ำ และน้ำลดหรือขาดไปช่วงหนึ่ง สามารถส่งผลให้ผักที่เราปลูกตายได้ หรือหากบ่มเสียไฟดับ ระบบเช่นระบบ NFT และ DFT จะแห้ง และพืชก็จะตายในเวลาไม่ถึงชั่วโมงหากดับในช่วงกลางวัน

การที่สีของผักไม่สด ไม่แดง ซีด เกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น สารละลายที่ให้ไม่ครบถ้วน ส่วนใหญ่เกิดจากการที่พืชขาดธาตุหลักนั่นเอง อีกหนึ่งปัจจัยคือแสงแดดไม่เพียงพอในการสังเคราะห์แสง อาจเป็นช่วงหน้าฝนที่ไม่ค่อยมีแดด หรือสถานที่ตั้งวางปลูกอยู่ใต้ร่มเงาหรือมีหลังคาโรงเรือน สแลนที่มากเกินไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.1.1 รวบรวมข้อมูล

เมื่อเลือกหัวข้อโครงการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ผู้วิจัยได้ศึกษาการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ถึงปัจจัยในการปลูกให้ดีขึ้น ต้องมีการให้ผักนั้นอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการดูแลการปลูกผัก เช่น ฟังก์ชันการแสดงผลแบบเรียลไทม์ ฟังก์ชันตั้งค่าการทำงานของปั้มน้ำ

3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ว่ามีปัญหาที่จุดไหนบ้างและนำมาวิเคราะห์และนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหา ศึกษาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา เช่น เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ดิเอชที 22 (Digital Temperature and Humidity Sensor DHT 22) และรีเลย์ (Relay) เป็นต้น และศึกษาซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ เช่น Arduino IDE เป็นต้น เพื่อดูว่าขอบเขตนั้นสามารถพัฒนาให้เป็นจริงได้หรือไม่ ต้องมีการปรับเปลี่ยนอย่างไร และนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีการพบอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรึกษาผลจากการวิเคราะห์ นำมาแก้ไขปัญหาย่างไร ใช้วิธีอย่างไรแก้ไขปัญหการปลูกผักแบบปลอดสารพิษ

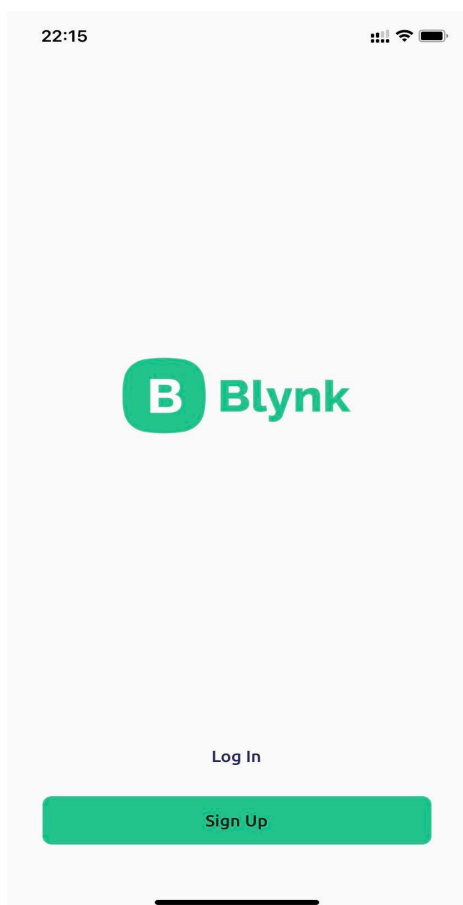
3.1.3 ออกแบบชิ้นงาน

เป็นการออกแบบจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการเรียบร้อยแล้ว และมีความเป็นไปได้ในการพัฒนา โดยเริ่มจากการออกแบบงานทางด้านฮาร์ดแวร์ คือ เครื่องปลูกพืช และซอฟต์แวร์ ทั้งในส่วนนำข้อมูลเข้า (Input) ส่วนประมวลผล (Process) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output) และการออกแบบหน้าจอในการติดต่อกับผู้ใช้ระบบ ซึ่งมุ่งเน้นช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ

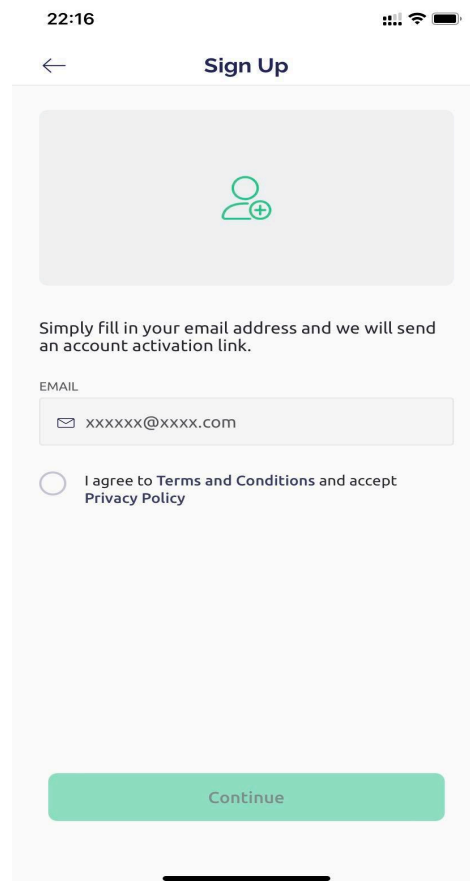
3.2 เชื่อมแอปพลิเคชัน Blynk

Blynk คือ Application สำเร็จรูปสำหรับงาน IOT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆเข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, NodeMCU, Raspberry pi นำมาแสดงบน Application ได้อย่างง่ายดาย แล้วที่สำคัญ Application Blynk ยังฟรี และ รองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย

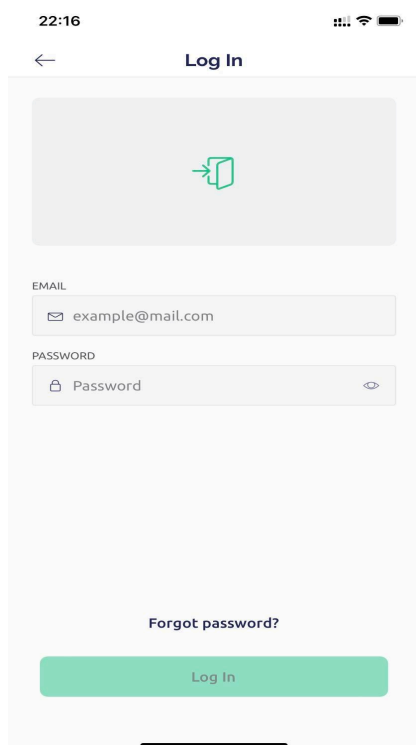
ระบบผ่านแอปพลิเคชัน Blynk รวมถึงแสดงการทำงานภายในระบบ ดังนี้
แอปพลิเคชันที่ใช้ในการควบคุมระบบ



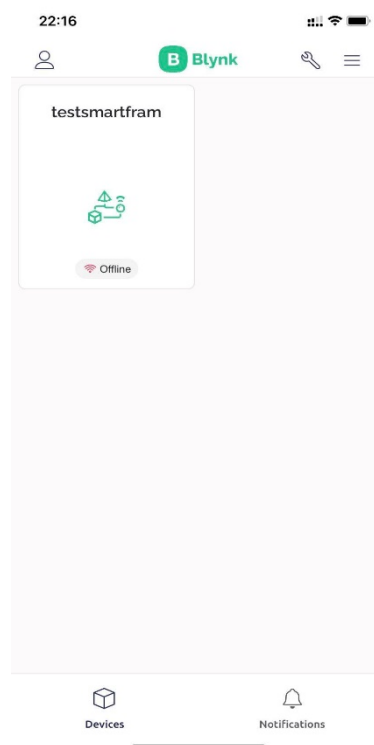
แอปพลิเคชันหน้าเข้าสู่ระบบและสมัคร



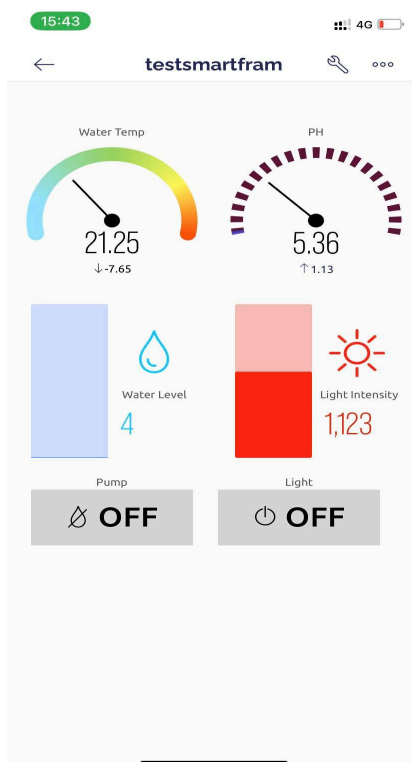
แอปพลิเคชันหน้าทำการสมัคร



แอปพลิเคชันสำหรับเข้าสู่ระบบ



แอปพลิเคชันหน้าแรกสำหรับเลือก Device



หน้าแอปพลิเคชันสำหรับดูข้อมูลต่างๆ

3.3 เครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

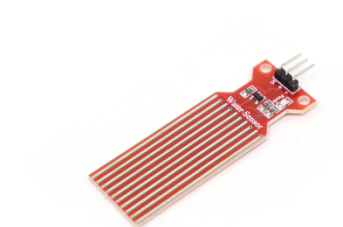
3.3.1 Relay รีเลย์



3.3.2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ



3.3.3 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ



3.3.4 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ



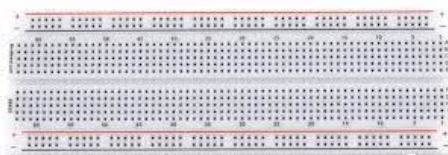
3.3.5 LED Grow Light (อุปกรณ์สร้างแสงแดดเทียม)



