ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้า
ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

นายพีรวิทย์ สอนพงษ์

นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ

นายอนันต์ งามลิ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้า
ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

นายพีรวิทย์ สอนพงษ์
นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ
นายอนันต์ งามลิ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ใบรับรองโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เรื่อง ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

โดย นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และนายอนันต์ งามสิ

ได้รับการอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

_____ หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
(อาจารย์สุรเชษฐ์ แรืองประโคน)
2 / มีนาคม / 2563

คณะกรรมการสอบโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์

_____ ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุรเชษฐ์ แรืองประโคน)

_____ กรรมการ
(อาจารย์สุธาดา ศรีเกตุ)

_____ กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์ศิริชัย สาระมัส)

ชื่อ : นายพีรวิทย์ สอนพงษ์
นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ
นายอนันต์ งามลิ
ชื่อโครงงาน : ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่ปรึกษาโครงงาน : อาจารย์ศิริชัย สาระมนัส
ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

โครงงานเรื่องระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าในโรงเรือน โดยนำเสนอโครงงานในรูปแบบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ของระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในดิน และแสดงสถานะการทำงานบนจอแอลซีดีได้ ซอฟต์แวร์ของระบบสามารถส่งและเก็บข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ MQTT protocol ได้ รวมถึงรายงานสถานะการทำงานของอุปกรณ์ และสรุปผลผ่านเว็บไซต์ได้

สำหรับการทดสอบอุปกรณ์และการใช้งานระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง จะทำการทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิ การวัดค่าความชื้นในดิน และการทดสอบการทำงานซอฟต์แวร์ของระบบ ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในดินใกล้เคียงกับค่าจริงโดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัด และการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องทดลอง ส่วนการทำงานซอฟต์แวร์ของระบบมีผลการทดสอบที่ตรงตามข้อกำหนด

สรุปได้ว่าระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

(โครงงานมีจำนวนทั้งสิ้น 90 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม, เทคโนโลยี, อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

_____อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

Names : Mr. Peerawit Sonpong
Mr. Autsadawut Niyomyat
Mr. Anan Ngamli
Project Title : Environment Control System for radish with Internet of Things
Major Field : Computer Science Faculty of Science and Technology
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Project Advisor : Mr. Sirichai Saramanus
Academic Year : 2019

Abstract

The purpose of "the Environment Control System for radish with Internet of Things project" is to control the environment of radish cultivation in a planting house. The working process of this project is separated into two parts. The first part, hardware control, is to control temperature, moisture and illustrated the working status on LCD. The second part, software control, is collected data from all sensors and then published results on the website via MQTT protocol.

The Environment Control System for radish with Internet of Things project is evaluated by measuring the value of temperature and soil moisture from the system compare with the value from reliable instruments. The test results show that the system can measure the temperature and soil moisture correctly. Moreover, the software function of the system has fulfilled the requirements.

(Total 90 pages)

Keywords : Environment Control System, Technology, Internet of Things

_____Advisor

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 แก่โครงงานระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ศิริชัย สาระมนัส ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาประจำโครงงาน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ตลอดจนวิธีการแก้ไขปัญหา และวิธีในการดำเนินโครงงานเป็นอย่างดี ทำให้โครงงานนี้สำเร็จ และตรงตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุรเชษฐ์ เรืองประโคน อาจารย์สุธาดา ศรีเกตุ ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์ และ อาจารย์ทุกท่าน ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินโครงงานในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้อง ในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่เป็นกำลังใจและมีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ช่วยแสดงความคิดเห็นตลอดจนคำแนะนำ รวมถึงเจ้าของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้โครงงานนี้ประสบผลสำเร็จและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทางผู้จัดทำโครงงานจึงใคร่ขอกราบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

นายพีรวิทย์ สอนพงษ์
นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ
นายอนันต์ งามลิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความชื้นของดิน	4
2.2 แอลซีดี (Liquid Crystal Display (LCD))	9
2.3 โหนด เอ็มซียู (Node MCU)	14
2.4 เซ็นเซอร์ (Sensor)	19
2.5 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless)	23
2.6 รีเลย์ (Relay)	25
2.7 โปรโตคอลเอ็มคิวทีที (MQTT Protocol)	27
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)	33
3.2 การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	35
3.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design)	41
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	74
4.1 การทดสอบการทำงาน	75
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพ	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	84
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	84
5.2 อุปสรรคในการดำเนินงาน	84
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาในอนาคต	85
บรรณานุกรม	86
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	88

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ขาของจอแอลซีดี 20x4 แบบ parallel 11

2-2 ขาของจอแอลซีดี 20x4 แบบ Character 13

2-3 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐาน WI-FI 802.11 24

2-4 ตารางความถี่สำหรับการกำหนดช่องสัญญาณ WI-FI 802.11 25

2-5 คำอธิบายขาของบอร์ด relay 2 channel 27

3-1 ตารางคำอธิบายยูสเคส Login 42

3-2 ตารางคำอธิบายยูสเคส Main Monitor System 43

3-3 ตารางคำอธิบายยูสเคส Soil Moisture Sensor 44

3-4 ตารางคำอธิบายยูสเคส Temperature Sensor 45

3-5 ตารางคำอธิบายยูสเคส Get Data from MQTT Server to Database 46

3-6 ตาราง User 71

3-7 ตาราง Fan_Status 72

3-8 ตาราง Pump_Status 72

3-9 ตาราง Humidity_1 72

3-10 ตาราง Humidity_2 73

3-11 ตาราง Temperature_1 73

3-12 ตาราง Temperature_2 73

4-1 การทดสอบอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ DHL22 76

4-2 การทดสอบค่าความชื้นในดิน 77

4-3 การเปรียบเทียบค่าความชื้นในดิน 77

4-4 การทดสอบหน้าจอ Dashboard 78

4-5 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1 79

4-6 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2 79

4-7 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน 77

4-8 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน 80

4-9 การทดสอบหน้าจอคณะผู้จัดทำ 80

4-10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพและความเร็วของเว็บไซต์ 82

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 ประเภทต่าง ๆ ของน้ำในดิน โดยประมาณที่ระดับความชื้นต่าง ๆ 7

2-2 โครงสร้างทั่วไปของจอ LCD 10

2-3 จอแอลซีดี 20x4 Character (Parallel) 10

2-4 จอแอลซีดี 20x4 Character (I2C) 12

2-5 การรับ-ส่งข้อมูลแบบไอทูซีบัส (I2C BUS) 13

2-6 ภาพแสดงขาควบคุม esp-01 14

2-7 ภาพแสดงขาควบคุม esp-03 15

2-8 ภาพแสดงขาควบคุม esp-07 15

2-9 ภาพแสดงขาควบคุม esp-12 16

2-10 ภาพแสดงขาควบคุม esp-12e 16

2-11 ภาพแสดง Node MCU ESP8266 17

2-12 อุปกรณ์วัดความชื้นในดิน soil sensor 20

2-13 Soil sensor schematic 20

2-14 ภาพแสดงขา DHT22 21

2-15 โครงสร้างภายใน DHT22 22

2-16 การทำงานของ DHT22 22

2-17 การส่งข้อมูล DHT22 23

2-18 รูปร่างของรีเลย์และสัญลักษณ์แบบลวดพันและแบบเหนี่ยวนำแม่เหล็ก 26

2-19 สภาวะปกติและสภาวะจ่ายกระแสไฟ 26

2-20 ตำแหน่งขา relay 2 channel 5V 27

2-21 โมเดลการสื่อสารแบบเอ็มคิวทีที 28

2-22 รูปแบบของคิวโอเอส 0 29

2-23 รูปแบบของคิวโอเอส 1 30

2-24 รูปแบบของคิวโอเอส 2 31

3-1 แผนภาพรวมของระบบ 33

3-2 แผนภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์ 34

3-3 การต่อขาแอลซีดี 35

3-4 การต่อขาดีเอชที 22 36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-5 การต่อขาเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและโมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อก 36
3-6 การต่อขารีเลย์ พัดลมระบายอากาศและปั้มน้ำ 37
3-7 วงจรทั้งหมดในโปรแกรมอีเกิล 38
3-8 Flowchart การทำงานของระบบ 39
3-9 Flowchart การทำงานของระบบ (ต่อ) 40
3-10 แผนภาพผังงาน Use Case Diagram 42
3-11 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ 48
3-12 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Main Monitor System 49
3-13 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor 50
3-14 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor 51
3-15 แผนภาพจำลองการ Get Data from MQTT Server to Database 52
3-16 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ 53
3-17 แผนภาพจำลองการ Main Monitor System 54
3-18 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor 55
3-19 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor 56
3-20 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Get Data from MQTT Server to 57
3-21 โครงสร้างของเว็บไซต์ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง 58
3-22 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Login 58
3-23 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Dashboard 59
3-24 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 1 59
3-25 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 2 60
3-26 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณภูมิภายในโรงเรือน 60
3-27 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณภูมิภายนอกโรงเรือน 61
3-28 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าคณะผู้จัดทำ 61
3-29 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าเข้าสู่ระบบ 64
3-30 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าแถบเมนูการใช้งาน 65
3-31 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Dashboard 66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-32 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1 67

3-33 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2 68

3-34 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน 69

3-35 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน 70

3-36 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าจอหน้าคณะผู้จัดทำ 71

3-37 Class Diagram ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง 72

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันในประเทศไทย อาชีพที่เสมือนเป็นกระดูกสันหลังของชาติอย่างเกษตรกร เป็นอาชีพที่ควบคุมในด้านการผลิต เช่น การปลูกพืชผัก การทำไร่ทำสวน การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ซึ่งมีทั้งการผลิตเพื่อบริโภคและการผลิตเพื่อทำธุรกิจ แต่เนื่องจากอาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพที่ต้องควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมาย ตรงตามฤดู และอาจจะเกิดปัญหาในด้านแรงงานไม่พอ หรือต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูง และยังมีปัญหาทางด้านสภาพอากาศที่อาชีพเกษตรกรต้องเจออยู่บ่อยครั้ง

จากงานวิจัยของ Shashwathi, Priyam, & Suhas ได้กล่าวถึงฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) หรือฟาร์มที่มีความแม่นยำ (Precision Farm) คือการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในการทำฟาร์มต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฟาร์มปลูกผักขนาดเล็กหรือจนกระทั่งฟาร์มการเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ ทำให้การนำเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์นำมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการจัดการ และทำให้มีประสิทธิภาพในการได้ผลผลิตอย่างเต็มที่ และยังมีงานวิจัยของนายธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ ซึ่งเป็นการกล่าวการใช้เทคโนโลยี IoT หรืออินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ที่นำมาช่วยในการจัดการกับข้อมูลต่างๆหรือเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการจัดการมากยิ่งขึ้น

จากปัจจัยและงานวิจัย ที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงความสำคัญและปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร คณะผู้วิจัยในโครงงานวิจัยนี้จึงนำเสนอแบบเสนอโครงงานเพื่อการออกแบบและสร้างระบบควมคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ที่สามารถทำงานแบบมีประสิทธิภาพและเข้ามาช่วยในการจัดการทางด้านเกษตรกรรมให้มีผลผลิตเป็นไปตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

1.2.2 เพื่อทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ

1.3.1.1 สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วง 20 ถึง 31 องศาเซลเซียส

1.3.1.2 สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในดินในช่วง 70% ขึ้นไป

1.3.1.3 สามารถแสดงสถานะการทำงานของระบบบนจอ LCD

1.3.2 ซอฟต์แวร์ของระบบ

1.3.2.1 สามารถส่งและเก็บข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ MQTT ได้ เช่น ข้อมูลของการวัดความชื้นในดินและอากาศ การวัดอุณหภูมิทั้งภายในและนอกโรงเรือน

1.3.2.2 สามารถรายงานสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้

1.3.2.3 สามารถสรุปผลในรูปแบบกราฟผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นได้

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินการจัดทำโครงงานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์เรื่องระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง มีขั้นตอนการจัดทำโครงงานและแนวคิดการพัฒนาระบบดังนี้

1.4.1 ขั้นตอนในการดำเนินโครงงาน

1.4.1.1 ศึกษาปัญหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมโดยรวบรวมข้อมูลงานวิจัย ทฤษฎี หลักวิชา และตำราต่างๆและทำการศึกษาซอฟต์แวร์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1.4.1.2 เขียนโครงงานเพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.1.3 นำเสนอหัวข้อโครงงานต่อคณะกรรมการสอบโครงงาน

1.4.1.4 ออกแบบและวิเคราะห์ระบบงาน

1.4.1.5 จัดหาโปรแกรมที่จะใช้พัฒนา Website และอุปกรณ์

1.4.1.6 ทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบทั้งด้านความเร็ว และความถูกต้องจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทดสอบค่าทางสถิติ วิเคราะห์ผลการทดสอบ

1.4.1.7 สอบความก้าวหน้าโครงงานต่อคณะกรรมการ

1.4.1.8 ปรับปรุงแก้ไขระบบ

1.4.1.9 สรุปผลการจัดทำโครงงาน และจัดทำรายงาน

1.4.1.10 สอบจบโครงงานต่อคณะกรรมการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ระบบควมคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

1.5.2 ได้ลดแรงงานและต้นทุนในการทำการเกษตรได้

1.5.3 ได้ผลผลิตที่เป็นไปตามความต้องการ

1.5.4 ได้นำข้อมูลไปจัดการการปลูกหัวไชเท้าต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงาน ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ความชื้นของดิน

2.2 แอลซีดี (Liquid Crystal Display (LCD))

2.3 โหนด เอ็มซียู (Node MCU)

2.4 เซ็นเซอร์ (Sensor)

2.5 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless)

2.6 รีเลย์ (Relay)

2.7 โปรโตคอลเอ็มคิวทีที (MQTT Protocol)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความชื้นของดิน

(บุญแสน เตียวนุกูลธรรม, 2548) ได้กล่าวว่า ความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลว เราเรียกว่า น้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซ เราเรียกว่า ไอน้ำในดิน ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด ความชื้นของดินอาจจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนของช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีปริมาณมากหาได้ง่ายและสะดวก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง อีกทั้งยังลำเลียงธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของไอออนจากดินเข้าสู่ภายในลำต้นของพืช และเข้าไปในจุลินทรีย์ นอกจากนี้น้ำยังมีความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงที่สูง ทำให้เปลี่ยนอุณหภูมิได้ยาก ทำ

ให้น้ำในดินมีอุณหภูมิไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป ทำให้ดินมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน

2.1.1 ประเภทของความชื้นในดิน

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถเก็บน้ำไว้เพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำในดินสามารถเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ด้วยแรงดึงดูดของโลก แรงระหว่างไอออนในสารละลายและแรงระหว่างโมเลกุลของน้ำ น้ำในดินอาจปรากฏในรูปต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1.1 น้ำในแร่ หรือความชื้นที่อยู่ในองค์ประกอบของสารเคมี (chemically combined water) โดยอยู่ในรูปของน้ำผลึก (water of crystallization) คือเป็นองค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบที่เป็นของแข็งของดิน ดินที่แห้งสนิทซึ่งได้จากการอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะยังคงมีความชื้นประเภทนี้อยู่ ความชื้นในดินชนิดนี้ไม่เป็นประโยชน์กับพืช

2.1.1.2 น้ำเยื่อ (hygroscopic water) น้ำประเภทนี้จะอยู่ในรูปของเยื่อบาง ๆ หนาราว 2 - 3 โมเลกุลของน้ำ (layer of water molecule) รอบอนุภาคดิน พืชไม่สามารถดูดน้ำประเภทนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ดินที่ผึ่งแห้งในร่ม (air dry soil) จะมีความชื้นในดินอยู่ในรูปของ น้ำเยื่อ และสามารถไล่ความชื้นนี้ให้ออกไปหมดได้ โดยนำดินที่ผึ่งแห้งในร่มนี้ไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 2-1)

2.1.1.3 น้ำซับ (capillary water) ความชื้นในดินประเภทนี้จะอยู่ในลักษณะที่เป็นเยื่อบาง ๆ รอบอนุภาคดินถัดจากชั้นของน้ำเยื่อ และอยู่ในลักษณะที่บรรจุอยู่ในที่ว่าง (pore) ขนาดเล็กมาก ๆ ของดิน น้ำซับประกอบด้วยน้ำส่วนที่เป็นประโยชน์ (available water) และส่วนที่ไม่เป็นประโยชน์ (unavailable water) ต่อพืช (ภาพที่ 2-1)

2.1.1.4 น้ำอิสระและน้ำซึม (gravitational water or drainage water) เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน โดยถูกดูดยึดจากอนุภาคดินด้วยแรงที่น้อยมาก และจะถูกอิทธิพลแรงดึงดูดของโลกทำให้เคลื่อนออกไปจากดิน พืชจึงใช้ประโยชน์จากน้ำในดินประเภทนี้ได้น้อยมาก

2.1.2 แรงดูดยึดความชื้นของดิน

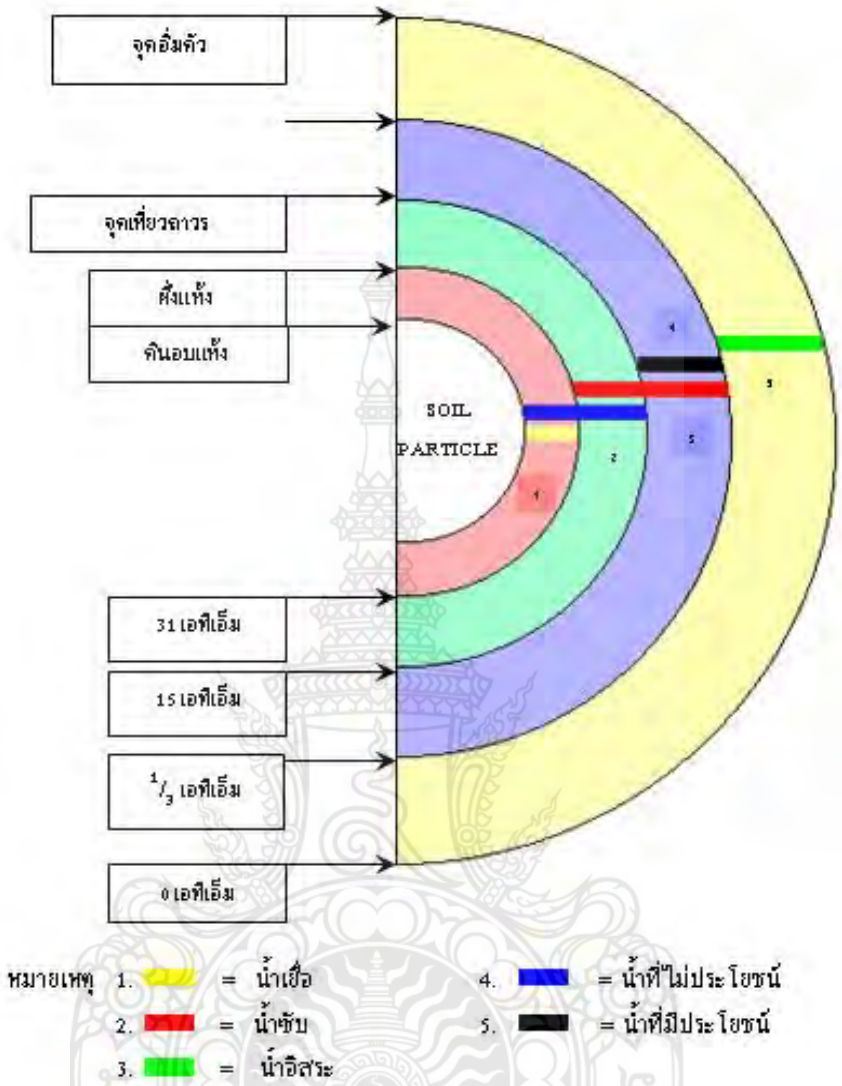
หลังจากฝนตก น้ำส่วนหนึ่งระบายออกไปจากดินแล้ว ดินนั้นยังเป็นดินชื้นอยู่ต่อไปอีกระยะหนึ่ง การที่น้ำบางส่วนยังคงสามารถอยู่ในช่องว่างของดินโดยไม่ระบายออกไปจนหมด แสดงว่าดินมีแรงดูดยึดต่อน้ำจำนวนนั้น แรงดูดยึดนี้อาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

2.1.2.1 การดูดซับ (adsorption) การดูดซับโมเลกุลของน้ำบนผิวอนุภาคดิน โดยเฉพาะผิวของอนุภาค ที่มีประจุเกิดจากสมบัติมีขั้วของโมเลกุลของน้ำ การดูดซับนี้มักจะเกิดขึ้นในขณะที่ดินมีระดับความชื้นค่อนข้างต่ำ และอาจเกิดขึ้นได้ในอีกกรณี คือเมื่ออนุภาคดินมีไอออนบวก

ถูกดูดซับอยู่ และไอออนเหล่านั้นดูดซับโมเลกุลของน้ำเอาไว้ล้อมรอบตัวมันเอง (water of hydration)

2.1.2.2 การดูดผ่านช่องเล็กๆ (osmotic suction) น้ำในดินมีสารละลายอยู่หลายชนิด ละลายหรือแขวนลอยอยู่ไอออนต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอออนบวกจะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวนอกของดินเหนียวที่มีประจุเป็นลบ และทำให้ความเข้มข้นของไอออนในชั้นของไอออนบวกที่ถูกดูดซับ สูงกว่าในสารละลายรวม(bulk solution) ถ้าความชื้นของดินค่อนข้างต่ำ ซึ่งไม่ถึงกับแห้ง อนุภาคดินเหนียว มีโอกาสสัมพันธ์ (overlap) ซึ่งกันและกัน และทำให้สารละลายในระหว่างชั้นทั้งสอง นั้นเข้มข้นยิ่งขึ้น เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า สารละลายที่เข้มข้นจะมี การดูดแบบออสโมติกสูงถ้านำมาสัมผัสกับน้ำบริสุทธิ์ผ่าน เมนเบรนกึ่งซึมได้ (semipermeable membrane) น้ำจะเคลื่อนตัวผ่านเมนเบรน

2.1.2.3 แคพิลลารีตี้ (capillarity) เป็นแรงดึงน้ำซึ่งเกิดเนื่องจากแรงตึงผิวของน้ำ ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างความเชื่อมแน่น (cohesion) ของน้ำและการประสาน (adhesion) ระหว่างน้ำกับผิวของอนุภาคดินตรงผิวของน้ำ (air - water interface) ปรากฏการณ์นี้อาจเห็นได้ทั่วไป คือ เมื่อจุ่มหลอดเล็ก ๆ ที่ผนังด้านในเปียกน้ำลงไปในน้ำผิวเรียบ จะมีน้ำบางส่วนดึงดูดขึ้นไปขังอยู่ในหลอด และถ้าสังเกตจะเห็นว่าผิวของน้ำ ในหลอดจะเว้าลงไปในน้ำ และความโค้งของผิวน้ำจะเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของหลอดเล็กลง และในขณะเดียวกันความสูงของน้ำที่ขังอยู่ในหลอดจะเพิ่มขึ้นเมื่อรัศมีของหลอดเล็กลง ด้วยการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์แสดงให้เราทราบว่า มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างความสูงของน้ำในหลอด แคพิลลารีกับรัศมีของหลอด หรือความโค้งของผิวน้ำในหลอด ปรากฏการณ์นี้สามารถใช้ได้กับดิน โดยที่ดินมีรูพรุน ซึ่งเป็นช่องแทรกตัวอยู่ทั่วไปทั้งในเม็ดดินและระหว่างเม็ดดิน ถึงแม้ช่องในดินจะมีรูปร่างและความต่อเนื่องที่แตกต่างจากหลอด แคพิลลารีตี้ มาก แต่เราสามารถดัดแปลงปรากฏการณ์แคพิลลารี (capillarity phenomenon) ใช้กับดินได้



ภาพที่ 2-1 ประเภทต่างๆของน้ำในดิน โดยประมาณที่ระดับความชื้นต่าง ๆ
ที่มา : (บุญแสน เตียวนุกูลธรรม, 2548)

2.1.3 สภาพของน้ำในดิน

ในช่องว่างของดินจะมีน้ำและอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ถ้าช่องว่างของดินมีปริมาณน้ำมากหรือมีน้ำขังตลอดเวลา ย่อมแสดงว่าไม่มีอากาศอยู่ในช่องว่าง ดังนั้นสามารถแบ่งสภาพของน้ำในดินออกได้ตามความแตกต่างของน้ำที่มีอยู่ในดินได้ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 สภาพดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) คือดินที่มีน้ำอยู่เต็มในสัดส่วนของ เปอร์เซนต์ของอากาศและเปอร์เซนต์ของน้ำในส่วนประกอบของดินได้แก่ดินที่อยู่ในสภาพน้ำขัง

2.1.3.2 สภาพดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated soil) คือดินที่มีน้ำอยู่ไม่เต็มในสัดส่วนของ เปอร์เซนต์ของอากาศและเปอร์เซนต์ของน้ำในส่วนประกอบของดิน ได้แก่ดินที่ดอน ที่ใช้ทำการเกษตรกรรมโดยทั่วไป

2.1.3.3 สภาพความจุความชื้นภาคสนาม (field capacity : FC) คือสภาพของดินที่สามารถอุ้มน้ำหรือดูดยึดน้ำได้มากที่สุดซึ่งอยู่ในช่วงความลึกจากผิวดินลงไป 6 นิ้ว ช่องว่างขนาดเล็กในดินจะอิ่มตัวด้วยน้ำ ส่วนน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ออกหมดโดยแรงดึงดูดของโลก (ภาพที่ 2-2)

