

ระบบฟาร์มเพาะต้นกล้าอัจฉริยะ
SMART FARMING SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART FARMING SYSTEM



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบฟาร์มเพาะต้นกล้าอัจฉริยะ

SMART FARMING SYSTEM

ผู้จัดทำ นายณัชพล อานนท์กิจพานิช 61010300

นายเอกพีซี ไกรเกรียงนิยม 61011250



[Handwritten signature]

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบฟาร์มเพาะต้นกล้าอัจฉริยะ

โดย

นายณัชพล อานนท์กิจพานิช 61010300
นายเอกพีซี ไกรเกรียงนิยม 61011250

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

ปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้นำเสนอระบบฟาร์มเพาะต้นกล้าอัจฉริยะ โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำการเกษตรเพื่อใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า และการศึกษาเพื่อนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีนั้นมาใช้ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ระบบฟาร์มเพาะต้นกล้าที่คณะผู้จัดทำออกแบบนั้นใช้คลื่นเหนือเสียงเป็นตัวแปรในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช ร่วมกับการนำหลอดไฟ LED ที่มีแสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีม่วง ในการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ใช้การเขียนโปรแกรมป้อนเข้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อผ่านระบบ IoT กับแอปพลิเคชัน Blynk ในการแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิบนโทรศัพท์ มีระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ทำงานตามเงื่อนไขค่าความชื้นในดินที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อให้พืชที่นำมาทดลองนั้นได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแต่ละช่วงของพืชนั้น ๆ ทั้งนี้ระบบยังมีการออกแบบวงจรที่มีแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์ ซึ่งมีการคำนวณโหลดที่เพียงพอต่อทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้กับฟาร์มอัจฉริยะเพื่อการเกษตรอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART FARMING SYSTEM

By

Mr. Nutchapol Ahnonkitpanit 61010300

Mr. Aekphisi Kaikiangniyom 61011250

Advisor

Asst.Prof.Dr. Pitcha Prasitmeeboon

Academic Year 2021

ABSTRACT

This project presents a smart farming system that applied technology to control the environment to increase crop yield. We use ultrasonic waves and LED light to stimulate sprout growth. The microcontroller board is connected to the Blynk application to display humidity and temperature levels on the smartphone. Watering system works automatically when humidity level is lower than the assigned level in order for the plants to receive humidity and temperature suitable for each stage of their growth. A circuit with solar cell power was designed to have a sufficient load to supply the electronic equipment of the smart farming system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานเล่มนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ศศ.ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาจัดทำรายงานเล่มนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากรายงานเล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครอบครัวอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า



คณะผู้จัดทำ

ณัชพล

เอกพีซี

อานนท์กิจพานิช

ไกรเกรียงนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 คลื่นเสียง (Sound Wave)	3
2.1.1 การเกิดคลื่นเสียงและการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง	3
2.1.2 ความยาวคลื่นเสียง	3
2.1.3 อัตราเร็วของคลื่นเสียง	3
2.2 สมบัติของเสียง	6
2.2.1 การสะท้อน (Reflection)	6
2.2.2 การหักเห (Refraction)	7
2.2.3 การเลี้ยวเบน (Diffraction)	7
2.2.4 การแทรกสอด (Interference)	8
2.3 คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Wave)	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 การกำเนิดคลื่นเหนือเสียง	10
2.4 ผักบุงจีน (Water convolvulus)	10
2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	11
2.4.2 สภาพแวดล้อมที่ต้องการ	11
2.4.3 ลักษณะการเจริญเติบโต	11
2.4.4 การปลูกผักบุงจีน	12
2.4.5 วิธีปลูกผักบุงจีน	12
2.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	12
2.5.1 โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)	12
2.5.2 เบรกเกอร์ (Breaker)	13
2.5.3 โซลาร์ชาร์จเจอร์ (solar charge controller)	14
2.5.4 ฟิวส์ (Fuse)	14
2.5.5 แบตเตอรี่ (battery)	14
2.5.6 อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter)	15
2.5.7 เทอร์มินอล (Terminal)	16
2.5.8 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)	16
2.5.9 สวิตช์ (Switch)	17
2.5.10 หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode)	17
2.5.11 โมดูลลดแรงดัน (Step Down Power Module)	17
2.5.12 บอร์ดคอนโทรลเลอร์ ESP8266 (NodeMCU (V3.0) ESP8266)	18
2.5.13 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor Module v1)	18
2.5.14 หน้าจอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display)	19
2.5.15 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22 / AM2302 Module)	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.17 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ และ ไดรเวอร์บอร์ด (Ultrasonic Transducer + Power Driver Board 100W 220V)	20
2.6 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	21
2.6.1 โปรแกรม Arduino IDE	21
2.6.2 แอปพลิเคชัน Blynk	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	23
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	23
3.2 Software	23
3.2.1 การออกแบบเงื่อนไขการทำงานของปั้มน้ำ	23
3.2.2 การเขียนโปรแกรม	25
3.2.3 การออกแบบ UI บนแอปพลิเคชัน Blynk	31
3.3 Hardware	32
3.3.1 การออกแบบวงจร	32
3.3.2 การออกแบบและติดตั้งกระถางเพาะปลูก	34
บทที่ 4 ผลการทดลอง	35
4.1 แผนผังการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ	35
4.2 ผลจากการเชื่อมต่อผ่านระบบ IoT	35
4.2.1 ส่วนของแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน	35
4.2.2 ส่วนของแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD	36
4.2.3 ส่วนของแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน Line	36
4.3 ผลจากการเชื่อมวงจรเข้ากับกระถาง	37
4.4 ผลจากการทดลอง	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.1 การทดลองเมื่อปลูกในกระถางฟาร์มอัจฉริยะ	38
4.4.2 การทดลองเมื่อปลูกแบบปกติ	40
4.4.3 สรุปผลการทดลอง	41
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	42
5.1.1 ประสิทธิภาพของฟาร์มอัจฉริยะ	42
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	43
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก NodeMCU (V3) ESP8266	47
ภาคผนวก ข DHT22	49
ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงานและแสดงผลของวงจร	50

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สมบัติการสะท้อน	7
2.2 สมบัติการหักเห	7
2.3 สมบัติการเลี้ยวเบน	7
2.4 สมบัติการแทรกสอด	8
2.5 ผักบุ้งจีน	10
2.6 โซลาร์เซลล์	13
2.7 เบรกเกอร์แบบกระแสตรง (DC)	13
2.8 เบรกเกอร์แบบกระแสตรง (AC)	13
2.9 โซลาร์ชาร์จเจอร์	14
2.10 พิวส์	14
2.11 แบตเตอรี่	15
2.12 อินเวอร์เตอร์	15
2.13 เทอร์มินอล	16
2.14 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย	16
2.15 สวิตช์	17
2.16 หลอดไฟ LED	17
2.17 โมดูลลดแรงดัน	18
2.18 ESP8266	18
2.19 Soil Moisture Sensor Module	18
2.20 หน้าจอแสดงผล LCD	19
2.21 เซ็นเซอร์ DHT22	20
2.22 Relay Module	20
2.23 220V 100W Ultrasonic Transducer + Power Driver Board	21
2.24 โปรแกรม Arduino IDE	21

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.25 แอปพลิเคชัน Blynk	22
3.1 Flowchart เส้นใยการทำงานของปั้มน้ำ	24
3.2 หน้าจอโปรแกรม Arduino IDE	25
3.3 โปรแกรมส่วนประกาศฟังก์ชันที่ใช้	25
3.4 โปรแกรมส่วนการประกาศตัวแปรที่ใช้	26
3.5 โปรแกรมส่วนการกำหนดขาอินพุต/เอาต์พุต	26
3.6 โปรแกรมส่วนกำหนดการทำงานของปั้มน้ำเมื่ออยู่ในโหมด AUTO	27
3.7 โปรแกรมส่วนของเซ็นเซอร์ DHT22	28
3.8 โปรแกรมส่วนของการควบคุมรีเลย์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk (1)	29
3.9 โปรแกรมส่วนของการควบคุมรีเลย์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk (2)	30
3.10 การออกแบบ UI บนแอปพลิเคชัน Blynk	31
3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์	33
3.12 วงจรฟาร์มอัจฉริยะ	33
3.13 รุระบายน้ำข้าง	34
3.14 อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่ฝา	34
4.1 แผนผังการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ	35
4.2 แสดง UI บนหน้าจอแอปพลิเคชัน	36
4.3 จอ LCD แสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิ	36
4.4 แสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน Line	37
4.5 ต่ออุปกรณ์เข้ากับกระถาง	38
4.6 กราฟความสูงของผักบั้งจีน	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ช่อง pin QFN package 32 ช่อง	47
ก.2 ฟังก์ชันของช่อง pin	48
ข.1 คุณสมบัติของ DHT22	49
ข.2 โครงสร้างและ pin ของDHT22	49



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงอุณหภูมิของตัวกลาง	5
2.2 แสดงความเร็วคลื่นในแต่ละชนิด	9
4.1 การทดลองเมื่อปลุกในกระถางฟาร์มัจฉริยะ	38
4.2 การทดลองเมื่อปลุกแบบปกติ	40



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เกษตรกรรมถือเป็นหัวใจหลักของเศรษฐกิจไทยทำให้ที่ผ่านมามีการหาทางพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในด้านเกษตรกรรมเพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ซึ่งปัญหาหลักที่พบคือการที่พืชให้ผลผลิตที่ช้ากว่าความต้องการทำให้มีการคิดค้นวิธีต่าง ๆ ที่จะช่วยเร่งการเติบโตของพืชอยู่หลายวิธี หนึ่งในวิธีที่ทางคณะผู้จัดทำพบคือการเปิดเพลงให้ต้นไม้ฟัง โดย ชาร์ล ดาวิน นักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษเชื่อว่าคลื่นเสียงมีผลต่อการเติบโตของพืช ทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกคลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Wave) ที่มีคลื่นความถี่สูงกว่าที่มนุษย์จะสามารถได้ยินได้มาทดลองกับพืช เพราะให้การเจริญเติบโตของพืชดีที่สุดเมื่อเทียบกับคลื่นอินฟราโซนิก (Infrasonic Wave) และคลื่นเสียงที่มนุษย์ได้ยิน (Sonic Wave)

ทางคณะผู้จัดทำจึงปลูกพืชไว้ 2 กระถาง โดยกระถางแรกปลูกในพื้นที่เปิดตามปกติ แต่กระถางที่สองได้นำเครื่องกำเนิดคลื่นเหนือเสียงมาทดสอบกับพืช เพื่อทดสอบการเร่งการเจริญเติบโตของพืชพร้อมกับออกแบบระบบควบคุมในการทำการเกษตรโดยการควบคุมผ่านระบบไอโอที (IoT) เพื่อความสะดวกต่อการควบคุมดูแล และทำแหล่งจ่ายไฟที่ใช้โซลาร์เซลล์ในกรณีที่อยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาทดลองผลกระทบของคลื่นเสียงต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมวงจรไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาการสร้างและออกแบบระบบ IoT

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างวงจรในการควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชเมื่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเหนือเสียง
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ
5. เพื่อศึกษาการหลักการการทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟระบบโซลาร์เซลล์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นคว้าในสิ่งที่น่าสนใจเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อโครงการ
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
3. วางแผนการทดลองและออกแบบการสร้างวงจรควบคุม
4. ซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงการ
5. ต่่วงจรควบคุมตามที่ออกแบบไว้
6. เขียนโปรแกรมในการควบคุมวงจร
7. ออกแบบหน้าแอปพลิเคชันในการแสดงผลและควบคุม
8. ต่่วงจรแหล่งจ่ายไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์
9. ทดสอบการทำงานของวงจรและนำไปติดตั้งที่กระถางเพาะปลูก
10. ทำการทดลองและบันทึกผลข้อมูล
11. สรุปผลการทดลองและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สร้างระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ใช้ได้จริง ที่เชื่อมต่อผ่านระบบไอโอที สามารถควบคุมและแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันได้
2. ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เพื่อที่จะสามารถนำไปต่อยอดในอนาคตได้
3. ได้รู้การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. สามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดก่แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 คลื่นเสียง (Sound Wave)

คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว (Longitudinal wave) ที่เกิดได้จากการสั่นของอากาศโดยรอบ สามารถผ่านตัวกลางต่าง ๆ ที่เป็นทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งมีย่านความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ เป็นช่วงคลื่นที่หูสามารถรับได้ คลื่นเสียงส่วนใหญ่ที่คนสามารถได้ยินนั้นถูกส่งผ่านตัวกลางคือ อากาศ ส่วนคลื่นเสียงที่มีความถี่มากกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Wave) และคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่นอินฟราซาวด์ (Infrasound Wave) (NGThai, 2562)

2.1.1 การเกิดคลื่นเสียงและการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุ หรือถูกกระทำด้วยแรงภายนอก ก่อให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานผ่านการสั่นโดยมีอากาศเป็นตัวกลาง อากาศจะเคลื่อนที่แบบ Simple Harmonic Motion ในแนวเดียวกับคลื่นเสียง ดังนั้น คลื่นเสียงจึงเป็นคลื่นตามยาว หรือคลื่นความดัน (Pressure Wave) เป็นเพราะการถ่ายโอนพลังงานทั้งการกระทบกันเป็นวงกว้างของอนุภาคอากาศที่เกิดการบีบอัด (Compression) และส่วนขยาย (Rarefaction) สลับกันไป

2.1.2 ความยาวคลื่นเสียง

ความยาวคลื่น (Wavelength) คือ ระยะทางที่คลื่นเดินทางครบรอบ (1 Cycle) กล่าวได้ว่า ความยาวคลื่นเป็นระยะห่างระหว่างยอดคลื่นสองยอดคลื่นที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการบีบอัดของคลื่นเสียงและยังความกว้างของช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียงก็จะยิ่งสูงขึ้น สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$v = \lambda f$$

โดย λ คือ ความยาวคลื่นเสียง หน่วย (m)

f คือ ความถี่คลื่นเสียง หน่วย (Hz)

v คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียง หน่วย (m/s)

2.1.3 อัตราเร็วของคลื่นเสียง

ระยะทางที่เสียงเดินทางไปในตัวกลางใด ๆ ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จึงทำให้อัตราเร็วของคลื่นเสียงไม่คงที่ เพราะจะขึ้นอยู่กับสภาพของตัวกลาง และคุณสมบัติของตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่าน เช่น อุณหภูมิ ความหนาแน่น ความยืดหยุ่น และความชื้นของตัวกลางนั้น ๆ ด้วย

จากทฤษฎีอัตราเร็วของคลื่นเสียงในแก๊สอุดมคติ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

โดย v คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงในก๊าซ หน่วย (m/s)

γ คือ ค่าคงตัวสำหรับก๊าซชนิดหนึ่ง (ของอากาศ = 1.4)

p คือ ความดันของก๊าซ หน่วย (kg/m³)

ρ คือ ความหนาแน่นของก๊าซ หน่วย (Pa)

จากสมการความหนาแน่นของก๊าซ คือ

$$\rho = \frac{M}{V}$$

โดย M คือ น้ำหนักโมเลกุลหรือมวลของก๊าซทั้งหมดใน 1 โมล

V คือ ปริมาตร

สมการสถานะของแก๊สอุดมคติ

$$PV = nRT$$

โดย R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ

n คือ จำนวนโมลของก๊าซ

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ของก๊าซ

อัตราเร็วของคลื่นเสียงในก๊าซได้เป็น

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \eta RT}{\rho V}} \text{ หรือ } v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

จากสมการอัตราเร็วของคลื่นเสียงในก๊าซอุดมคติข้างต้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซกับอุณหภูมิ แต่ในความเป็นจริงอัตราเร็วของคลื่นเสียงจะขึ้นอยู่กับกับความดัน และความหนาแน่นของก๊าซ กล่าวคือ เมื่อค่าความหนาแน่นและความดันของก๊าซจะลดลง เมื่อความสูงเหนือจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น อัตราเร็วที่ยอมรับของคลื่นเสียงในอากาศที่อุณหภูมิปกติ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

โดย V_1 คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงที่อุณหภูมิ หน่วย (m/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_2 คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงที่อุณหภูมิ หน่วย (m/s)

T_1 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ที่หนึ่ง หน่วย (K)

T_2 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ที่สอง หน่วย (K)

อัตราเร็วของคลื่นเสียงในก๊าซอุดมคติและในอากาศที่อุณหภูมิ t ($^{\circ}\text{C}$) ใด ๆ จะได้

$$v_t = v_0 \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

โดย v_t คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงที่อุณหภูมิ หน่วย (m/s)

v_0 คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงที่อุณหภูมิ หน่วย (m/s)

t คือ อุณหภูมิของตัวกลางที่กำหนดให้ หน่วย ($^{\circ}\text{C}$)

อัตราเร็วของคลื่นเสียงโดยประมาณในอากาศแห้งที่ 0 เท่ากับ 331 m/s และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น โดยแทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$v_t = 331 + 0.6t$$

ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิของตัวกลาง

ตัวกลาง	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	อัตราเร็ว (m/s)
อากาศ	0	331
คาร์บอนไดออกไซด์	0	259
ไฮโดรเจน	0	1284
น้ำกลั่น	25	1498

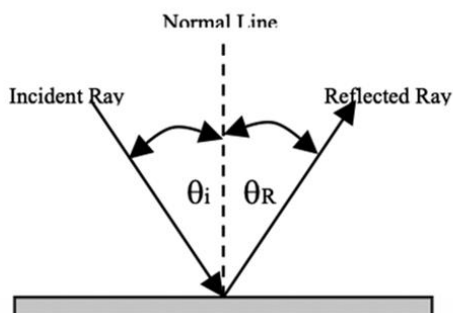
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำทะเล	25	1531
ปรอท	25	1450
อะลูมิเนียม	20	5000
ทองแดง	20	3750
ตะกั่ว	20	1210
เหล็ก	20	5200

2.2 สมบัติของเสียง

2.2.1 การสะท้อน (Reflection)

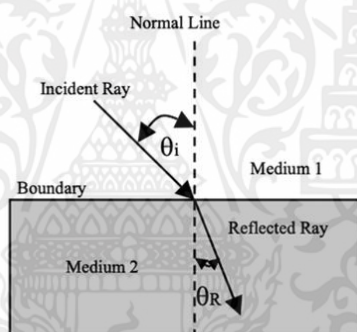
การสะท้อน คือ การที่เสียงเคลื่อนที่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนกลับของเสียง โดยจะเรียกว่า เสียงสะท้อน (Echo) ซึ่งเสียงที่ผ่านเข้าไปยังสมองจะติดอยู่ที่ประสาทหู 0.1 วินาที ทำให้สามารถแยกเสียงจริงกับเสียงสะท้อนออกจากกันได้ (ปิยะ พลเดช, 2560)



รูปที่ 2.1 สมบัติการสะท้อน

2.2.2 การหักเห (Refraction)

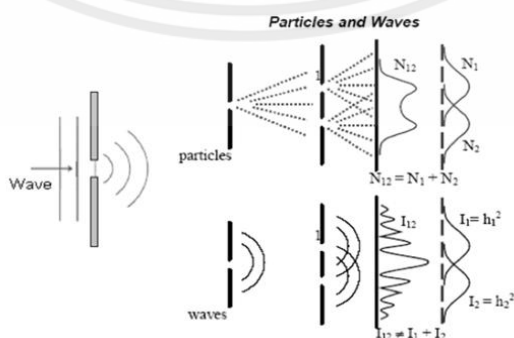
การหักเห คือ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงที่ผ่านตัวกลางที่ต่างชนิดกัน หรือผ่านตัวกลางที่อุณหภูมิต่างกันทำให้อัตราเร็วและทิศทาง



รูปที่ 2.2 สมบัติการหักเห

2.2.3 การเลี้ยวเบน (Diffraction)

การเลี้ยวเบน คือ การที่คลื่นเสียงเดินอ้อมสิ่งกีดขวางหรือการเลี้ยวผ่านช่องว่าง โดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และความยาวคลื่นมากสามารถเดินทางได้ดีกว่าคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำและความยาวคลื่นสั้น

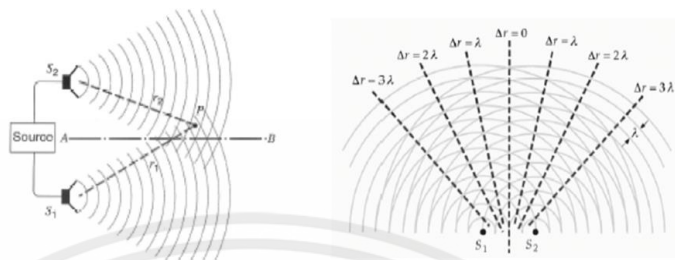


รูปที่ 2.3 สมบัติการเลี้ยวเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การแทรกสอด (Interference)

การแทรกสอด คือ เกิดจากคลื่นเสียงจากหลายแห่งปะทะกันอาจทำให้เกิดเสียงที่ดังขึ้นหรือเบาลงกว่าเดิมหากคลื่นเสียงมีความถี่ต่างกันไม่เกิน 7 กิโลเฮิร์ตซ์ เมื่อเกิดการแทรกสอดจะทำให้เกิดเสียงบีตส์



รูปที่ 2.4 สมบัติการแทรกสอด

2.3 คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Wave)

เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของคนสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงได้เพียง 20 กิโลเฮิร์ตซ์ เท่านั้น ดังนั้นคลื่นเสียงเหนือเสียงคือคลื่นที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิร์ตซ์ ขึ้นไป

เสียงที่ได้ยินได้ $f = 20-20000$ Hz

อัลตราโซนิก $f > 20000$ Hz

โดยคลื่นเหนือเสียง ยังแบ่งเป็นช่วงที่ต่างกัน คือ ช่วง 20-300 กิโลเฮิร์ตซ์ จะเรียกว่า ช่วงเหนือเสียงความถี่ต่ำ ช่วง 300-3000 กิโลเฮิร์ตซ์ จะเรียกว่า ช่วงเหนือเสียงความถี่สูง และช่วงความถี่ตั้งแต่ 3000 กิโลเฮิร์ตซ์ขึ้นไป จะเรียกว่า ช่วงเหนือเสียงสูงมาก

คลื่นเหนือเสียงเป็นสื่อในการถ่ายทอดพลังงาน และมีการแพร่ของคลื่นมีการเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานศักย์เป็นพลังงานจลน์ พลังงานการสั่นสะเทือนต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของระบบ มีดังนี้

$$E = 0.5(\rho\omega^2A^2) = 2\pi\rho f^2A^2$$

โดย ρ คือ ความหนาแน่นของตัวกลาง หน่วย (gm/cm^3)

ω คือ ความเร็วเชิงมุม หน่วย (rad/s)

A คือ แอมพลิจูดของการสั่น หน่วย (cm)

f คือ ความถี่ หน่วย (Hz)

E คือ พลังงานการสั่นสะเทือนต่อหนึ่งหน่วย (J)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเข้มของคลื่น หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ส่งผ่านพื้นที่หนึ่งตารางหน่วยต่อวินาที

$$I = 0.5\rho\omega^2A^2c$$

โดย c คือ ค่าความเร็วคลื่นในตัวกลางนั้น ๆ หน่วย (cm/s)