3.3.6 สายไฟ Jumper pare



3.3.7 Breadboard



3.3.8 Node MCU ESP8266



3.3.9 เซ็นเซอร์วัดแสง



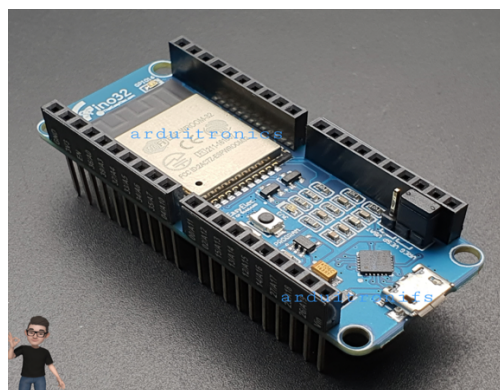
3.3.10 ปั๊มน้ำ



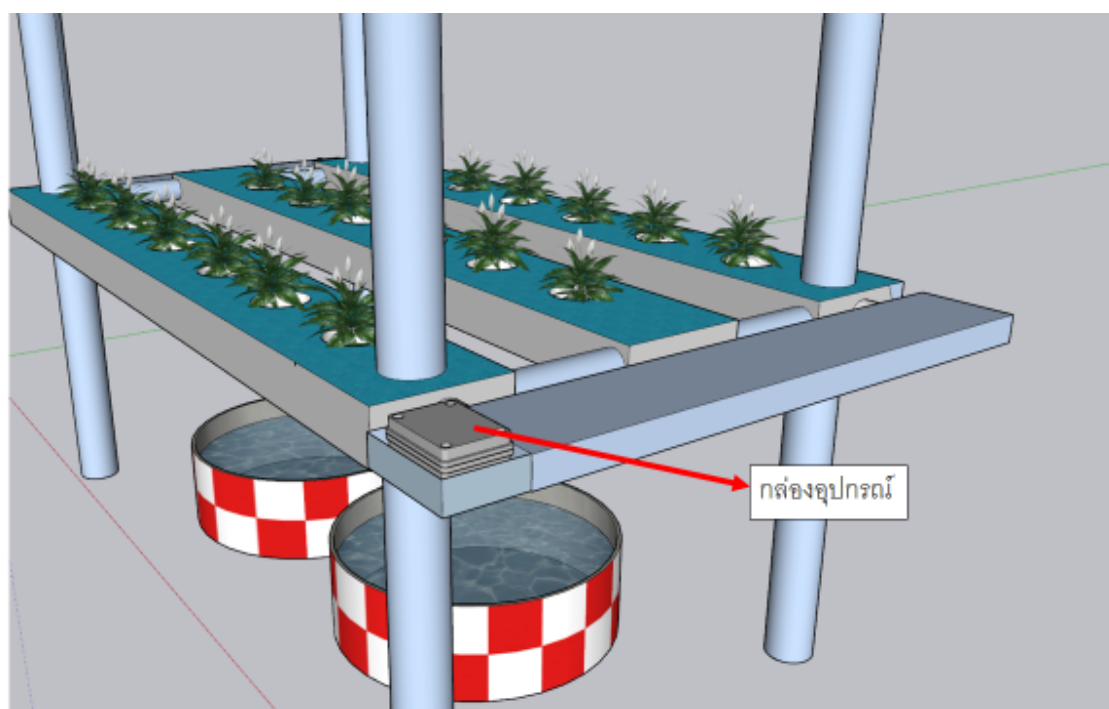
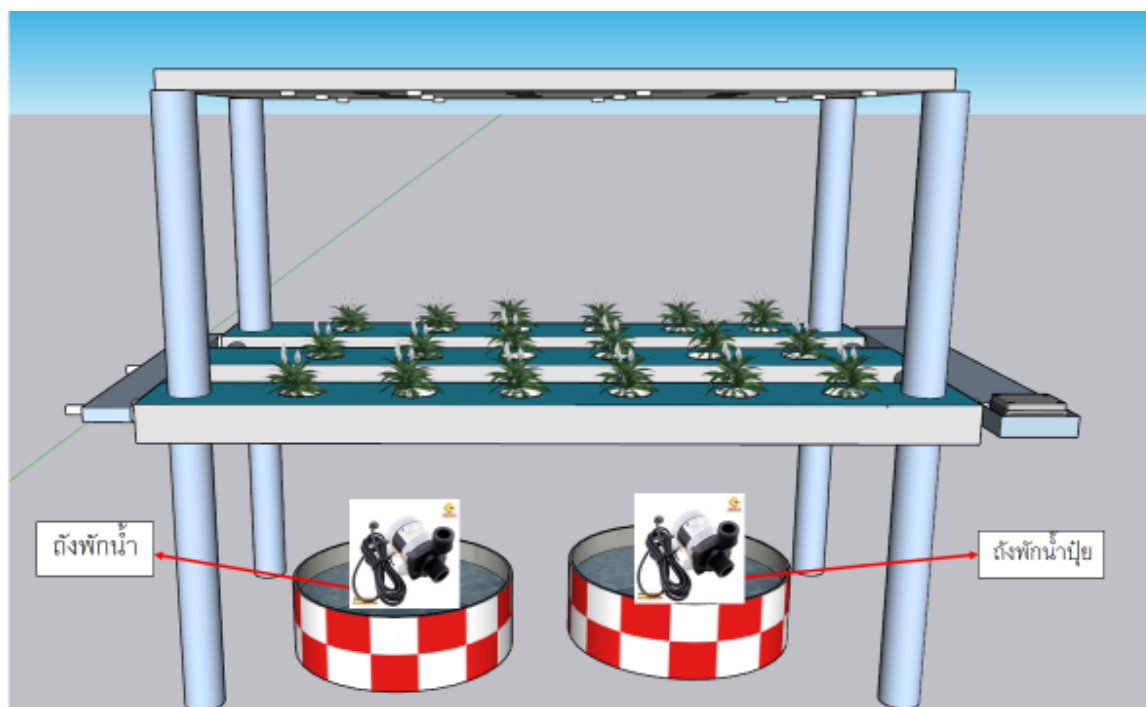
3.3.11 หัวพ่นหมอก

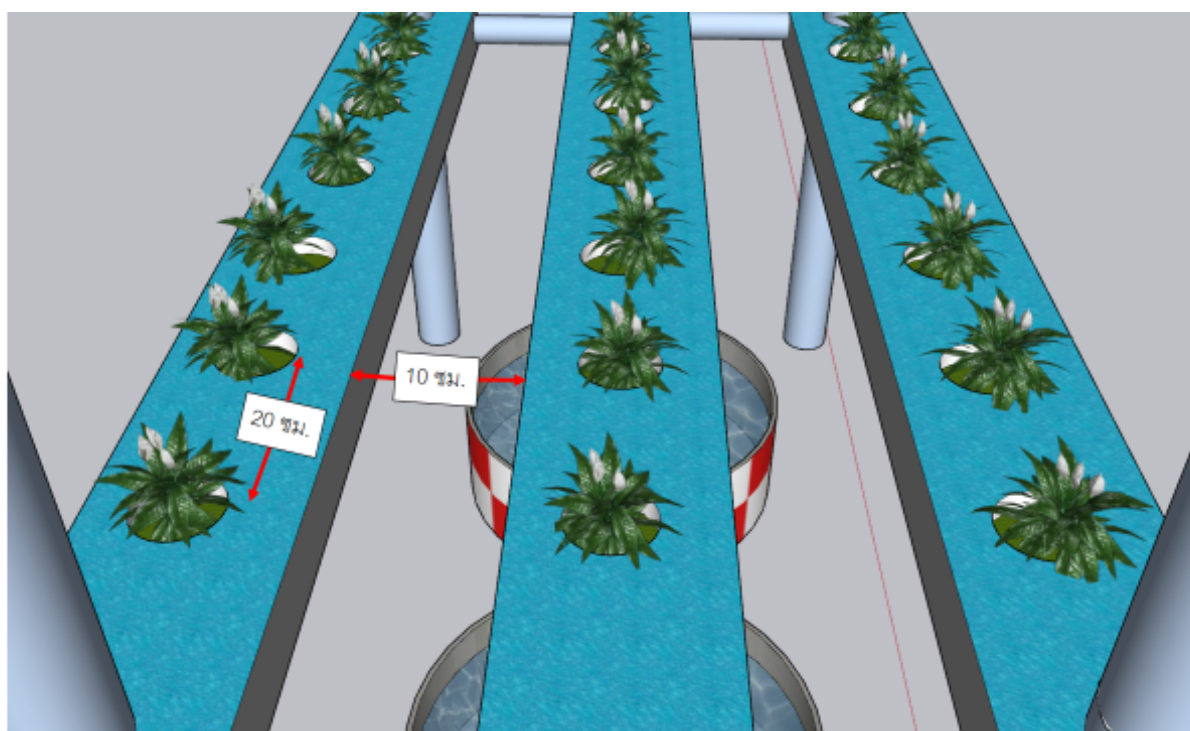
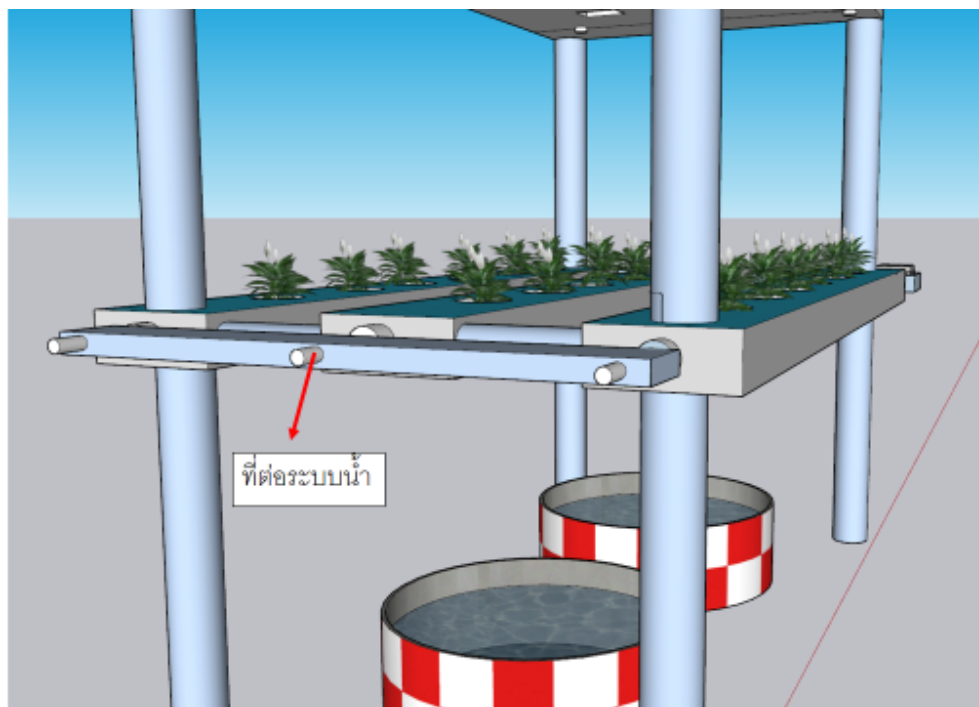


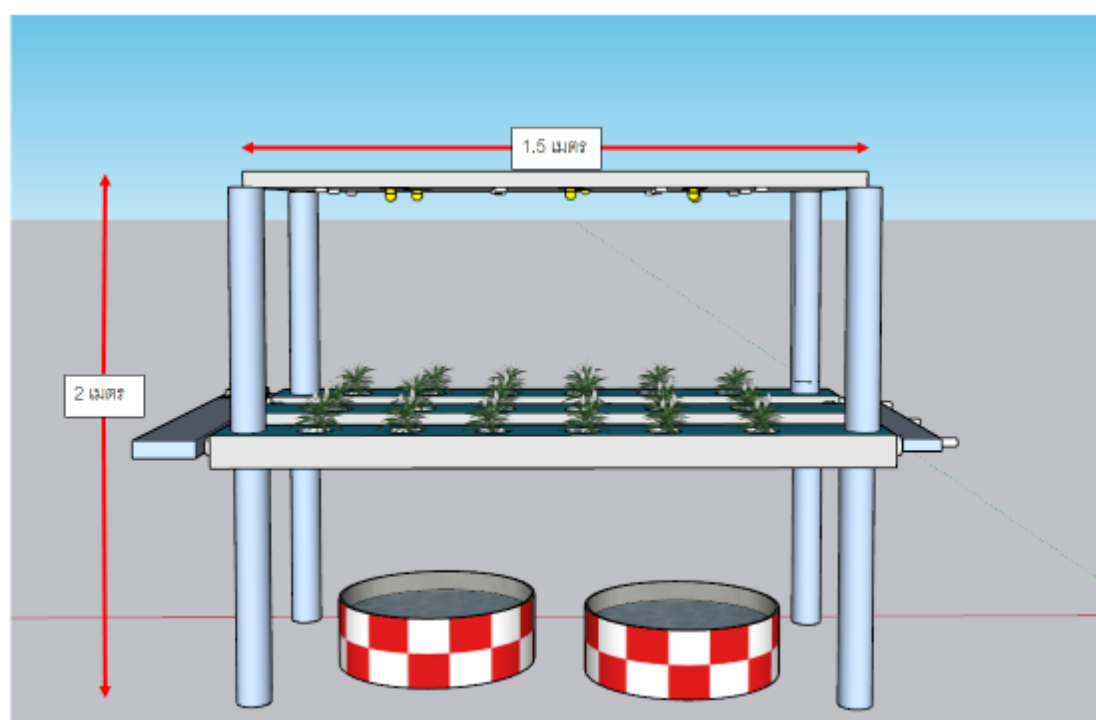
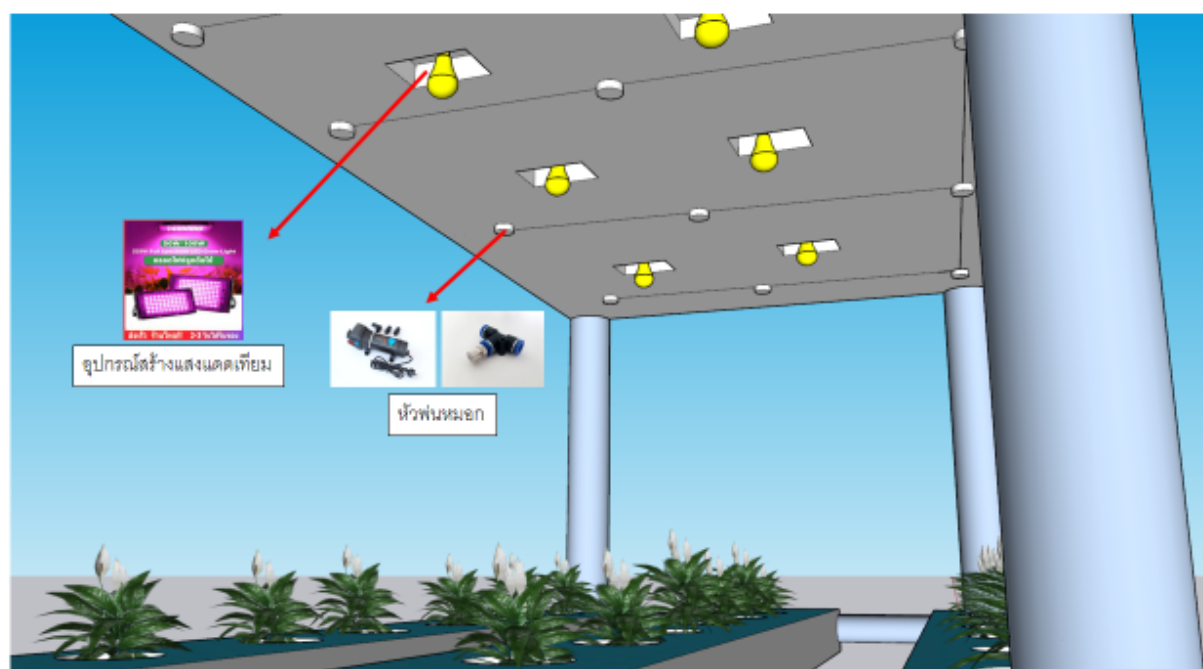
3.3.12 Node MCU ESPino32



3.3.13 การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการปลูก โดยตัวอุปกรณ์จะใช้ท่อ PVC เป็นหลักในการทำ แปลงปลูกตัวอุปกรณ์จะมี 3 แถวแถวละ 6 หลุม มีความกว้าง 1.5 ม. และสูง 2 ม.