2.1.3.4 สภาพน้ำเยื่อ (hygroscopic coefficient) เป็นสภาพที่น้ำจะอยู่ในรูปเยื่อบางๆรอบอนุภาคดิน น้ำจะถูกยึดด้วยแรงดึงดูดที่สูงมากตั้งแต่ 31 บรรยากาศจนถึง 10,000 บรรยากาศ สภาพเช่นนี้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ (ภาพที่ 2-1)

2.1.3.5 สภาพจุดเหี่ยวถาวรของพืช (permanent wilting point) เป็นสภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากในช่องว่างขนาดเล็กของดินมีปริมาณน้ำอยู่น้อยประกอบกับมีแรงยึดเพิ่มขึ้น ในเวลากลางวันพืชจะต้องคายน้ำ ทำให้อัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำของพืชทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยวเฉาแบบชั่วคราว เมื่อเราเพิ่มน้ำให้กับดินอาการเช่นนี้ก็จะหายไป ในกรณีที่เราไม่เพิ่มน้ำให้แก่ดินปริมาณน้ำในดินก็จะน้อยลงไปเรื่อยๆประกอบกับแรงดูดยึดมีค่ามากขึ้นทำให้ปริมาณการดูดน้ำของพืชได้ น้อยและยากกว่าเดิม ทำให้พืชแสดงอาการเหี่ยวเฉาแบบรุนแรงมาก สภาพเช่นนี้จะทำให้พืชเหี่ยวเฉา อย่างถาวร แม้นเราเพิ่มปริมาณน้ำในดินก็ตาม (ภาพที่ 2-1)

2.1.4 การหาปริมาณความชื้น

(เชิดพันธุ์ อมรกุล และ ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, 2563) ได้กล่าวว่า ความชื้นของดินตามธรรมชาติ (Natural Water Content) เป็นการทดสอบพื้นฐานที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของดิน เช่น แรงเฉือน อัตราส่วนช่องว่างในดิน การทรุดตัวของดิน เป็นต้น ค่าพิกัดแอตเตอร์เบอร์ก (Atterberg Limits) ต่างๆ ที่ทดสอบก็คือค่าความชื้นของดินนั่นเอง (ในสถานะต่างกับความชื้นตามธรรมชาติ) การทดสอบความชื้นของดินจึงมีความจำเป็นในงานทดสอบดิน

ในทางปฏิบัติ ความชื้นของดินหาได้จากการนำตัวอย่างดินที่มีขนาดน้ำหนักมากพอ (สำหรับขนาดเม็ดดินแต่ละชนิด) ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105-5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18 - 24 ชั่วโมง จนดินแห้งและมีน้ำหนักคงที่ แล้วคิดความชื้นของดินเป็นสัดส่วนต่อน้ำหนักดินแห้งเป็นเปอร์เซ็นต์ ดินที่มีเม็ดละเอียดจะมีความชื้นได้สูงกว่าดินที่มีมีเม็ดหยาบ เนื่องจากดินเม็ดละเอียดมีพื้นที่เฉพาะ (Specific Surface) ซึมซับน้ำได้มากกว่า

2.1.4.1 การคำนวณความชื้นของดิน

ความชื้น, เปอร์เซ็น

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (2\text{-}1)$$

$$W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \quad (2\text{-}2)$$

W_w = น้ำหนักน้ำในดิน กรัม
W_s = น้ำหนักดินแห้ง กรัม
W_1 = น้ำหนักกระป๋องดิน กรัม
W_2 = น้ำหนักตัวอย่างดินเปียก + กระป๋อง กรัม
W_3 = น้ำหนักตัวอย่างดินแห้ง + กระป๋อง กรัม

2.2 แอลซีดี (Liquid Crystal Display (LCD))

(พงษ์ศธร สุยะมูล, 2556) ได้กล่าวว่า จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวขระเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น
แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

2.2.1 Character LCD

เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2.2.2 Graphic LCD

เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนชุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตาแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

2.2.3 โครงสร้างทั่วไปของ LCD

โครงสร้างทั่วไปของจอภาพแบบ LCD ทั่วไป จะมีประมาณ 7 ส่วนด้วยกัน

2.2.3.1 จะเป็นหลอดฟลูออเรสเซน เพื่อทำหน้าที่ให้แสงสว่างออกมา

2.2.3.2 เป็นส่วนของ diffuser หรือกระจกฝ้าที่ทำให้แสงที่ กระจายออกมามีความสว่างสม่ำเสมอ

2.2.3.3 จะเป็น polarizer ซึ่งก็คือฟิลเตอร์ชนิดหนึ่งที่ยอม ให้คลื่นแสงในแนวใดแนวหนึ่งผ่านได้ แต่จะไม่ยอมให้คลื่นแสงในอีกแนวหนึ่งผ่านไปได้ ซึ่งส่วนมากนิยมจะวางให้คลื่น แสงในแนวนอนผ่านออกมาได้

2.2.3.4 จะเป็นชั้นของแก้วหรือ glass substrate ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานสำหรับขั้ว electrode (ขั้วไฟฟ้า)

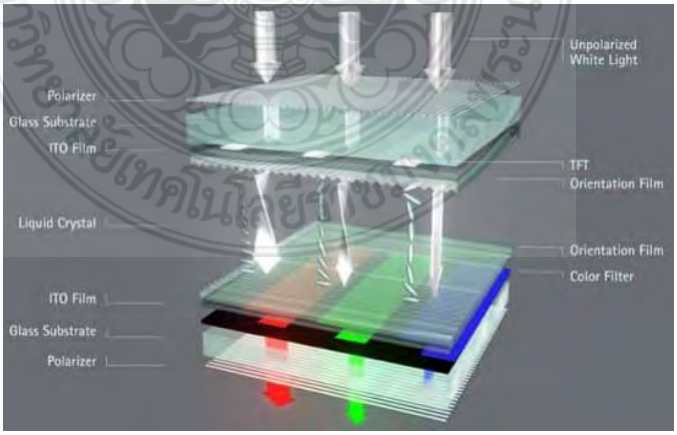
2.2.3.5 จะเป็นชั้นของ liquid crystal หรือชั้นของผลึกเหลว

2.2.3.6 จะเป็นแผ่นแก้วปิดเอาไว้เพื่อไม่ให้ผลึกเหลวไหล ออกมาได้

2.2.3.7 จะเป็น polarizer อีกชั้นหนึ่งซึ่งนิยมวางให้ทำมุม 90 องศากับ polarizer ตัวแรก ส่วนถ้าเป็นจอสีก็จะมีฟิลเตอร์ สี (แดง เขียว และน้ำเงิน) คั่นอยู่ก่อนที่จะถึง polarizer ตัวนอกสุด

2.2.4 องค์ประกอบภาพ

เริ่มจากแหล่งกำเนิดแสงแบ็คไลท์ (back light) บนแผ่นโพลารอยด์ด้านหลังชั้นของ Twisted-Nematic (TN) LCD จะมีการหุ้มด้วยแผ่นแก้วหรือกระจกทั้ง 2 ด้าน ใช้แผ่นโพลารอยด์ด้านหน้าผนวกกับชั้นนอกสุดเป็นแผ่น กันการสะท้อนแสง การทำงานจริง ๆ นั้นผลึกเหลวที่หยอดเอาไว้ ระหว่างช่องกระจกจะถูกกระตุ้นด้วย ไฟฟ้า ทำให้โมเลกุลของ ลิควิดคริสตัลในส่วนของจุดภาพพิกเซล (pixel) นั้นหมุนเป็นมุม 90 องศา เพื่อให้เกิดได้ทั้งจุดสว่าง และจุดมืด หากเรากล่าวว่าเทคนิคของ LCD คือการบิดตัวโมเลกุล แล้วเอาเงาของมันมาใช้



ภาพที่ 2-2 โครงสร้างทั่วไปของจอ LCD

ที่มา : (พงษ์ศธร สุยะมูล, 2556)

2.2.5 จอ LCD 20x4 Character (Parallel)

ภาพที่ 2-3 จอแอลซีดี 20x4 Character (Parallel)

ตารางที่ 2-1 ขาของจอแอลซีดี 20x4 แบบ parallel

Pin	Symbol	Description
1	VSS/GND	Ground
2	VDD	+5VDC
3	VO/VEE	LCD Control สำหรับปรับความเข้มข้นของตัวอักษร
4	RS	Register Select เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกเขียนอ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์
5	RW	Read/Write เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกโหมดเขียนอ่านข้อมูล
6	E/EN	Enable เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณพลัสเมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล
7	DB0	Data Pins 8-Bit
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	A	LED+ เป็นขา VCC สำหรับ LED backlight (5V)
16	K	LED- เป็นขา Ground สำหรับ LED backlight (GND)

2.2.5.1 การควบคุมการแสดงผลของ LCD ในการควบคุมหรือสั่งงาน ตัวจอ LCD นั้นมีส่วนควบคุม (Controller) รวมไว้ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งควบคุมการทำงานของจอ LCD ผ่าน Controller ว่าต้องการใช้แสดงผลอย่างไร โดย LCD Controller ของจอตัวนี้เป็น Hitachi เบอร์ HD44780 และขาในการเชื่อมต่อระหว่าง LCD กับ Microcontroller มีดังนี้

ก) GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่าง Ground ของระบบ Microcontroller กับ LCD

ข) VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD ขนาด +5VDC

ค) VO ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอ LCD

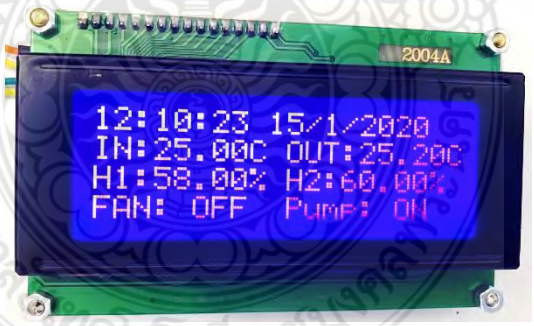
ง) RS ใช้บอกให้ LCD Controller ทราบว่า Code ที่ส่งมาทางขวา Data เป็นคำสั่งหรือข้อมูล

จ) R/W ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD Controller

ฉ) E เป็นขา Enable หรือ Chips Select เพื่อกำหนดการทำงานให้กับ LCD Controller

2.2.6 จอ LCD 20x4 Character (I2C)

จะเป็นจอ LCD ธรรมดาทั่วไปที่มาพร้อมกับบอร์ด I2C Bus ที่ทำให้การใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นและยังมาพร้อมกับ VR สำหรับปรับความเข้มของจอ ในรูปแบบ I2C จะใช้ขาในการเชื่อมต่อกับ Microcontroller เพียง 4 ขา (แบบ Parallel ใช้ 16 ขา) ซึ่งทำให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2-4 จอแอลซีดี 20x4 Character (I2C)

ตารางที่ 2-2 ขาของจอแอลซีดี 20x4 Character (I2C)

Pin No	Symbol	Description
1	GND	Ground
2	VCC	+5VDC
3	SDA	Serial Data
4	SCL	Serial Clock

2.2.6.1 การควบคุมการแสดงผลของจอ LCD (I2C) ในการควบคุมหรือสั่งงานโดยทั่วไปจอ LCD จะมีส่วนควบคุม (Controller) อยู่ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD (I2C) เช่นเดียวกันกับจอ LCD แบบธรรมดา พูดง่าย ๆ คือรหัสคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมเหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่รูปแบบในการรับส่งข้อมูล ในบทความนี้เราจะมาพูดถึงจอ LCD 16x4 ที่มีการส่งข้อมูลรูปแบบ I2C ที่ใช้ขาเพียง 4 ขา ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเท่านั้น

ก) GND เป็นขา Ground ใช้ต่อระหว่าง Ground ของระบบ Microcontroller กับ LCD

ข) VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD มีขนาด +5VDC

ค) SDA (Serial Data) เป็นขาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล

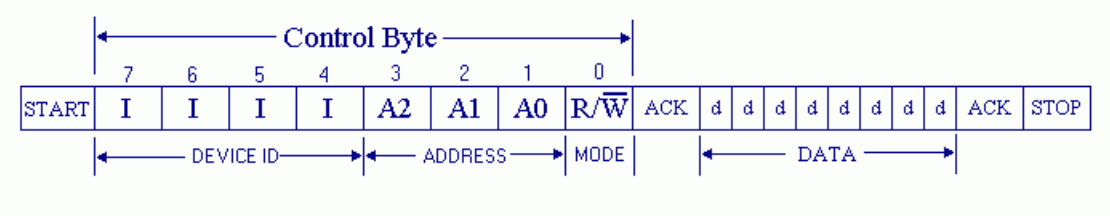
2.2.6.2 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I2C BUS

ก) MCU จะทำการส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส

ข) VCC ตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID, Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล

ค) เมื่ออุปกรณ์รับทราบว่า MCU ต้องการจะติดต่อด้วย ก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง

ง) และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส



ภาพที่ 2-5 การรับ-ส่งข้อมูลแบบไอทูซีบัส (I2C BUS)

ที่มา : (http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm, 2563)

2.3 โหนด เอ็มซียู (Node MCU)

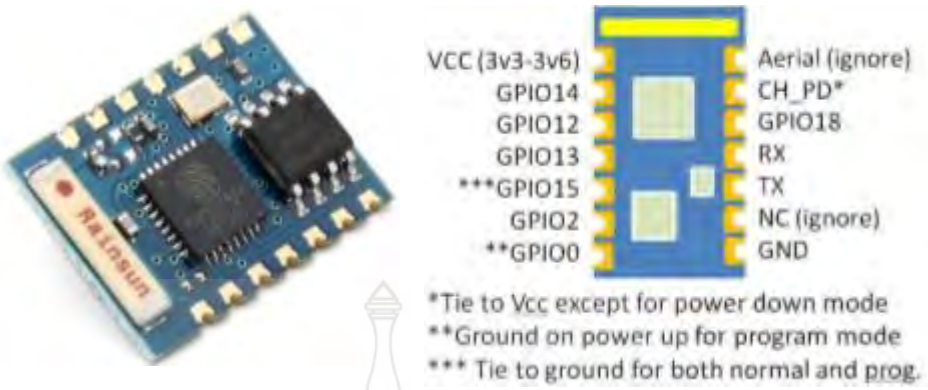
(ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561) ได้กล่าวว่า Node MCU เป็นแพลตฟอร์มในการช่วยสร้างชิ้นงานด้าน IoT (Internet of Things) ที่ ประกอบด้วย ตัวบอร์ด (Development Kit) และซอฟต์แวร์ที่ทำ งานบนตัวบอร์ด (Firmware) แบบ Open source สามารถพัฒนาชุดคำสั่งด้วยภาษา Lau และภาษาซี ทำให้การพัฒนาชุดคำสั่งเป็นเรื่อง ที่ไม่ยากสำหรับผู้ที่เริ่มต้นศึกษา Node MCU มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นตัวหลักใน การเชื่อมต่อกับเครือข่าย โดยมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่น เช่น ESP-12 จนถึง ESP12E เป็นต้น ซึ่งการทำงานโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันมาก Node MCU มีการทำงานคล้ายกับบอร์ด Arduino คือมี พอร์ต Input และ Output อยู่ในตัวบอร์ด สามารถเขียนชุดคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ Input Output ได้ โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์เสริม

โมดูล WiFi ชิป ESP ถูกสร้างโดย Teo Swee Ann เป็นชาวประเทศสิงค์โปร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นใน นามบริษัท Espressif System โดยตัวโมดูลจะประกอบไปด้วยชิป Microcontroller และโมดูล WiFi ถูกวางจำหน่ายในราคาหลักร้อยเพียงเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่ได้ยากต่อการจัดหามาใช้งาน หรือทำการทดลอง ESP8266 เป็นชื่อชิปไอซีบน Node MCU ซึ่งตัวชิปจะไม่มีพื้นที่เขียนชุดคำสั่ง (Flash memory) จึงต้องอาศัยไอซีภายนอก (External flash memory) ในการเก็บรวบรวมชุดคำสั่ง โดยเชื่อมต่อผ่านโพรโทคอล SPI ด้วยสาเหตุนี้ทำให้ ESP8266 มีพื้นที่เขียนชุดคำสั่งมากกว่ารุ่นอื่นถึง 4 MB โดย ESP8266 รุ่นที่นิยมนำมาใช้งานมีดังนี้ .

ภาพที่ 2-6 ภาพแสดงขาควบคุม esp-01

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-6 เป็น esp รุ่นที่เหมาะกับการเรียนรู้ และงานที่เขียนชุดคำสั่งขนาดเล็ก ประกอบไปด้วย 8 ขา ได้แก่ขา RX, VCC, GPIO0, RESET, CH_PD, GPIO2, TX และ GND มีการทำงาน ค่อยข้างช้า หากมีการเขียนชุดคำสั่งที่ไม่รัดกุม หรือมีชุดคำสั่งมากเกินไป



ภาพที่ 2-7 ภาพแสดงขาควบคุม esp-03

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-7 ดูโดยรวมแล้วจะมีลักษณะคล้ายกับรุ่น esp-01 แต่แตกต่างกันที่จำนวนขา ซึ่ง esp-03 จะมีจำนวนขาถึง 14 ขา โดยใช้งานได้ 13 ขา เหลือ 1 ขาเป็นขาว่าง และมีขาสำหรับต่อเสา สัญญาณที่ขา GPIO14 เพื่อให้รับสัญญาณได้ดีกว่ารุ่นก่อน

ภาพที่ 2-8 ภาพแสดงขาควบคุม esp-07

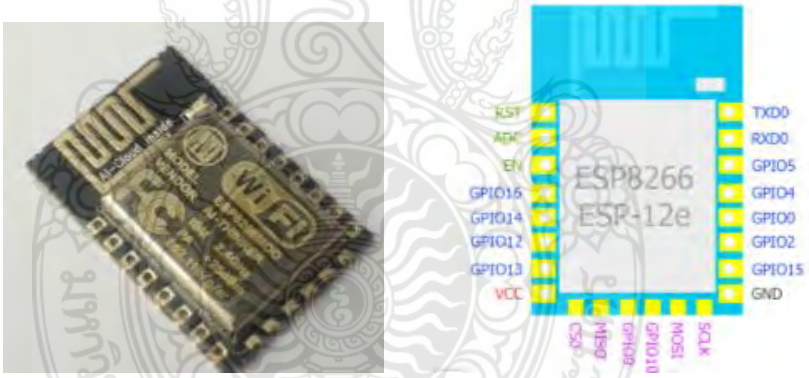
ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-8 esp-07 เป็นรุ่นที่เสริมแผ่นเหล็กครอบเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนไว้บนชิป ประกอบไปด้วยขา GPIO ทั้งสิ้น 7 ขา ได้แก่ขา 2, 4, 5, 12, 13, 14, และ 16 โดยใช้เป็น Input Output Digital ได้ ขา TX RX สำหรับต่อ Serial port ขา CH_PD ต่อกับไฟ และขา Reset

ภาพที่ 2-9 ภาพแสดงขาควบคุม esp-12

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-9 esp-12 จะมีขาเหมือนกับ esp-07 แตกต่างตรงที่มีเสาสัญญาณเป็นลายทองแดงบน PCB เป็นรุ่นที่นิยมใช้ในการทดลองหรือพัฒนาชุดคำสั่ง เนื่องจากไม่ต้องต่อเสาสัญญาณเพิ่ม มีความเสถียร และความเร็วในการทำงานตามชุดคำสั่งเท่ากับ esp-07



ภาพที่ 2-10 ภาพแสดงขาควบคุม esp-12e

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-7 esp-12e เป็นรุ่นที่ถูกพัฒนามาจาก esp-12 เพิ่มเติมที่มีขาในส่วนท้ายของ PCB จำนวน 6 ขา ได้แก่ SCLK MOSI MISO ซึ่งเป็นขาที่เชื่อมต่อผ่านโพรโทคอล SPI และ CS0 GPIO9 CPIO10 ถ้าเป็นรุ่นอื่นจะต้องเชื่อมต่อผ่านขา GPIO ปกติ ทำให้รุ่นนี้ประหยัดขาเพื่อใช้งานด้านอื่นมากขึ้น

2.3.1 Node MCU ESP8266

โหนด MCU ESP 8266 เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมสูงสำหรับงาน Internet of Things (IoT) เนื่องจากมีขนาดเล็ก ราคาถูกและมีขาอินพุต เอ้าต์พุตจำนวนมากพอสำหรับการใช้งานทั่วไปบน MCU.ESP8266.มีระบบ Wi-Fi รองรับการทำงานหลายโหมดด้วยกันอาทิเช่น โหมด Station โหมด Client โหมด Access Point และเซทระบบให้ทำงานเป็น Web Server ได้ ทำให้โหนด MCU ESP8266 สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย หรือจะสร้างเครือข่ายเพื่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ก็ได้ โหนด MCU ESP8266 ถือว่าเป็นแพล็ตฟอร์ม Arduino เพราะมีสถาปัตยกรรมคล้ายกันตรงที่ไม่ต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ และประกอบไปด้วย Development.Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) เป็นแบบ open source สามารถโปรแกรมจัดการตัวเอง ส่วน ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาชุดคำสั่งควบคุมการทำงาน สามารถเขียนได้ 2 ภาษา ได้แก่ ภาษาซี กับ ภาษา Lua โดยผู้พัฒนาชุดคำสั่งสามารถใช้ Arduino IDE ในการพัฒนาชุดคำสั่ง แล้วอัพโหลดเข้าโหนด MCU ESP8266 ได้ เพียงแค่ติดตั้งไลบรารี่ในส่วนของโหนด ESP เพิ่มเติมลงใน Arduino IDE

ภาพที่ 2-11 ภาพแสดง Node MCU ESP8266

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากภาพที่ 2-11 เป็นโหนด MCU ESP8266 ที่นำมาใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ โดยแบ่งการทำงานของโหนด 2 ประเภทคือ 1. มาสเตอร์โหนด จำนวน 1 ตัว และ 2. สเลฟโหนด จำนวน 5 ตัว

2.3.2 คุณสมบัติ Node MCU ESP8266 ด้านการใช้งาน Wi-Fi

2.3.2.1 รองรับเทคโนโลยี Wi-Fi Diret และ SoftAP

2.3.2.2 รองรับมาตรฐาน IEEE802.11 b/g/n

2.3.2.3 TCP/IP Stack

2.3.3 ฟังก์ชัน Wi-Fi ในการเขียนชุดคำสั่ง Node MCU ESP8266

2.3.3.1 serial.begin เป็นคำสั่งใช้ในการควบคุมความเร็วในการส่งชุดคำสั่งไปยัง Node MCU ESP8266 กับคอมพิวเตอร์มีตั้งแต่ 300-2000000 baud แต่ที่นิยมใช้กับ Node MCU

ESP8266 คือ 115200 baud รูปแบบการเขียนคำสั่ง serial.begin(ความเร็วที่กำหนด) โดยความเร็วที่กำหนด หน่วยจะเป็นบิตต่อวินาที

2.3.3.2 serial.print เป็นคำสั่งให้ Node MCU ESP8266 ส่งค่าใด ๆ ที่กำหนดออกทางมอนิเตอร์ ของ Arduino IDE รูปแบบการเขียนคำสั่ง serial.print(ค่าที่ต้องการส่งออก)

2.3.3.3 serial.println ต่างจาก serial print ตรงที่แสดงค่าเสร็จแล้วจะขึ้นบรรทัดใหม่ รูปแบบ การเขียนคำสั่ง serial.println(ค่าที่ต้องการส่งออก)

2.3.3.4 WiFi.begin เป็นคำสั่งในการเตรียมไลบรารี่ Wi-Fi จะส่งค่าแสดงออกเป็นสถานะ ประกอบไปด้วยสถานะดังต่อไปนี้

ก) WL_CONNECTED สถานะเชื่อมต่อสำเร็จ

ข) WL_IDLE_STATUS สถานะเปิดการเชื่อมต่อแต่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ

ค) WL_NO_SSID_AVAIL สถานะไม่พบเครือข่ายให้เชื่อมต่อ

ง) WL_SCAN_COMPLETED สถานะค้นหาเครือข่ายเสร็จสิ้น

จ) WL_CONNECT_FAILED สถานการณ์เชื่อมต่อล้มเหลว

ฉ) WL_CONNECT_LOST สถานะขาดการเชื่อมต่อ

ช) WL_DISCONNECTED สถานะยกเลิกการเชื่อมต่อ

รูปแบบคำสั่ง WiFi.begin( )

2.3.4 โหมดการทำงาน Wi-Fi บน Node MCU ESP8266

ESP8266 สามารถทำงานได้ 3 โหมด ได้แก่

2.3.4.1 โหมด Soft AP หรือ Soft Access point Class เป็นโหมดรอการเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ เพื่อรับส่งข้อมูล รูปแบบการใช้คำสั่ง WiFi.softAP(ssid, password, channel, hidden, max_connection)

ก) ssid เป็นการกำหนดชื่อเครือข่ายเป็นตัวอักษรสูงสุดไม่เกิน 31 ตัวอักษร

ข) password เป็นการกำหนดรหัสผ่านควรมีความยาวอย่างน้อย 8 ตัวอักษร สูงสุด ไม่เกิน 63 ตัวอักษร

ค) channel เป็นการกำหนดช่องสัญญาณตั้งแต่ 1-13 ถ้าไม่ได้กำหนดจะเริ่มต้นที่ ช่อง 1

ง) hidden เป็นการเลือกให้แสดงเครือข่ายหรือไม่ ถ้ากำหนดค่าเป็น true จะเป็นการซ่อนเครือข่าย