ρ คือ ความหนาแน่นของตัวกลาง หน่วย (gm/cm²)

ω คือ ความเร็วเชิงมุม หน่วย (rad/s)

A คือ แอมพลิจูดของการสั่น หน่วย (cm)

I คือ ค่าความเข้มของคลื่น หน่วย (erg/cm²) หรือ (W/cm²)

ตารางที่ 2.2 แสดงความเร็วคลื่นในแต่ละชนิด

ตัวกลาง	ความเร็วคลื่น (m/s)
อากาศ	344 – 359
น้ำที่ 20	1496
อะลูมิเนียม	5200
เหล็ก	5850
ไม้	2000 – 3000
Polystyrene	2500

ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน (Coefficient of Attenuation) คือ ค่าลักษณะเฉพาะของอัตราส่วนระหว่างค่าแอมพลิจูดของลูกคลื่นที่ต่อเนื่องกัน 2 ลูก ของการสั่นสะท้อนอิสระ

$$\alpha = \ln\left(\frac{A_n}{A_{n-1}}\right)$$

โดย A_n คือ แอมพลิจูดของคลื่นลูกที่ n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_{n-1} คือ แอมพลิจูดของลูกที่ $n-1$

ค่า α ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของระบบ และขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วย เช่น อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น คลื่นความสั่นสะเทือนที่มีความยืดหยุ่นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง อย่างไรก็ตาม หรือหลายอย่างผสมกันคือ การเปลี่ยนแปลงความเค้นงอ ความยาว และการบิด โดยคลื่นเหนือเสียงนั้นสามารถสะท้อนจากผิวได้ สามารถหักเหได้ และมีคุณสมบัติอย่างอื่นบางประการของลำแสงด้วย (CC SOLAR, 2020)

2.3.1 การกำเนิดคลื่นเหนือเสียง

คลื่นเหนือเสียงอาจกำเนิดได้โดยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 กระบวนการคือ

1. กระบวนการทางกล (Mechanical) ไม่เป็นที่นิยม มักใช้เฉพาะในกรณีที่ต้องการสั่นสะเทือนอย่างแรงของอากาศ
2. กระบวนการเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) ซึ่งวิธีนี้ใช้การแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยทำให้ได้ค่า resonance frequency ในการกำเนิดคลื่นเหนือเสียง
3. กระบวนการแมกนีโตสตริกทีส (Magnetostrictive) วิธีนี้อาศัยคุณสมบัติของสารแม่เหล็กบางชนิด ที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดขึ้น เมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กที่มีค่าเปลี่ยนแปลง สารแม่เหล็กที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ Nickel, Alfer, Permalloys และ Ferrite มีข้อดี คือสามารถทำให้ Transducer มีขนาดเล็ก และสามารถรักษาคุณสมบัติแมกนีโตสตริกตีฟได้ที่อุณหภูมิสูง (ประมาณ 500) แต่มีข้อเสีย คือมีความแข็งแรงทางกลน้อยลง ทำให้ไม่สามารถใช้งานในสภาวะที่ต้องการความเข้มของคลื่นสูงได้

2.4 ผักบุ้งจีน (Water convolvulus)



รูปที่ 2.5 ผักบุ้งจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสามัญ : Water Convolvulus, Kang-Kong

ตระกูล : Convolvulaceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Ipomoea reptans L.

ถิ่นกำเนิด : แอฟริกา และเอเชีย จนถึงออสเตรเลีย

2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

รากผักบุ้งจีนมีระบบรากแก้ว และรากแขนง มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้ว และมีรากฝอยแตกออกบริเวณข้อของโคนลำต้น หรือ ข้อที่สัมผัสดินหรือน้ำ ลำต้นผักบุ้งจีนเป็นไม้ล้มลุกกึ่งเลื้อย โดยในช่วงแรกลำต้นจะตั้งตรง และต่อมาเมื่อลำต้นยาวมาก ลำต้นจะค่อย ๆ โน้ม แล้วเลื้อยไปตามพื้นดิน ลำต้นมีลักษณะมีข้อปล้องที่มีตาใบ และตาดอกแตกออกมา ลำต้นมีสีเขียว ไม่แตกกิ่งก้าน จะแตกยอดหรือก้านใหม่หลายก้านเมื่อยอดหรือลำต้นถูกทำลาย ด้านในลำต้นกลวงเป็นรู มีจุดก้านรูบริเวณส่วนข้อ ใบเป็นใบเดี่ยว ใบเป็นรูปหอก เรียวยาว โคนใบกว้างเป็นรูปหัวใจ ปลายใบแหลม แผ่นใบ และขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 4-8 เซนติเมตร แผ่นใบยาวประมาณ 6-15 เซนติเมตร ดอกผักบุ้งจีนออกเป็นช่อ เป็นดอกสมบูรณ์ แต่ละช่อประกอบด้วยดอกตรงกลาง 1 ดอก และเติบโตก่อน ส่วนด้านข้างมีอีก 2 ดอก แต่ละดอกมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 อัน กลีบดอกเป็นรูปกรวย ด้านนอกสีขาว ด้านในสีม่วง ภายในมีเกสรตัวผู้ 5 อัน เกสรตัวเมีย 1 อัน ซึ่งดอกจะออกในฤดูที่มีช่วงวันสั้น (วันละ 10-12 ชั่วโมง) ดอกจะมีการผสมเกสรด้วยตัวเอง ซึ่งมีทั้งผสมกันในดอกเดียว และผสมข้ามดอกจากกระแสม และแมลง ดอกจะบานในเวลาเช้า และผสมเกสรในช่วงสาย 10.00-15.00 น. ใช้เวลาการผสมนาน 3-4 วัน หลังจากการผสมจนถึงเมล็ดแก่ใช้เวลา 40-50 วัน และผลเป็นผลเดี่ยว มีลักษณะกลม ขนาดประมาณ 1.42 เซนติเมตร มีขนาดใหญ่สุดในระยะ 30 วันแรก หลังการผสม และจะค่อย ๆ หดเล็กลง ผลมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ผิวมีลักษณะขรุขระ เมื่อผลแก่แห้งจะไม่มีรอยปริแตก แต่ละผลมีเมล็ด 4-5 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะรูปสามเหลี่ยม ฐานมน เปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาลอมดำ ขนาดเมล็ดกว้างประมาณ 0.4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร (พีชราภรณ์ แสงโยจารย์, 2553, ย่อหน้าที่ 2)

2.4.2 สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

ผักบุ้งจีนสามารถปลูกได้ทั้งบนบกและในน้ำ และสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด ดินที่เหมาะสมในการปลูกผักบุ้งจีนเพื่อการบริโภคสดเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ผักบุ้งจีนต้องการความชื้นในดินสูงมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงที่สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส และสภาพความชื้นที่ 90-100 เปอร์เซ็นต์

2.4.3 ลักษณะการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผักบักจิ้นจะเริ่มงอกหลังเพาะเพียง 48 ชั่วโมง
- หลังจากงอกแล้ว ลำต้นระยะแรก ลำต้นจะมีใบเลี้ยงประมาณ 2 ใบ ซึ่งใบจะมีปลายแฉก และใบจะแกว่งไปหลังมีใบจริงขึ้นมา ซึ่งในระยะ 2 สัปดาห์แรก จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ลำต้นสูงชูดกภายในไม่กี่วัน
- เมื่ออายุอยู่ในช่วง 30-45 วัน จะมีการเจริญเติบโตทางส่วนยอด และแตกกอมากขึ้น แต่หากปลูกด้วยการหว่านด้วยเมล็ด ลำต้นจะแตกกอน้อยมาก อาจเนื่องจากมีความหนาแน่นมาก แต่หากระยะลำต้นห่างมากมักจะแตกกอได้ดี ซึ่งการแตกกอจะเป็นการแตกหน่อใหม่ออกมาจากตาบริเวณโคนต้น และเมื่อแตกกอแล้วมักจะเจริญอย่างรวดเร็ว และมีข้อปล้อง มีการติดดอกเหมือนลำต้นหลัก

2.4.4 การปลูกผักบักจิ้น

ผักบักจิ้นสามารถเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิดของประเทศไทย ยกเว้นดินที่มีความเค็มสูง เป็นพืชที่ชอบดินร่วนปนทราย และมีความชื้นสูง

2.4.5 วิธีปลูกผักบักจิ้น

- ก่อนปลูกให้นำเมล็ดไปแช่น้ำนาน 8 - 12 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำ และช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น
- หลังการแช่น้ำ 5-10 นาที ให้คัดเมล็ดที่ลอยน้ำออก เพราะเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์
- หากปลูกด้วยการหยอดเมล็ด ให้ใช้ไม้กลากดินให้เป็นร่องลึก 2-3 เซนติเมตร ระยะห่างหลุม 5 เซนติเมตร และหว่านเมล็ดตามหลุมทั้งหมด 12 หลุม หลุมละ 5 เมล็ด แล้วเกลี่ยดินกลบ
- หลังการหว่านเมล็ดแล้วรดน้ำให้ชุ่ม

2.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)

โซลาร์เซลล์ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือ เซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ ที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์นั้น จะเป็นไฟฟ้า

กระแสตรง (Direct Current) ซึ่งเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที รวมทั้งสามารถเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานภายหลังได้



รูปที่ 2.6 โซลาร์เซลล์

2.5.2 เบรกเกอร์ (Breaker)

เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า ใช้สำหรับป้องกันความเสียหายของเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องจักร หรือป้องกันไฟรั่วไฟดูดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด ลักษณะโครงสร้างของเบรกเกอร์จะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมต่าง ๆ มีสวิตช์ปัดขึ้น-ลง และมีช่องไว้สำหรับพ่วงต่อสายไฟ ผลิตด้วยพลาสติกที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูง และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยสามารถแบ่งออกเป็นเบรกเกอร์แบบกระแสตรง (DC) และเบรกเกอร์แบบกระแสสลับ (AC)



รูปที่ 2.7 เบรกเกอร์แบบกระแสตรง (DC)



รูปที่ 2.8 เบรกเกอร์แบบกระแสสลับ (AC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โขลาร์ชาร์จเจอร์ (solar charge controller)

โซลาร์ชาร์จเจอร์ถือเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวหนึ่งที่มีคุณสมบัติคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ลงสู่แบตเตอรี่ ของระบบโซลาร์เซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เรากำหนดไว้ ซึ่งโซลาร์ชาร์จเจอร์ทั่วไป จะมีหลักการทำงานหรือหน้าที่ จ่ายกระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำตามที่แต่ละยี่ห้อตั้งค่ามา และทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุยังแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูงตามที่ได้กำหนดไว้เหมือนกัน เพื่อป้องกันการ Over Charge ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เกิดความเสียหายและเสื่อมอายุก่อนเวลาอันควร



รูปที่ 2.9 โขลาร์ชาร์จเจอร์

2.5.4 ฟิวส์ (Fuse)

ฟิวส์ (fuse) เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดหนึ่งโดยจะป้องกันการลัดวงจร และการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า โดยจะหลอมละลาย และตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้องกันการอุปกรณ์เสียหาย มีหลายชนิดให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน



รูปที่ 2.10 ฟิวส์

2.5.5 แบตเตอรี่ (battery)

แบตเตอรี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมี ให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์ หรือมากกว่าก็ได้

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (recharge) ได้หลายครั้งและประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการจ่ายประจุนั่นเอง แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพง และเสียหายได้ง่าย หากดูแลรักษาไม่ดี เพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้, การบำรุงรักษา, การประจุและอุณหภูมิ



รูปที่ 2.11 แบตเตอรี่

2.5.6 อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter)

อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้า DC ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ให้กลายเป็นไฟฟ้า AC เพื่อให้สามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ โดยสามารถเลือกใช้ตัวอุปกรณ์ให้เหมาะกับงาน เช่น Solar Inverter DC-1220A 20A เครื่องชาร์จอัตโนมัติ 12V 20A SUOER (DC-1220A) - เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ระบบอัตโนมัติมีดิสเพลย์ 12v 20A SUOER รุ่น DC-1220A แบบสวิทชิง สามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12V ทั้งกับแบตเตอรี่น้ำ



รูปที่ 2.12 อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 เทอร์มินอล (Terminal)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อสายไฟ โดยรับไฟจากแหล่งจ่ายไฟเพื่อที่จะจ่ายไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงเป็นจุดต่อร่วมของสายไฟโดยที่ไม่ต้องไปต่อสายรวมกันที่ขั้วต่อของอุปกรณ์



รูปที่ 2.13 เทอร์มินอล

2.5.8 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย คือ อุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูง เช่น 220VAC ไปเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ โดยสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับหม้อแปลงแรงดันทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและมีขนาดเล็กกว่า โดยหลักการทั่วไปของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ซึ่งประกอบด้วย เรกติไฟเออร์ (Rectifier) ทำหน้าที่ แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ทำหน้าที่ แปลงความถี่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูง และแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีความต้านทานทางด้านเอาต์พุตของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้ตามความต้องการอีกครั้ง



รูปที่ 2.14 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร หรือกล่าวง่าย ๆ คือ อุปกรณ์เปิด ปิดกระแสไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 2.15 สวิตช์

2.5.10 หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode)

หลอดไฟ LED คือ สารกึ่งตัวนำไฟฟ้า ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แล้วปล่อยแสงสว่างออกมาได้ทันที ทั้งนี้หลอด LED ที่เรารู้จักกัน จะเป็นหลอดไฟขนาดเล็กหลากสี เช่น สีแดง สีน้ำเงิน เป็นต้น เนื่องจากขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ แต่ต่อมามีการปรับแก้ด้วยการนำหลอด LED สีน้ำเงินไปเคลือบเรืองแสงสีเหลือง จึงทำให้แสงจากหลอด LED ส่องออกมาเป็นสีขาว และสามารถใช้เป็นหลอดไฟส่องสว่างได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

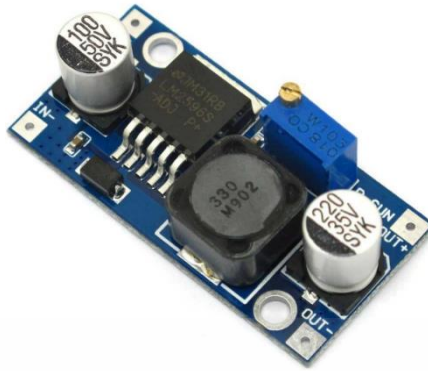


รูปที่ 2.16 หลอดไฟ LED

2.5.11 โมดูลลดแรงดัน (Step Down Power Module)

LM2596S DC-DC Step Down Power Module เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าตรงลง โดยสามารถปรับค่าแรงดัน output ได้โดย Potentiometer ที่มีอยู่บนบอร์ด สามารถจ่ายกระแสได้ถึง 3 A และใช้หลักการแปลงโดยวงจร Buck Converter ความถี่ Switching 150 kHz

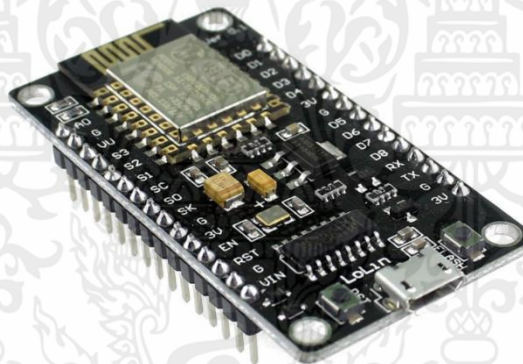
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 โมดูลลดแรงดัน

2.5.12 บอร์ดคอนโทรลเลอร์ NodeMCU (V3) (ESP8266)

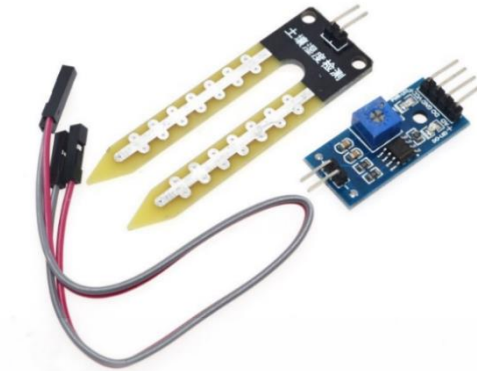
NodeMCU เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่าง ๆ ทำหน้าที่รับค่าจากเซ็นเซอร์ เพื่อทำการประมวลผลและแสดงค่าบนหน้าจอ LCD และรับ-ส่งคำสั่งไปยังแอปพลิเคชันผ่านเครือข่าย WIFI



รูปที่ 2.18 ESP8266

2.5.13 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor Module v1)

เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ให้เอาต์พุตเป็น Analog และ Digital จะส่งค่าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เพื่อกำหนดการทำงานของปั้มน้ำ เมื่อค่าความชื้นน้อยกว่าที่กำหนดไว้



รูปที่ 2.19 Soil Moisture Sensor Module

2.5.14 หน้าจอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display)

หน้าจอแสดงผล LCD 1602 IIC/I2C Blue Backlight Module ใช้แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ DHT22 ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ ซึ่งจอ LCD จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะคือ Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน และ Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้อาจสามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้



รูปที่ 2.20 หน้าจอแสดงผล LCD

2.5.15 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22 / AM2302 Module)

DHT22 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นที่มีความแม่นยำสูง จะส่งค่าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เพื่อนำไปแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นบนจอ LCD และบนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.21 DHT22

2.5.16 โมดูลรีเลย์ (Relay module)

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยการควบคุมผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ในการเปิด/ปิด การจ่ายไฟ ซึ่งมีไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ VCC = 5VDC และควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า AC ได้สูงสุด 250VAC 10A หรือ แรงดันไฟฟ้า DC ได้สูงสุด 30VDC 10A (Maximum Load)



รูปที่ 2.22 Relay Module

2.5.17 เหนือเสียง ทรานสดิวเซอร์ และ ไดรเวอร์บอร์ด (Ultrasonic Transducer + Power Driver Board 100W 220V)

แหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียง 50W 40KHz ต่อเข้ากับไดรเวอร์บอร์ด 220V 100W เมื่อจ่ายไฟ 220V เข้าไดรเวอร์บอร์ด วงจรจะเริ่มสร้างสัญญาณ Sine wave กระแส AC ความถี่ 40KHz



รูปที่ 2.23 220V 100W Ultrasonic Transducer + Power Driver Board

2.6 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์ม Arduino และอัปโหลดโปรแกรมที่พัฒนาสำเร็จแล้วลงบนตัวบอร์ด มีส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือผู้ที่พัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น



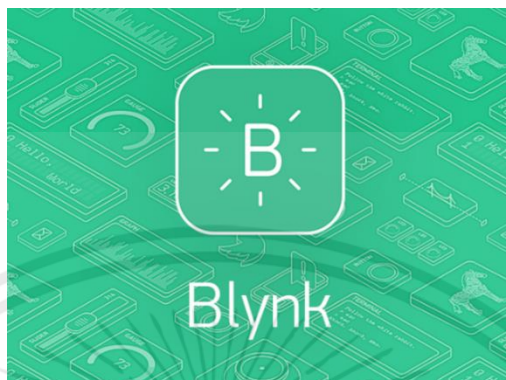
รูปที่ 2.24 โปรแกรม Arduino IDE

2.6.2 แอปพลิเคชัน Blynk

Blynk คือ แอปพลิเคชันสำหรับงาน IoT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย สามารถใช้งานได้จริง Real time สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino Esp8266 Esp32 Nodemcu Raspberry pi และสามารถนำมาแสดงบนแอปพลิเคชันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของ Blynk เริ่มจากการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ของ Blynk ซึ่งจะทำให้สามารถรับส่งข้อมูลหาคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน ซึ่งเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ของ Blynk โดยตรง



รูปที่ 2.25 แอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

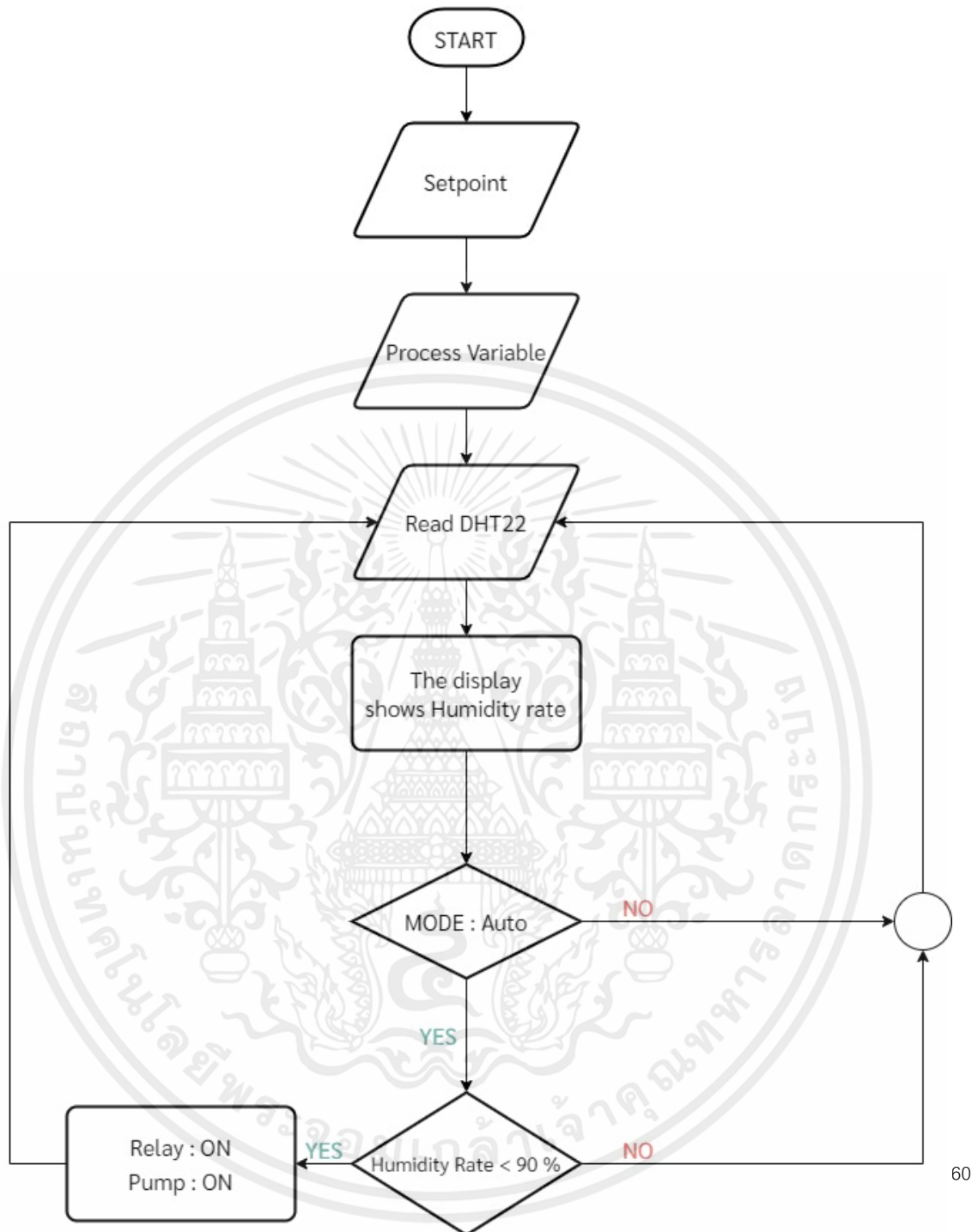
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการงาน
2. ออกแบบการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ
3. ออกแบบและประกอบวงจร โดยมีวงจรหลัก ๆ คือ วงจรแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์ และวงจรควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ
4. ทำในส่วนของ Software เขียนโปรแกรมการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ และออกแบบการแสดงผลและควบคุมในแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์
5. ประกอบวงจรเข้ากับกระถางปลูกพืชและทำการทดลอง