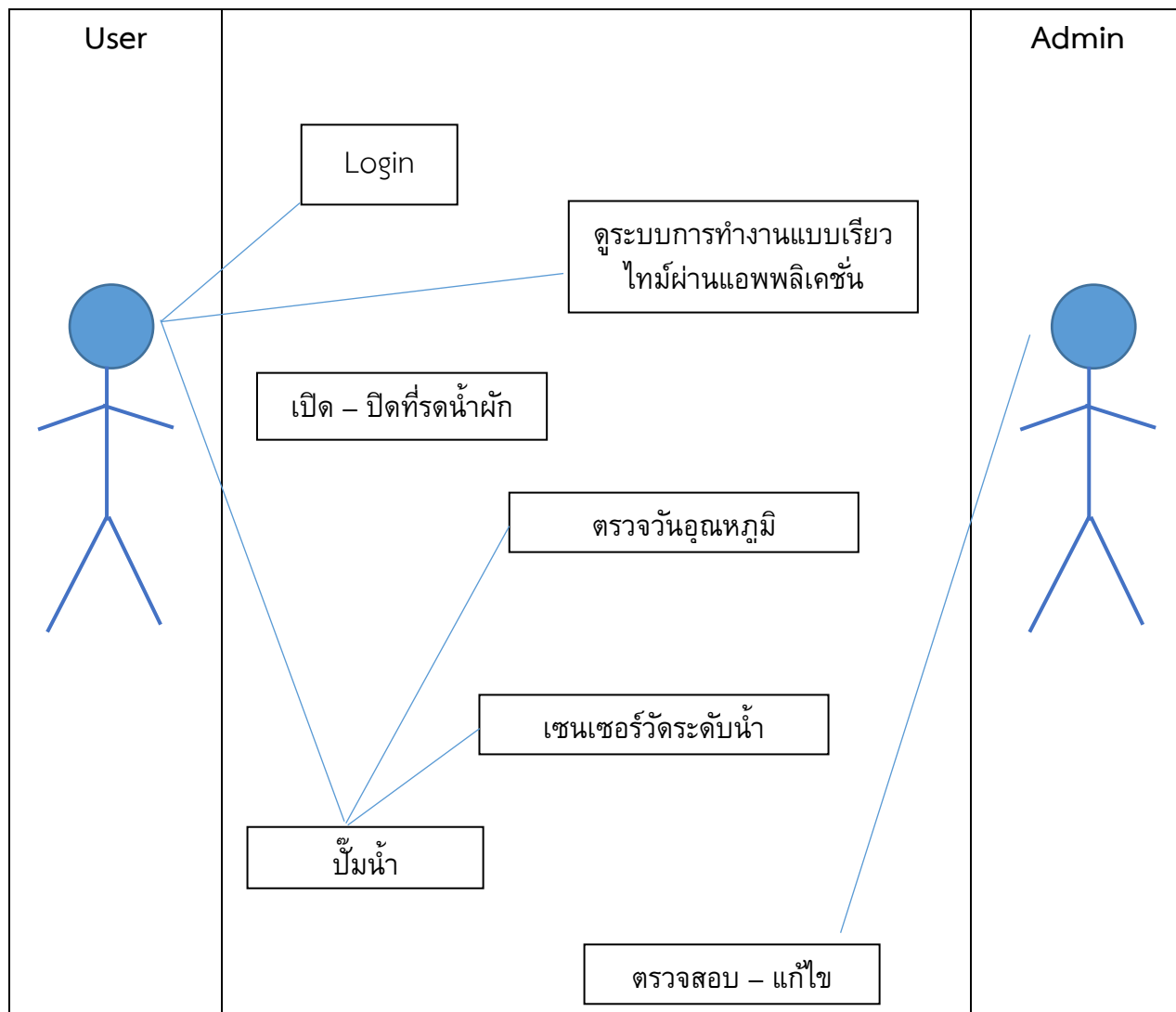






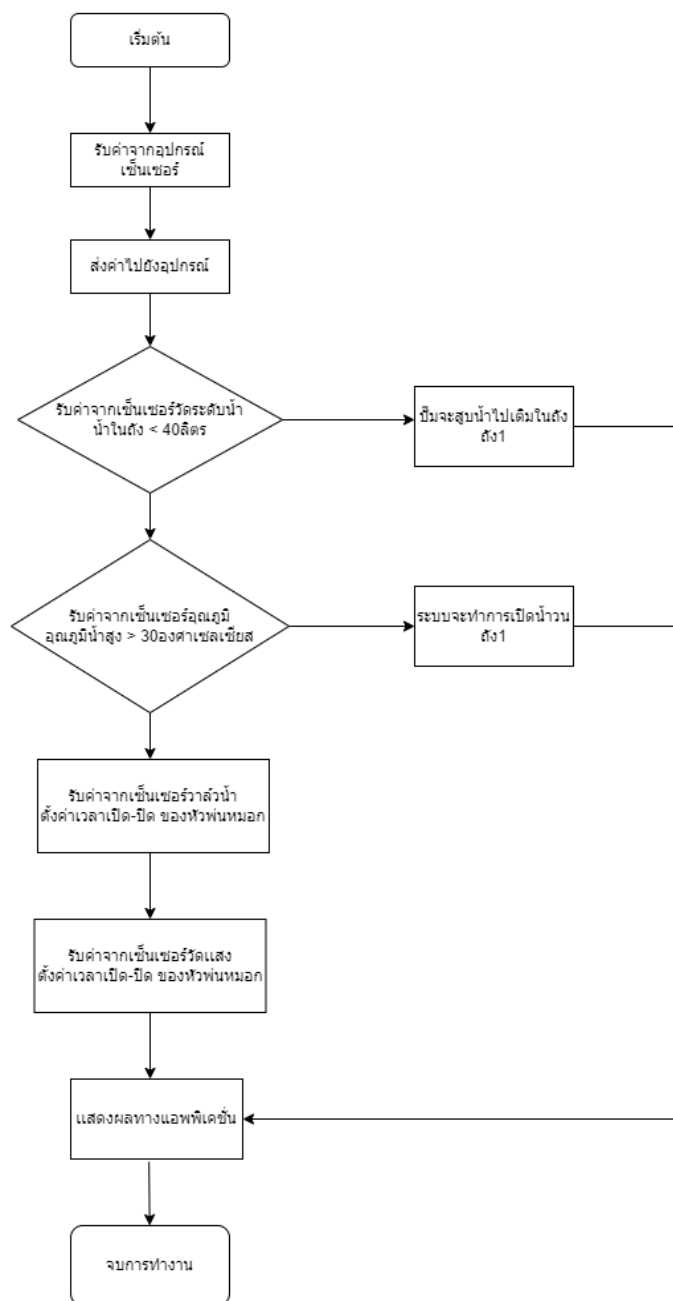
แผนภาพแสดงยูสเคส (Use Case Diagram)

แสดงขั้นตอนการใช้งานในระบบ คือผู้ใช้งานเปิดการใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน และเรียกดูการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันพร้อมทั้งควบคุม

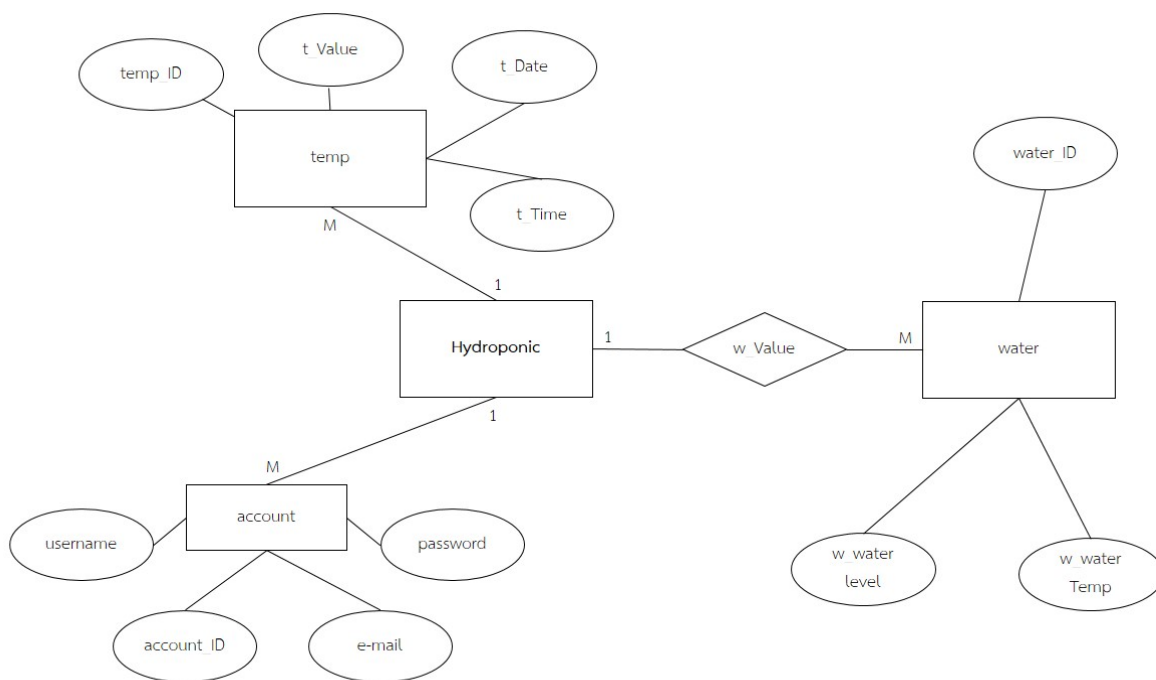


แผนภาพยูสเคส อธิบายขั้นตอนการทำงาน

โครงสร้างระบบการทำงานของระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ (Flow chart)

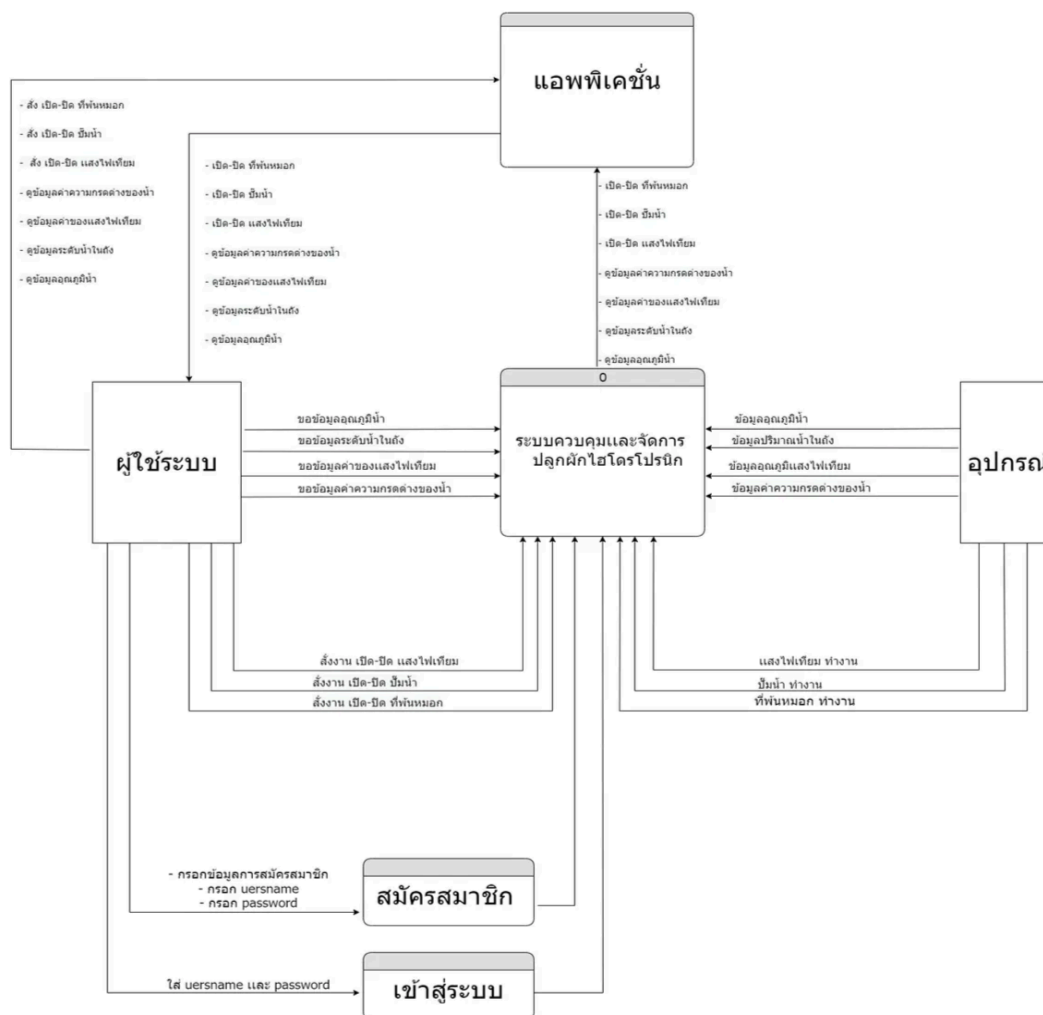


โครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram)