จ) max_connection เป็นการกำหนดจำนวนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตั้งแต่ 0-8 อุปกรณ์ ถ้าไม่ได้กำหนดจะเริ่มต้นที่ 4 อุปกรณ์ ในกรณีที่อุปกรณ์เชื่อมต่อครบจำนวนแล้ว อุปกรณ์อื่น ที่ต้องการเชื่อมต่อเพิ่มอีกจะถูกบังคับให้รอจนกว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ก่อนหน้าจะหยุดการเชื่อมต่อ

2.3.4.2 โหมด STA หรือ Station เป็นโหมดที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ในเครือข่าย เดียวกัน รูปแบบการใช้คำสั่ง WiFi.begin(ssid, password, channel, bssid, connect)

ก) ssid เป็นการกำหนดชื่อเของ AP ที่ต้องการเชื่อต่อเป็นตัวอักษรสูงสุดไม่เกิน 32 ตัวอักษร

ข) password เป็นการกำหนดรหัสผ่านของ AP ที่ต้องการเชื่อมต่อ ควรมีความยาว อย่างน้อย 8 ตัวอักษร สูงสุดไม่เกิน 64 ตัวอักษร

ค) channel เป็นการกำหนดช่องสัญญาณของ AP ที่ต้องการเชื่อมต่อใช้ในกรณีที่ ต้องการกำหนดช่องสัญญาณ ไม่ต้องกำหนดก็ได้

ง) bssid การกำหนด mac address ของ AP ที่ต้องการเชื่อมต่อ ไม่กำหนดก็ได้

จ) connect เป็นการก าหนดการเชื่อมต่อกับ AP หากกำหนดค่าเป็นเท็จจะเป็นเพียงการจดจำ AP แต่ไม่ได้เชื่อมต่อ

2.3.4.3 โหมด AP + STA เป็นการก าหนดให้ Node MCU ESP8266 ทำงานทั้งโหมด Access point และโหมด Station พร้อมกันแต่ประสิทธิภาพจะลดลง และใช้พลังงานสูง

2.4 เซ็นเซอร์ (Sensor)

(ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558) ได้กล่าวว่า sensor คืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำระบบ sensor มาใช้บนโทรศัพท์มือถือ ในหลายรูปแบบ เช่น ระบบตรวจสอบจับความเคลื่อนไหว (G-sensor), ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ (Accelerometer Sensor), เซ็นเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ (Orientation Sensor), เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับเสียง (Sound Sensor), ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก (Magnetic Sensor), ตรวจจับแสงสว่างสำหรับปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ (Light Sensor) และระบบเปิด / ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู (Proximity Sensor) เป็นต้น

2.4.1 Sensor วัดความชื้นในดิน

ในการวัดค่าความชื้นในดินนั้น จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรดปักลงไปในดินที่ต้องการวัดซึ่งก็จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ หลักการคือ การวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้าง ดังรูปนี้

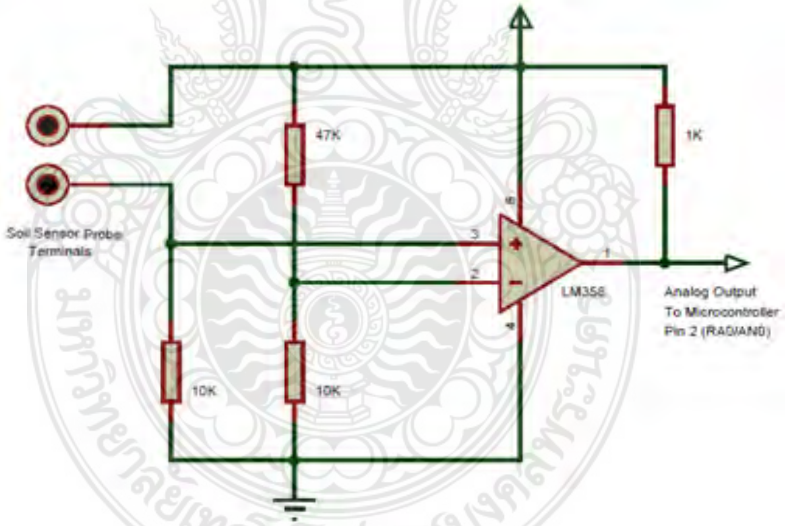
ภาพที่ 2-12 อุปกรณ์วัดความชื้นในดิน soil sensor

ที่มา : (https://www.myarduino.net, 2563)

2.4.1.1 ขา 1 VCC ของเซ็นเซอร์ ต่อเข้ากับขา 5V ของบอร์ด esp8266

2.4.1.2 ขา 2 GND ของเซ็นเซอร์ ต่อเข้ากับขา GND ของบอร์ด esp8266

2.4.1.3 ขา 3 A0 ของเซ็นเซอร์ ต่อเข้ากับขา A0 ของบอร์ด esp8266



ภาพที่ 2-13 soil sensor schematic

ที่มา : (http://pinterest.com, 2563)

ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย ก็แปลว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องรดน้ำ

ในการณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มาก ก็แปลว่ามีความชื้นในดินน้อย หรือดินแห้งอาจจะต้องรดน้ำ

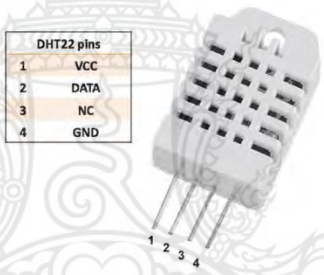
ในส่วนของ Soil moisture sensor module นี้สามารถอ่านค่าได้ 2 แบบ

ก) อ่านค่าเป็นแบบ Analog หมายถึงอ่านค่าความชื้นและให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024

ข) อ่านค่าเป็นแบบ Digital โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้ามากกว่าก็ให้ logic HIGH ถ้าต่ำกว่าก็ logic LOW

2.4.2 DHT22

DHT22 เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบ ๆ ทั่วไปหรือในห้องหรือประยุกต์ใช้งานอื่น เช่น Testing, Inspection Equipment, Automatic Control, Data Logger, Weather Station, Humidity Regulator ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Rasberry Pi, ARM, MCS-51, AVR, PIC มีความถูกต้องแม่นยำให้สัญญาณเอาท์พุตแบบ Digital Output



ภาพที่ 2-14 ภาพแสดงขา DHT22

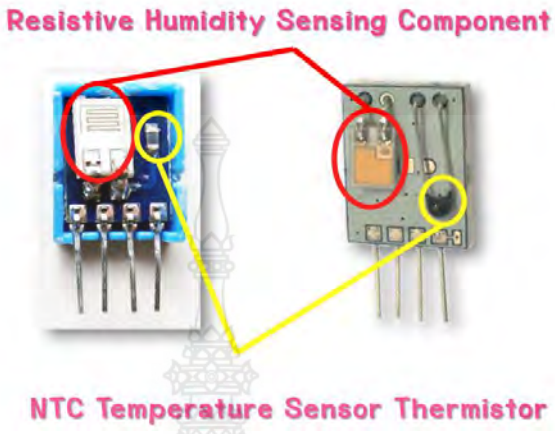
ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

2.4.2.1 โครงสร้างภายใน

ก) Resistive Humidity Sensing Component : เซนเซอร์ความชื้นที่จะวัดความเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ไฟฟ้าของตัวกลางดูดความชื้น การทำงานของเซนเซอร์ก็คือดูดซับไอน้ำและไอออนที่แตกตัว เป็นผลให้ค่าความนำไฟฟ้าของตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยช่วงเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 วินาที

ข) NTC Temperature Sensor Thermistor : เป็นเซนเซอร์ที่ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิ 0 C NTC มีความต้านทาน 10kΩ แต่ที่อุณหภูมิ 100 C NTC จะมีความต้านทานลดลงเหลือเพียง 200Ω เท่านั้น ด้วยความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จึงเหมาะกับงานที่ต้องการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจน แต่เทอร์มิสเตอร์มีคุณสมบัติ

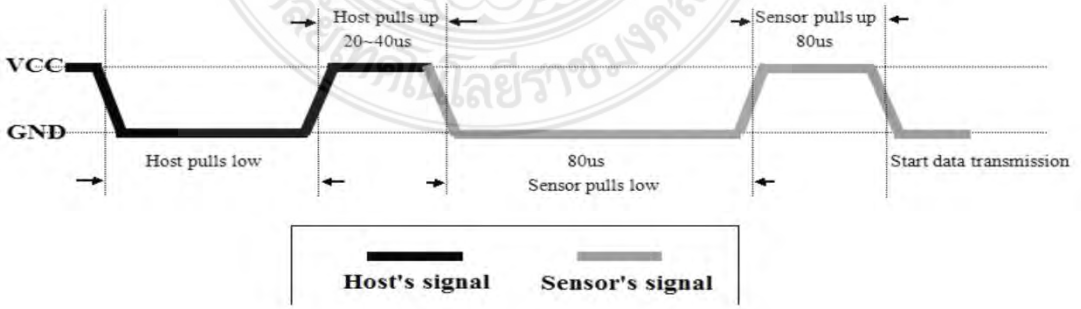
ไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานจึงจำกัดอยู่ในช่วงแคบ ๆ เป็นช่วง ๆ ไป เช่น ช่วง 50-150 C หรือ 150-250 C เป็นต้น



ภาพที่ 2-15 โครงสร้างภายใน DHT22

ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

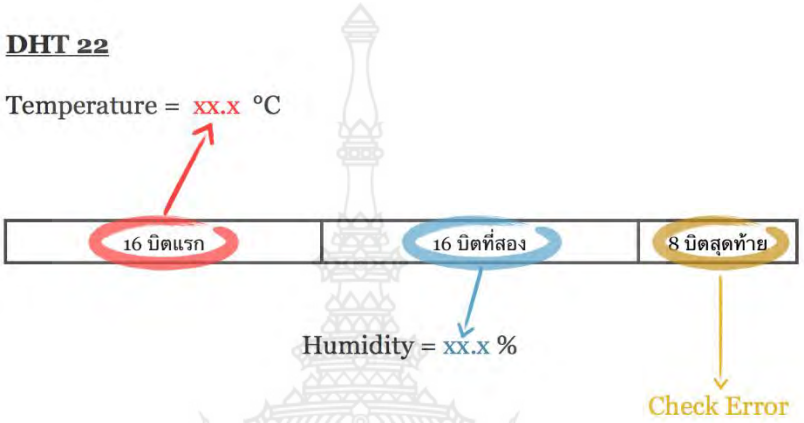
2.4.2.2 หลักการทำงาน เริ่มจาก MCU จะส่งสัญญาณ pull down voltage ไปยัง DHT11/22 โดย ถ้าเป็น DHT 11 จะใช้เวลาส่ง down voltage อย่างต่ำ 18 ms แต่ถ้าเป็น DHT22 จะใช้เวลาอย่างต่ำ 1 ms และ MCU จะ pull up voltage เพื่อรอการตอบสนองจาก DHT ประมาณ 20-40 us หลังจากนั้น DHT จะส่งสัญญาณ pull down voltage เวลา 80 us เป็นการตอบสนองไปยัง MCU แล้ว DHT ก็จะ pull up voltage เพื่อเตรียมส่งข้อมูล โดยในการส่งข้อมูลแต่ละบิต DHT จะมีการ pull down voltage 50 us หลังจาก DHT มีการ pull down voltage 50 us เพื่อเป็นการบอก MCU ว่าจะส่งข้อมูล 1 บิต โดยการส่งบิตค่า “0” DHT จะทำการส่งสัญญาณ pull up voltage 26-28 us และ ส่งบิตค่า “1” DHT จะทำการส่งสัญญาณ pull up voltage 70 us



ภาพที่ 2-16 การทำงานของ DHT22

ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

2.7.2.3 การส่งข้อมูลของ DHT22 คือ จะส่งทั้งหมด 40 บิต โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วน สองส่วนแรกส่วนละ 16 บิต และส่วนสุดท้าย 8 บิต ซึ่ง 16บิตแรกและ 16บิตที่สอง หมายถึงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นตามลำดับ ที่รวมทั้งค่าหน้าและหลังทศนิยม โดย ตัวเลขหลักหน่วยจะหมายถึงตัวหลังทศนิยม และ 8บิตสุดท้ายคือเป็นค่าที่ตรวจสอบว่าข้อมูล error หรือไม่



ภาพที่ 2-17 การส่งข้อมูล DHT22

ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

2.5 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless)

(ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561) ได้กล่าวว่า เครือข่ายไร้สาย หรือเรียกว่า Wi-Fi (Wireless Fidelity) คือการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนเครือข่าย เข้าด้วยกัน โดยอาศัยคลื่นวิทยุทดแทนการใช้สายสัญญาณในการรับส่งข้อมูล ในปัจจุบันได้รับความ นิยมมาก เนื่องจากคลื่นวิทยุสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ในระดับหนึ่งขึ้นอยู่ว่าสิ่งกีดขวางนั้นมีมวล สารและความหนาแน่นมากน้อยเท่าไร จึงทำให้เครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องติดตั้งสายสัญญาณ สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายส่วนใหญ่มักจะนิยมใช้อุปกรณ์ทางเครือข่ายเป็นตัวกลางอย่างเช่น แอกเซสพอยต์ ซึ่งมีการทำงานคล้ายกับอุปกรณ์เครือข่ายแบบมีสายที่ชื่อว่า ฮับ ด้วยเทคโนโลยีที่ พัฒนาขึ้นในปัจจุบันทำให้สามารถรวมอุปกรณ์เครือข่ายหลายอย่างไว้ในแอกเซสพอยต์ได้ อาทิเช่น สวิตช์ บริดจ์ หรือ เร้าท์เตอร์แบบไร้สาย และมีการกำหนดมาตรฐานเพื่อรับรองความเร็วในการใช้งาน ซึ่งแต่ละมาตรฐานมีความแตกต่างกันตามตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐาน WI-FI 802.11

มาตรฐาน	ความถี่ (GHz)	ความเร็วในการส่งข้อมูล (Mbps)	ระยะในการส่ง (เมตร)
IEEE 802.11b	2.4	11	30-50
IEEE 802.11a	5	54	8.5-25
IEEE 802.11g	2.4	54	35-50
IEEE 802.11n	2.4 - 5	248	70-100

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

จากตารางที่ 2-3 มาตรฐาน IEEE 802.11 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) คือองค์กรที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารของข้อมูลบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับเครือข่าย Wireless Lan คือ มาตรฐาน IEEE802.11 และกำหนดมาตรฐานย่อย คือ a, b, g และ n ตามลำดับ โดยแต่ละมาตรฐานมีความเร็วและคลื่นความถี่สัญญาณที่แตกต่างกันดังนี้

IEEE.802.11b เป็นมาตรฐานแรกที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากราคาถูก ทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4.GHz ความเร็วในการรรับส่งข้อมูลอยู่ที่ 11 Mbps มักถูกนำไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษาสถาน ในพื้นที่สาธารณะ และสถานที่พักอาศัย และมาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัส ข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 บิต

มาตรฐาน IEEE.802.11a เป็นมาตรฐานต่อมาจาก IEEE.802.11b ทำงานที่คลื่อนความถี่ 5 GHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 54 Mbps สามารถแพร่ภาพวิดีโอ และข้อมูลที่มีความต้องการละเอียดสูง โดยอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับให้ช้าลงได้เช่น 54, 48, 36, 24 และ 11 Mbps เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้น มาตรฐานนี้ไม่ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลาย เพราะบางประเทศไม่อนุญาตให้ใช้ ดังนั้นปัญหาการรบกวนคลื่นความถี่ จึงมีน้อย

มาตรฐาน.IEEE.802.11g เป็นมาตรฐานที่รวบรวมข้อดีของของมาตรฐาน IEEE.802.11b และ มาตรฐาน IEEE.802.11a ทำงานที่คลื่นความถี่ความถี่ 2.4 GHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 54 Mbps เป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802 11b โดยสามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลดลงเหลือ 2 Mbps ได้ (ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน) มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมของผู้ใช้เป็น จำนวนมากและเข้ามาแทนที่ 802 11b ที่มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำ

มาตรฐาน IEEE.802.11n.เป็นมาตรฐานที่ต่อยอดจาก IEEE.802.11 เดิม โดยการรวมคุณสมบัติ MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) คือ การนำเสาสัญญาณรับส่งมาใช้พร้อมกันหลายเสาสัญญาณ จึงสามารถทำงานบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz โดยมีเสาสัญญาณตั้งแต่

2 – 4 เสา บนตัวอุปกรณ์ และเพื่อป้องกันการรบกวนสัญญาณในพื้นที่ที่มีการกระจายสัญญาณหนาแน่น โดยสามารถเลี่ยงปัญหาการรบกวนของสัญญาณด้วยการกำหนดช่องสัญญาณตามรายละเอียดในตาราง ที่ 2-4

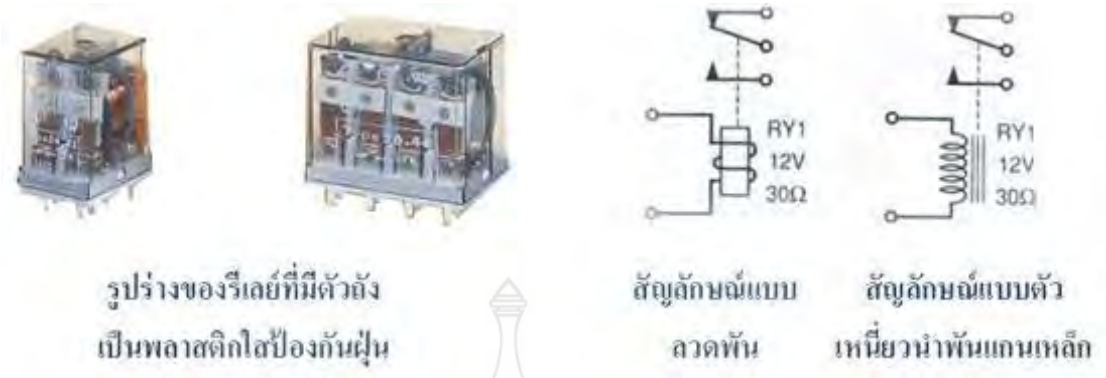
ตารางที่ 2-4 ตารางความถี่สำหรับการกำหนดช่องสัญญาณ Wi-Fi 802.11

ช่องสัญญาณ WI-FI	ความถี่ต่ำ (MHZ)	ความถี่กลาง (MHZ)	ความถี่สูง (MHZ)
1	2401	2412	2423
2	2406	2417	2428
3	2411	2422	2433
4	2416	2427	2438
5	2421	2432	2443
6	2426	2437	2448
7	2431	2442	2453
8	2436	2447	2458
9	2441	2452	2463
10	2446	2457	2468
11	2451	2462	2473
12	2456	2467	2478
13	2461	2472	2483
14	2473	2484	2495

ที่มา : (ธงชัย พรไชยสุทธิ, 2561)

2.6 รีเลย์ (Relay)

(ทองล้วน สิงห์นันท์, 2558) ได้กล่าวถึง รีเลย์ คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



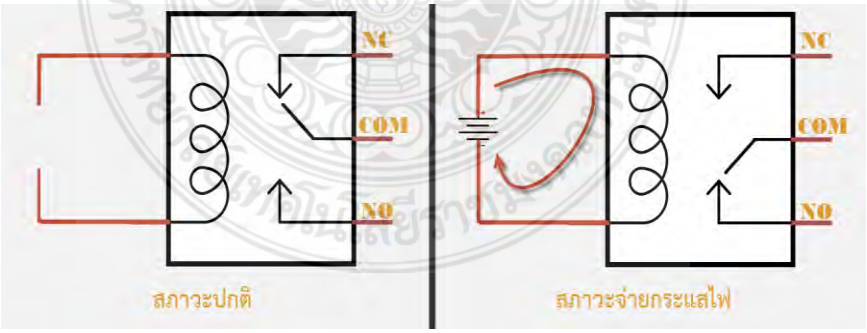
ภาพที่ 2-18 รูปร่างของรีเลย์และสัญลักษณ์แบบลวดพันและแบบเหนี่ยวนำแม่เหล็ก
ที่มา : (http://www.psptech.co.th, 2557)

2.6.1 รีเลย์ 2 ช่อง 5 โวลต์ (relay 2 channel 5V) ภายใน relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

2.6.1.1 หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้า

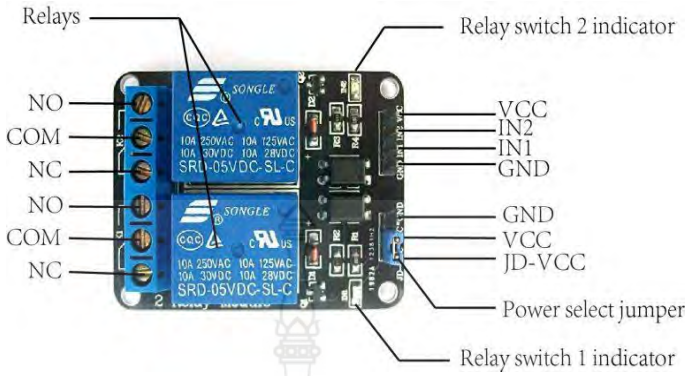
2.6.1.2 หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

2.6.1.3 ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน relay 1 ตัวอาจจะมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้



ภาพที่ 2-19 สภาวะปกติและสภาวะจ่ายกระแสไฟ
ที่มา : (https://www.thaieasyelec.com, 2563)

2.6.1.4 ขาสัญญาณ (Pin Definition)



ภาพที่ 2-20 ตำแหน่งขา relay 2 channel 5V

ที่มา : (https://osoyoo.com, 2560)

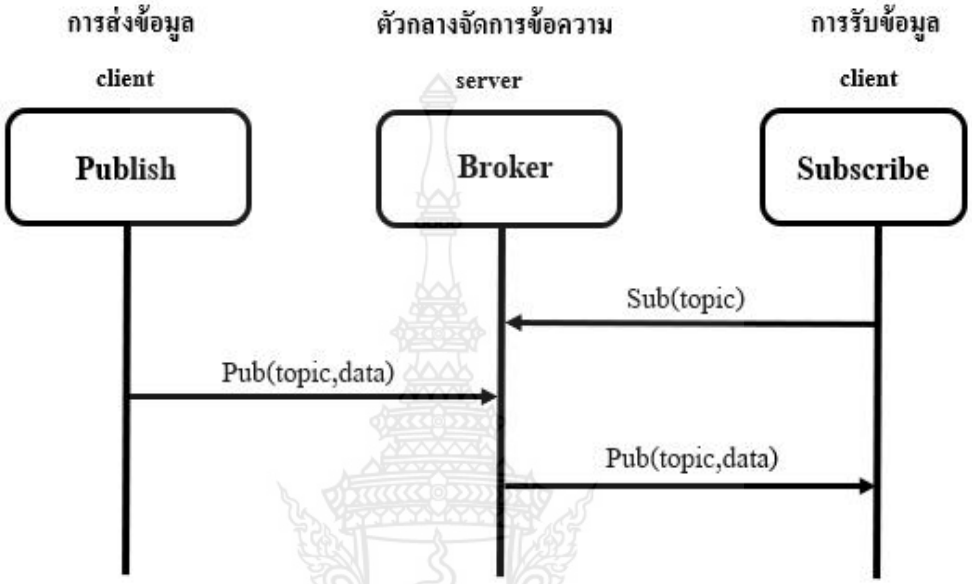
ตารางที่ 2-5 คำอธิบายขาของบอร์ด relay 2 channel

ขาที่	คำอธิบาย
1	GND
2	ขาสัญญาณ อินพุต relay (IN 1)
3	ขาสัญญาณ อินพุต relay (IN 1)
4	+VCC ขาไฟ 5VDC
5	หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด
6	ขา COM (Common) จะตัดหรือต่อวงจรจากขา NO,NC
7	หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด

2.7 โปรโตคอลเอ็มคิวทีที (MQTT Protocol)

(อธิวัฒธ์ สังข์ทอง, 2558) ได้กล่าวว่า เอ็มคิวทีที มาจากคำว่า (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นโปรโตคอลที่ ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุน เทคโนโลยีไอโอทีคือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่น การสั่งปิดเปิดไฟ ในบ้านจากที่อื่น ๆ เนื่องจากโปรโตคอลตัวนี้เป็นโปรโตคอลขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนวิธต่ำ ใช้หลักการแบบพับบลิค (Publish) / ซับสไคร (Subscribe) คล้าย

กับหลักการที่ใช้ในเว็บเซอร์วิสที่ต้องใช้เว็บเซิร์ฟเวอร์เป็น ตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่เอ็มคิวทีทีจะใช้ตัวกลางที่เรียกว่าโบรกเกอร์ (Broker) เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิวรับ - ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และทั้งในส่วนที่เป็นพับบลิคและซับสไครดังภาพ ที่ 2-21



ภาพที่ 2-21 โมเดลการสื่อสารแบบเอ็มคิวทีที

ที่มา : (อธิวัฒธ์ สังข์ทอง, 2558)

2.7.1 หลักการพื้นฐานของเอ็มคิวทีที

โปรโตคอลเอ็มคิวทีทีจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ โบรกเกอร์, พับบลิค และซับสไคร ซึ่งแต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

2.7.1.1 โบรกเกอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยจัดการข้อความ (Message) โดยอ้างอิง ด้วยท็อปปิค (Topic) ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ทำเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์มีหลายค่ายให้ใช้งาน หนึ่งในนั้นคือ โปรแกรม Mosquitto เป็นโอเพ่นซอร์ส เอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์สนับสนุน MQTT Broker v3.1/3.1.1

2.7.1.2 ซับสไครจะทำหน้าที่คอยดูการเปลี่ยนแปลงของข้อความที่อ้างอิงด้วยท็อปปิค เช่นสมมติว่าถ้าท็อปปิคที่สนใจมีการเปลี่ยนแปลงก็จะดึงดาต้า (Data) มาใช้งาน

2.7.1.3 พับบลิคจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังท็อปปิคนั้น ๆ