3.2 Software

3.2.1 การออกแบบเงื่อนไขการทำงานของปั้มน้ำ

กำหนดให้เมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้น DHT22 วัดค่าความชื้นได้ จะส่งค่าไปที่หน้าจอแสดงผล เมื่อระบบฟาร์มอัจฉริยะอยู่ในโหมดอัตโนมัติ หากค่าความชื้นที่ได้น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะทำการเปิดปั้มน้ำเพื่อรดน้ำจนกว่าเซ็นเซอร์ DHT22 จะวัดค่าความชื้นได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

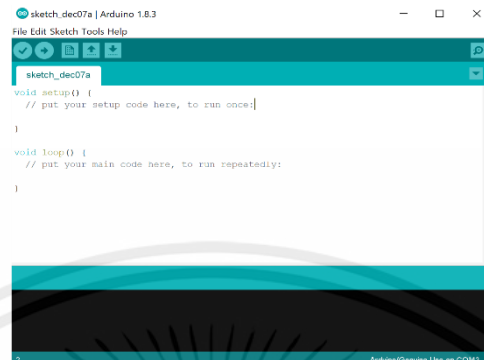


รูปที่ 3.1 Flowchart เงื่อนไขการทำงานของปั้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเขียนโปรแกรม

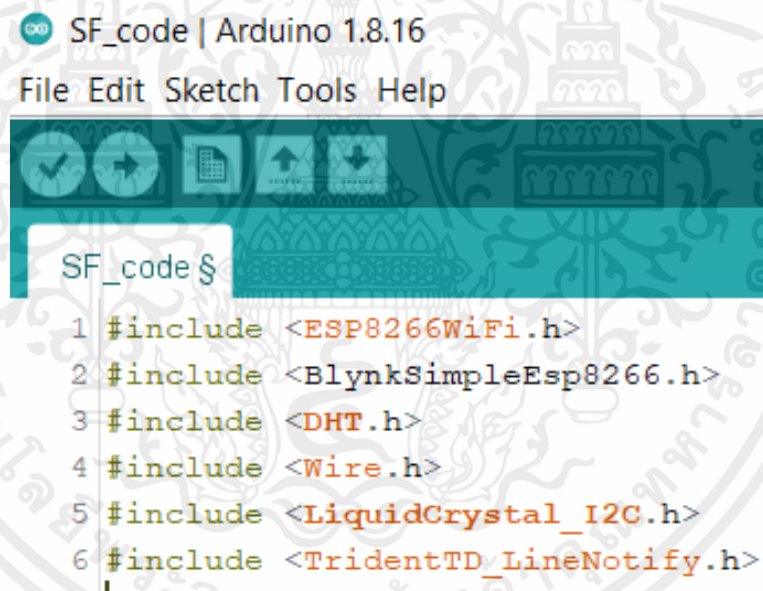
การเขียนโปรแกรมบนโปรแกรม Arduino โดยใช้ภาษา C/C++ ในการคำสั่งไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3.2 หน้าจอโปรแกรม Arduino IDE

ส่วนของโปรแกรมแบ่งได้ดังนี้

1. ส่วนประกาศ library ที่ใช้



รูปที่ 3.3 โปรแกรมส่วนประกาศฟังก์ชันที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนการประกาศตัวแปรที่ใช้

```

8 #define ON HIGH
9 #define OFF LOW
10 #define SENSOR_PIN A0
11 #define PUMP D5
12 #define ULTRASONIC D6
13 #define LED D3
14 #define DHTPIN D4
15 #define DHTTYPE DHT22
16 #define BLYNK_PRINT Serial
17 #define LINE_TOKEN "1FOo2sw63GP4GcQTV1wOns8j3R58GShez5eST9bkUOq"
18
19 char auth[] = "f1kkRunkrwzI-OP3ih9zUTMItv7dwQxd";
20 char ssid[] = "realme 7i";
21 char pass[] = "33355555";
22
23 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
24 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
25 BlynkTimer timer;
26
27 int SENSOR;
28 int SENSOR_BLYNK;
29 bool Mode = true;
30 float h = dht.readHumidity();
31 float t = dht.readTemperature();

```

รูปที่ 3.4 โปรแกรมส่วนการประกาศตัวแปรที่ใช้

3. ส่วนการกำหนดขา input/output ที่เชื่อมกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์, การกำหนดความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล, การกำหนดค่าเริ่มต้นของเซ็นเซอร์, จอแสดงผล LCD, การกำหนดดีเลย์ของเซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อเข้ากับแอปพลิเคชัน Blynk และ Line

```

93 void setup()
94 {
95   pinMode(LED, OUTPUT);
96   pinMode(PUMP, OUTPUT);
97   pinMode(ULTRASONIC, OUTPUT);
98   digitalWrite(PUMP, OFF);
99   pinMode(SENSOR_PIN, INPUT);
100  Serial.begin(9600);
101  dht.begin();
102  lcd.begin();
103  lcd.backlight();
104  timer.setInterval(600000, Sensor); //100
105  Serial.println("auth : " + String(auth));
106  Serial.println("ssid : " + String(ssid));
107  Serial.println("pass : " + String(pass));
108  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
109  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
110 }

```

รูปที่ 3.5 โปรแกรมส่วนการกำหนดขาอินพุต/เอาต์พุต

4. ส่วนที่สั่งการให้ Blynk ทำงาน โดยกำหนดการทำงานของปั๊มเมื่ออยู่ในโหมด AUTO เมื่อความชื้นที่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

```

112 void loop()
113 {
114   Blynk.run();
115   timer.run();
116   Blynk.virtualWrite(V4, h);
117   if (Mode == true)
118   {
119     if (h <= 90)
120     {
121       delay(1800);
122       digitalWrite(PUMP, ON);
123     }
124     if (h > 90)
125     {
126       digitalWrite(PUMP, OFF);
127     }
128   }
129 }

```

รูปที่ 3.6 โปรแกรมส่วนกำหนดการทำงานของปั๊มเมื่ออยู่ในโหมด AUTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนที่กำหนดให้เซ็นเซอร์ DHT22 แสดงค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ที่หน้าจอแสดงผล LCD แอปพลิเคชัน Blynk และแอปพลิเคชัน Line

```

131 void Sensor() //DHT22
132 {
133   if (isnan(h) || isnan(t))
134   {
135     Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
136     delay(5000);
137     return;
138   }
139   Serial.print("Humidity is: ");
140   Serial.println(h, 1);
141   Serial.print("Temperature is: ");
142   Serial.println(t, 1);
143
144   lcd.setCursor(0, 0);
145   lcd.print("Humid : ");
146   lcd.setCursor(8, 0);
147   lcd.print(h);
148   lcd.setCursor(13, 0);
149   lcd.print(" %");
150   lcd.setCursor(0, 1);
151   lcd.print("Temp : ");
152   lcd.setCursor(8, 1);
153   lcd.print(t);
154   lcd.setCursor(13, 1);
155   lcd.print(" C");
156
157   Blynk.virtualWrite(V4, h);
158   Blynk.virtualWrite(V5, t);
159
160   LINE.notify("Humidity is: "+String(h)+" %");
161   LINE.notify("Temperature is: "+String(t)+" C");
162
163 }

```

รูปที่ 3.7 โปรแกรมส่วนของเซ็นเซอร์ DHT22

6. ส่วนของการควบคุมรีเลย์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

```

32 BLYNK_WRITE(V0) //Mode
33 {
34   int pinValue = param.asInt();
35   Serial.print("V0 Slider value is: ");
36   Serial.println(pinValue);
37   if (pinValue == 1)
38   {
39     Mode = false;
40   }
41   if (pinValue == 0)
42   {
43     Mode = true;
44   }
45 }
46
47 BLYNK_WRITE(V1) //PUMP
48 {
49   int pinValue = param.asInt();
50   Serial.print("V1 Slider value is: ");
51   Serial.println(pinValue);
52   if (pinValue == 1)
53   {
54     digitalWrite(PUMP, ON);
55   }
56   else
57   {
58     digitalWrite(PUMP, OFF);
59   }
60 }

```

รูปที่ 3.8 โปรแกรมส่วนของการควบคุมรีเลย์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