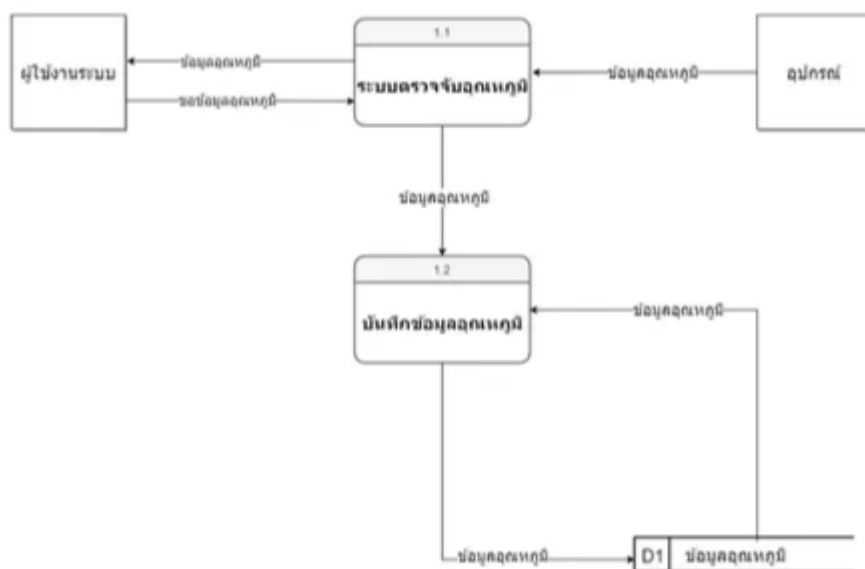


ออกแบบแผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram)

แผนภาพกระแสข้อมูล Data Flow Diagram LV.0

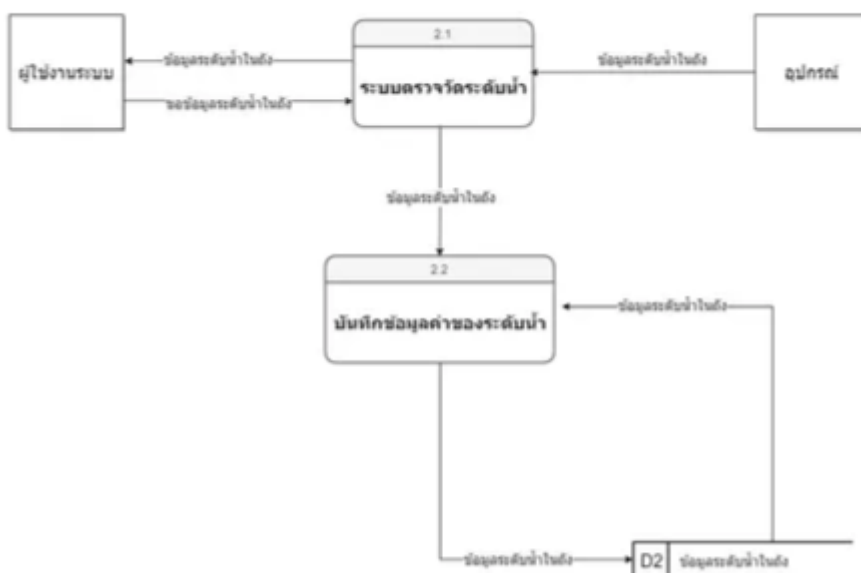


ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ



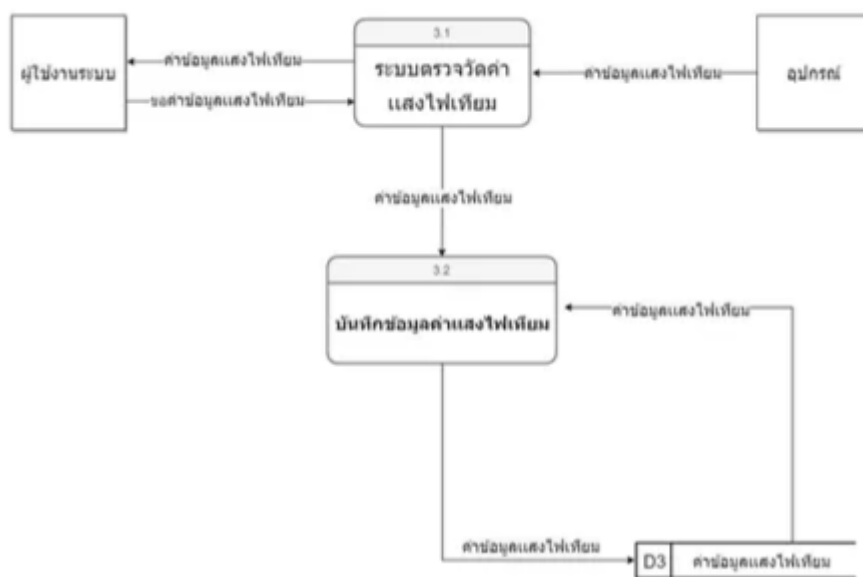
แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ)

ระบบตรวจวัดระดับน้ำ



แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบตรวจวัดระดับน้ำ)

ระบบตรวจวัดค่าแสงไฟเทียม



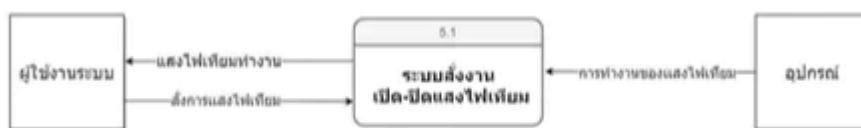
แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบตรวจวัดค่าแสงไฟเทียม)

ระบบตรวจวัดค่ากรดต่างในน้ำ



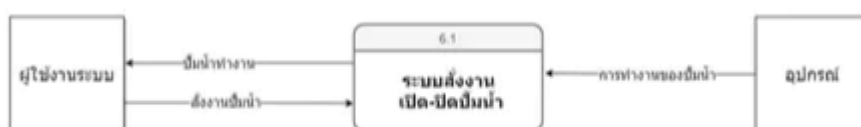
แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบตรวจวัดค่ากรดต่างในน้ำ)

ระบบสั่งงาน เปิด-ปิด แสงไฟเทียม



แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบสั่งงาน เปิด-ปิด แสงไฟเทียม)

ระบบสั่งงาน เปิด-ปิด ปั้มน้ำ



แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล ระดับที่ 2 (ระบบสั่งงาน เปิด-ปิด ปั้มน้ำ)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตาราง แบบการประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรม					
1.1 ข้อมูลที่ได้จากแอปพลิเคชันสามารถช่วยท่านแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว		√			
1.2 แอปพลิเคชันมีความเร็วในการตอบสนองต่อการใช้ได้เป็นอย่างดี			√		
1.3 แอปพลิเคชันสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องตามความเป็นจริง		√			
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันการทำงาน					
2.1 การใช้งานคำสั่งต่างๆ ส่วนของเมนูมีความสะดวก			√		
2.2 ข้อมูลที่แอปพลิเคชันจัดเตรียมมีความเพียงพอต่อการใช้งาน		√			
3.ด้านความง่ายต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน					
3.1 กระบวนการในการติดตั้งซอฟต์แวร์ง่ายและเหมาะสม			√		
3.2 โปรแกรมมีการจัดวางรูปแบบโครงสร้างของหน้าจอได้อย่างเหมาะสม		√			
3.3 แอปพลิเคชันมีรูปแบบการนำเสนอ ที่ดึงดูดต่อการทำความเข้าใจ		√			
3.4 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบและเมนูต่างๆ ของแอปพลิเคชันความเหมาะสม			√		
4.ด้านการออกแบบแอปพลิเคชัน					
4.1 ขนาดของปุ่มบนจอภาพมีความเหมาะสม			√		
4.2 สีและขนาดตัวอักษรบนจอภาพมีความเหมาะสม			√		
4.3 ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมายมีความเหมาะสม		√			
4.4 การใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมายมีความเหมาะสม				√	
4.5 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพมีความเหมาะสม			√		
5.ด้านอุปกรณ์ IOT					
5.1 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์ได้อย่างเหมาะสม		√			
5.2 ประสิทธิภาพการทำงานได้คงทนยาวนาน		√			
5.3 สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย				√	
5.4 สามารถนำไปติดตั้งได้ง่าย		√			
5.5 มีความเร็วในการทำงาน				√	
5.6 การวิเคราะห์ค่าของเซนเซอร์ต่าง ๆ มีประสิทธิภาพ			√		
5.7 มีความทันสมัย			√		
5.8 อุปกรณ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน		√			

3.5 ทดสอบอุปกรณ์

ตาราง ทดสอบอุปกรณ์

รายการทดสอบอุปกรณ์	จำนวนครั้งที่ทดสอบประสิทธิภาพ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. การสั่งเปิดไฟผ่านแอปพลิเคชัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. การสั่งเปิดปั๊มน้ำแอปพลิเคชัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. เปิด-ปิดระบบแสงผ่านแอปพลิเคชัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. การสั่งพ่นหมอกผ่านแอปพลิเคชัน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. ปั๊มน้ำและการส่งน้ำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.6 แก้ไขและปรับปรุง

- ปรับปรุงระบบให้มีความเสถียรมากขึ้น
- ปรับปรุงถังพักน้ำให้มีการเติมน้ำเมื่อน้ำมีค่าต่ำโดยไม่ต้องเติมเอง
- แก้ไขหัวพ่นน้ำ ให้น้ำกระจายทั่วถึงมากขึ้น
- ปรับปรุงระบบ ให้ง่ายต่อการแก้ไขและปรับปรุง

3.7 สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติเทคโนโลยี IOT มาใช้กับการเกษตร
ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำ สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัติ
2. วางแผนการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น
เช่น ข้อมูลกับการปลูกผักจากเว็บไซต์ต่างๆ
3. ออกแบบระบบการทำงานของอุปกรณ์ผ่าน Arduino ดำเนินการพัฒนานำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อให้
สามารถ ทำงานร่วมกันกับแอปพลิเคชัน Blynk
4. ทำการทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจนกว่าจะใช้งานได้สมบูรณ์
5. สรุปผลการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและ สรุปผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงการระบบปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบอัตโนมัตินี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างระบบความคุมน้ำ ควบคุมไฟ ควบคุมที่พ่นน้ำอัตโนมัติสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ผ่านตัวแอปพลิเคชัน Blynk และเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่เข้ามาศึกษาโครงการนี้

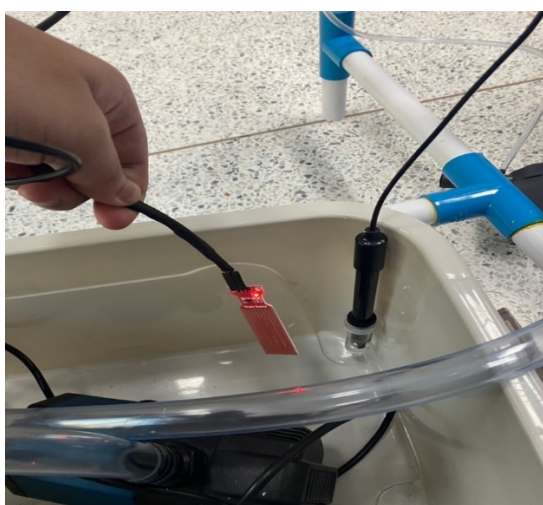
ผู้จัดทำโครงการสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการเรียนรู้ของตนเองมากยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งมีผลการดำเนินงานโครงการ ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างอุปกรณ์

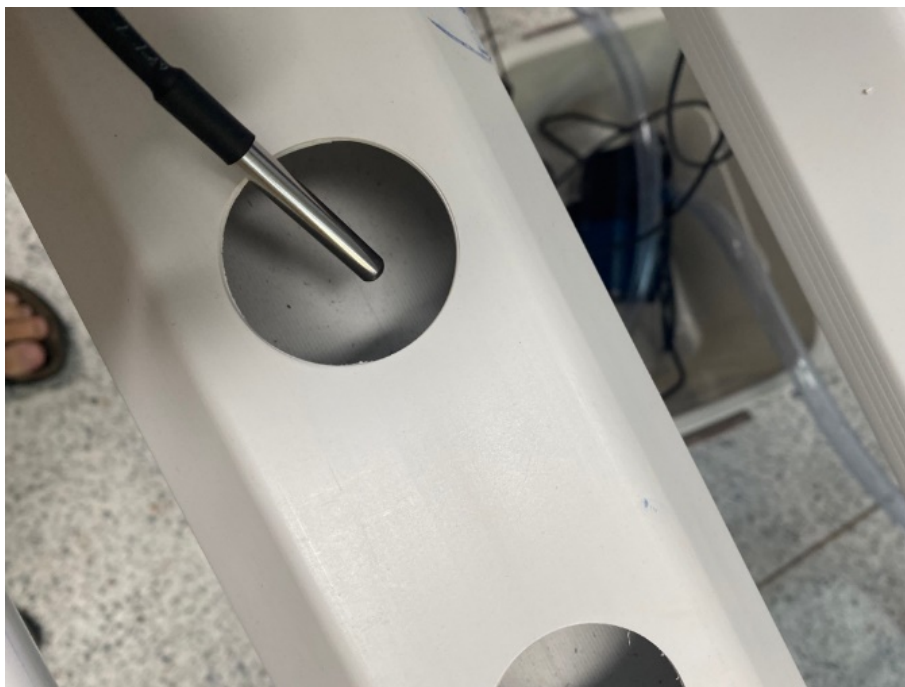
ทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์ไปยังบอร์ด Esp8266 และ Espino32 โดยใช้สาย Jumper Wire และสาย Adapter ในการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์แต่ละชนิดเพื่อทำการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์