2.7.2 รูปแบบของการส่งและรับข้อความ

โปรโตคอลเอ็มคิวทีทีใช้หลักการเผยแพร่ข้อความและการรับข้อความไครเอ็น (Client) หลายๆ ตัวเชื่อมต่อไปยังโบรกเกอร์และเปิดรับข้อมูลในท็อปปิคที่สนใจไครเอ็นที่เชื่อมต่อกับโบรก

เกอร์แล้วส่ง ข้อความไปยังท็อปปิคทำให้ไครเอ็นตัวอื่นๆ ที่เปิดรับข้อมูลที่ท็อปปิคเดียวกันจะได้รับข้อมูลเดียวกัน ซึ่งโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีถูกออกแบบมาให้ง่ายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ

2.7.3 รูปแบบของการตั้งชื่อท็อปปิคและการซับสไคร

ข้อความในเอ็มคิวทีทีจะถูกส่งไปยังท็อปปิคไม่จำเป็นต้องตั้งค่าท็อปปิค หัวข้อที่เป็นท็อปปิค ย่อยเข้าลึกลงไปอีกจะใช้เครื่องหมาย (/) เป็นตัวคั่นจะทำให้การจัดเรียงข้อมูลเป็นระเบียบเหมือนกับ ระบบแฟ้มบนคอมพิวเตอร์ สำหรับตัวอย่าง สร้างท็อปปิคของหุ่นยนต์เพื่อที่จะรับค่าตำแหน่งการ เคลื่อนที่ Robot001/command/position ไครเอ็นสามารถรับข้อความได้โดยทำการซับสไครที่ ท็อปปิคตัวอย่างเพื่อรับค่าตำแหน่ง เครื่องหมาย + ใช้แทนการเลือกทั้งหมดในเฉพาะเลเวลเดียวกัน ไม่สามารถเลือกข้ามเลเวลได้ เช่นจาก ตัวอย่าง จะเป็นการเลือก command ทุกตัว

Robot001/+/position

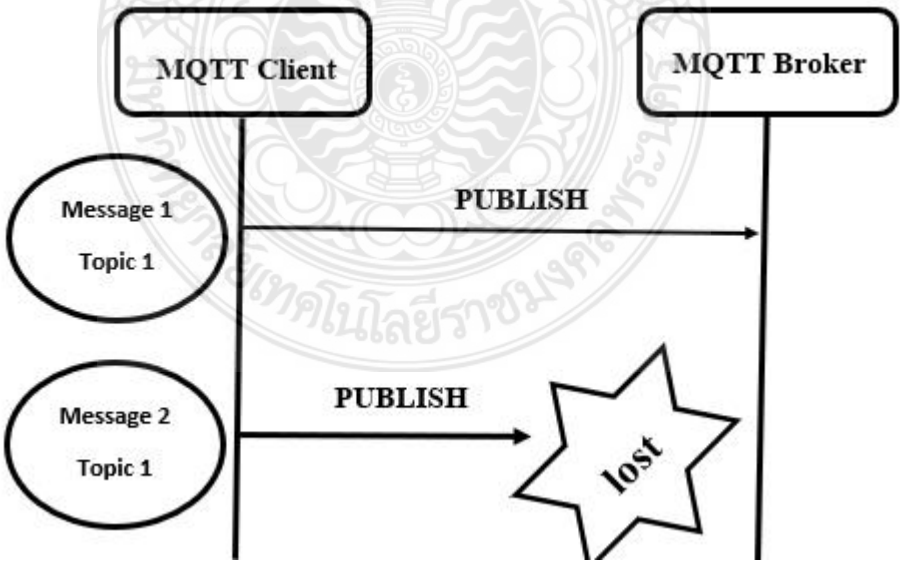
เครื่องหมาย # ใช้แทนการเลือกทั้งหมด สามารถเลือกข้ามเลเวลได้ เช่น Robot001/command/#

Robot001/#

#

2.7.4 คุณภาพของข้อความ

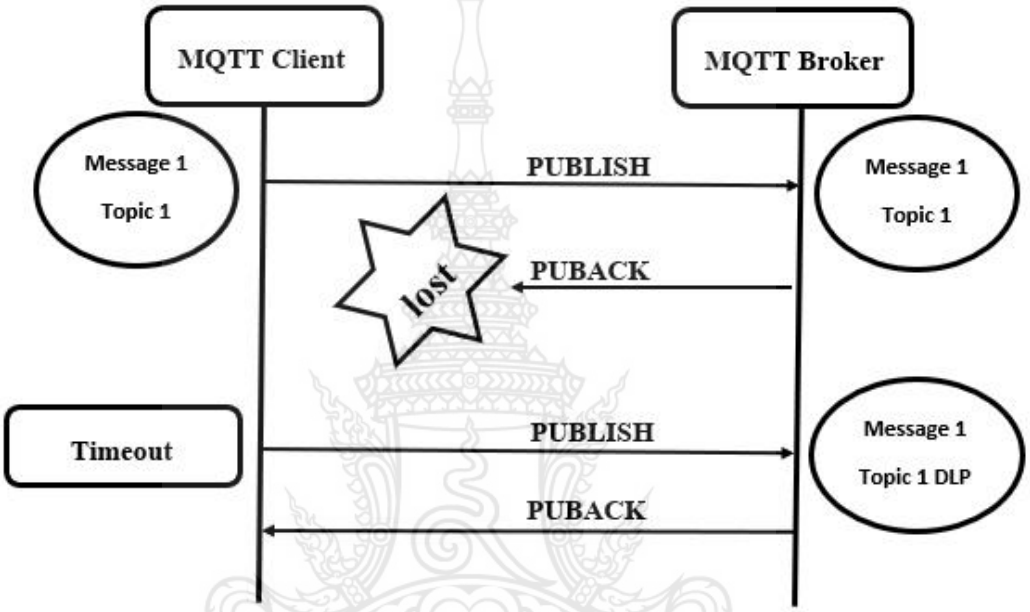
เอ็มคิวทีที จะมีคิวโอเอส (Quality of Service : QoS) 3 ระดับเพื่อใช้ในการตรวจสอบการส่ง ข้อความของแต่ละครั้ง แต่ละระดับจะมีความแตกต่างกันดังนี้ คิวโอเอส 0 เป็นการสื่อสารทางเดียว ไม่มีการตรวจสอบข้อมูลว่าการส่งสำเร็จหรือไม่หากมีการหลุดจากการเชื่อมต่อระหว่างการส่งทำให้การส่งไม่สำเร็จ แต่ผู้ส่งไม่รับรู้ว่าส่งสำเร็จหรือไม่ แสดงดัง ภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 รูปแบบของคิวโอเอส 0

ที่มา : (อธิวัฒธ์ สังข์ทอง, 2558)

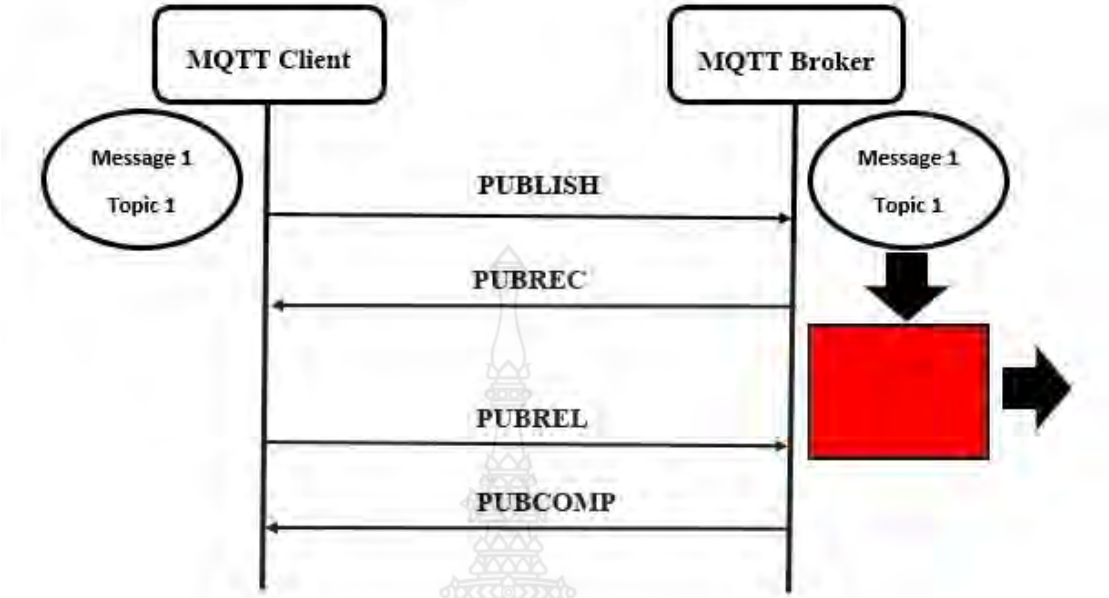
คิวโอเอส 1 เป็นการส่งข้อความโดยมีการตรวจสอบ 1 ครั้งโดยหลักการคือในการส่งข้อความ แต่ละครั้งตัวโบรกเกอร์จะส่งสถานะคำว่า “PUBACK” กลับมาซึ่งหากเกิดหลุดจากการเชื่อมต่อขณะ ส่งข้อความ ตัวส่งก็จะไม่ได้รับ “PUBACK” ตัวส่งก็จะรอจนกว่าไทม์เอ้าต์ (Timeout) แล้วส่งกลับไป ใหม่ด้วยข้อความเดิมจนกว่าจะได้รับ “PUBACK” ดังภาพที่ 2-23



ภาพที่ 2-23 รูปแบบของคิวโอเอส 1

ที่มา : (อธิวัฒธ์ สังข์ทอง, 2558)

คิวโอเอส 2 เป็นการส่งข้อความโดยมีการตรวจสอบ 2 ครั้งโดยหลักการคือในการส่งข้อความ แต่ละครั้งตัวโบรกเกอร์จะส่งสถานะคำว่า “PUBREC” กลับมาซึ่งโบรกเกอร์จะทำการเก็บข้อความนั้น ไว้เมื่อตัวส่งได้รับคำสั่ง “PUBREC” ก็จะส่งคำสั่ง “PUBREL” กลับไปเพื่อยืนยันว่าข้อความส่งไปถึง โบรกเกอร์แล้ว หลังจากนั้นโบรกเกอร์ก็จะทำการลบข้อความที่เก็บไว้ออกไปแล้วส่งคำสั่ง “PUBCOMP” กลับไปให้ผู้ส่งเพื่อบอกว่าการส่งข้อความเสร็จสมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2-24 รูปแบบของคิวโอเอส 2

ที่มา : (อธิวัฒธ์ สังข์ทอง, 2558)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.1 (ดวงนภา พรมจรรย์ อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และ อนุมัติ อิงคนินันท์, 2556) เรื่อง ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าโดยส่งผ่านข้อมูลด้วยอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซิกบี วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเอาเทคโนโลยีมาใช้ทางด้านการเกษตรโดยนำเอาการประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยในการควบคุมให้สามารถรับรู้ค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในโรงเพาะเห็ดนางฟ้า

2.8.2 (เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และ เดือนแรม แพ่งเกี่ยว, 2561) เรื่อง การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ นำเสนอการปลูกเมล่อนระบบโรงเรือน ซึ่งใช้วิธีการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับปลูกพืช ได้แก่ ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และการให้น้ำดินปลูกเมล่อนภายในโรงเรือน โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์มาพัฒนาให้เหมาะสมกับรูปแบบการปลูกพืช

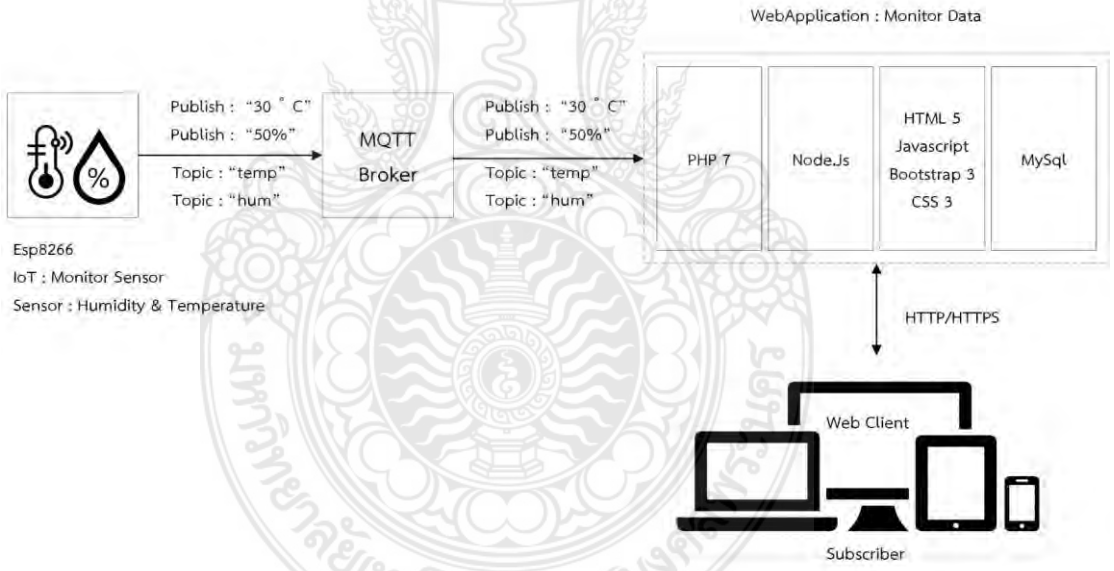
2.8.3 (รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์, 2561) เรื่อง ระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปรนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และเครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนปิดอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ เกษตรกร โดยนำเทคโนโลยี Internet of Things มาควบคุมการให้น้ำ ควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนควบคุมความเข้มแสงภายในโรงเรือน ร่วมกับเทคนิค Deep Learning โดยใช้ Intel TensorFlow Deep Learning tool มาช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก

2.8.4 (คมกฤษณ์ ชูเรือง, 2561) เรื่อง การวัดการละลายของปุ๋ยในการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ค่าความนำไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบระบบการวัดการละลายของปุ๋ยในน้ำที่ใช้กับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งสามารถวัดการละลายของปุ๋ยหรือความเข้มข้นของปุ๋ยในน้ำแบบเวลาจริงโดยหลักการวัดค่าความนำไฟฟ้าและส่งข้อูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปแสดงบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 โครงสร้างระบบ (System Structure)

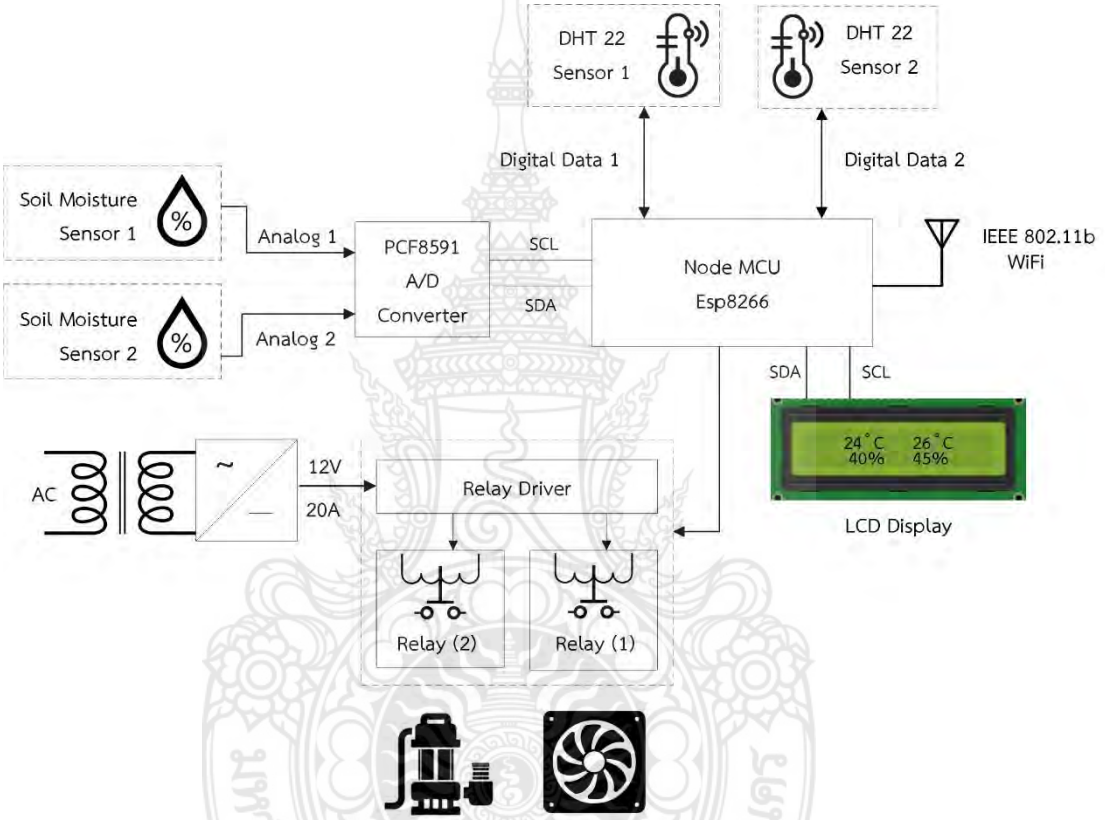
การจัดทำโครงงาน เรื่อง ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งนั้น ได้มีการนำตัวเซ็นเซอร์มาใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิและค่าวัดความชื้นในดิน เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน โดยระบบสามารถควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการแสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดี มีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิกับความชื้นในดิน ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับเซิฟเวอร์ผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีโดยมีแผนภาพรวมของระบบดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนภาพรวมของระบบ

3.1.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์

โครงสร้างฮาร์ดแวร์ ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบ โดยมีส่วนประกอบของบอร์ด Esp8266 ที่ควบคุมการทำงาน เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ตัวแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นแอนะล็อก รีเลย์ที่ควบคุมการทำงานของพัดลมระบายอากาศและปั๊มน้ำ และหน้าจอแอลซีดีที่ดูสถานะการทำงานของอุปกรณ์



ภาพที่ 3-2 แผนภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์

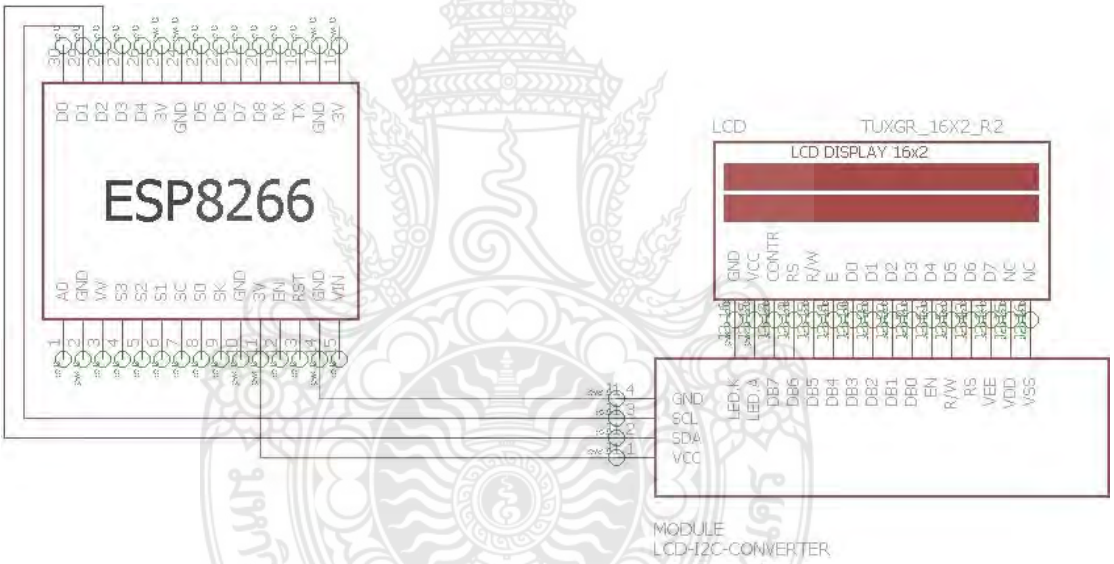
3.2 การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในขั้นตอนการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำได้ทำการเลือกอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU Esp8266 เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีเครือข่ายไร้สายอยู่ในตัว เป็นที่นิยมและราคาไม่แพง เหมาะกับการใช้ในงานเกี่ยวกับ IoT

3.2.1 ซอฟต์แวร์

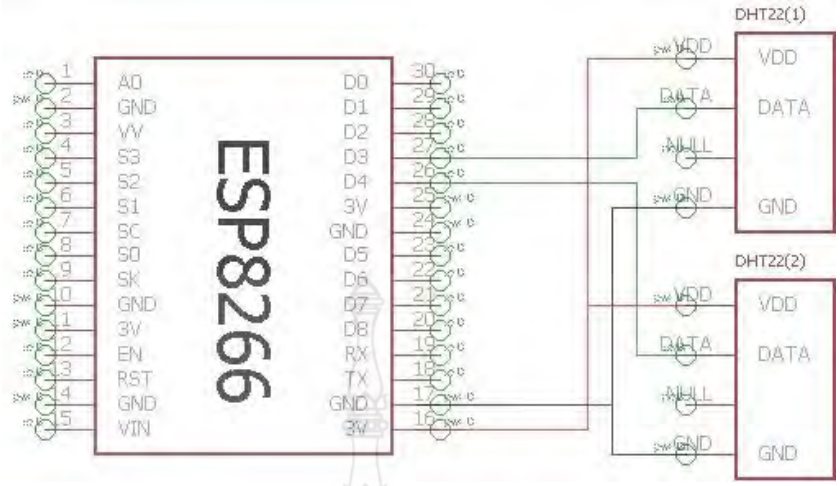
3.2.1.1 โปรแกรมอีเกิลสำหรับออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำได้ทำออกแบบทีละส่วนตามแผนภาพรวมของระบบที่ได้ออกแบบดังนี้

ก) การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดและ LCD I2C ผู้จัดทำได้ทำการต่อแอลซีดีไอทูซีโมดูล กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อขา SDA และขา SCL กับขา D2 และ D1 บนบอร์ด Esp8266 ตามลำดับ โดยขา VCC จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5V บนบอร์ด ดังภาพที่ 3-3



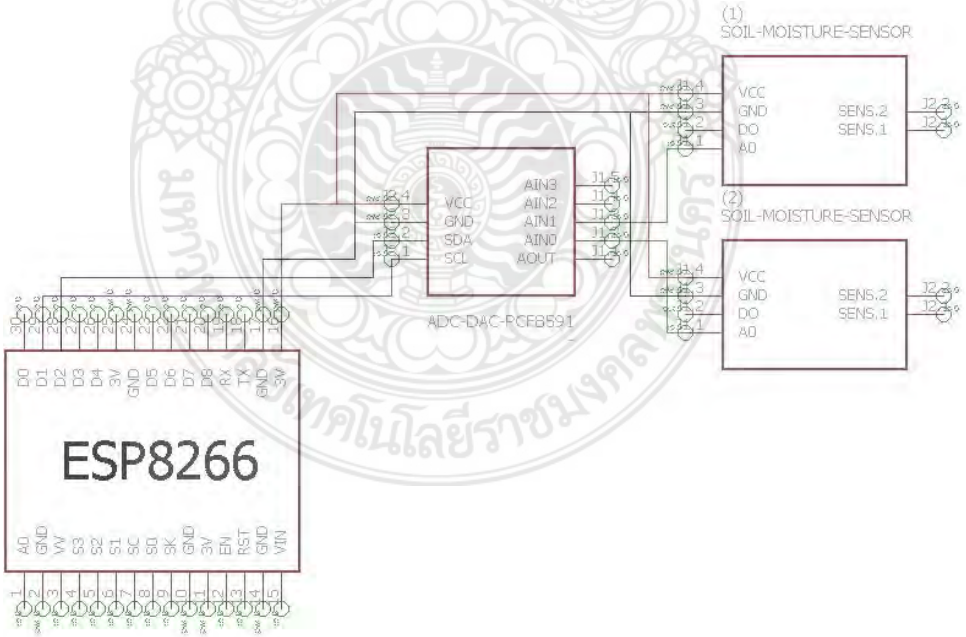
ภาพที่ 3-3 การต่อขาแอลซีดี

ข) การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดและอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในอากาศ ผู้จัดทำได้ต่อดีเอชที22 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยดีเอชทีตัวแรก ต่อขา DATA เข้ากับขา D3 และดีเอชที ตัวที่สอง ต่อขา DATA เข้ากับขา D4 D1 บนบอร์ด Esp8266 ตามลำดับ โดยขา VCC ทั้งสองตัวจะต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5V จากบอร์ด ดังภาพที่ 3-4