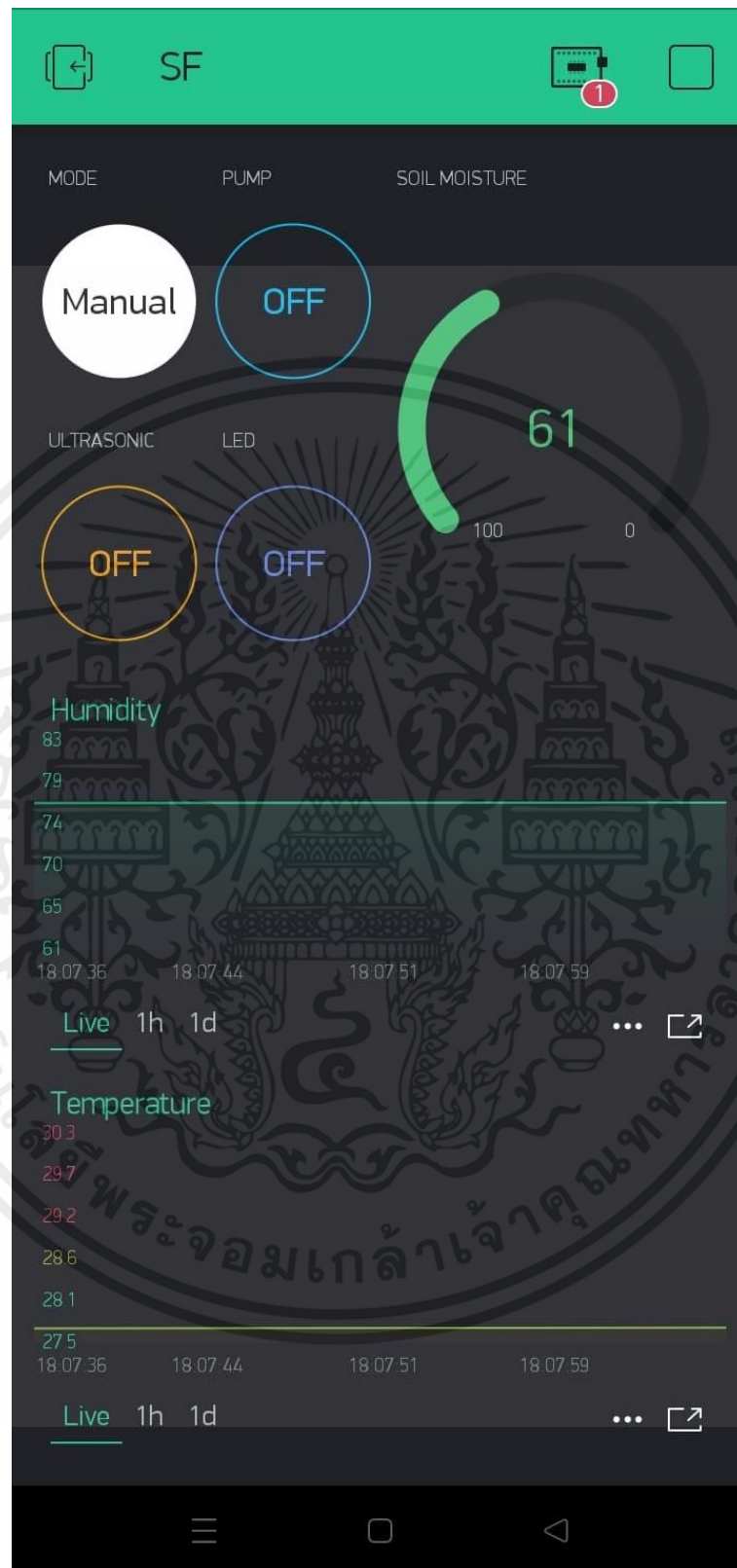
62 BLYNK_WRITE(V2) //ultrasonic
63 {
64   int pinValue = param.asInt();
65   Serial.print("V2 Slider value is: ");
66   Serial.println(pinValue);
67   if (pinValue == 1)
68   {
69     digitalWrite(ULTRASONIC, ON);
70   }
71   else
72   {
73     digitalWrite(ULTRASONIC, OFF);
74   }
75 }
76
77 BLYNK_WRITE(V3) //LED
78 {
79   int pinValue = param.asInt();
80   Serial.print("V3 Slider value is: ");
81   Serial.println(pinValue);
82   if (pinValue == 1)
83   {
84     digitalWrite(LED, ON);
85   }
86   else
87   {
88     digitalWrite(LED, OFF);
89   }
90 }

```

รูปที่ 3.9 โปรแกรมส่วนของการควบคุมรีเลย์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบ UI บนแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 3.10 การออกแบบ UI บนแอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ UI บนแอปพลิเคชัน Blynk แบ่งฟังก์ชันการใช้งานได้ 7 ส่วนดังนี้

1. MODE สามารถเปลี่ยนได้ 2 โหมด คือ โหมด Manual ที่ผู้ใช้ต้องควบคุมเอง และโหมด AUTO ที่จะทำการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ
2. PUMP หากอยู่ในโหมด Manual สามารถรดน้ำต้นไม้โดยการกดสวิตช์เพื่อสั่งเปิด/ปิดรีเลย์ให้ปั้มน้ำทำงาน
3. ULTRASONIC กดสวิตช์เพื่อสั่งเปิด/ปิดรีเลย์ให้เครื่องกำเนิดคลื่นเหนือเสียงทำงาน
4. LED กดสวิตช์เพื่อสั่งเปิด/ปิดรีเลย์ให้หลอดไฟติด
5. หน้าจอแสดงความชื้นในดินโดยแสดงค่าความชื้นในดิน ณ เวลาปัจจุบัน จากเซ็นเซอร์ Soil Moisture Sensor
6. กราฟแสดงค่าความชื้นในอากาศ ที่ได้จากเซ็นเซอร์ DHT22 โดยจะแสดงค่าทุก ๆ 10 นาที
7. กราฟแสดงค่าอุณหภูมิในอากาศ ที่ได้จากเซ็นเซอร์ DHT22 โดยจะแสดงค่าทุก ๆ 10 นาที

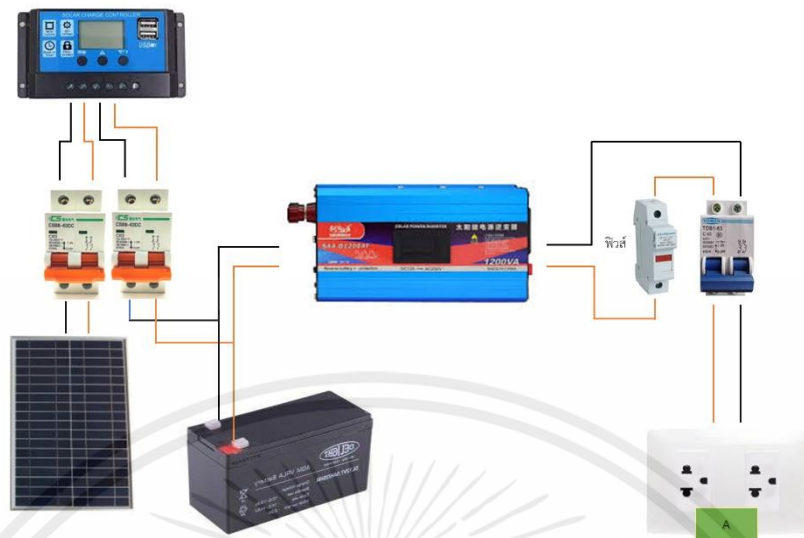
3.3 Hardware

3.3.1 การออกแบบวงจร

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. วงจรแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์

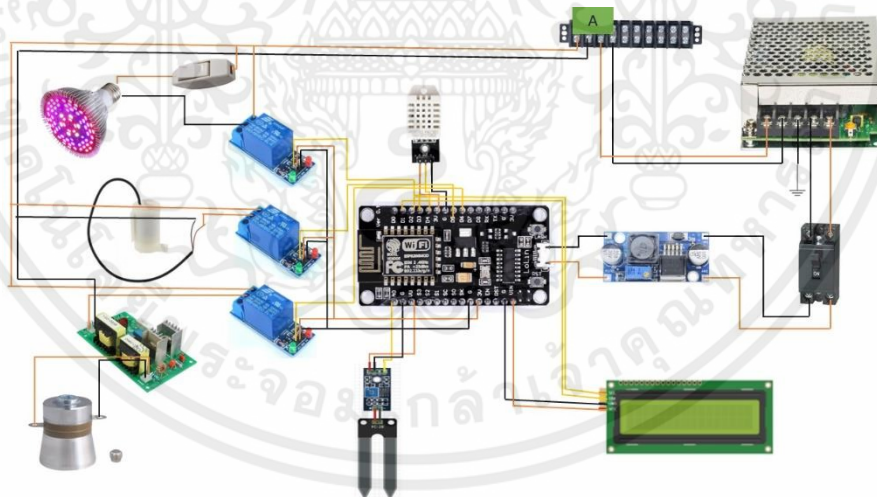
เมื่อโซลาร์เซลล์แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าที่ได้จะไหลไปที่โซลาร์ชาร์จเจอร์ ในการกำหนดการจ่ายไฟไปที่แบตเตอรี่ กระแสไฟฟ้าจะไหลไปที่แบตเตอรี่ เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้า และไหลไปที่อินเวอร์เตอร์ เพื่อแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ จะได้ไฟฟ้า 220V AC ออกมา กระแสไฟฟ้าจะไหลไปที่เทอร์มินอลผ่านฟิวส์ ที่ทำหน้าที่ป้องกันการลัดวงจรของไฟฟ้า



รูปที่ 3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์

2. วงจรควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ

กระแสไฟฟ้า 220V AC ที่ได้จะจ่ายไปสองส่วน คือ จ่ายไปที่โหลดอุปกรณ์ และจ่ายไปที่สวิตช์ซึ่งพาวเวอร์ซัพพลาย เพื่อลดแรงดันจาก 220V เป็น 12V กระแสไฟฟ้าที่ได้จะไหลไปที่โมดูลลดแรงดัน เพื่อลดแรงดันจาก 12 V เป็น 5 V ในการจ่ายเลี้ยงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266



รูปที่ 3.12 วงจรฟาร์มอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบและดัดแปลงกระถางเพาะปลูก

นำลังพลาสติกมาดัดแปลงสำหรับใช้เป็นกระถางในการเพาะปลูก เพื่อความสะดวกต่อการติดตั้งอุปกรณ์

1. เจาะรูที่ข้างใต้ของลังพลาสติก เพื่อระบายน้ำขัง



รูปที่ 3.13 ระบายน้ำขัง

2. เจาะรูด้านล่างและติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบฟาร์มอัจฉริยะมีเซ็นเซอร์ DHT22 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน สายยางรดน้ำ หลอดไฟ LED และแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียง



รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่ฝา

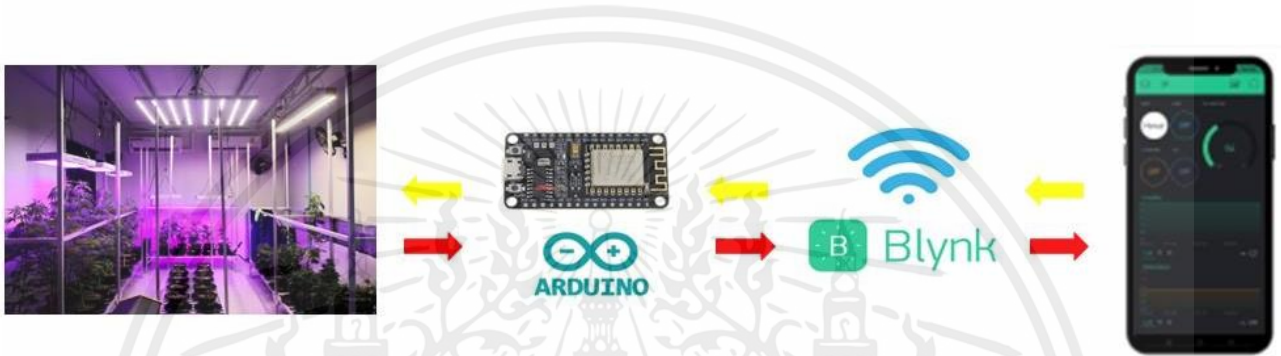
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 แผนผังการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ

การทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ คือ มีฟาร์มอัจฉริยะที่ต้องทำการควบคุมโดยจะเขียนโปรแกรม Arduino ป้อนไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้แอปพลิเคชัน Blynk ที่มีการเชื่อมด้วยระบบ IoT และมีเมนูปุ่มควบคุมการทำงานของฟังก์ชันต่าง ๆ บนสมาร์ตโฟน

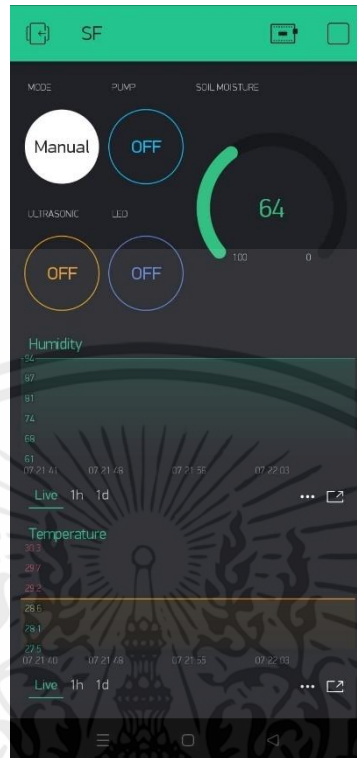


รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะ

4.2 ผลจากการเชื่อมต่อผ่านระบบ IoT

การแสดงผลจากการเชื่อมต่อผ่านระบบ IoT จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันที่มีเมนูปุ่มควบคุมการทำงานของฟังก์ชันต่าง ๆ บนสมาร์ตโฟนและค่าความชื้นกับอุณหภูมิที่วัดได้เซ็นเซอร์ภายในระบบฟาร์มอัจฉริยะ ในส่วนที่สองเป็นการแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD ซึ่งจะถูกติดตั้งไว้ที่ด้านนอกของระบบฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีค่าความชื้นกับอุณหภูมิที่วัดได้เซ็นเซอร์ภายในระบบฟาร์มอัจฉริยะ และในส่วนที่สามเป็นการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน Line ค่าที่วัดได้จากภายในของระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยมีการแสดงค่าที่ตรงกันทั้งสามส่วน

4.2.1 ส่วนของแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.2 แสดง UI บนหน้าจอแอปพลิเคชัน

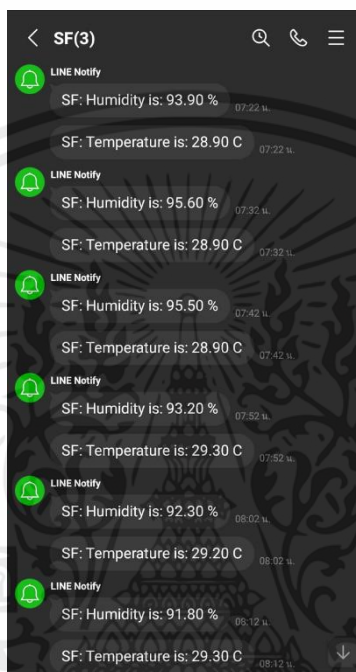
4.2.2 ส่วนของแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD



รูปที่ 4.3 จอ LCD แสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ส่วนของแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน Line



รูปที่ 4.4 แสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน Line

4.3 ผลจากการเชื่อมวงจรเข้ากับกระถาง

นำวงจรที่ได้ออกแบบไว้และอุปกรณ์ต่าง ๆ มาต่อเข้ากับกระถางเพื่อทำการทดลองพืชที่นำมาปลูก และทำการควบคุมภายในระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยภายในกระถางจะประกอบไปด้วยคลื่นความถี่สูง เช่น เซอร์วัตต์ความชื้นในดิน เช่น เซอร์วัตต์ความชื้นและอุณหภูมิ หลอดไฟ LED และสายยางรดน้ำแบบหัวสเปรย์



รูปที่ 4.5 ต่ออุปกรณ์เข้ากับกระถาง

4.4 ผลจากการทดลอง

จากการทดลองใช้คลื่นเสียงในการปลูกเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ซึ่งจะเปรียบเทียบ 2 กระถาง ทำการทดลองเป็นเวลา 7 วัน คือ

1. ปลูกในในกระถางฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีการเปิดคลื่นเหนือเสียง 2 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 10 นาที
2. ปลูกแบบปกติ โดยกำหนดปริมาณน้ำที่ไ้รด 250 มิลลิลิตรต่อครั้ง วันละ 2 ครั้ง

4.4.1 การทดลองเมื่อปลูกในกระถางฟาร์มอัจฉริยะ

ความสูงของต้นผักบุ้งจีนที่ได้ เมื่อปลูกในกระถางฟาร์มอัจฉริยะใช้คลื่นเหนือเสียง

ตารางที่ 4.1 การทดลองเมื่อปลูกในกระถางฟาร์มอัจฉริยะ

เวลา (วัน)	ลำดับต้น	ความสูงลำต้น(ซม.)	เฉลี่ย (ซม.)
1	1	0.5	0.38
	2	0.4	
	3	0.4	
	4	0.3	
	5	0.3	
2	1	2.8	2.12
	2	2.5	
	3	2.1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	4	1.7	
	5	1.5	
3	1	5.6	4.78
	2	5.2	
	3	4.7	
	4	4.4	
	5	4.0	
4	1	8.5	6.60
	2	7.5	
	3	6.5	
	4	5.5	
	5	5.0	
5	1	11.6	10.54
	2	11.1	
	3	10.3	
	4	10.0	
	5	9.7	
6	1	15.4	14.5
	2	14.7	
	3	14.5	
	4	14.6	
	5	13.3	
7	1	17.5	16.74
	2	16.9	
	3	16.7	
	4	16.5	
	5	16.1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดลองเมื่อปลูกแบบปกติ

ความสูงของต้นผักบุ้งจีนที่ได้ เมื่อปลูกแบบปกติ

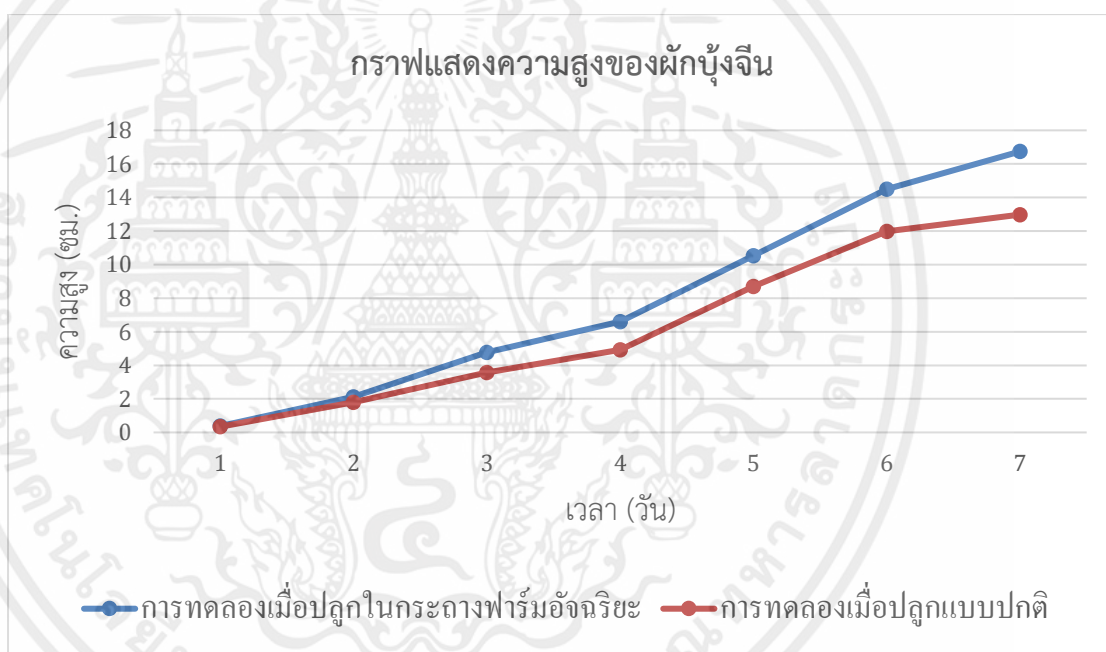
ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองเมื่อปลูกแบบปกติ

เวลา (วัน)	ลำดับต้น	ความสูงลำต้น(ซม.)	เฉลี่ย (ซม.)
1	1	0.4	0.34
	2	0.4	
	3	0.3	
	4	0.3	
	5	0.3	
2	1	2.6	1.80
	2	2.2	
	3	1.6	
	4	1.6	
	5	1.4	
3	1	4.5	3.58
	2	4.4	
	3	3.8	
	4	2.7	
	5	2.5	
4	1	5.8	4.92
	2	5.3	
	3	4.8	
	4	4.5	
	5	4.2	
5	1	9.7	8.70
	2	9.5	
	3	8.8	
	4	8.0	
	5	7.5	
6	1	12.5	11.98
	2	12.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3	12.0	
	4	11.6	
	5	11.5	
7	1	13.8	12.98
	2	13.3	
	3	13.0	
	4	12.6	
	5	12.2	

4.4.3 สรุปผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 กราฟความสูงของผักบุ้งจีน

หลังจากเริ่มการทดลอง เมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 วัน พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้งที่ปลูกในฟาร์มอัจฉริยะที่ใช้คลื่นเหนือเสียง มีความสูงมากกว่าต้นผักบุ้งที่ปลูกแบบปกติอยู่ 3.76 เซนติเมตร จึงสรุปได้ว่า การปลูกพืชในฟาร์มอัจฉริยะที่ใช้คลื่นเหนือเสียง จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชเมื่อเทียบกับการปลูกแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินจัดทำโครงการในปีการศึกษา 2564 หัวข้อเรื่อง ระบบฟาร์มเพาะต้นกล้า ด้วยคลื่นเหนือเสียงเพื่อการเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งเริ่มดำเนินงานตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565 สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ประสิทธิภาพของฟาร์มอัจฉริยะ