รูปที่ 4.1 ติดตั้งอุปกรณ์ของระบบ ความคุมน้ำ ควบคุมเปิด-ปิดไฟ ควบคุมที่พ่นน้ำ ควบคุมเซนเซอร์วัดค่าPH เซนเซอร์ความเข้มข้นแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ



รูปที่ 4.2 ติดตั้ง ควบคุมเซนเซอร์วัดค่าPH เซนเซอร์วัดระดับน้ำ



รูปที่ 4.3 ติดตั้ง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ



รูปที่ 4.4 ติดตั้ง อุปกรณ์พ่นน้ำ



รูปที่ 4.5 ติดตั้ง ปั้มน้ำสำหรับที่พ่นน้ำ



รูปที่ 4.6 ติดตั้ง เซ็นเซอร์วัดแสง

4.1.2 กำหนดเงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์

ทำการเขียนโค้ดโปรแกรมเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์แต่ละชนิด

```

19
20 void setup()
21 {
22   Serial.begin(115200);
23   LightSensor.begin();
24   Serial.println("Running...");
25   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
26 }
27
28 void loop()
29 {
30   {
31     uint16_t lux = LightSensor.GetLightIntensity();
32     Serial.print("Light: ");
33     Serial.println(lux);
34     Blynk.virtualWrite(V7,lux);
35     Blynk.run();
36     delay(1000);
37   }
38   {
39     int buf[10];
40     for(int i=0;i<10;i++)
41     {
42       buf[i]=analogRead(SensorPin);
43       delay(10);
44     }
45     for(int i=0;i<9;i++)
46     {
47       for(int j=i+1;j<10;j++)
48       {
49         if(buf[i]>buf[j])
50         {
51           int temp=buf[i];
52           buf[i]=buf[j];

```

รูปที่ 4.7 เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์ในบอร์ด espino32

```

27 void setup()
28 {
29   Serial.begin(9600);
30   sensors.begin();
31   pinMode(sensor, INPUT);
32   pinMode(sensorValue, INPUT);
33   pinMode(relay1,OUTPUT);
34   pinMode(relay2,OUTPUT);
35   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
36   Serial.println(LINE.getVersion());
37   WiFi.begin(ssid, pass);
38   Serial.printf("Wifi connecting ", SSID);
39   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
40     Serial.print(".");
41     delay(500);
42   }
43   Serial.printf("\nWifi connected\nIP : ");
44   Serial.println(WiFi.localIP());
45   LINE.setToken(LINE_TOKEN);
46 }
47
48 void loop()
49 {
50   int val = analogRead(sensor);
51   int sensor = (val );
52   Blynk.run();
53   Serial.print(" ระดับน้ำ = ");
54   Serial.println(sensor);
55   Blynk.virtualWrite(V0, sensor);
56   delay(1000);
57   if (sensor < 10) {
58     String lineText;
59     String string1 = "ระดับน้ำต่ำกว่ากำหนด ";

```

รูปที่ 4.8 เงื่อนไขการทำงานของเซนเซอร์ในบอร์ด esp8266

4.1.3 กำหนดเงื่อนไขการแจ้งเตือน

ทำการกำหนดเงื่อนไขในการแจ้งเตือนหากระดับน้ำภายในถัง และค่าระดับอุณหภูมิภายในท่อ เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน

```
v2 ino
55 Blynk.virtualWrite(V0, sensor);
56 delay(1000);
57 if (sensor < 10) {
58   String LineText;
59   String string1 = "ระดับน้ำ ต่ำกว่ากำหนด ";
60   String string2 = " ";
61   LineText = string1 + sensor + string2;
62   Serial.print("Line ");
63   Serial.println(LineText);
64   LINE.notify(LineText);
65 }
66 }
67 {
68
69   Blynk.run();
70   sensors.requestTemperatures();
71   tempCelsius = sensors.getTempCByIndex(0);
72   Serial.print("Temperature: ");
73   Serial.print(tempCelsius);
74   Serial.print("°C");
75   Blynk.virtualWrite(V1, tempCelsius);
76   delay(1000);
77   if (tempCelsius > 32) {
78     String LineText;
79     String string1 = "อุณหภูมิ เกินกำหนด ";
80     String string2 = " ";
81     LineText = string1 + tempCelsius + string2;
82     Serial.print("Line ");
83     Serial.println(LineText);
84     LINE.notify(LineText);
85   }
86 }
87 }
```

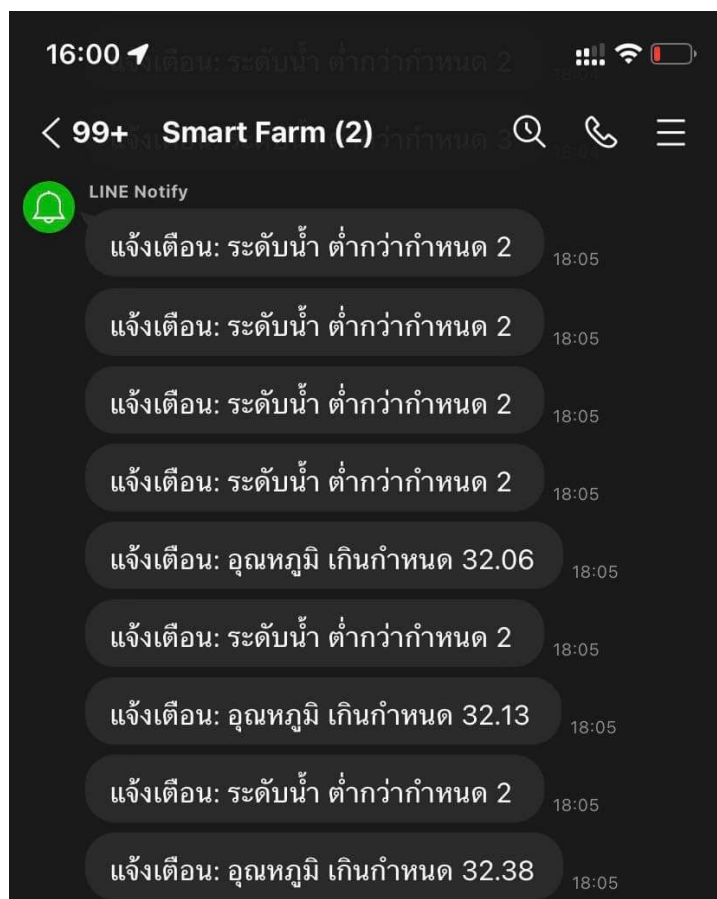
รูปที่ 4.9 เงื่อนไขการแจ้งเตือน

4.1.4 เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

เขียนโค้ดโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านทางโมดูล ESPINO32 และ ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐานไวไฟ เพื่อทำการส่งข้อมูลผ่าน Blynk

```
9
10 #define SSID      "FKCYN"    // ชื่อ Wifi
11 #define PASSWORD  "08888888" // รหัส Wifi
12 #define LINE_TOKEN "JGLqRRqhohEnhrFKkfFpkQLSXRh6jjEWAgRSKLqBqi3" // TOKENline
13 char auth[] = "QSA4dI9uMTPghng7UABQxzhc5841U6aP";
```

รูปที่ 4.10 เชื่อมต่อ internet ผ่านทางโมดูล espino32 และ esp8266



รูปที่ 4.11 การแจ้งเตือนข้อมูลระดับน้ำและอุณหภูมิเมื่อเข้าเงื่อนไขผ่านไลน์

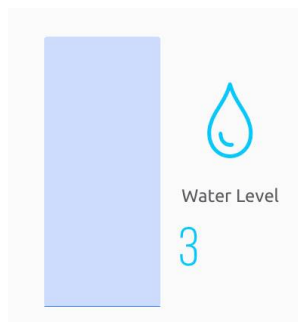
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลวิจัยข้อมูล

การดำเนินโครงการระบบควบคุมน้ำอัตโนมัติสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

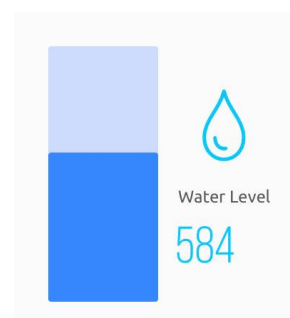
- 1) เพื่อออกแบบและสร้างระบบปลูกผักอัตโนมัติสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
- 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

4.3 ผลการทำงานของระบบ

Sensor วัดระดับน้ำ

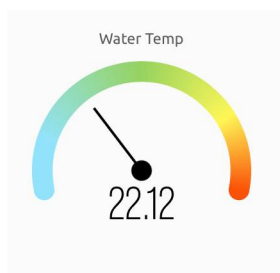


Before ค่าระดับน้ำใน monitor จะยังไม่ขึ้นเมื่อไม่ได้จุ่มน้ำ

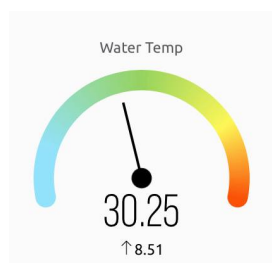


After หลังจากการติดตั้งเซนเซอร์ลงในน้ำ ค่าระดับน้ำจะเห็นดังภาพ

Sensor วัดอุณหภูมิในน้ำ

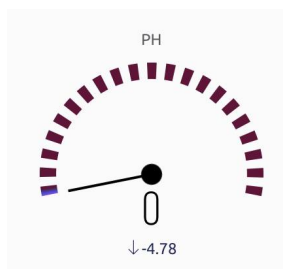


Before ค่าอุณหภูมิใน monitor จะเป็นอุณหภูมิห้องเมื่อไม่ได้จุ่มน้ำ

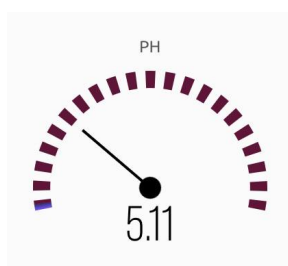


After หลังจากการติดตั้งเซนเซอร์ลงในน้ำ ค่าอุณหภูมิในน้ำจะเห็นดังภาพ

Sensor วัดค่า Ph

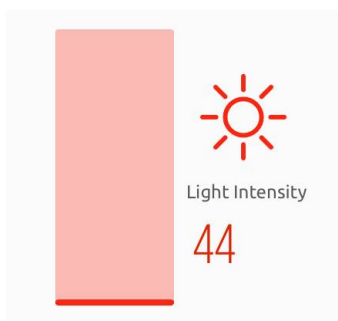


Before ค่าPh ของน้ำใน monitor จะยังไม่ขึ้นเมื่อไม่ได้จุ่มน้ำ

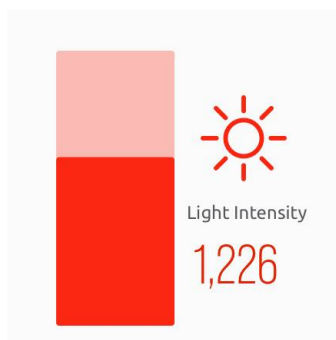
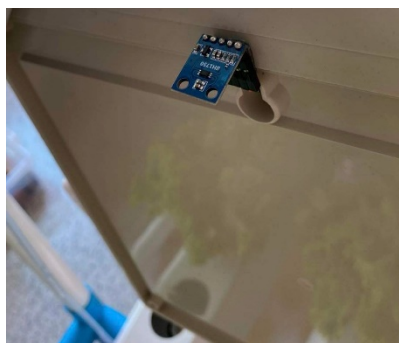


After หลังจากการติดตั้งเซนเซอร์ลงในน้ำ ค่าPh ในน้ำจะเห็นดังภาพ

Sensor วัดแสง

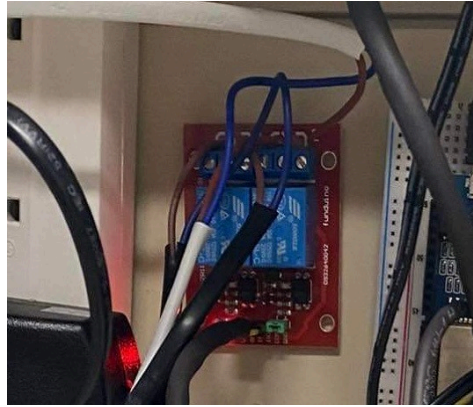


Before ค่าแสงใน monitor จะเป็นดังภาพ เมื่อไม่มีแสง

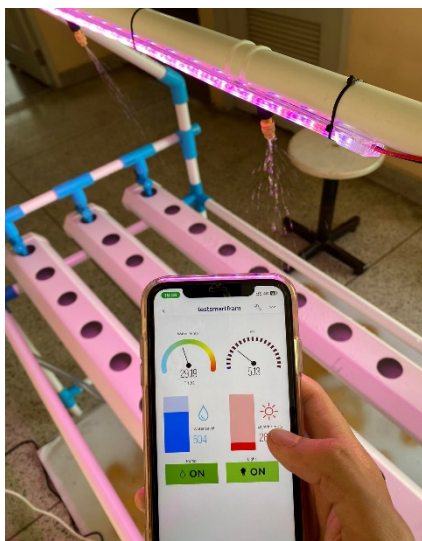


After หลังจากการติดตั้งเซนเซอร์ ค่าแสงจะเห็นดังภาพ

Sensor เปิดปิดไฟและพ่นน้ำผ่าน Relay



Before ควบคุมการเปิดปิดไฟด้วย Relay
ปุ่ม button ใน monitor จะเป็นดังภาพ เมื่อไม่กดเปิด