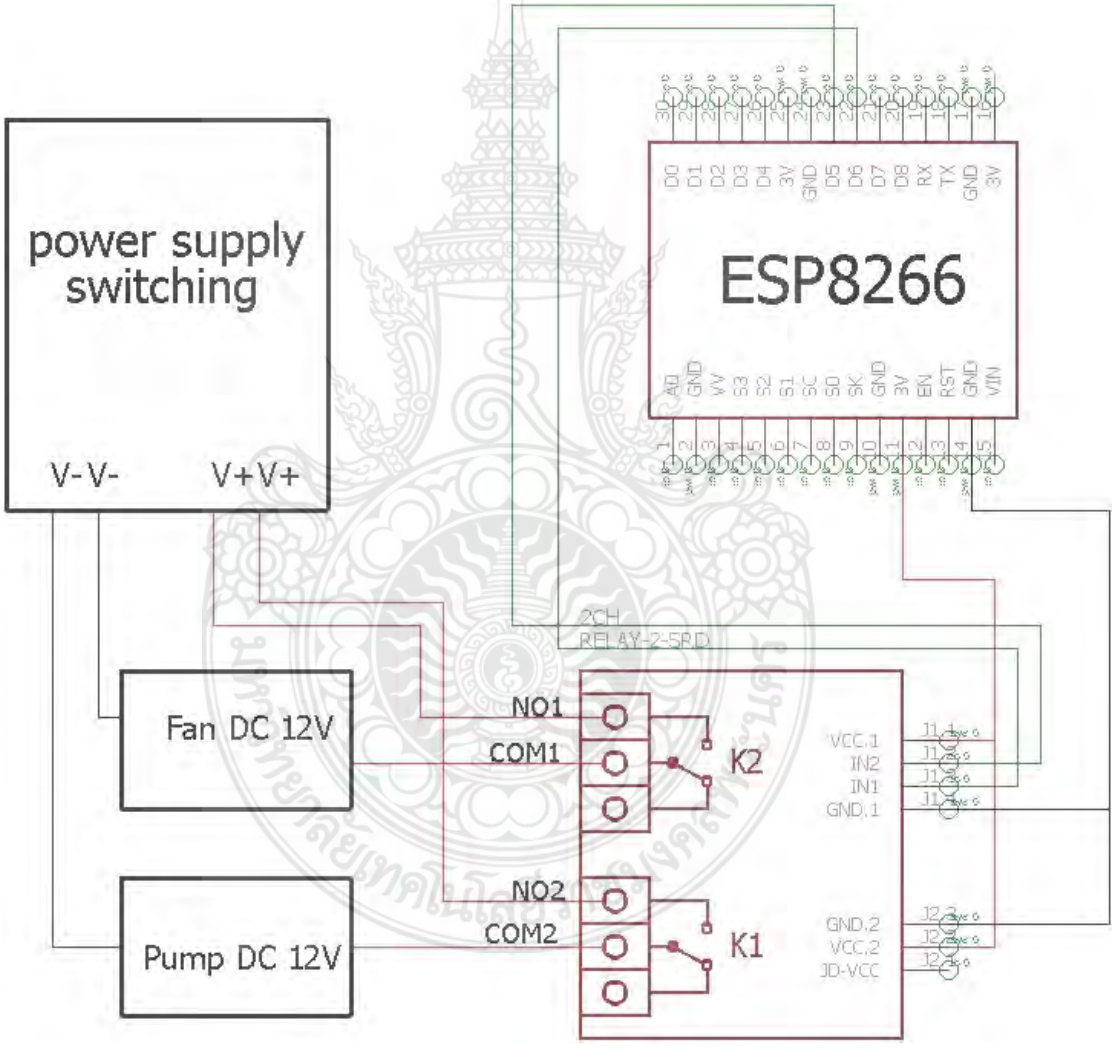
ภาพที่ 3-4 การต่อขาดีเอชที 22

ค) การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและโมดูลแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก ผู้จัดทำได้ทำการต่อโมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต่อขา SDA และขา SCL กับขา D2 และ D1 และผู้จัดทำได้ต่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวแรกโดยต่อขา A0 บน PCF 8591 และเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่สอง ต่อขา A1 บน PCF 8591 บนบอร์ด Esp8266 ตามลำดับ โดยขา VCC จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5V บนบอร์ด ดังภาพที่ 3-5



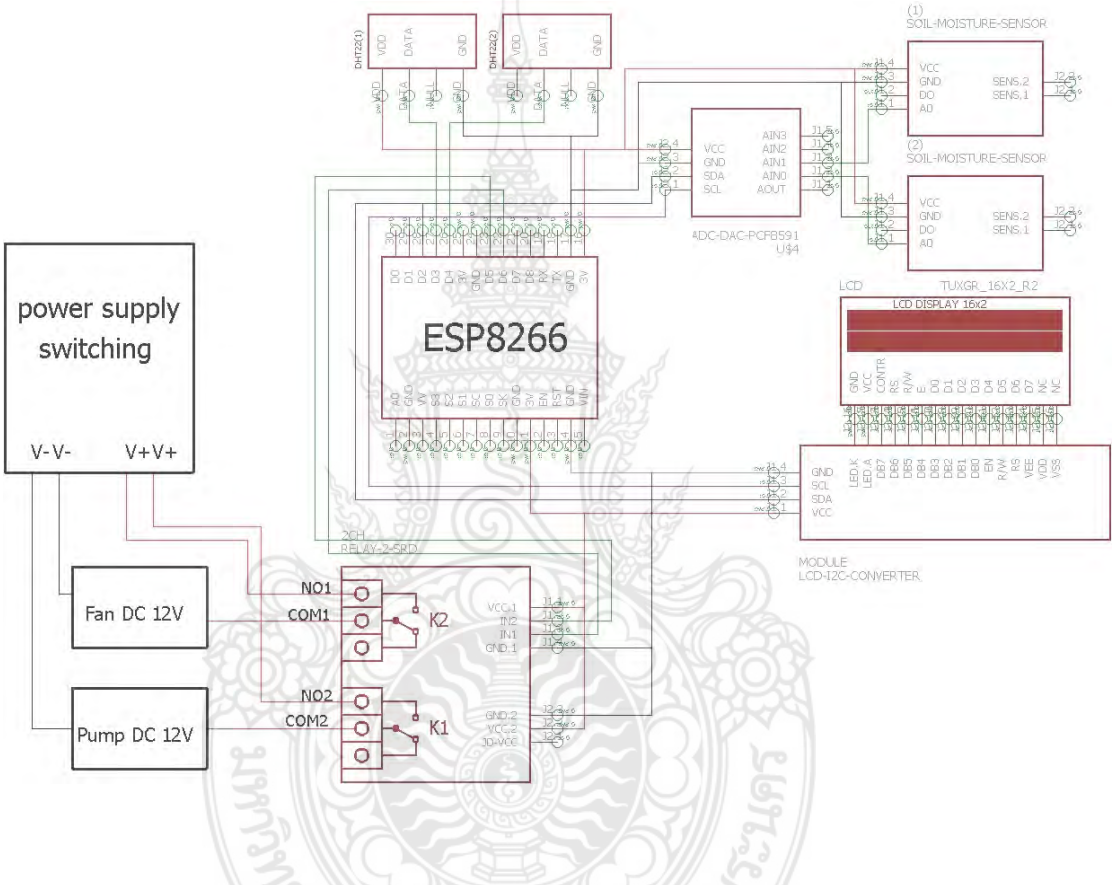
ภาพที่ 3-5 การต่อขาเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและโมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะล็อก

ง) การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด รีเลย์ พัดลมระบายอากาศและปั้มน้ำ ผู้จัดทำได้ทำการต่อรีเลย์ กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อขา IN1 เข้ากับขา D4 และ IN2 ต่อเข้ากับขา D5 โดยช่อง NO1 ต่อเข้ากับ power supply switching และช่อง COM1 ของรีเลย์ ต่อเข้ากับพัดลมระบายอากาศ เพื่อให้รีเลย์ควบคุมการทำงาน และส่วนของปั๊มน้ำ ให้ทำการต่อเข้ากับรีเลย์โดยช่อง NO2 ต่อเข้ากับ power supply switching และช่อง COM2 ของรีเลย์ ต่อเข้ากับปั๊มน้ำ เพื่อให้รีเลย์ควบคุมการทำงานบนบอร์ด Esp8266 ตามลำดับ โดยขา VCC จะต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5V จากบอร์ด ดังภาพที่ 3-6



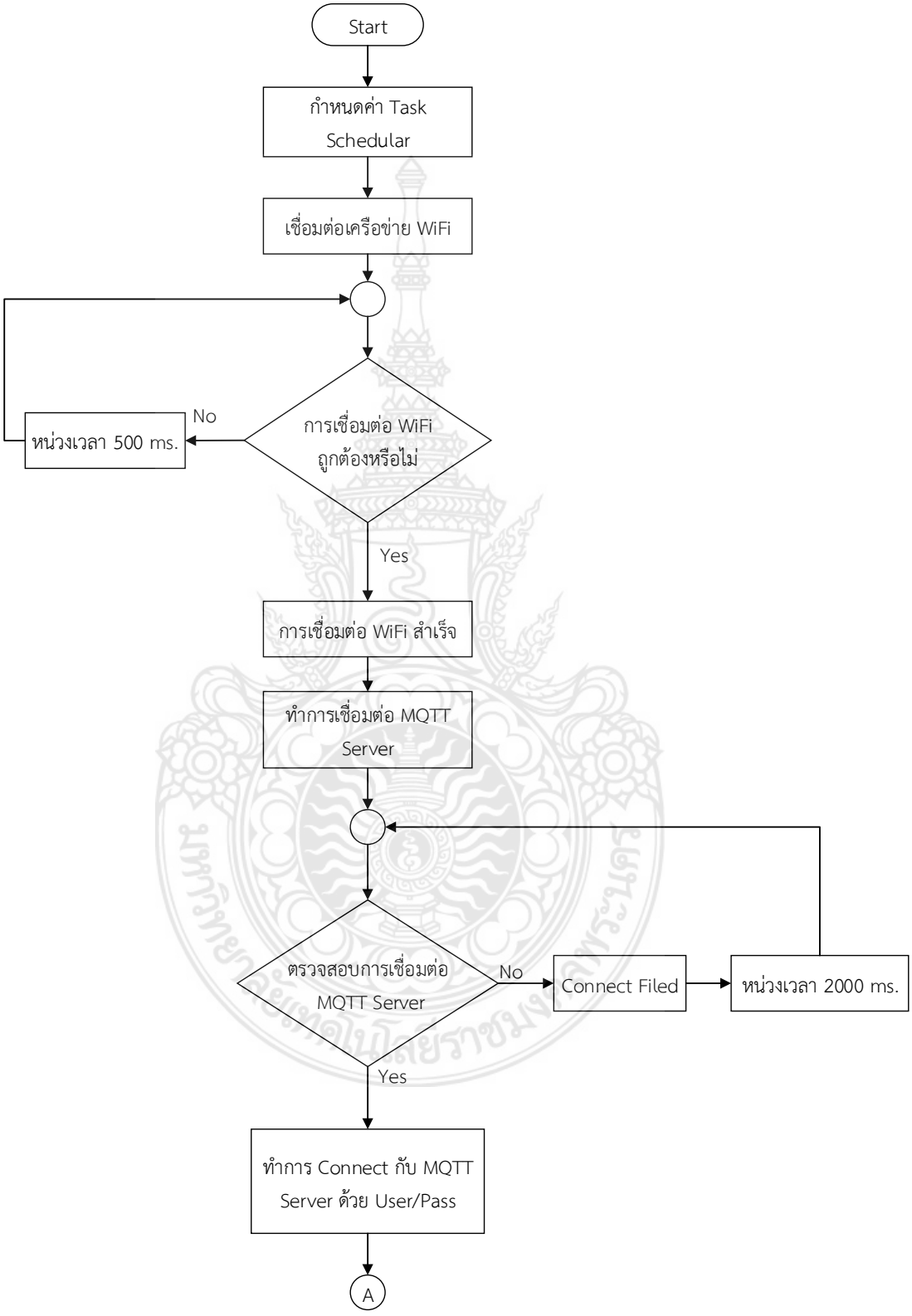
ภาพที่ 3-6 การต่อขารีเลย์ พัดลมระบายอากาศ และปั้มน้ำ

จ) จากการเชื่อมต่อวงจรในโปรแกรมอีเกิลเพื่อออกแบบจงจรที่พัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่กำหนดขึ้นมาโดยจะต้องมีเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน มีการต่อแอลซีดีเพื่อดูค่าและสถานการณ์ทำงานที่แสดงผลบนหน้าจอ ต่อดีเอชที 22 เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิ ต่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ต่อโมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก เพื่อเพิ่มขาอนาล็อก ต่อรีเลย์เพื่อสั่งให้ปั๊มน้ำและพัดลมทำงาน ดังภาพที่ 3-7

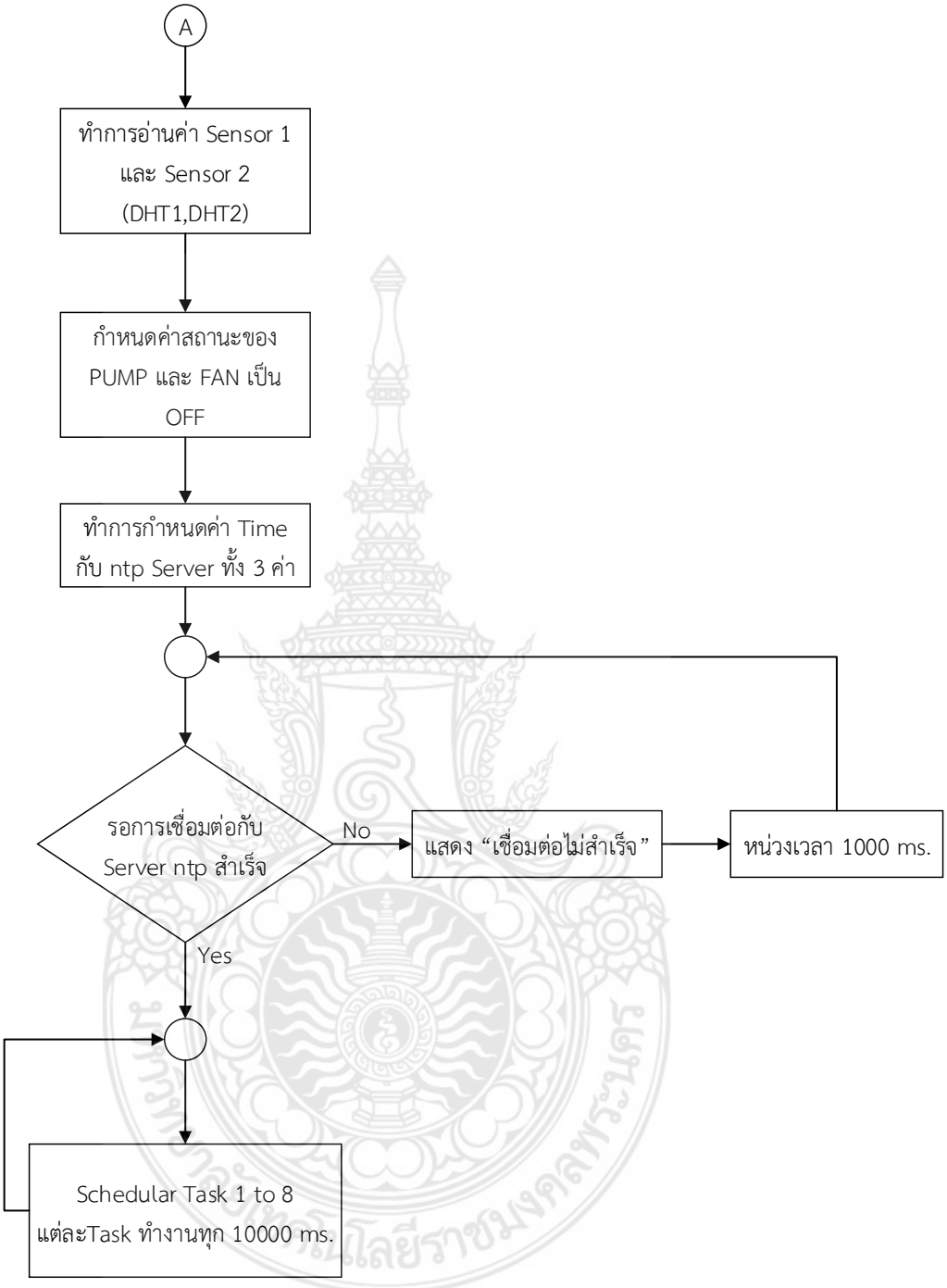


ภาพที่ 3-7 วงจรทั้งหมดในโปรแกรมอีเกิล

3.2.2 Flowchart การทำงานของระบบ



ภาพที่ 3-8 Flowchart การทำงานของระบบ



ภาพที่ 3-9 Flowchart การทำงานของระบบ (ต่อ)

3.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design)

การดำเนินโครงงานในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งและจัดเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะและออกแบบระบบต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วยแผนภาพแสดงการทำงาน (Use Case Diagram) คำอธิบายยูสเคส (Use Case Template) แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการทำงาน (Activity Diagram) แผนภาพการสตอรี่บอร์ดการออกแบบจอภาพ และแผนภาพการออกแบบฐานข้อมูล

3.3.1 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบหรือ “ยูสเคสไดอะแกรม” เป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ จุดประสงค์หลักของการเขียนยูสเคสไดอะแกรมเพื่อเล่าเรื่องราวทั้งหมดของระบบเป็นการดึงความต้องการ (Requirement) ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ใน Use Case Diagram จะใช้สัญลักษณ์รูปคนแทน Actor ใช้สัญลักษณ์แทนวงรีแทน Use Case และใช้เส้นตรงในการเชื่อม Actor กับ Use Case เพื่อแสดงการใช้งาน Use Case ของ Actor ซึ่งจะแสดงดังภาพที่ 3-9 และตารางที่ 3-1 ถึง 3-5 โดยมีระบบดังนี้

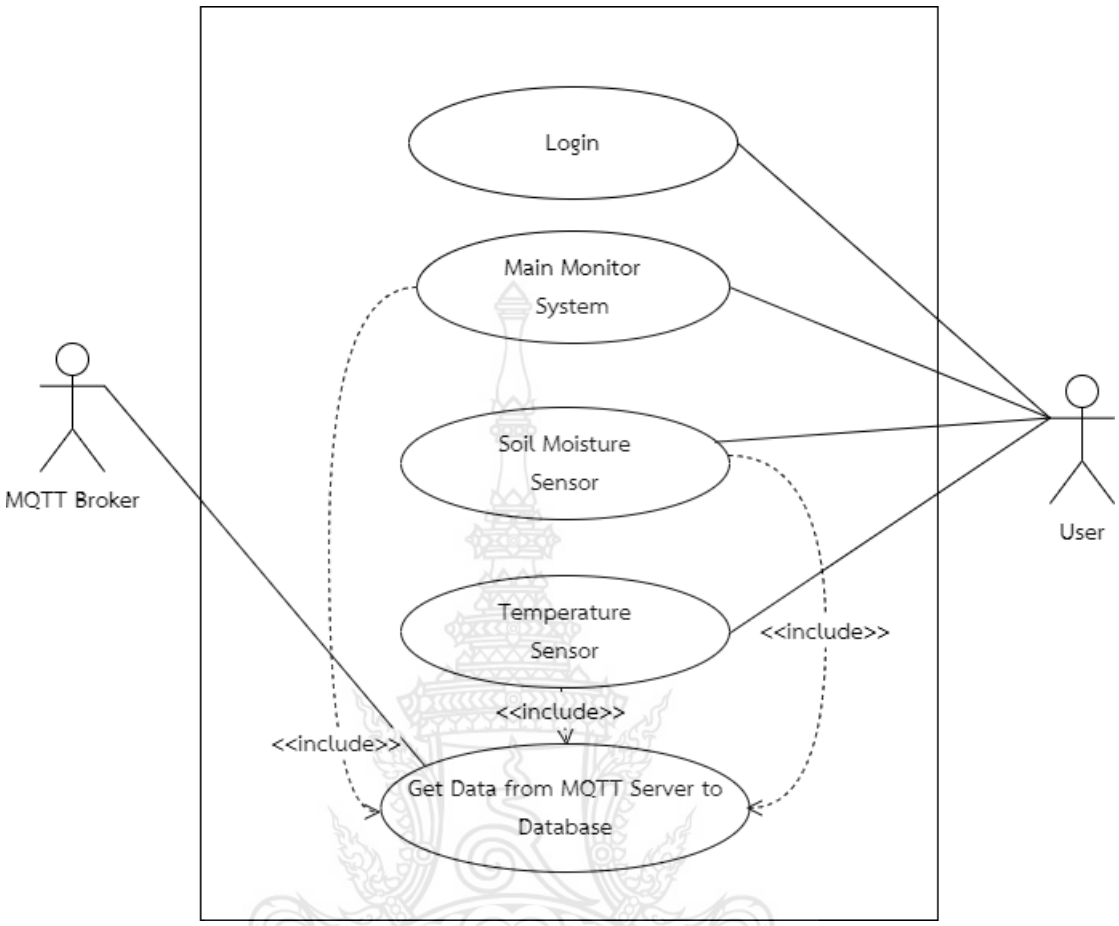
3.3.1.1 คำอธิบายยูสเคส Login

3.3.1.2 คำอธิบายยูสเคส Main Monitor System

3.3.1.3 คำอธิบายยูสเคส Soil Moisture Sensor

3.3.1.4 คำอธิบายยูสเคส Temperature Sensor

3.3.1.5 คำอธิบายยูสเคส Get Data from MQTT Server to Database



ภาพที่ 3-10 แผนภาพผังงาน Use Case Diagram

ตารางที่ 3-1 ตารางคำอธิบายยูสเคส Login

ชื่อยูสเคส	Login	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้	
ขอบเขต	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	
เงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน	ล็อคอินเพื่อเข้าสู่ระบบ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานสำเร็จ	เข้าสู่ระบบสำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานล้มเหลว	1. เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ 2. ไม่สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary actor)	ผู้ใช้งานทั่วไป	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูลผ่านเว็บไซต์	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ http://591075.surachet-r.net/Radish
	2	กรอก username และ password
	3	คลิก Login
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	เครื่องมือ
	1	อุปกรณ์ที่มี browser
	2	ระบบเครือข่าย
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ล็อคอินเพื่อเข้าสู่ระบบไปใช้งานได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-	
เวอร์ชั่น	1.0	

ตารางที่ 3-2 ตารางคำอธิบายยูสเคส Main Moniter System

ชื่อยูสเคส	Main Moniter System	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิ ความชื้นในดิน สถานะการทำงาน ผ่านเว็บไซต์ได้	
ขอบเขต	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	
เงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน	Sensor มีการวัดอุณหภูมิ ความชื้นในดิน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิ ความชื้นในดิน สถานะการทำงาน ผ่านเว็บไซต์ ได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสียไม่สามารถทำงานได้ 3. ระบบหยุดทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary actor)	ผู้ใช้งานทั่วไป	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ เข้าเว็บไซต์ http://591075.surachet-r.net/Radish/menu.php
	2	คลิกที่แถบเมนู Dash Board
	3	ระบบแสดงค่าอุณภูมิ ความชื้นในดิน สถานการณ์ทำงาน ผ่านเว็บไซต์ได้
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	เครื่องมือ
	1	Microcontroller
	2	Sensor
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิ ความชื้นในดิน สถานะการทำงาน ผ่าน เว็บไซต์ได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	

ตารางที่ 3-2 ตารางคำอธิบายยูสเคส Main Moniter System (ต่อ)

ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้เรียกไปใช้	-
เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-3 ตารางคำอธิบายยูสเคส Soil Moisture Sensor

ชื่อยูสเคส	Soil Moisture Sensor	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าความชื้นในดินผ่านเว็บไซต์ได้	
ขอบเขต	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	
เงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน	Sensor มีการวัดอุณหภูมิ ความชื้นในดิน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าความชื้นในดินผ่านเว็บไซต์ได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสียไม่สามารถทำงานได้ 3. ระบบหยุดทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary actor)	ผู้ใช้งานทั่วไป	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ เข้าเว็บไซต์ http://591075.surachet-r.net/Radish/Soil1.php
	2	คลิกที่แถบเมนู Soil Moisture
	3	ระบบแสดงความชื้นในดิน ตารางข้อมูลผ่านเว็บไซต์ได้
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	เครื่องมือ
	1	Microcontroller
	2	Sensor
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าความชื้นในดินผ่านเว็บไซต์ได้สำเร็จ	

ตารางที่ 3-3 ตารางคำอธิบายยูสเคส Soil Moisture Sensor (ต่อ)

ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้เรียกไปใช้	-
เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-4 ตารางคำอธิบายยูสเคส Temperature Sensor

ชื่อยูสเคส	Temperature Sensor	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิผ่านเว็บไซต์ได้	
ขอบเขต	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	
เงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน	Sensor มีการวัดอุณหภูมิ ความชื้นในดิน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิผ่านเว็บไซต์ได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสียไม่สามารถทำงานได้ 3. ระบบหยุดทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary actor)	ผู้ใช้งานทั่วไป	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับค่าอุณหภูมิ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ เข้าเว็บไซต์ http://591075.surachet-r.net/Radish/Tem1.php
	2	คลิกที่แถบเมนู Temperature
	3	ระบบแสดงค่าอุณหภูมิ ตารางข้อมูลผ่านเว็บไซต์ได้
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	เครื่องมือ
	1	Microcontroller
	2	Sensor
ลำดับความสำคัญ	สูง	

ตารางที่ 3-4 ตารางคำอธิบายยูสเคส Temperature Sensor (ต่อ)

ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ผู้ใช้งานสามารถดูค่าค่าอุณหภูมิผ่านเว็บไซต์ได้สำเร็จ
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้เรียกไปใช้	-
เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-5 ตารางคำอธิบายยูสเคส Get Data from MQTT Server to Database

ชื่อยูสเคส	Get Data from MQTT Server to Database	
เป้าหมาย	ระบบสามารถเก็บข้อมูลจาก MQTT Server เข้า Database ได้	
ขอบเขต	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	
เงื่อนไขเริ่มต้นทำงาน	เมื่อระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไช้เท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งทำงาน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานสำเร็จ	ระบบสามารถเก็บข้อมูลเข้า Database ได้	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงาน กรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสียไม่สามารถทำงานได้ 3. ระบบหยุดทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary actor)	ผู้ใช้งานทั่วไป	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	Sensor วัดอุณหภูมิในอากาศ และความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Sensor วัดอุณหภูมิ ความชื้นในดิน
	2	ส่งข้อมูลผ่าน MQTT Broker ไปยัง Server
	3	ระบบทำการบันทึกข้อมูลลง Database
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	เครื่องมือ
	1	Microcontroller
	2	Sensor