จากการทดลองพบว่าฟาร์มอัจฉริยะที่นำระบบ IoT เข้ามาควบคุมในส่วนของการระบบการทำงานต่าง ๆ นั้น ทำให้มีความสะดวกและง่ายต่อการดูแลเป็นอย่างมาก ตลอดจนประหยัดเวลาในการทำเพาะปลูกพืช การใช้แอปพลิเคชันในการควบคุมที่สามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบสั่งการด้วยตัวเอง เพื่อใช้ในการรดน้ำอัตโนมัติเพื่อควบคุมความชื้น และยังสามารถตรวจสอบความชื้นของดินได้ตลอดทำให้สามารถควบคุมความชื้นในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากความชื้นในดินมากเกินไปก็จะทำให้รากเน่า เมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวระบบ IoT ที่มีการเชื่อมต่อผ่านแอปพลิเคชัน Line จะมีการแจ้งเตือนจึงทำให้ทราบปัญหาเหล่านั้นได้ทันที โดยระบบจะแจ้งค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในแปลงปลูกทุก ๆ 10 นาที หรือหากการเชื่อมต่อมีปัญหา ผู้ใช้ยังสามารถทราบค่าความชื้นและอุณหภูมิได้จากหน้าจอ LCD ที่ถูกติดตั้งไว้หน้าตู้ควบคุม ในส่วนของระบบสังเคราะห์แสง การใช้แสงจากหลอดไฟ LED ที่ประกอบด้วยแสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีม่วง เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะเป็นการกระตุ้นเจริญเติบโตของพืช และเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับพืช เนื่องจากหลอดไฟ LED มีประสิทธิภาพสูงสุดในการแปลงแสง มีความเข้มของแสงสูงซึ่งจะทำให้พืชได้รับโฟตอนที่มากกว่าและสามารถสังเคราะห์แสงได้มีประสิทธิภาพมากกว่า นอกจากนั้นแล้วการใช้คลื่นเหนือเสียงยังสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ดี โดยระบบสามารถเปิด/ปิด ตามช่วงเวลาที่พืชต้องการได้ ในส่วนของระบบจ่ายไฟจากโซลาร์เซลล์ในกรณีที่อยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้ายังช่วยให้ประหยัดค่าไฟได้อีกด้วย

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. การหาค่าความชื้นที่เหมาะสมกับต้นผักบุงจีน เพื่อกำหนดเงื่อนไขสำหรับรดน้ำ
2. การหาขนาดความจุแบตเตอรี่ที่เหมาะสมต่อวงจรควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ
3. การหาขนาดโซลาร์เซลล์ที่เพียงพอต่อวงจรฟาร์มอัจฉริยะ เพื่อที่จะได้กระแสไฟฟ้าที่เพียงพอต่ออุปกรณ์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การกำหนดช่วงเวลาในการปล่อยคลื่นเหนือเสียง เนื่องจากการเปิดเครื่องให้กำเนิดคลื่นเหนือเสียงเป็นเวลานาน จะทำให้บริเวณรอบเครื่องให้กำเนิดคลื่นเหนือเสียงมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลความชื้นที่เหมาะสมกับผักบุ้งจีน
2. คำนวณหาความจุแบตเตอรี่และขนาดโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมกับวงจร
3. กำหนดระยะเวลาในการปล่อยคลื่นเหนือเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] “คลื่นเสียง (Sound wave) และการได้ยินเสียง” เข้าถึงได้จาก: <https://ngthai.com/science/24180/soundwave>
- [2] “คุณลักษณะของเสียง” เข้าถึงได้จาก: <https://sites.google.com/site/projectsonarphy121/sonar-object-detector/thvsdi-thi-keiywkhxng>
- [3] “โซลาร์เซลล์ (Solar Cell)” เข้าถึงได้จาก: <http://www.ccsolar-thai.com/Read Article.aspx>
- [4] “การเขียนแอปพลิเคชัน Blynk” เข้าถึงได้จาก: <https://examples.blynk.cc/?board=ESP8266 &shield=ESP8266%20WiFi&example=GettingStarted%2FBlynkBlink>
- [5] “เบรกเกอร์ (Breaker)” เข้าถึงได้จาก: https://th.misumi-ec.com/th/pr/recommend_category/breaker201905m/article-wiki/review-product-article/gas-sensor-getting-started.html
- [6] “โซลาร์ชาร์จเจอร์ (solar charge controller)” เข้าถึงได้จาก: <http://www.extra-solar.com/articlem/article-wiki/review-product-article/gas-sensor-getting-started.html>
- [7] “ฟิวส์ (Fuse)” เข้าถึงได้จาก: https://www.unitis.co.th/?page=event_list&list=5pnSuXxYhbD
- [8] “แบตเตอรี่ (battery)” เข้าถึงได้จาก: <http://118.174.134.188/sciencelab/senior/item03/lab48/more/page1.php>
- [9] “อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.daikin.co.th/service-knowledge/inverter>
- [10] “เทอร์มินอล (Terminal)” เข้าถึงได้จาก: <http://www.eeeasyshop.com/category/24/idec/terminal>
- [11] “สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=224>
- [12] “หลอดไฟ LED (Light Emitting Diode)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.bluetech-led.com>
- [13] “โมดูลลดแรงดัน (Step Down Power Module)” เข้าถึงได้จาก: <https://poundxi.com/nodemcu>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14] “เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor Module v1)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.cybertice.com/product-soil-moisture-sensor-module-v1>
- [15] “หน้าจอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.cybertice.com/article>
- [16] “โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22 / AM2302 Module)” เข้าถึงได้จาก: <https://www.cybertice.com/article/64/สอนการใช้งาน-dht22-module-โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น-กับ-arduino>
- [17] “โมดูลรีเลย์ (Relay module) เข้าถึงได้จาก: <http://www.mltelectronic.com> โมดูลรีเลย์-1 ช่อง-5V-(1-Channel-Relay-Module)
- [18] “ผักบุ้งจีน” เข้าถึงได้จาก: <https://puechkaset.com>
- [19] “สภาพแวดล้อมที่ต้องการ” เข้าถึงได้จาก: https://m.baanjomyut.com/library_5/agricultural_knowledge/vegetables_herbs/06_3.html
- [20] “สภาพความชื้น” เข้าถึงได้จาก: https://industry.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/227603/vf5.pdf

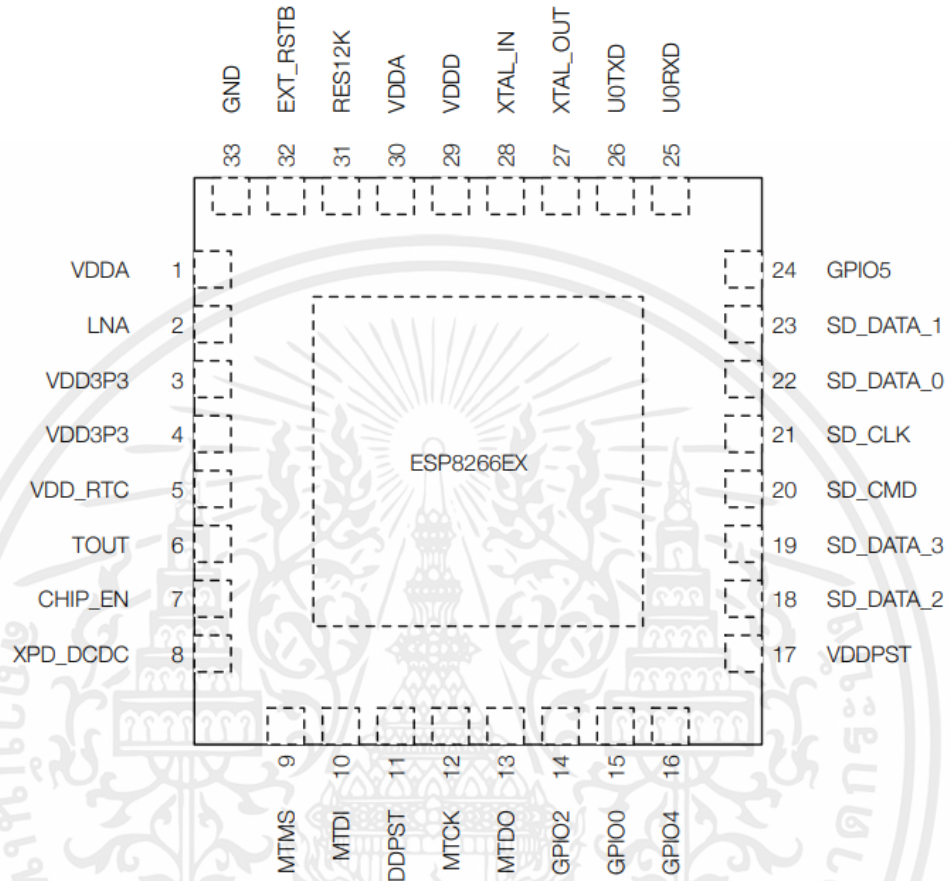
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

NodeMCU (V3) ESP8266



รูปที่ ก.1 ช่อง pin QFN package 32 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5 V ~ 3.6 V
2	LNA	I/O	RF antenna interface Chip output impedance = $39 + j6 \Omega$. It is suggested to retain the π -type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5 V ~ 3.6 V
Pin	Name	Type	Function
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5 V ~ 3.6 V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1 V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.
7	CHIP_EN	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8 V ~ 3.6 V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART TX during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8 V ~ 3.6 V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 20 Ω); SPIHD; HSPiHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200 Ω); SPIWP; HSPiWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200 Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200 Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200 Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200 Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0FXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART TX during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5 V ~ 3.6 V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5 V ~ 3.6 V
Pin	Name	Type	Function
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 k Ω resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

รูปที่ ก.2 ฟังก์ชันของช่อง pin

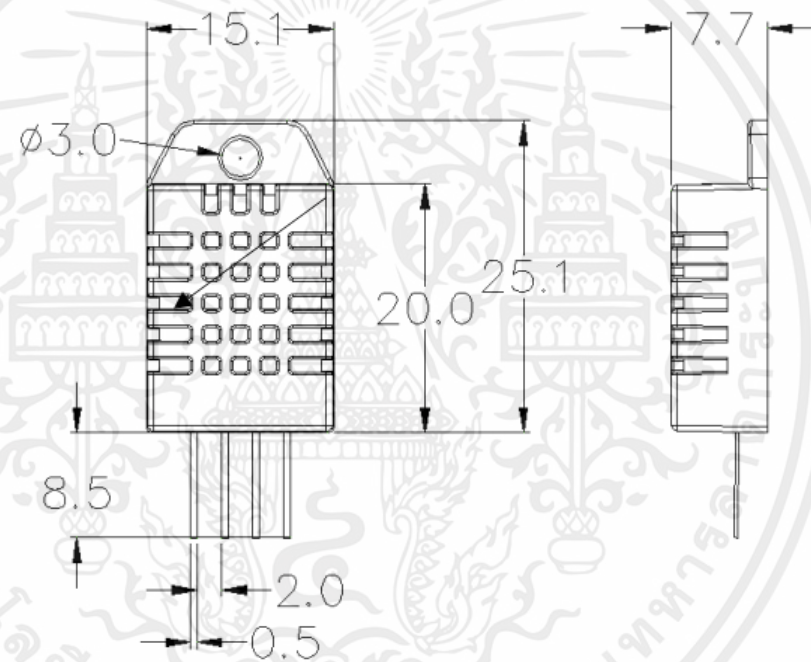
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

DHT22 Module

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +/-2%RH(Max +/-5%RH); temperature <+/-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +/-1%RH; temperature +/-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+/-0.3%RH
Long-term Stability	+/-0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

รูปที่ ข.1 คุณสมบัติของDHT22



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD---power supply
2	DATA--signal
3	NULL
4	GND

รูปที่ ข.2 โครงสร้างและ pin ของDHT22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปรแกรมควบคุมการทำงานและแสดงผลของวงจร

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>

#define ON HIGH
#define OFF LOW
#define SENSOR_PIN A0
#define PUMP D5
#define ULTRASONIC D6
#define LED D3
#define DHTPIN D4
#define DHTTYPE DHT22
#define BLYNK_PRINT Serial
#define LINE_TOKEN "1FOo2sw63GP4GcQTV1wOns8j3R58GShez5eST9bkUOq"

char auth[] = "f1kkRunkrwzl-OP3ih9zUTMltv7dwQxd";
char ssid[] = "realme 7i";
char pass[] = "33355555";

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
BlynkTimer timer;

int SENSOR;
int SENSOR_BLYNK;
bool Mode = true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();

BLYNK_WRITE(V0) //Mode
{
  int pinValue = param.asInt();
  Serial.print("V0 Slider value is: ");
  Serial.println(pinValue);
  if (pinValue == 1)
  {
    Mode = false;
  }
  if (pinValue == 0)
  {
    Mode = true;
  }
}

BLYNK_WRITE(V1) //PUMP
{
  int pinValue = param.asInt();
  Serial.print("V1 Slider value is: ");
  Serial.println(pinValue);
  if (pinValue == 1)
  {
    digitalWrite(PUMP, ON);
  }
  else
  {
    digitalWrite(PUMP, OFF);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BLYNK_WRITE(V2) //ultrasonic
{
  int pinValue = param.asInt();
  Serial.print("V2 Slider value is: ");
  Serial.println(pinValue);
  if (pinValue == 1)
  {
    digitalWrite(ULTRASONIC, ON);
  }
  else
  {
    digitalWrite(ULTRASONIC, OFF);
  }
}

BLYNK_WRITE(V3) //LED
{
  int pinValue = param.asInt();
  Serial.print("V3 Slider value is: ");
  Serial.println(pinValue);
  if (pinValue == 1)
  {
    digitalWrite(LED, ON);
  }
  else
  {
    digitalWrite(LED, OFF);
  }
}