After หลังจากกดเปิดตรง button ไฟและปั้มน้ำจะทำงานผ่านรีเลย์ ดังภาพ

4.4 ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของเรดโอ๊ค ตาราง เปลี่ยนแปลงของเรดโอ๊ค

ผลการทดลอง 3 วัน



ผลการเกิดรากเน่าของเรดโอ๊ค	ยังไม่มีการเกิดรากเน่าของเรดโอ๊ค
ผลการเกิดเพลี้ยไฟของเรดโอ๊ค	ยังไม่มีการเกิดเพลี้ยไฟของเรดโอ๊ค
คุณภาพของผักเรดโอ๊ค	ยังไม่เห็นผลการเปลี่ยนแปลง



ผลการทดลอง 5 วัน



ผลการเกิดรากเน่าของเรดโอ๊ค	ยังไม่มีเกิดการเกิดรากเน่าของเรดโอ๊ค
ผลการเกิดเพลี้ยไฟของเรดโอ๊ค	ยังไม่มีเกิดการเกิดเพลี้ยไฟของเรดโอ๊ค
คุณภาพของผักเรดโอ๊ค	ใบเริ่มมีสีจางลง เพราะอากาศข้างนอกร้อน



4.5 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองจาก ตารางแบบการประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชัน

ฟังก์ชันของแอปพลิเคชันตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ มีการสมัครสมาชิกในแอปพลิเคชันBlynk สามารถดูค่าอุณหภูมิ,ความเข้มข้นแสง,ค่าความเป็นกรดต่างในน้ำ,ค่าระดับน้ำ,สั่งเปิด-ปิด ที่พ่นปุ๋ย,สั่งเปิด-ปิด ไฟแสงเทียมผ่านแอปพลิเคชันและสามารถแจ้งเตือนผ่าน แอปพลิเคชัน Line เมื่อระดับน้ำต่ำกว่ากำหนด และอุณหภูมิเกินกำหนดเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ผู้จัดทำได้คาดหวังไว้

ผลการทดลองจาก ตารางทดสอบอุปกรณ์

แปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จะเป็นการทดสอบอุปกรณ์เซนเซอร์ ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์วัดความเข้มข้นแสง,เซนเซอร์วัดระดับน้ำ,เซนเซอร์วัดกรดต่างในน้ำ,เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ,ระบบเปิด-ปิดไฟและระบบพ่นปุ๋ยด้วยหัวพ่นหมอกที่ทำการติดตั้งสามารถทำงานได้ตามปกติ และยังส่งค่าไปยังแอปพลิเคชันBlynk ตรงตามจุดประสงค์ที่ผู้จัดทำได้คาดหวังไว้

ผลการทดลองจาก ตารางเปลี่ยนแปลงของเรดโอ๊ค

จากตารางจะเป็นการติดตามดู รากของเรดโอ๊ค ระยะเวลา 3 วัน และ 5 วัน ตามลำดับโดยจะเป็นการนำเอาเรดโอ๊คมาปลูกภายในแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดทำขึ้น เพื่อดูปัญหาของรากในตอนปลูกว่าจะมีโอกาสเน่าหรือไม่ จากผลการทดลองนั้นจะเห็นได้ว่าการปลูกเรดโอ๊คในแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ในระยะเวลา 3 วันจะเห็นได้ว่ารากของเรดโอ๊คนั้นยังไม่มีปัญหารากเน่า และปัญหาของเพลี้ยไฟยังไม่มีปัญหา

ในระยะเวลา 5 วันจะเห็นได้ว่าใบมีสีจางลงใบของเรดโอ๊คดูไม่สด เพราะอากาศภายนอกมีอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติ แต่รากของเรดโอ๊คนั้นยังไม่มีปัญหารากเน่า และปัญหาของเพลี้ยไฟยังไม่มีปัญหา

จากผลการทดลองนี้ผู้จัดทำสรุปได้ว่าแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดทำขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมปัจจัยในการเกิดปัญหารากเน่า และเพลี้ยไฟตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดทำ

บทที่ 5

อภิปรายและ ข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำโครงการระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ System auto smart hydroponics นี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้ ซึ่งระบบควบคุมน้ำสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ และการประสบปัญหาต่างๆ ทางคณะผู้จัดทำได้ปรับปรุงแก้ไขในส่วนต่างๆ เพื่อให้ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติมีความผิดพลาดน้อยที่สุด สามารถสรุปผลการดำเนินโครงการ และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 อภิปรายผล

5.2 ปัญหาที่พบในโครงการ

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.1 อภิปรายผล

ในการดำเนินโครงการจัดทำระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ เริ่มจากการนำเสนอโครงการ ต่อคณะกรรมการพิจารณาทางคณะกรรมการได้เสนอแนะส่วนต่างๆ และคณะผู้จัดทำได้ทำตามข้อเสนอแนะ ของคณะกรรมการ จนได้รับการอนุมัติการทำโครงการแล้ว ทางคณะผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการ จัดทำระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยได้ทำการออกแบบ และดำเนินการ จัดทำ ตามที่วางแผนไว้จนสำเร็จผลการดำเนินโครงการระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ ได้ทำการทดสอบ การใช้งาน และตรวจสอบแล้วได้ผลว่าตัวระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ นั้นทำงานได้ปกติ ตามที่ ผู้จัดทำคาดหวังไว้

ในการทดลองระบบควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ IOT ที่ทำหน้าที่ เป็นเซนเซอร์สำหรับส่งค่าข้อมูลที่วัดได้ไปยังบอร์ดESPino32 และบอร์ดESP8266 จะได้ค่าต่างๆที่วัดได้ส่งไป แสดงที่แอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเช็คค่าสถานะต่างๆได้เพราะการควบคุมค่าสถานะต่างๆให้อยู่ในเกณฑ์ ที่เหมาะสมจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต อีกทั้งสถานที่ปลูกเป็นบริเวณระเบียงของหอพัก ทำให้แปลงปลูกผัก ไฮโดรโปนิกส์ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่มากเกินไป ทั้งจากอุณหภูมิในช่วงที่ทำการทดลองเป็นหน้าร้อน และความร้อนจากคอมเพรสเซอร์แอร์ที่อยู่ฝั่งระเบียง จึงต้องใช้บริเวณที่ไม่โดนลมร้อนตลอดเวลา และเป็น พื้นที่ ที่มีอุณหภูมิไม่สูงมาก เพื่อให้ผักมีการเจริญเติบโตที่ดี

5.2 ปัญหาที่พบในโครงการ

1. อุปกรณ์และเซนเซอร์ที่ใช้มีความบอบบางจึงทำให้เกิดการผิดพลาดในการทดลองใช้
2. การใช้เซนเซอร์ ส่งผลให้เซนเซอร์อ่านค่าได้คลาดเคลื่อนเพราะคุณภาพต่ำ
3. การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE และ Library ผิดพลาด ทำให้ต้องทดลองติดตั้งใหม่หลายครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรปรับปรุงลักษณะโครงสร้างให้มีขนาดที่เหมาะสม เพื่อความกระชับรัดในการใช้งาน และ การเก็บรักษา
2. ควรเลือกใช้วัสดุชนิดอื่น ๆ ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงมากขึ้น
3. ควรทำให้ระบบมีการใช้งานที่ง่ายมากขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมผู้ใช้งานที่หลากหลาย
4. เลือกใช้ปั้มน้ำที่มีแรงดันสูงขึ้น เพื่อให้ส่งน้ำได้เพียงพอ

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ทำให้ระบบสามารถทำงานได้ง่ายยิ่งขึ้น ให้ครอบคลุมผู้ใช้งานที่หลากหลาย
2. เพิ่มคุณภาพของเซนเซอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน
3. ควรตั้งแปลงผักไว้ภายในห้อง เพื่อความง่ายในการควบคุมค่าสถานะต่างๆเช่น แสงและอุณหภูมิ

5.4.2 ข้อเสนอแนะทางเทคนิค

1. พัฒนาให้มีการเก็บ database เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

บรรณานุกรม

- [1] นายสถาพร ศรีใจวงศ์. “ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ,”[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <https://fablab.learninginventions.org/>, 2562. [สืบค้น 17 มกราคม 2565].
- [2] นาย สานิต โลบภูเขียว. “สมาร์ทไฮโดรโปนิกส์,”[ออนไลน์].เข้าถึงจาก:<https://www.princess-it-foundation.org/> , 2562. [สืบค้น 23 มกราคม 2565].
- [3] นาย จักรพันธ์ ปัญญาดี. “เครื่องจัดการระบบน้ำอัตโนมัติสำหรับโรงผักไฮโดรโปนิกส์,” [ออนไลน์].เข้าถึงจาก: <https://www.princess-it-foundation.org/> , 2561.[สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2565].
- [4] อาจารย์ อรรถพร สุนทรสันต์. “อาการรากเน่าและวิธีการวินิจฉัยเพื่อแก้ปัญหาย่างยั่งยืน,” [ออนไลน์].เข้าถึงจาก: <https://www.sphydroponics.com/article/5/>, 2561.[สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2565].
- [5] The invention, (2022), สอนใช้งาน NodeMCU ESP8266 ส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify. สืบค้น 25 มกราคม 2564. ////////// from :<https://www.ai-corporation.net>
- [6] Thaieasyelec, (2021), บทความ ESPino32 ตอนที่ 13 การใช้งานเซ็นเซอร์ เพื่อการใช้งานเซ็นเซอร์ต่างๆ ในบทความนี้จะใช้บอร์ด ESPino32. สืบค้น 17 พฤษภาคม 2563. ////////// from: <https://blog.thaieasyelec.com/espino32-ch13-how-to-work-with-sensors/>

ภาคผนวก ก

Source code

กำหนดค่าขาของอุปกรณ์

ESP8266

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLVeYNEXV"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define sensor A0
#define Relay D1
#define LINE_TOKEN "JGLqRRqhohEnhrFKkfFpkQLSXrh6jjEWAqRSKLqBqi3"
char auth[] = "_OSAdL9uMIPqhngJUABQxzWc5841U6aP";
char ssid[] = "RMUTT";
char pass[] = "0884493963";
const int SENSOR_PIN = D2;
OneWire oneWire(SENSOR_PIN);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
int WaterSensor = A0;
int sensorValue = 0;
float tempCelsius;
```

ESP32

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLVeYNEXV"
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <Wire.h>
#include <BH1750FVI.h>
#define SensorPin A0
#define Offset 0.00
BH1750FVI::eDeviceAddress_t DEVICEADDRESS = BH1750FVI::k_DevAddress_H;
BH1750FVI::eDeviceMode_t DEVICEMODE = BH1750FVI::k_DevModeContHighRes;
BH1750FVI LightSensor(ADDRESSPIN, DEVICEADDRESS, DEVICEMODE);
```

กำหนด WI-FI

```
#define SSID      "FKCYN"
#define PASSWORD  "08888888"
#define LINE_TOKEN "JGLqRRqhohEnhrFKkfFpkQLSXrh6jjEWAgrSKLqBqi3"
```

การทำงานของ water level

```
int val = analogRead(sensor);
```

```
int sensor = (val );
```

```
Serial.print(" ระดับน้ำ = ");
```

```
Serial.println(sensor);
```

```
Blynk.virtualWrite(V0, sensor);
```

การทำงานของ Water Temp

```
Blynk.run();
```

```
sensors.requestTemperatures();
```

```
tempCelsius = sensors.getTempCByIndex(0);
```

```
Serial.print("Temperature: ");
```

```
Serial.print(tempCelsius);
```

```
Serial.print("°C");
```

```
Blynk.virtualWrite(V1,tempCelsius);
```

```
delay(1000);
```


การทำงานของ LightSensor

```
uint16_t lux = LightSensor.GetLightIntensity();

Serial.print("Light: ");

Serial.println(lux);

Blynk.virtualWrite(V7,lux);

Blynk.run();

delay(1000);
```

การทำงานของ PHSensor

```
int buf[10];

for(int i=0;i<10;i++)

{

    buf[i]=analogRead(SensorPin);

    delay(10);

}

for(int i=0;i<9;i++)

{

    for(int j=i+1;j<10;j++)

    {

        if(buf[i]>buf[j])

        {
```

```
    int temp=buf[i];

    buf[i]=buf[j];

    buf[j]=temp;

  }

}

}

avgValue=0;

for(int i=2;i<8;i++)

    avgValue+=buf[i];

float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6;

pHValue=3.5*pHValue+Offset;

Serial.print("    ค่า pH:");

Serial.print(pHValue,2);

Serial.println(" ");

digitalWrite(13, HIGH);

digitalWrite(13, LOW);

    Blynk.virtualWrite(V5,pHValue);

    Blynk.run();

    delay(1000);

}
```

การทำงานของ Line notify

```

        if (tempCelsius > 30) {

            String LineText;

            String string1 = "อุณหภูมิ เกินกำหนด ";

            String string2 = " ";

            LineText = string1 + tempCelsius + string2;

            Serial.print("Line ");

            Serial.println(LineText);

            LINE.notify(LineText);

        }