ตารางที่ 3-5 ตารางคำอธิบายยูสเคส Get Data from MQTT Server to Database (ต่อ)

ลำดับความสำคัญ	สูง
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ระบบสามารถเก็บข้อมูลเข้า Database ได้
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้เรียกไปใช้	-
เวอร์ชั่น	1.0

3.3.2 แผนภาพจำลองของการทำงาน (Activities Diagram) คือ การแสดงลำดับกิจกรรมของการทำงาน (Work Flow) สามารถแสดงทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ มีการแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ โดยประกอบไปด้วยสถานะที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และผลจากการทำงานขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วย วงกลมสีดำ คือ จุดเริ่มต้น, วงกลมสีดำมีวงล้อมอีกชั้น คือ จุดสิ้นสุด และแบ่งกลุ่มเป็นการแบ่งกลุ่มกิจกรรมเป็นช่องในแนวดิ่ง กำหนดแต่ละช่องด้วยชื่อออบเจ็ค (Object) ไว้ด้านบนมีลำดับกิจกรรมของการทำงาน ประกอบด้วย 5 ไดอะแกรม ดังภาพที่ 3-10 ถึง 3-14

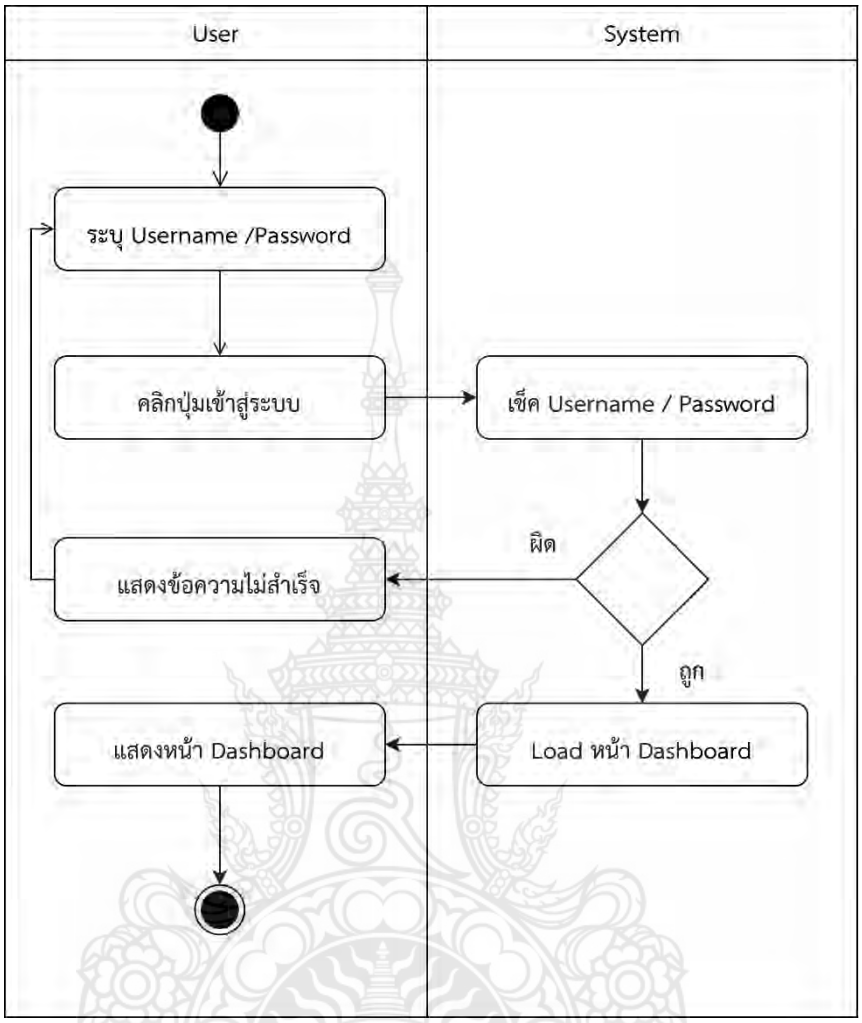
3.3.2.1 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ

3.3.2.2 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Main Monitor System

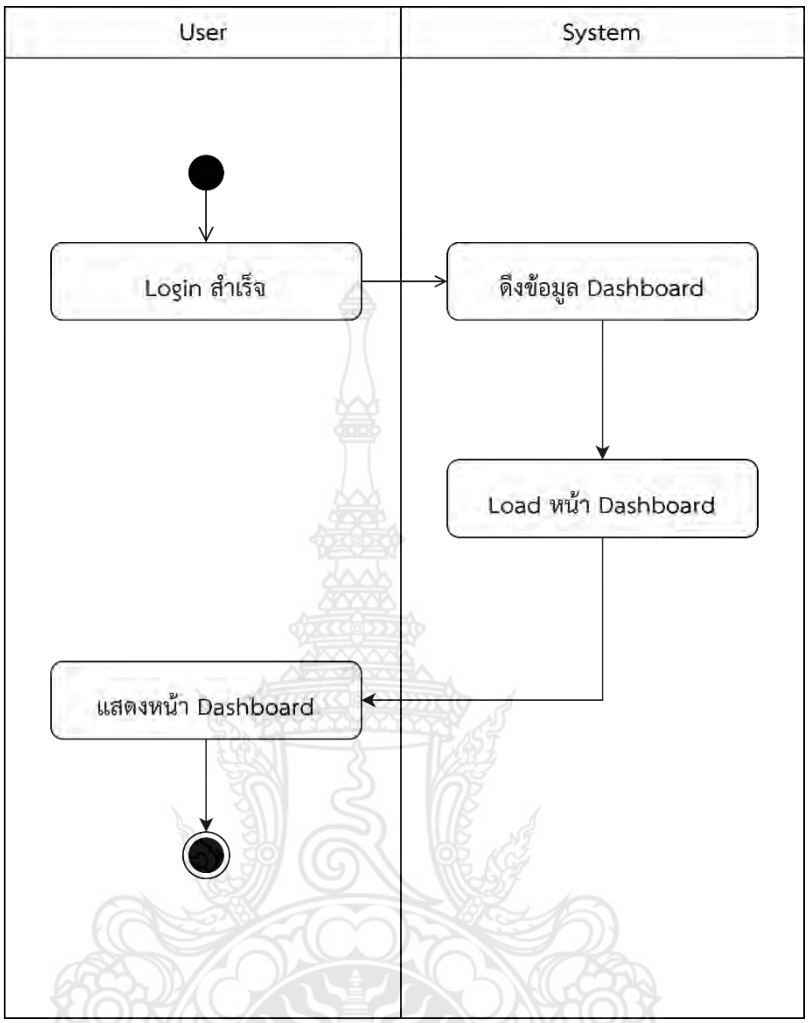
3.3.2.3 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor

3.3.2.4 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor

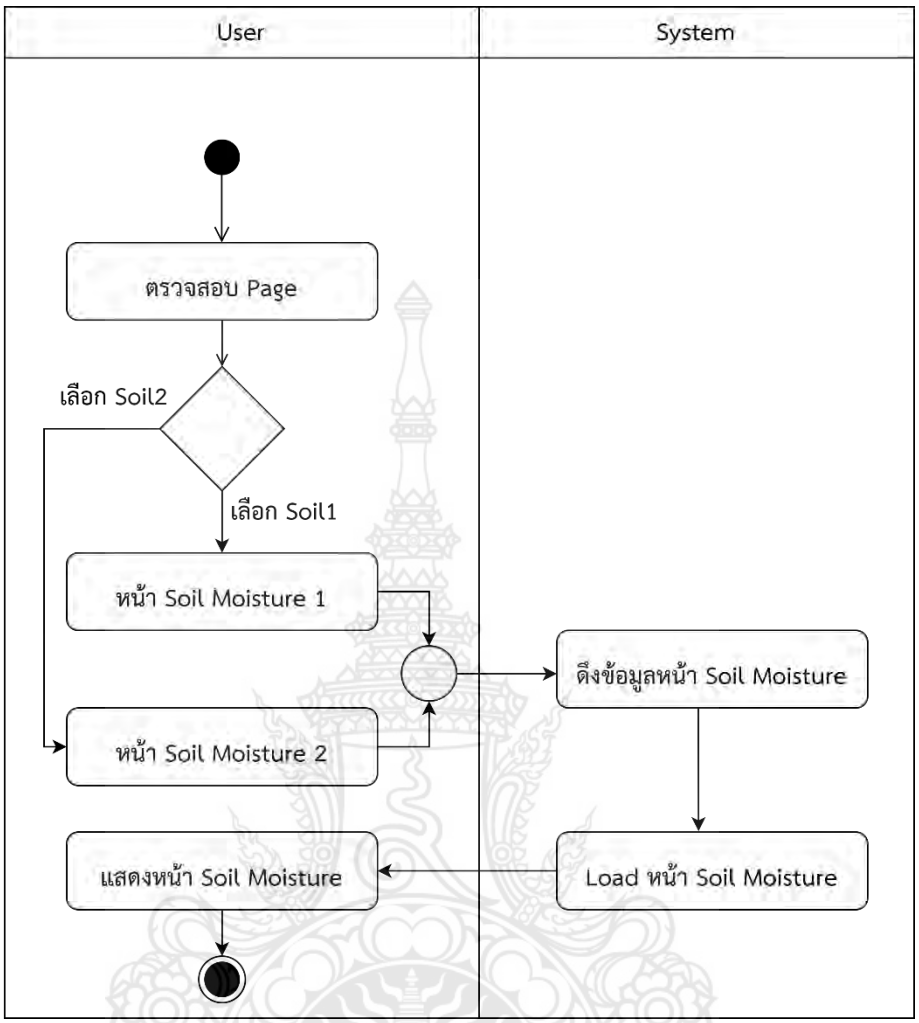
3.3.2.5 แผนภาพจำลองการ Get Data from MQTT Server to Database



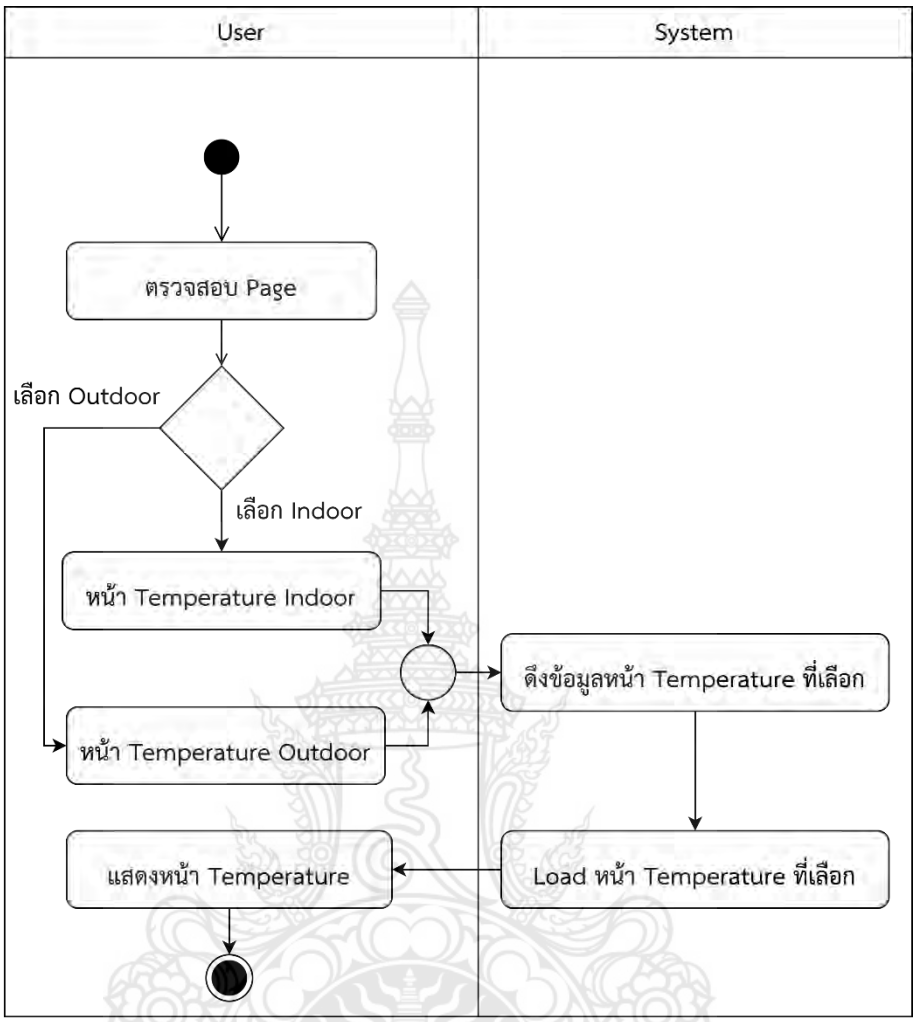
ภาพที่ 3-11 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ



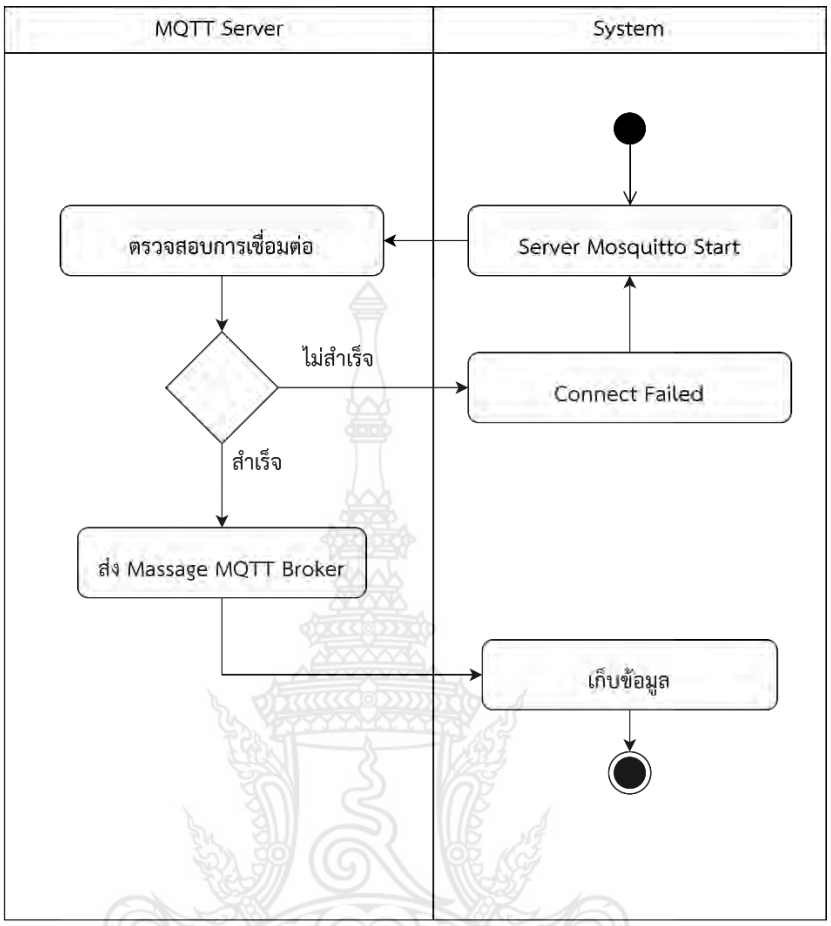
ภาพที่ 3-12 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Main Monitor System



ภาพที่ 3-13 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor



ภาพที่ 3-14 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor



ภาพที่ 3-15 แผนภาพจำลองการ Get Data from MQTT Server to Database

3.3.3 แผนภาพจำลองลำดับกระบวนการทำงาน (Sequence Diagram) คือ การจำลองลำดับกระบวนการทำงานของระบบ ซึ่งกิจกรรมนั้นเกิดจากการที่วัตถุหนึ่งตอบโต้กับอีกวัตถุหนึ่ง ประกอบด้วย คลาส หรือวัตถุ เส้นที่ใช้เพื่อแสดงลำดับเวลา และเส้นที่ใช้เพื่อแสดงกิจกรรมที่เกิดจากวัตถุ หรือคลาสในไดอะแกรม ซึ่งภายในกรอบสี่เหลี่ยมจะมีชื่อของวัตถุหรือคลาส ประกอบอยู่ในรูปแบบของคลาสหรือวัตถุ กิจกรรมที่เกิดขึ้นจะแทนด้วยลูกศรแนวนอนที่ชี้จากคลาสหรือวัตถุหนึ่งไปยังคลาส การระบุชื่อกิจกรรมนั้นจะอยู่ในรูปแบบเงื่อนไข ชื่อของกิจกรรมจะต้องเป็นฟังก์ชันที่มีอยู่ในคลาสหรือวัตถุที่ลูกศรชี้ไป เส้นแสดงเวลาจะแทนด้วยเส้นประแนวตั้ง มีลำดับกิจกรรมของการทำงานประกอบด้วย 5 ไดอะแกรมดังภาพที่ 3-15 ถึง 3-19

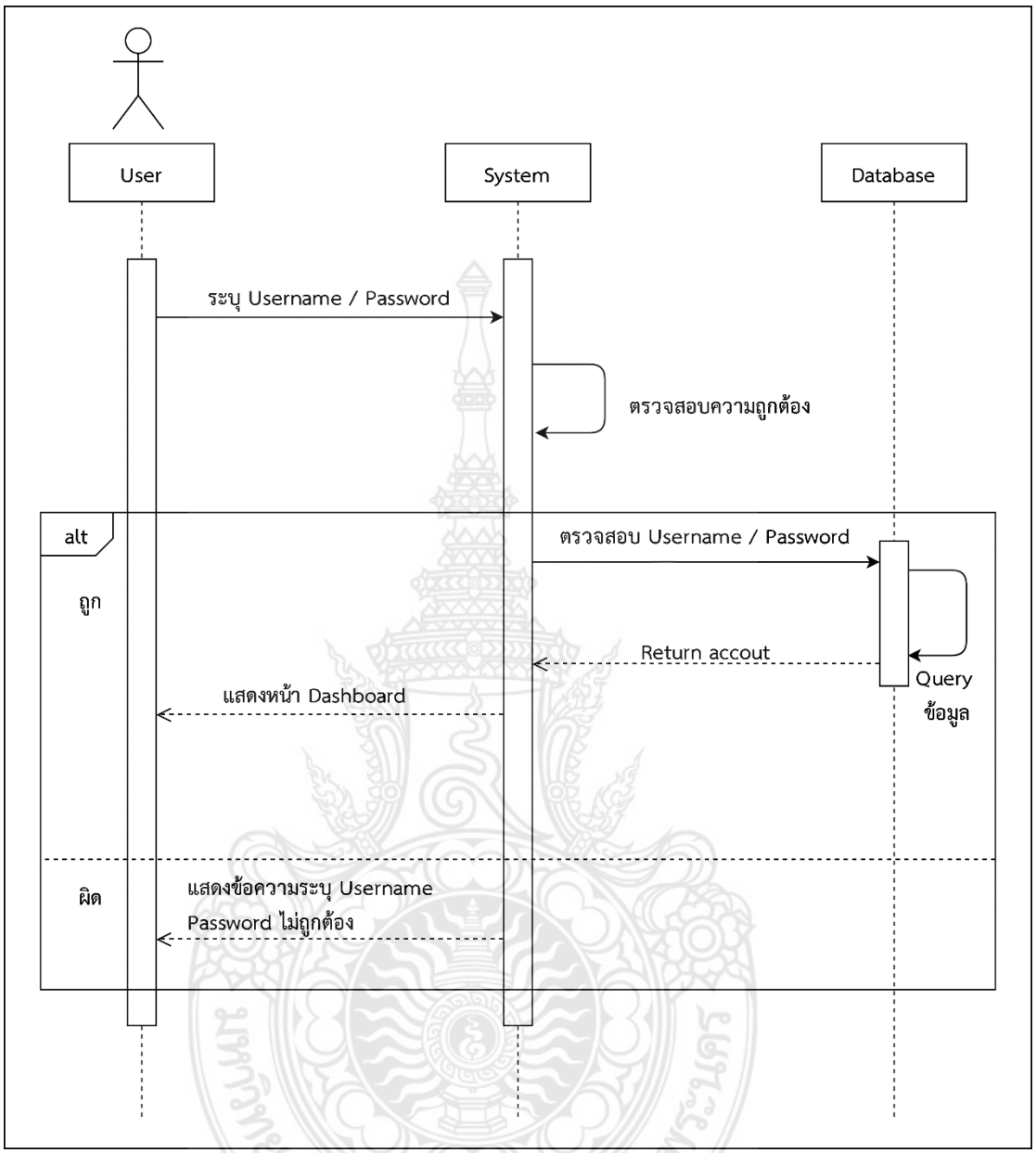
3.3.3.1 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ

3.3.3.2 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Main Monitor System

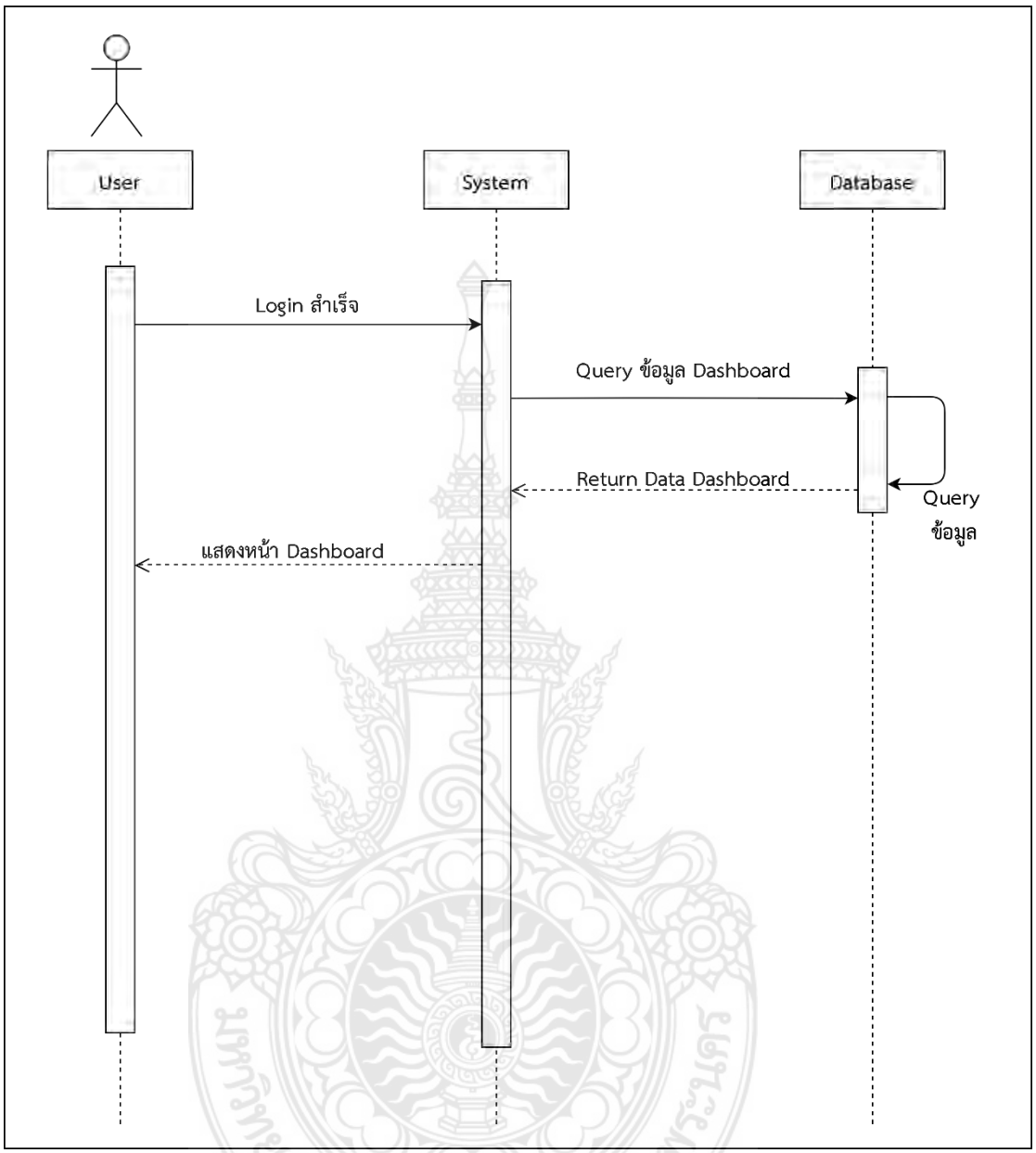
3.3.3.3 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor

3.3.3.4 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor

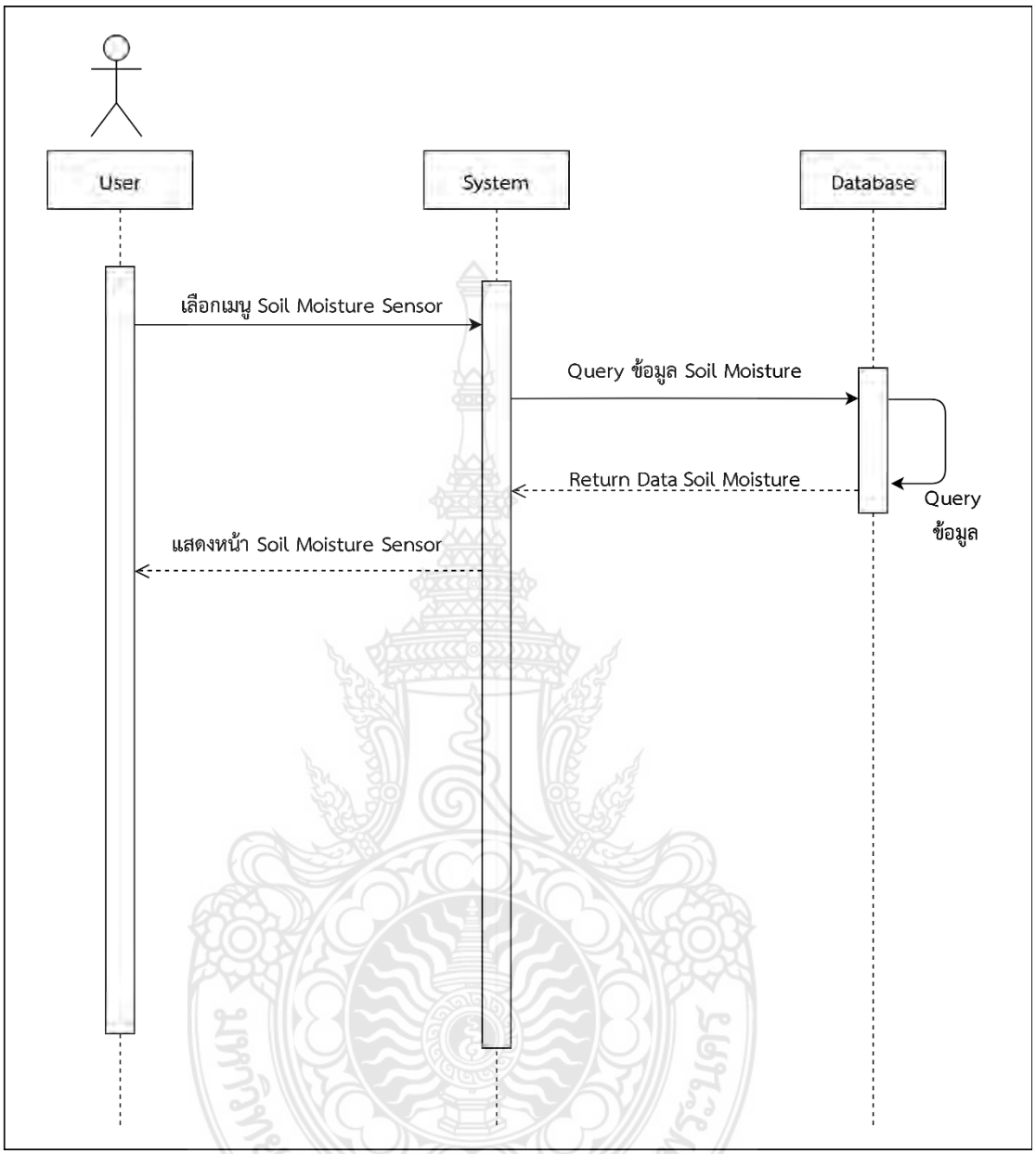
3.3.3.5 แผนภาพจำลองการ Get Data from MQTT Server to Database



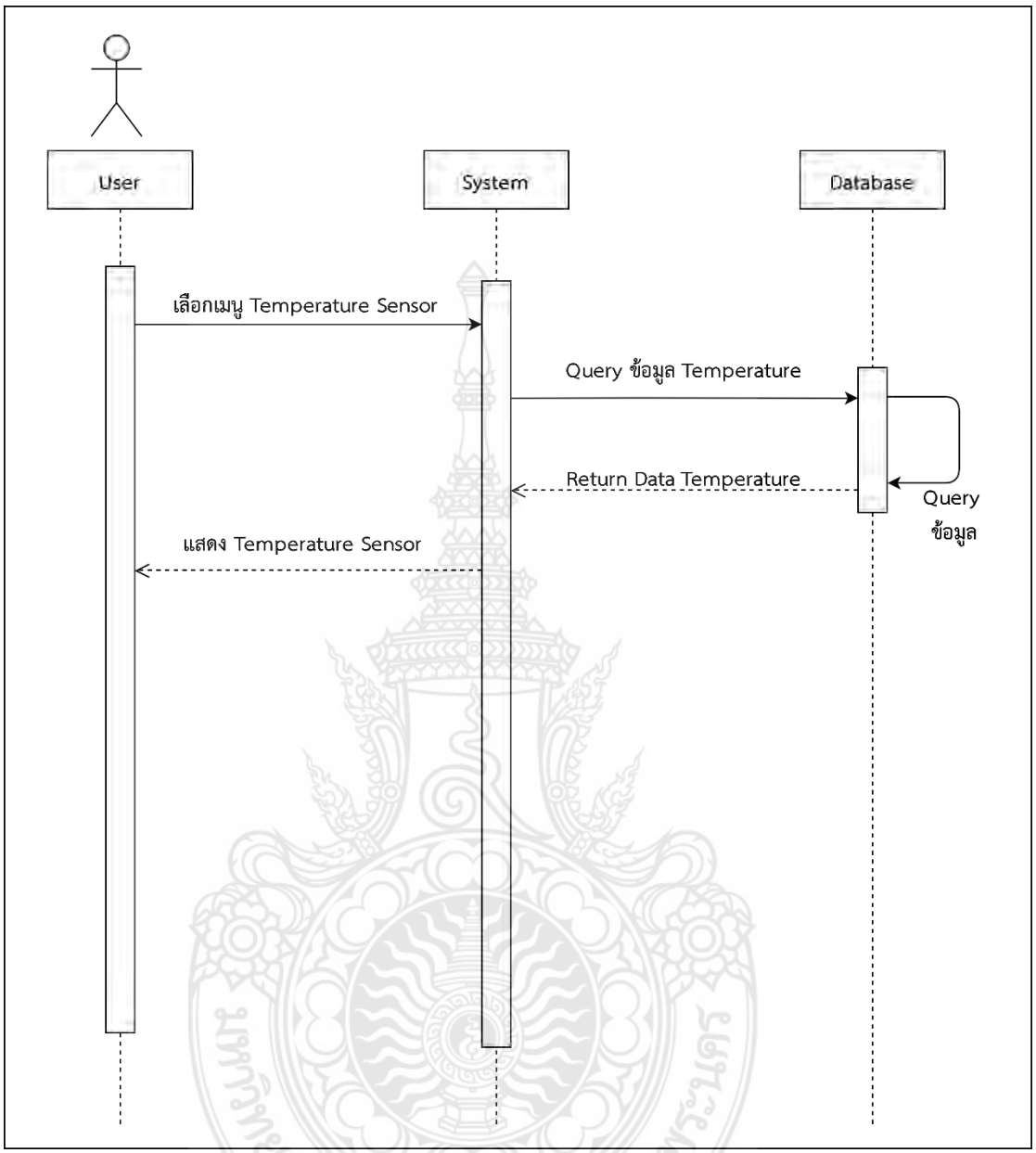
ภาพที่ 3-16 แผนภาพจำลองการเข้าสู่ระบบ



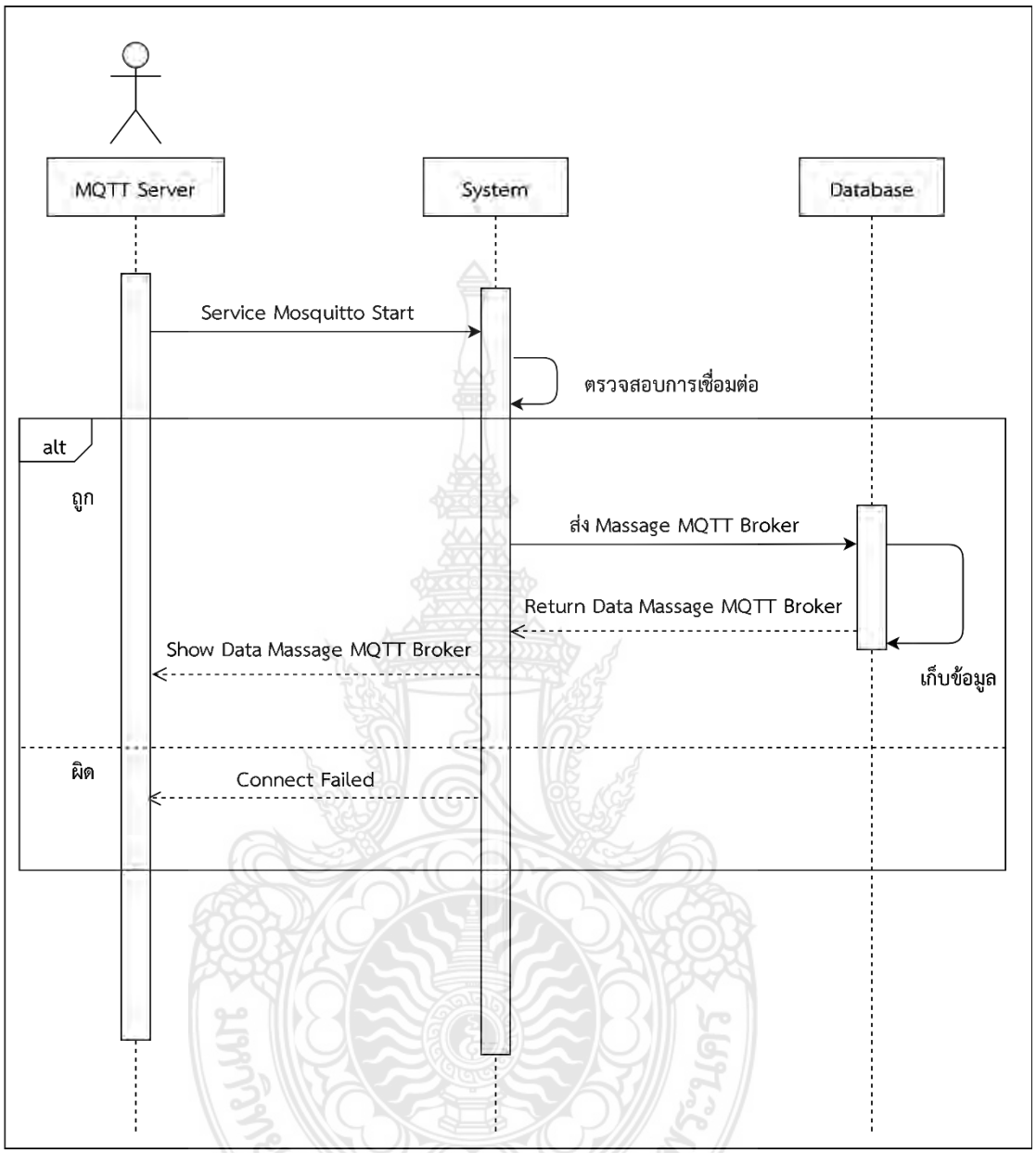
ภาพที่ 3-17 แผนภาพจำลองการ Main Monitor System



ภาพที่ 3-18 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Soil Moisture Sensor



ภาพที่ 3-19 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Temperature Sensor

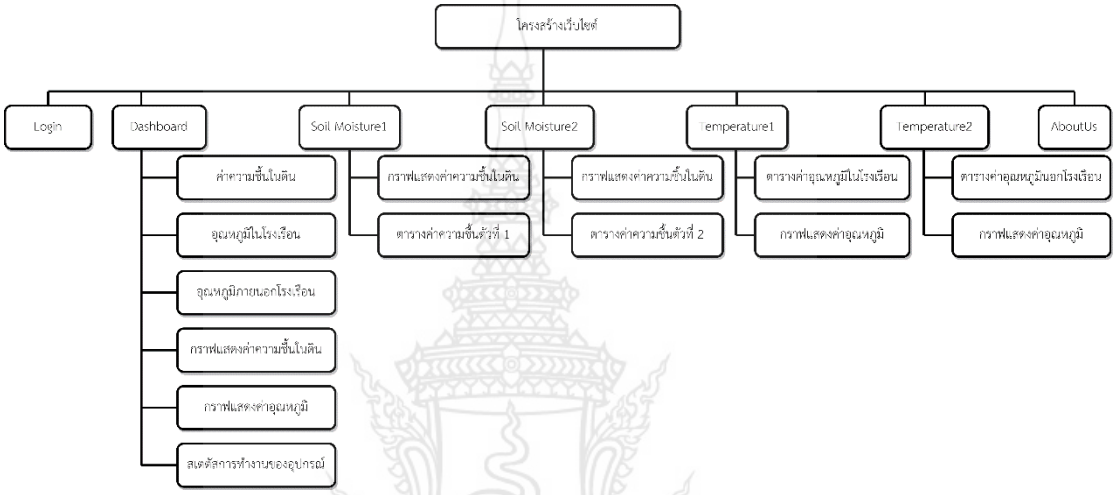


ภาพที่ 3-20 แผนภาพจำลองการเข้าสู่หน้า Get Data from MQTT Server to Database

3.3.4 โครงสร้างของเว็บไซต์

โดยโครงสร้างของเว็บไซต์ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง แสดงโครงสร้างของเว็บไซต์ ดังต่อไปนี้

3.3.4.1 โครงสร้างของเว็บไซต์ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

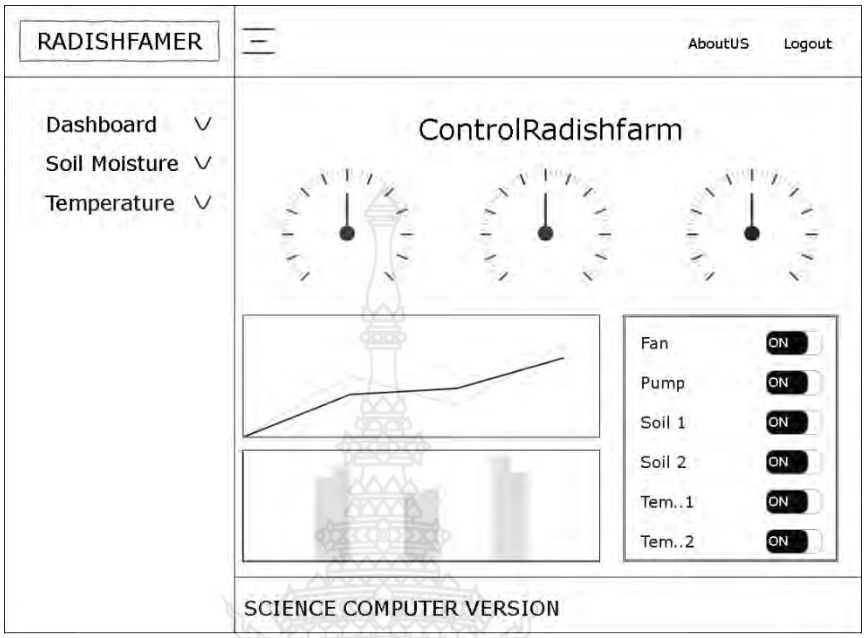


ภาพที่ 3-21 โครงสร้างของเว็บไซต์ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

3.3.4.2 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Login

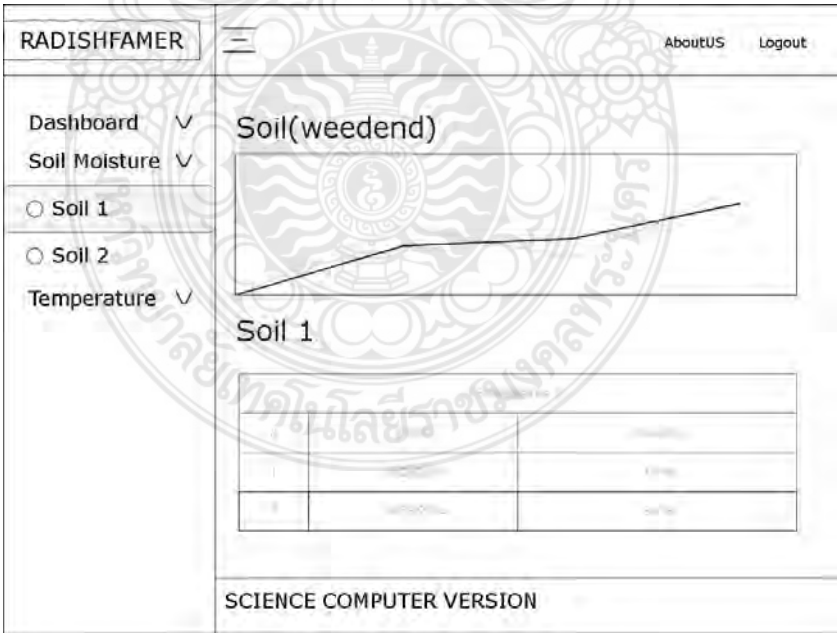
ภาพที่ 3-22 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Login

3.3.4.3 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Dashboard



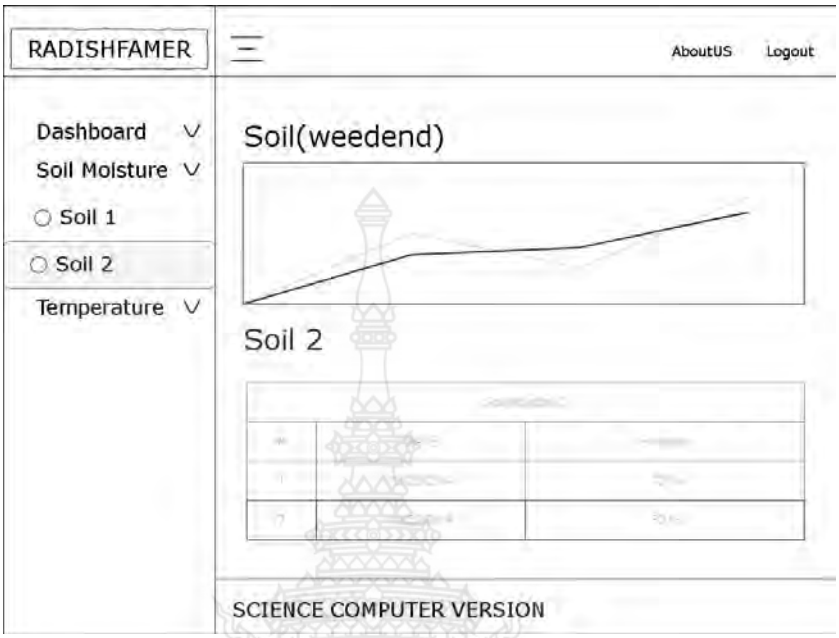
ภาพที่ 3-23 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้า Dashboard

3.3.4.4 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 1



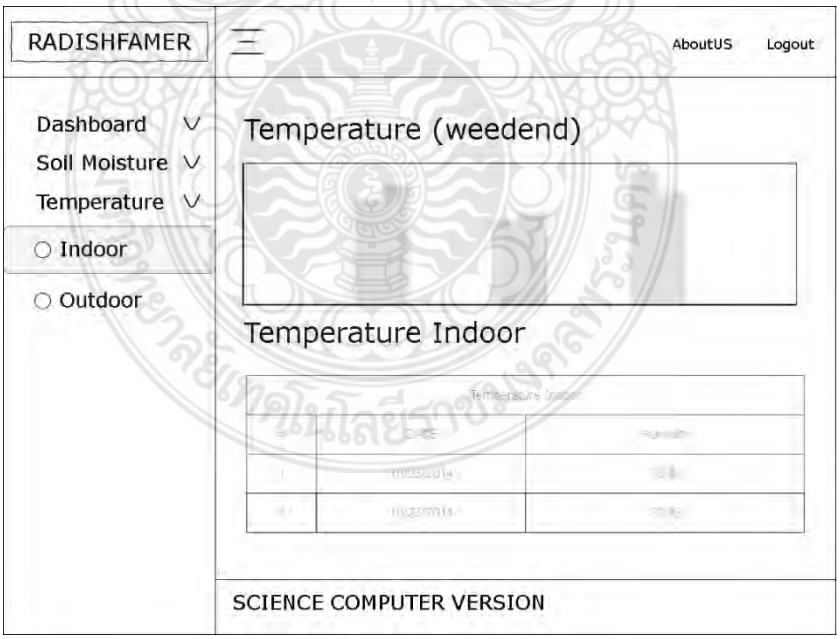
ภาพที่ 3-24 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 1

3.3.4.5 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 2



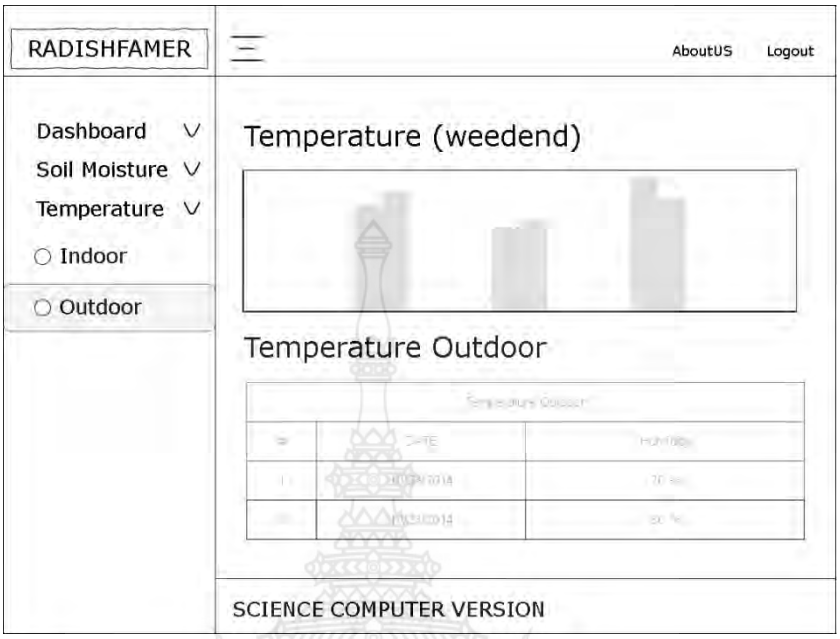
ภาพที่ 3-25 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 2

3.3.4.6 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณภูมิภายในโรงเรือน



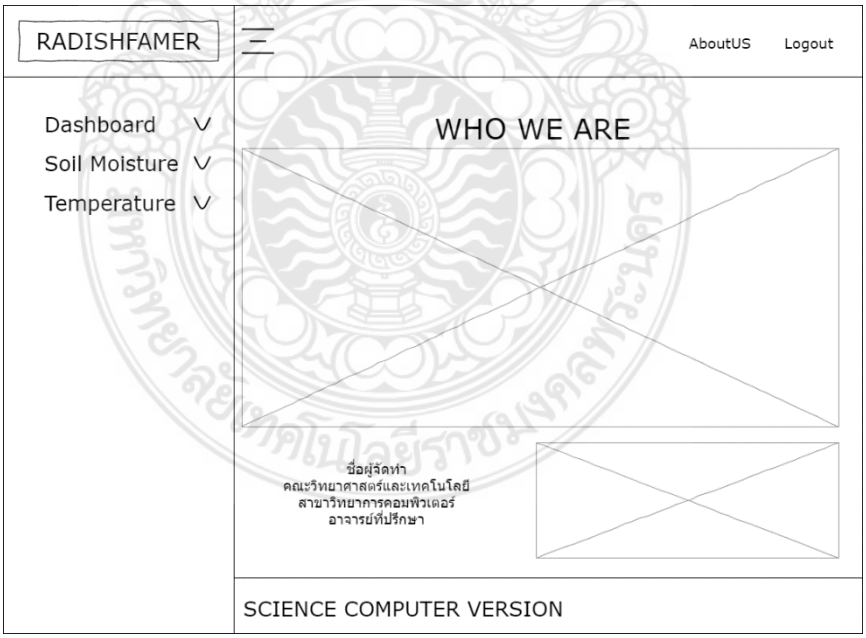
ภาพที่ 3-26 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณภูมิภายในโรงเรือน

3.3.4.7 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 3-27 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าเซ็นเซอร์วัดอุณภูมิภายนอกโรงเรือน

3.3.4.8 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าคณะผู้จัดทำ



ภาพที่ 3-28 โครงสร้างของเว็บไซต์หน้าคณะผู้จัดทำ

3.3.5 การออกแบบฟอร์มหน้าเว็บ (story board)

การออกแบบหน้าจอใช้เครื่องมือในการเขียน story board นั้นจะเป็นลักษณะของการวางโครงร่าง ขึ้นมาเพื่อเป็นการกำหนดเนื้อหาสำคัญในแต่ละส่วนของเนื้อเรื่องลงไป รวมไปถึงมุมมองหลักในการนำเสนอเนื้อเรื่องในแต่ละส่วนออกมา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดภาพของการออกแบบส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (user interface) โดยระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง นั้นได้มีการออกแบบหน้าจอการทำงานของระบบ ดังต่อไปนี้

3.3.5.1 การออกแบบหน้าจอหน้าเข้าสู่ระบบ

3.3.5.2 การออกแบบแถบเมนูการใช้งาน

3.3.5.3 การออกแบบหน้าจอหน้า Dashboard

3.3.5.4 การออกแบบหน้าจอหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1

3.3.5.5 การออกแบบหน้าจอหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2

3.3.5.6 การออกแบบหน้าจอหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน

3.3.5.7 การออกแบบหน้าจอหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

3.3.5.8 การออกแบบหน้าจอหน้าคณะผู้จัดทำ

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าเข้าสู่ระบบ
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	index.php
Picture	Radish1.png
Button	Login : ปุ่มเข้าสู่ระบบ
Text	Radish Farm Login
Text link	01 : กล่องสำหรับกรอก username
	02 : กล่องสำหรับกรอก password
	03 : Login เพื่อไปที่หน้า Dashboard
Comment	เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จจะสามารถไปยังหน้าต่าง ๆได้