```

```

void setup()

```

```

{
  pinMode(LED, OUTPUT);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pinMode(PUMP, OUTPUT);
pinMode(ULTRASONIC, OUTPUT);
digitalWrite(PUMP, OFF);
pinMode(SENSOR_PIN, INPUT);
Serial.begin(9600);
dht.begin();
lcd.begin();
lcd.backlight();
timer.setInterval(600000, Sensor); //1000 , 600000 (10 min), 216000000 (1 hr) ,
1728000000 (8 hr)
Serial.println("auth : " + String(auth));
Serial.println("ssid : " + String(ssid));
Serial.println("pass : " + String(pass));
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
LINE.setToken(LINE_TOKEN);
}
void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
  Blynk.virtualWrite(V4, h);
  if (Mode == true)
  {
    if (h <= 90)
    {
      delay(1800);
      digitalWrite(PUMP, ON);
    }
    if (h > 90)
    {
      digitalWrite(PUMP, OFF);
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
}

void Sensor() //DHT22
{
  if (isnan(h) || isnan(t))
  {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    delay(5000);
    return;
  }
  Serial.print("Humidity is: ");
  Serial.println(h, 1);
  Serial.print("Temperature is: ");
  Serial.println(t, 1);

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Humid : ");
  lcd.setCursor(8, 0);
  lcd.print(h);
  lcd.setCursor(13, 0);
  lcd.print(" %");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Temp : ");
  lcd.setCursor(8, 1);
  lcd.print(t);
  lcd.setCursor(13, 1);
  lcd.print(" C");

  Blynk.virtualWrite(V4, h);
  Blynk.virtualWrite(V5, t);

```

```
LINE.notify("Humidity is: "+String(h)+" %");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LINE.notify("Temperature is: "+String(t)+" C");
```

```
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้