```

```

        if (sensor > 150) {

            String LineText;

            String string1 = "ระดับน้ำขุ่น เกินกำหนด ";

            String string2 = " ";

            LineText = string1 + sensor + string2;

            Serial.print("Line ");

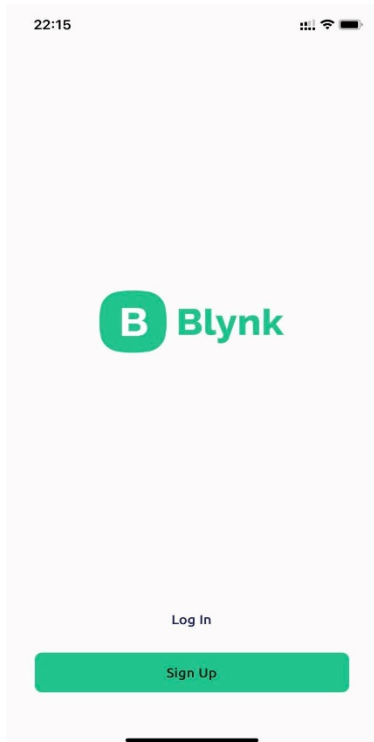
            Serial.println(LineText);

            LINE.notify(LineText);

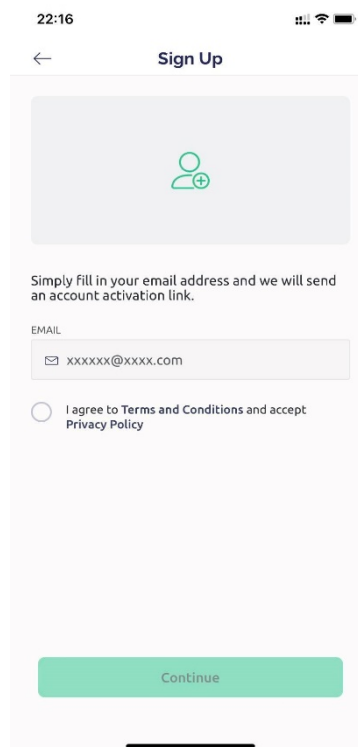
        }

```

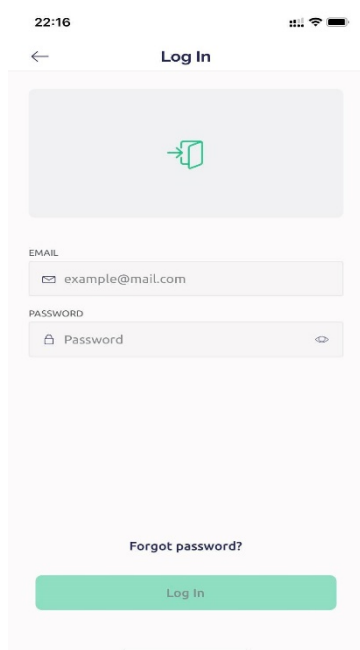
ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน



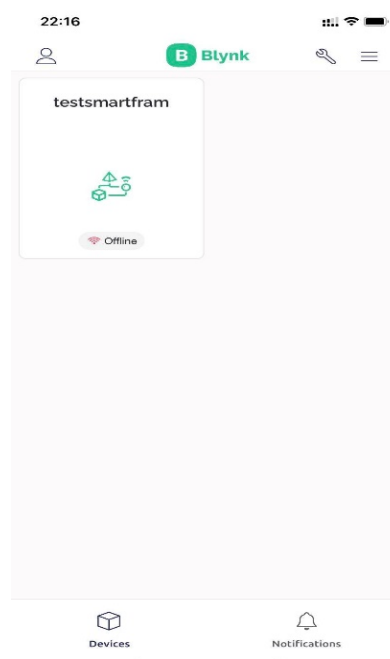
แอปพลิเคชันสำหรับเข้าสู่ระบบและสมัคร



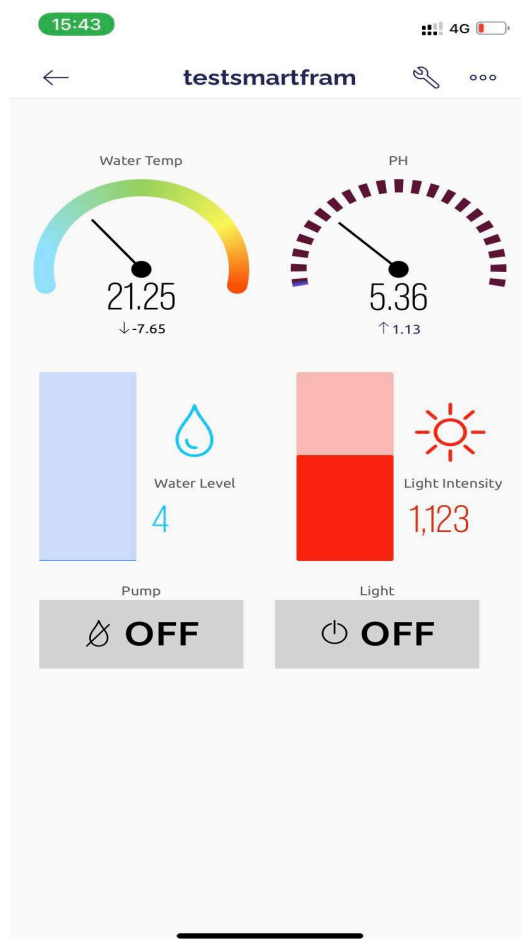
แอปพลิเคชันหน้าทำการสมัคร



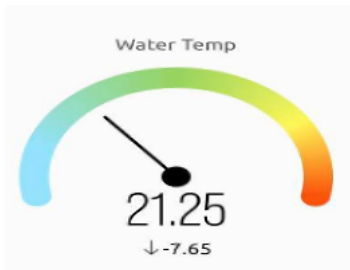
แอปพลิเคชันหน้าสำหรับเข้าสู่ระบบ



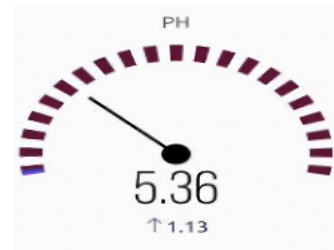
แอปพลิเคชันหน้าแรกสำหรับเลือก Device



หน้าแอปพลิเคชันสำหรับดูข้อมูลต่างๆและ สั่งการ เปิด-ปิด



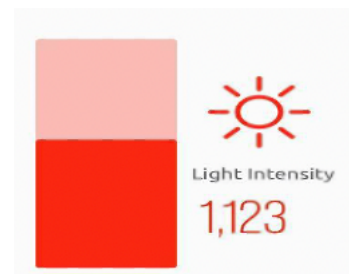
ที่ดูอุณหภูมิในน้ำ



ที่ดูค่า PH ในน้ำ



ที่ดูวัดระดับน้ำในถัง



ที่ดูวัดค่าความเข้มข้นแสง



ปุ่มสั่งเปิด - ปิด ปั้มน้ำ



ปุ่มสั่งเปิด - ปิด ไฟ

แผนผังการต่อวงจร

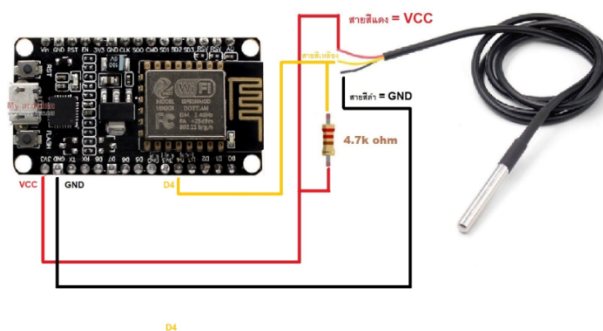
1. NodeMCU ESP8266 -> Sensor DS18B20

ขา D4 → สายสีเหลือง

3.3V → สายสีแดง

GND → สายสีดำ

ตัวต้านทาน 4.7k ohm ต่อระหว่างสายสีแดงและสีเหลือง Sensor DS18B20

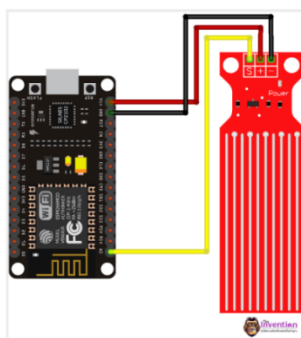


2. NodeMCU ESP8266 -> Water Sensor Level

S → A0

ขา + → Vin

ขา - → GND



3. ESPino32 -> BH1750

VCC → 3v

GND → GND

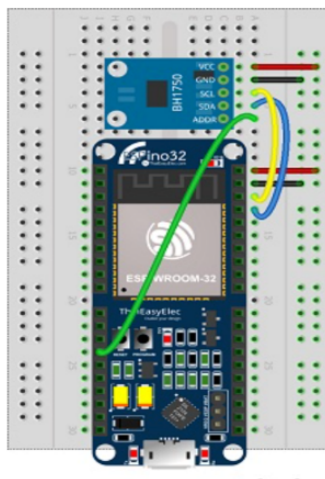
SCL → SCL

SDA → SDA

ADDR → A14

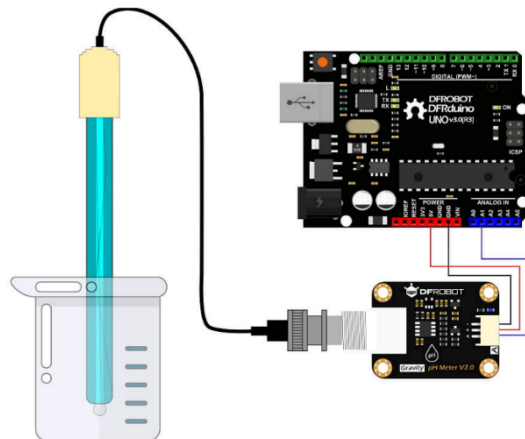
4. ESPino32 -> PH Sensor

VCC → 3v



GND → GND

Po → A0



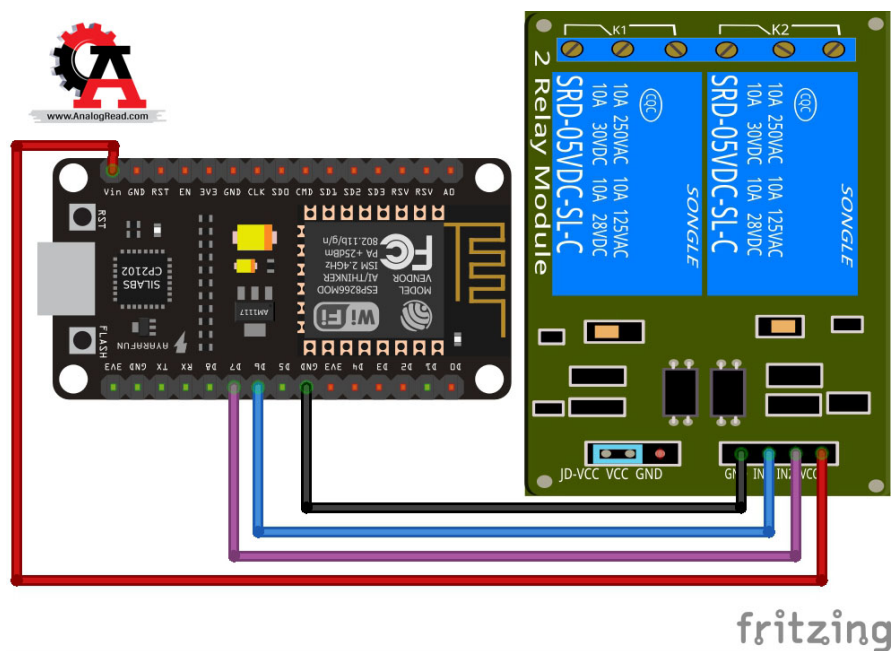
5. NodeMCU ESP8266 -> Relay

VCC → 3v

GND → GND

IN1 → D1

IN2 → D8

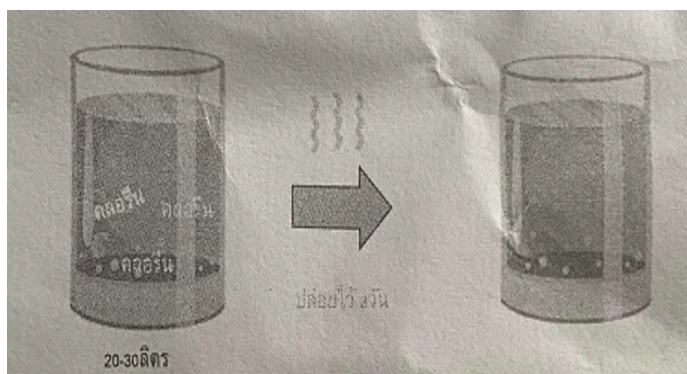


fritzing

วิธีการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์

ขั้นตอนที่1.การเตรียมน้ำ

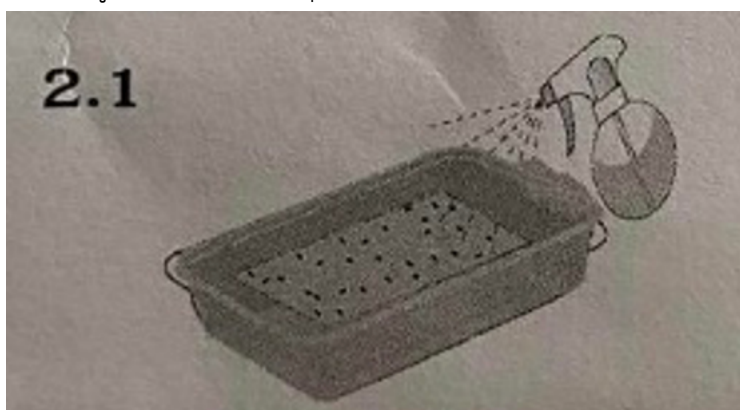
ควรใช้น้ำที่มาจากเครื่องกรองน้ำหรือเครื่องกรองน้ำหยอดเหรียญหรือน้ำประปา รองพักไว้ประมาณ20-30ลิตร ในภาชนะอย่างน้อย3 วัน โดยให้เปิดฝาทิ้งไว้ตลอดเพื่อให้คลอรีนละลายออกจากน้ำ