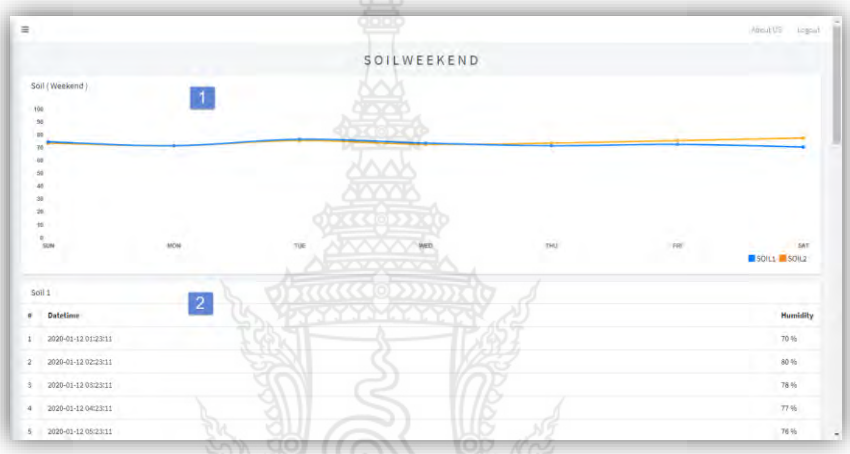
ภาพที่ 3-29 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าเข้าสู่ระบบ

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	แถบเมนูการใช้งาน
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	-
Picture	-
Button	Dashboard : ปุ่มเข้าสู่หน้า Dashboard
	Soil 1 : ปุ่มเข้าสู่ข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1
	Soil 2 : ปุ่มเข้าสู่ข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2
	INDOOR : ปุ่มเข้าสู่ข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน
	OUTDOOR : ปุ่มเข้าสู่ข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน
	About US : ปุ่มเข้าสู่หน้าคณะผู้จัดทำ
	Logout : ปุ่มออกจากระบบ
Text	-
Text link	-
Comment	ปุ่มต่าง ๆจะสามารถไปยังหน้าต่าง ๆได้

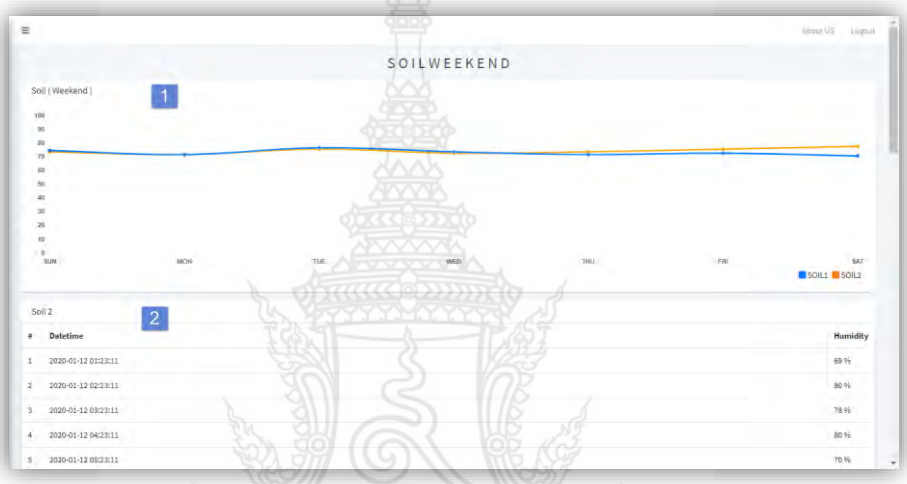
ภาพที่ 3-30 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าแถบเมนูการใช้งาน

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้า Dashboard
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	menu.php
Picture	-
Button	-
Text	Dashboard
Text link	01 : แสดงค่าความชื้น , อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน
	02 : แสดงสเตตัสการทำงานของอุปกรณ์
	03 : กราฟแสดงข้อมูลรายอาทิตย์
Comment	สามารถดูข้อมูลภายในระบบทั้งหมดได้

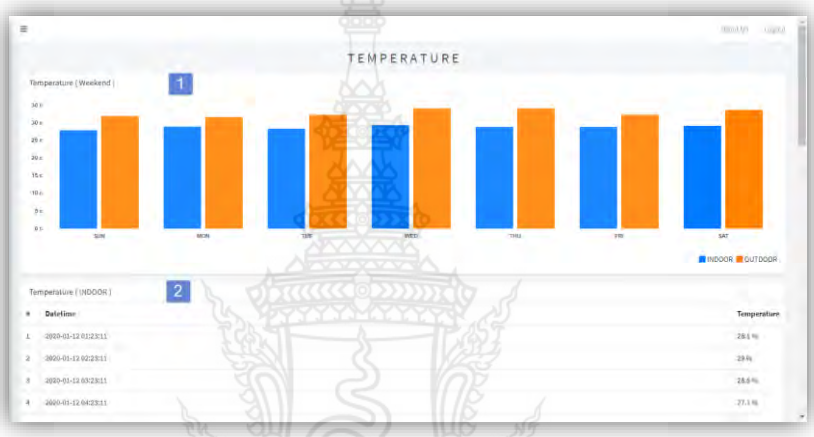
ภาพที่ 3-31 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Dashboard

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	Soil1.php
Picture	-
Button	-
Text	Soilweekend1
Text link	01 : แสดงกราฟข้อมูลความชื้นเฉลี่ยต่อวันรายอาทิตย์
	02 : แสดงข้อมูลจากการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
Comment	สามารถดูข้อมูลของ Soil1 ทั้งหมดได้

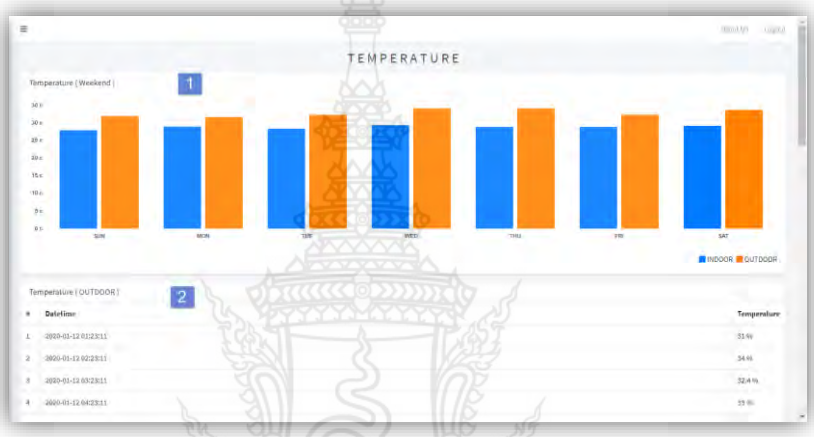
ภาพที่ 3-32 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	Soil2.php
Picture	-
Button	-
Text	Soilweekend1
Text link	01 : แสดงกราฟข้อมูลความชื้นเฉลี่ยต่อวันรายอาทิตย์
	02 : แสดงข้อมูลจากการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
Comment	สามารถดูข้อมูลของ Soil2 ทั้งหมดได้

ภาพที่ 3-33 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	INDOOR.php
Picture	-
Button	-
Text	TemperatureIndoor
Text link	01 : แสดงกราฟข้อมูลความชื้นเฉลี่ยต่อวันรายอาทิตย์
	02 : แสดงข้อมูลจากการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
Comment	สามารถดูข้อมูลของอุณหภูมิภายในโรงเรือนทั้งหมดได้
Date	14 มกราคม 2563

ภาพที่ 3-34 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	OUTDOOR.php
Picture	-
Button	-
Text	TemperatureOutdoor
Text link	01 : แสดงกราฟข้อมูลความชื้นเฉลี่ยต่อวันรายอาทิตย์
	02 : แสดงข้อมูลจากการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
Comment	สามารถดูข้อมูลของอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งหมดได้

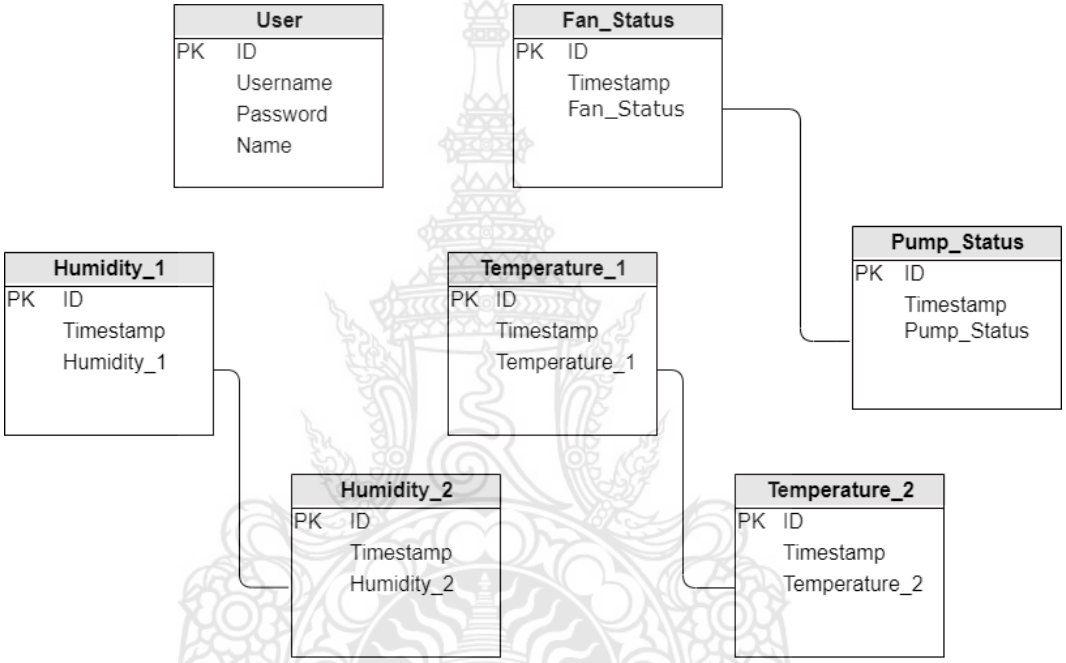
ภาพที่ 3-35 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

STORYBOARD FORM	
Subject	ระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง
Module	หน้าคณะผู้จัดทำ
Design By	นายพีรวิทย์ สอนพงษ์ นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ และ นายอนันต์ งามลิ
Page Preview	
Date	14 มกราคม 2563
File Name	Aboutus.php
Picture	about-motto-1.jpg , farm.jpg , radish.mp4
Button	-
Text	WHO WE ARE
Text link	01 : แสดงข้อมูลคณะผู้จัดทำ
Comment	-

ภาพที่ 3-36 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้าจอหน้าคณะผู้จัดทำ

3.3.6 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดทำระบบฐานข้อมูล Data Base Management System ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูล จะต้องศึกษาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลโครงสร้างของข้อมูลการเข้าถึงข้อมูลและกระบวนการที่โปรแกรมประยุกต์จะเรียกใช้ฐานข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูลในระดับตรรกะหรือในระดับแนวความคิด ดังภาพที่ 3-22 ประกอบด้วย 7 เทมเพลต ดังตารางที่ 3-6 ถึง 3-12



ภาพที่ 3-37 Class Diagram ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งนั้น

ตารางที่ 3-6 ตาราง User

ชื่อตาราง	User			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูล Username / Password ในการ Login			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสผู้ใช้งาน	INT	11	PK
Username	ชื่อ	Varchar	20	-
Password	รหัสเครื่องมือ	Varchar	20	-
Name	ชื่อผู้ใช้งาน	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-7 ตาราง Fan_Status

ชื่อตาราง	ตาราง Fan_Status			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลสถานะของพัดลม			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Fan_Status	สถานะการทำงาน	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-8 ตาราง Pump_Status

ชื่อตาราง	ตาราง Pump_Status			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลสถานะของปั้ม			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Pump_Status	สถานะการทำงาน	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-9 ตาราง Humidity_1

ชื่อตาราง	ตาราง Humidity_1			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลและสถานะของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 1			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Humidity_1	ค่าความชื้น	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-10 ตาราง Humidity_2

ชื่อตาราง	ตาราง Humidity_2			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลและสถานะของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินตัวที่ 2			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Humidity_2	ค่าความชื้น	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-11 ตาราง Temperature_1

ชื่อตาราง	ตาราง Temperature_1			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลและสถานะของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือน			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Temperature_1	ค่าอุณหภูมิ	Varchar	20	-

ตารางที่ 3-12 ตาราง Temperature_2

ชื่อตาราง	ตาราง Temperature_2			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลและสถานะของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว(Byte)	คีย์
ID	รหัสลำดับ	INT	11	PK
Timestamp	วันที่และเวลา	Timestamp	-	-
Temperature_2	ค่าอุณหภูมิ	Varchar	20	-

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

การทดสอบโครงงานเรื่อง ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งครั้งนี้ เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบที่สร้างขึ้น รวมทั้งเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและผิดพลาดของระบบที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้นมีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 การทดสอบการทำงาน

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพ

4.1 การทดสอบการทำงาน

การจัดการทดสอบโครงงานเรื่อง ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง เป็นการจัดทำการทดสอบประสิทธิภาพ และคุณภาพของอุปกรณ์ รวมถึงหาข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ เพื่อเอาข้อผิดพลาดนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงความต้องการของผู้ใช้งานให้ได้มากที่สุด โดยสามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 การทดสอบอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ จะจำลองสภาพแวดล้อมด้วยเครื่องปรับอากาศ ใช้เทอร์โมมิเตอร์และตัวเซ็นเซอร์ในการตรวจอุณหภูมิ แล้วเปรียบเทียบค่าที่ได้ โดยตั้งอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศตามค่าที่ทดสอบ นำเทอร์โมมิเตอร์วัดค่า แล้วเปรียบเทียบกับตัวเซ็นเซอร์ว่าได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกันหรือไม่

4.1.2 การทดสอบอุปกรณ์วัดความชื้นในดิน จะทำการทดสอบโดยการวัดค่าความชื้นในดิน ณ ไร่ปลูกหัวไชเท้า จังหวัดราชบุรี แปลงมีขนาดพื้นที่ 6 x 1.2 เมตร โดยทำการวัดค่าความชื้นในดิน (%) ทั้งหมด 4 จุด ได้แก่ จุด A, B, C, D จำนวน 4 ช่วงเวลา แต่ละจุดมีระยะห่าง 1.5 เมตร ดังตารางที่ 4-2

หลังจากวัดค่าความชื้นในดินดังตารางที่ 4-2 ได้นำดินในแต่ละจุด มาทดสอบหาค่าความชื้นในดิน (%) ที่ห้องทดลองแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ทดสอบ ณ ไร่ปลูกหัวไชเท้า ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-1 การทดสอบอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ DHT22

ลำดับ	ค่าที่ทดสอบ	เทอร์โมมิเตอร์	DHT22
1	20	20	19.90
2	23	23	23
3	25	25	25
4	27	27	27.30
5	30	30	30.20
6	33	33	33.20

ตารางที่ 4-2 การทดสอบค่าความชื้นในดิน

ลำดับ	จุดที่ทดสอบ	ช่วงเวลา	ค่าที่ทดสอบ (%) ณ ไร่หัวไชเท้า จังหวัดราชบุรี
ก่อนรดน้ำ			
1	A	08.00 น.	71
2	B	08.15 น.	70
3	C	08.30 น.	68
4	D	08.45 น.	69
หลังรดน้ำ			
5	A	09.15 น.	74
6	B	09.30 น.	75
7	C	09.45 น.	72
8	D	10.00 น.	74
ก่อนรดน้ำ			
9	A	16.30 น.	69
10	B	16.45 น.	70
11	C	17.00 น.	69
12	D	17.15 น.	69
หลังรดน้ำ			
13	A	17.45 น.	72
14	B	18.00 น.	75
15	C	18.15 น.	71

ตารางที่ 4-2 การทดสอบค่าความชื้นในดิน (ต่อ)

16	D	18.30 น.	75

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าความชื้นในดิน

ลำดับ	ค่าที่ทดสอบ (%) ณ ไร่หัวไชเท้า จังหวัดราชบุรี	ค่าที่ทดสอบ (%) ในห้องทดลอง
1	71	85
2	70	81
3	68	81
4	69	82
5	74	82
6	75	87
7	72	80
8	74	85
9	69	84
10	70	84
11	69	81
12	69	80
13	72	85
14	75	87
15	71	87
16	75	82

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพ

ผู้จัดได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ เพื่อเอาข้อผิดพลาดนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้ตรงความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด การทดสอบเว็บไซต์จะใช้ PageSpeed Insights ของ Developers.google โดยใส่ URL ของเว็บไซต์ในแต่ละหน้า เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความเร็วของเว็บไซต์

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บไซต์ แบ่งเป็น 6 หน้า

4.2.1.1 หน้าจอ Dashboard

4.2.1.2 หน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1

4.2.1.3 หน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2

4.2.1.4 หน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน

4.2.1.5 หน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

4.2.1.6 หน้าจอคณะผู้จัดทำ

ตารางที่ 4-4 การทดสอบหน้าจอ Dashboard

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	91
2	63
3	61
4	62
5	62
6	61
7	63
8	65
9	63
10	63
ค่าเฉลี่ยรวม	65.6

จากตาราง 4-2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอ Dashboard โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 65.6 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-5 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	82
2	75
3	74
4	74
5	73
6	72
7	71
8	71
9	71
10	71
ค่าเฉลี่ยรวม	73.4

จากตาราง 4-3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1 โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 73.4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-6 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	92
2	85
3	78
4	77
5	75
6	75
7	76
8	75
9	76
10	74
ค่าเฉลี่ยรวม	78.3

จากตาราง 4-4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2 โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 78.3 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-7 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	82
2	75
3	73
4	76
5	74
6	68
7	67
8	70
9	71
10	72
ค่าเฉลี่ยรวม	72.8

จากตาราง 4-5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 72.8 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-8 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	89
2	69
3	69
4	70
5	63
6	64
7	67
8	69

ตารางที่ 4-8 การทดสอบหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

9	72
10	71
ค่าเฉลี่ยรวม	70.9

จากตาราง 4-6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 70.9 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-9 การทดสอบหน้าจอคณะผู้จัดทำ

การทดสอบครั้งที่	ผลการทดสอบ (%)
1	94
2	91
3	93
4	92
5	90
6	90
7	89
8	90
9	91
10	93
ค่าเฉลี่ยรวม	91.3

จากตาราง 4-7 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของหน้าจอคณะผู้จัดทำ โดยค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าเท่ากับ 91.3 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วเว็บไซต์

4.2.2.1 ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4\text{-}1)$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูล

ที่มา : (ภัทรา นิคมานนท์, 2537)

4.2.2.1 การแบ่งเกณฑ์คะแนนประสิทธิภาพ (4-2)

0 ถึง 49 : ช้า

50 ถึง 89 : ปานกลาง

90 ถึง 100 : เร็ว

ที่มา : (https://developers.google.com/web/tools/lighthouse/v3/scoring, 2563)

ตารางที่ 4-10 ผลการประสิทธิภาพ และความเร็วเว็บไซต์

หน้าเว็บไซต์	ค่าเฉลี่ยรวม 10 ครั้ง (%)	ความเร็วอยู่ในระดับ
หน้าจอหน้า Dashboard	65.6	ปานกลาง
หน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 1	73.4	ปานกลาง
หน้าจอดูข้อมูลค่าความชื้นในดินตัวที่ 2	78.3	ปานกลาง
หน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายในโรงเรือน	72.8	ปานกลาง
หน้าจอดูข้อมูลอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน	70.9	ปานกลาง
หน้าจอคณะผู้จัดทำ	91.3	เร็ว

จากตาราง 4-8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และความเร็วของเว็บไซต์ โดยผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ในระดับใดของเว็บไซต์ โดยค่าความเร็วแบ่งได้ 3 ระดับ คือ 0 ถึง 49 ความเร็วอยู่ในระดับช้า 50 ถึง 89 ความเร็วอยู่ในระดับปานกลางและ 90 ถึง 100 ความเร็วอยู่ในระดับเร็ว สรุปผลได้ว่าหน้าจอในแต่ละหน้าจอนั้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยความเร็วอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากเว็บไซต์เป็นการแสดงข้อมูลที่ดึงจากฐานข้อมูลถ้าข้อมูลในฐานข้อมูลมีจำนวนมากจะทำให้ประสิทธิภาพและความเร็วของเว็บไซต์ลดลง

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานเรื่องระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง จะถูกแบ่งพัฒนาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทางด้านฮาร์ดแวร์ถูกพัฒนาด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และภาษาซี ทางด้านซอฟต์แวร์ถูกพัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี ในส่วนของระบบฐานข้อมูลใช้พีเอชพีมายแอดมินในการจัดการฐานข้อมูล เพื่อพัฒนาเว็บไซต์ สำหรับแสดงผลและรายงานสถานะของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีกทั้งยังมีการใช้โปรโตคอล MQTT Broker มาเป็นตัวกลางที่ใช้ในการรับ – ส่งข้อมูล ระหว่างอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปยังเซิฟเวอร์

จากการทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ผู้พัฒนาระบบแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์ พบว่าผลการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานในด้านต่าง ๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้พัฒนาระบบเป็นไปได้ด้วยดี ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง สามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้

5.2 อุปสรรคในการดำเนินงาน

ปัญหาที่พบจากการดำเนินโครงงานระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งดังนี้

5.2.1 มีความรู้เกี่ยวกับระบบไฟไม่เพียงพอ ทำให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดความเสียหาย

5.2.2 มีการจัดการโครงสร้างของโค้ดไม่ดี ทำให้การทำงานของบอร์ดมีปัญหา และเกิดอาการ Watchdog Timer (WDT) ซึ่งเป็นอาการของบอร์ดมีการรีเซ็ตตัวเอง

5.2.3 ขาแอนะล็อกของบอร์ดไม่เพียงพอ ทำให้ต้องเพิ่มอุปกรณ์โมดูลการแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นแอนะล็อก

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาในอนาคต

จากการดำเนินงานพบข้อบกพร่องเกิดขึ้น ซึ่งมีข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาในอนาคต ดังนี้

5.3.1 ควรปรับเปลี่ยนอุปกรณ์บอร์ดจาก ESP8266 เป็น ESP32 เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และมีความเสถียรมากขึ้น

5.3.2 ควรปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูล ให้มีการเก็บข้อมูลจำนวนครั้งไม่มากเกินไป เพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บ และจะทำให้เว็บไซต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3.3 ปรับปรุงการจัดวางของอุปกรณ์ ให้เป็นระเบียบ สามารถติดตั้งได้ง่าย เหมาะกับการนำไปใช้งาน

บรรณานุกรม

คมกฤษณ์ ชูเรือง. การวัดการละลายของปุ๋ยในการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ค่าความนำไฟฟ้า. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 2561.

เชิดพันธุ์ อมรกุล และผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์. การหาปริมาณความชื้น. (บทความออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2563, เข้าถึงได้จาก http://www.gerd.eng.ku.ac.th/Cai/Ch03/ch003_W.htm

ดวงนภา พรมจรรย์ อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และอนุมัติ อิงคนินันท์. ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะเห็ดนางฟ้าโดยส่งผ่านข้อมูลด้วยอุปกรณ์สื่อสารไร้สายซิกบี. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.

ทองล้วน สิงห์นันท์. เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกข้าวหอมมะลิ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2558.

ธงชัย พรไชยสุทธิ. การพัฒนาการสื่อสารระหว่างผู้ประสบภัยกับผู้ช่วยเหลือภายใต้ซากอาคารสิ่งก่อสร้างโดย Smartphone to Node MCU ESP8266. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2561.

บุญแสน เตียวนุกูลธรรม. เรื่องความชื้นของดิน. (บทความออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2563, เข้าถึงได้จาก http://elearning.nsru.ac.th/web_elearning/soil/lesson_4_2.php

ประโยชน์ คำสวัสดิ์. การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2558.

พงษ์ศธร สุยะมูล. การสร้างชุดสาธิตอาการเสียแอลซีดีมอนิเตอร์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556.

รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์. ระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปรนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และเครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2561

อธิวัฒธ์ สังข์ทอง. Raspberry Pi ควบคุมตำแหน่งและแสดงผลสำหรับแขนกลหุ่นยนต์โดยใช้โปรโตคอล MQTT. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2558.

เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด และเดือนแรม แพ่งเกี่ยว. การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2561.

ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อโครงงาน : ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นายพีรวิทย์ สอนพงษ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201053-6

วันเดือนปีเกิด : 19 มิถุนายน พ.ศ. 2540

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในปี พ.ศ. 2558
โรงเรียนสิริรัตนาธร

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 286/2 ซอยเชษฐา ถนนสรรพวุธ เขตบางนา แขวงบางนา จ.กรุงเทพฯ 10260

เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 096-910-4411

ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : peerawit-s@rmutp.ac.th

ชื่อโครงงาน : ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นายอัษฎาวุธ นิยมญาติ
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201074-2
วันเดือนปีเกิด : 12 สิงหาคม พ.ศ. 2540

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในปี พ.ศ. 2558
จากโรงเรียนบ้านคาวิทยา

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 141 หมู่ 6 ต.บ้านคา อ.บ้านคา จ.ราชบุรี 70180
เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 094-062-9753
ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : autsadawut-ni@rmutp.ac.th

ชื่อโครงงาน : ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมการปลูกหัวไชเท้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นายอนัน งามลิ
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201075-9
วันเดือนปีเกิด : 7 เมษายน พ.ศ. 2541

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในปี พ.ศ. 2558
จากวิทยาลัยเทคโนโลยีสยามบริหารธุรกิจ

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 59/2 หมู่ 5 ซอยกันตนา ต.บางม่วง อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี 1114
เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 064-740-5634
ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : anan-n@rmutp.ac.th