ขั้นตอนที่2.การเพาะเมล็ด (วันที่ 1 นับจากวันเพาะเมล็ด)

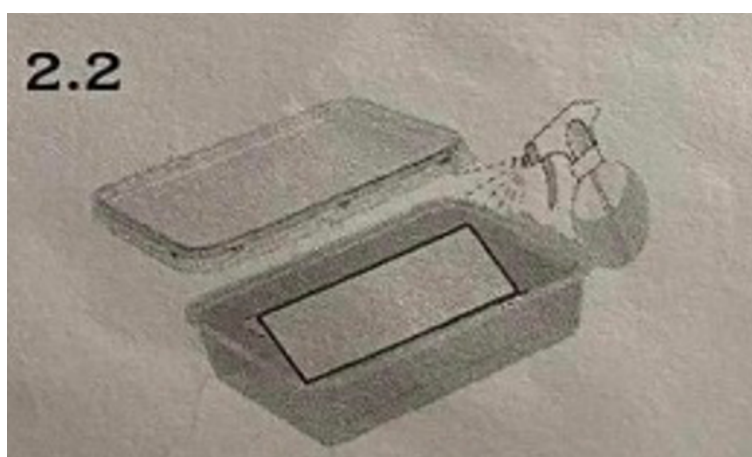
2.1

โรยเมล็ดพันธุ์บนกระดาษทิชชู แล้วพรมน้ำพอชุ่ม (แนะนำเพาะเมล็ดเพื่อบางเมล็ดที่ไม่งอกด้วยนะครับ)



2.2

เอาทิชชูทับด้านบน → พรมน้ำ-> ปิดฝากล่องให้สนิท



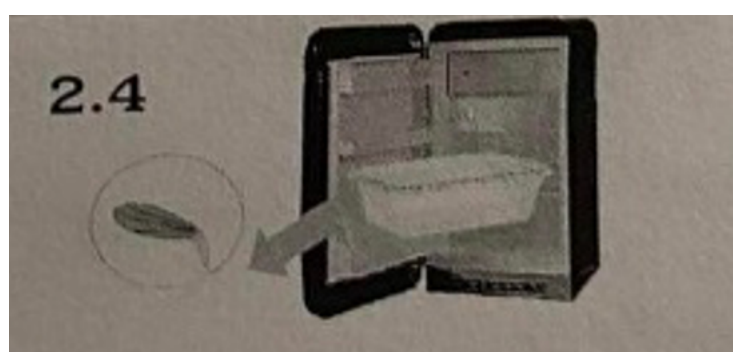
2.3

นำกล่องไปแช่ในตู้เย็นช่องปกติประมาณ12ชม.



2.4

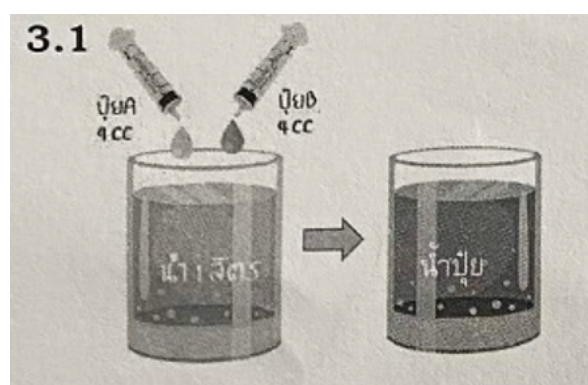
นำกล่องออกจากตู้เย็น→ วางไว้ในบ้านต่ออีก30-40ชม.(ยังคงปิดฝาอยู่)



ขั้นตอนที่3.การเพาะต้นกล้า (วันที่3 นับจากวันเพาะเมล็ด)

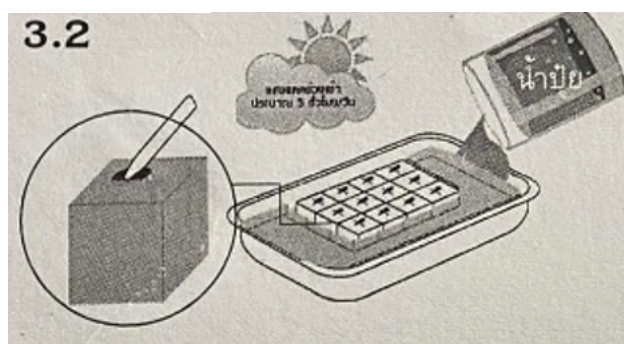
3.1

ให้นำน้ำจากขั้นตอนที่1 ปริมาตร1ลิตร ผสมกับ ปุ๋ยA 4CC +ปุ๋ยB 4CC



3.2

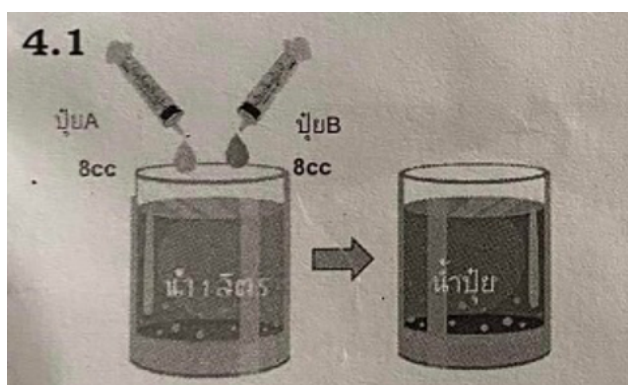
หยิบเมล็ดลงฟองน้ำเบาๆ > เทน้ำปุ๋ยลงบนถาดจนให้ระดับน้ำได้ครึ่งหนึ่งของฟองน้ำ > นำไปวางให้โดนแดดอย่างน้อย5ชม ขึ้นไป (รอต้นกล้าโต 15วัน)



ขั้นตอนที่4. การย้ายต้นกล้าลงปลูกบนราง (วันที่ 18-20นับจากวันเพาะเมล็ด)

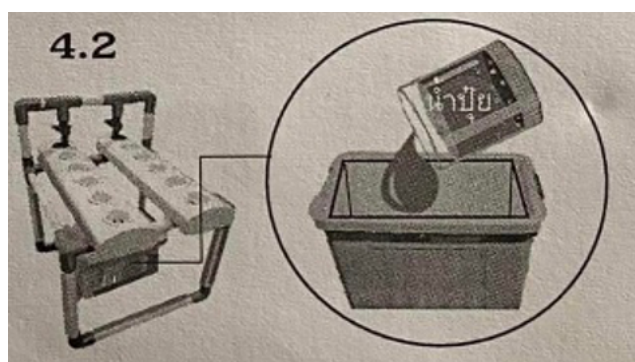
4.1

อัตราส่วนการผสม ปุ๋ยA,B อย่างละ800ต่อน้ำ1ลิตร



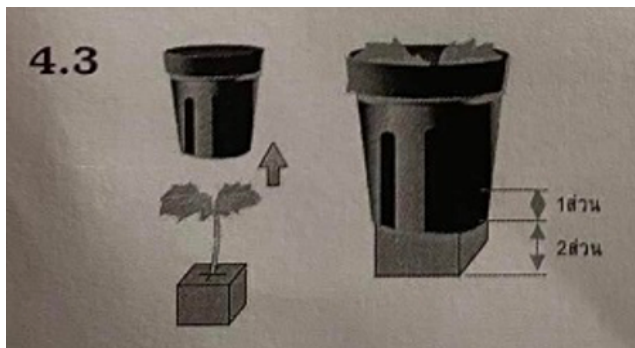
4.2

ให้นำน้ำปุ๋ยจากขั้นตอน4.1 เทลงถังน้ำของชุดปลูกจนกว่าจะเต็มถัง > เสียบปลั๊กปั้มน้ำให้น้ำวนในระบบ> ปรับวาล์วให้น้ำไหลเท่ากันทุกราง



4.3

ให้นำต้นกล้าสอดเข้าด้วยปลูกทางด้านล่างขึ้นบนโดยให้มีส่วนที่ฟองน้ำโผล่ออกมาจากกันด้วย2ส่วนและ1ส่วน
อยู่บนด้วยปลูกดังรูป



4.4

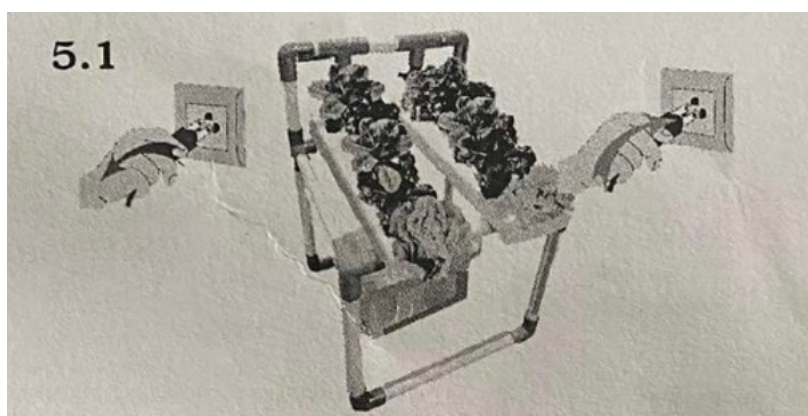
วางถ้วยปลูกพร้อมต้นกล้าลงบนรางให้ครบทุกช่อง



ขั้นตอนที่5 ลดธาตุอาหารเมื่อใกล้ถึงวันเก็บเกี่ยว(วันที่42นับจากวันเพาะเมล็ด)

5.1

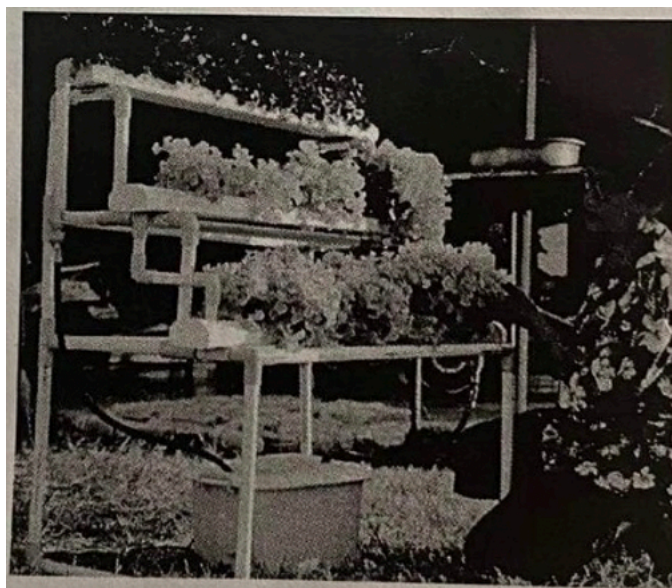
ถอดปลั๊ก > เทน้ำปุ๋ยในถังและล้างออกให้หมด > เติมน้ำเปล่าแทนที่ > เสียบปลั๊กให้ปั๊มทำงานไปเรื่อยๆจนกว่า
จะเก็บเกี่ยว



ขั้นตอนที่6. เทคนิคการเก็บเกี่ยวให้ไม่มีรสขมและกรอบ (วันที่45-50วันนับจากวันเพาะเมล็ด)

6.1

รอเก็บเกี่ยวเมื่อครบวันที่45-50 โดยควรเก็บเกี่ยวในช่วงเช้าก่อนแดดจะส่อง
ซึ่งผักจะไม่คลายยางเพื่อป้องกันผิวจากแดด ทำให้มีรสชาติไม่ขมและกรอบอีกด้วย



ภาคผนวก ค
ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติผู้ทำโครงการวิจัย



ชื่อ-นามสกุล

นายวาติตย์ มูลมนัส

วัน เดือน ปี เกิด

วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ.2544

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ปีการศึกษา 2566 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ที่อยู่

บ้านเลขที่ 19/10 หมู่บ้านพรพิพัฒน์ หมู่12 ตำบลคลองข่อย

อำเภอปากเกร็ด

จังหวัดนนทบุรี 11120

อีเมล

wathit.dia@gmail.com

ประวัติผู้ทำโครงการวิจัย



ชื่อ-นามสกุล

นายชัยนันทน์ บุญสอาด

วัน เดือน ปี เกิด

วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ.2542

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษา ปวช 3 วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

ปีการศึกษา 2566 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ที่อยู่

บ้านเลขที่ 332/0 หมู่ 1 ตำบลพังโคนอำเภอพังโคน

จังหวัดสกลนคร 47160

อีเมล

farnk.ook@gmail.com

ประวัติผู้ทำโครงการวิจัย



ชื่อ-นามสกุล

นายธนกฤติ คงเจริญ

วัน เดือน ปี เกิด

วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ.2544

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนภาษี สุนทรวิทยานุกูล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปีการศึกษา 2566 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ที่อยู่

บ้านเลขที่ 52 หมู่ 6 ตำบลนครหลวง

อำเภอนครหลวง

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13260

อีเมล

lnwname508@gmail.com