ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

นางสาวศศิธร จันทร์ชมภู
นางสาวบุญทิวา ทับทิม
นางสาวอรอนงค์ ล่ำละออ
นางสาวพลอยวรินทร์ บัวเล็ก

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อ : นางสาวศศิธร จันทร์ชมภู
นางสาวบุญทิวา ทับทิม
นางสาวอรอนงค์ ล่ำละออ
นางสาวพลอยวรินทร์ บัวเล็ก
ชื่อโครงงาน : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่ปรึกษาโครงการ : อาจารย์ ดร.ณัฐติญา ไข่ติยากุล
ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

เนื่องจากประเทศไทยในปัจจุบันพบว่าไส้เดือนดินเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ดังนั้นการเลี้ยงไส้เดือนถือเป็นตัวขับเคลื่อนที่สามารถกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ระบบสามารถแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิในตู้เพาะเลี้ยงไส้เดือน และควบคุมการให้น้ำผ่านแอพพลิเคชั่นได้อย่างถูกต้อง โดยส่วนประกอบหลักของเครื่องมี 2 บอร์ด คือ บอร์ด WeMos D1 ESP8266 และบอร์ด NodeMCU ESP-32S โดยบอร์ด WeMos D1 ESP8266 นั้นได้ทำการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดของปั๊ม ส่วนบอร์ด NodeMCU ESP-32S จัดทำระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลของค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิที่วัดได้แบบ Real time จากนั้นทำการส่งต่อข้อมูลประมวลผลและแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่น

จากการทดลองพบว่าระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนมีค่าอุณหภูมิอยู่ที่ช่วง 28.5°C โดยที่ค่าความชื้นดินระดับชั้นบนจะอยู่ที่ช่วง 65% ค่าความชื้นดินระดับชั้นกลางจะอยู่ที่ช่วง 67% และค่าความชื้นดินระดับชั้นบนจะอยู่ที่ช่วง 67% ซึ่งเป็นความชื้นและอุณหภูมิที่เหมะสมจึงทำให้ไส้เดือนมีการดำรงชีวิตที่ดี มีการสืบพันธุ์และขยายพันธุ์เป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงไส้เดือนแบบฟาร์ม ซึ่งระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนสามารถเปิดปิดน้ำตามความชื้นดิน วัดอุณหภูมิและแสดงผลบนเว็บแอพพลิเคชั่น

(โครงงานมีจำนวนทั้งสิ้น 59 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

Names : Miss. Sasitorn Jarnchoompu
Miss. Buntiwa Tubtim
Miss. Ornanong Lamlaor
Miss. Ploywarin Bualek
Project Title : Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet
Major Field : Computer Science
Faculty of Science and Technology
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Project Advisor : Ms. Nattiya Khaitiyakun, Ph.D
Academic Year : 2019

Abstract

Nowadays, Thailand is realizing the economic value of earthworms. Earthworm farming is a driving force that can stimulate the Thai economy. The objective of this project is to measure the humidity and temperature properties of the worms, the two boards are circuit boards in microcontroller. These are the WeMos D1 ESP8266 board and NodeMCU ESP-32S board. The WeMos D1 ESP8266 board to measure the amount of water and temperature of of the soil, and can turn the water supply on or off automatically. The NodeMCU ESP-32S board has a database system to collect real-time humidity and temperature data. The data is processed and displayed via a web interface.

The experiment showed that in regard to earthworm farming, the soil moisture alert system in the earthworm closet has a temperature accuracy of 28.5°C. The top soil has a humidity accuracy of 65%, the middle soil has a humidity accuracy of 67%, and the lower soil has a humidity accuracy of 67%. This allows the ideal moisture and humidity levels for the propagation of earthworms to be maintained. The alert system displays the temperature and humidity in the earthworm closet and can turn the water supply off if the soil moisture level gets too high for the worms - this can all be monitored via the web application.

(Total 59 pages)

Keyword : Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ประสบความสำเร็จได้ ผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้โอกาสได้รับทุนส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อันเนื่องมาจากการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย และบุคลากรต่าง ๆ ดังนี้ อาจารย์ ดร.ณัฐติญา ไข่ติยากุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และแนวคิดตลอดจนให้การช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่อง และปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างจัดทำโครงงาน

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทองค์ความรู้ และคำแนะนำต่าง ๆ

อาจารย์ ศิริชัย สาระมนัส และอาจารย์ ดร.เมธิญาณินฆ์ คำขาว สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งกรุณาเป็นกรรมการสอบโครงงานและให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ โอกาสนี้ทุกท่าน

นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกคนที่มีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือการเก็บข้อมูลตัวอย่าง และให้กำลังใจตลอดมา

ผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอขอบคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ศศิธร จันทร์ชมภู
บุญทิวา ทับทิม
อรอนงค์ ล่ำละออ
พลอยวรินทร์ บัวเล็ก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การเพาะเลี้ยงไส้เดือน	3
2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	7
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	17
3.1 โครงสร้างของระบบ (System Structure)	17
3.2 การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	19
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	21
3.4 วิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design)	23
3.5 การออกแบบระบบและฐานข้อมูล	37
บทที่ 4 ผลการทดสอบของระบบ	41
4.1 การทดสอบด้านความสมบูรณ์ตามระบบขอบเขตงาน	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	43
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	43
5.2 อุปสรรคในการดำเนินโครงงาน	44
5.3 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบการตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิ	46
ภาคผนวก ข เอกสารทางเทคนิค	52
ประวัติผู้จัดทำ	56

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 ตารางคำอธิบาย Use Case : เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้า Database 29
3-2 ตารางคำอธิบาย Use Case : แจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่านเว็บ 30
3-3 ตารางคำอธิบาย Use Case : ตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บ 31
3-4 ตารางคำอธิบาย Use Case : ควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ 32
3-5 ตารางคำอธิบาย Use Case : ค้นหาข้อมูลจาก Database 33
3-6 พจนานุกรมข้อมูลค่าความชื้น 38
4-1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ 41
ก-1 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 14 มกราคม 2563) 47
ก-2 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 15 มกราคม 2563) 47
ก-3 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 16 มกราคม 2563) 47
ก-4 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 17 มกราคม 2563) 48
ก-5 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 18 มกราคม 2563) 48
ก-6 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 19 มกราคม 2563) 48
ก-7 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 20 มกราคม 2563) 48
ก-8 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563) 49
ก-9 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563) 49
ก-10 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2563) 49
ก-11 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563) 50
ก-12 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2563) 50
ก-13 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563) 50
ก-14 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ (ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563) 51
ข-1 ข้อมูลทางเทคนิคของ NodeMCU ESP-32S 53
ข-2 ข้อมูลทางเทคนิคของ WEMOS D1 R2 WIFI ESP8266 54
ข-3 ข้อมูลทางเทคนิคของ Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 55

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 แสดงภาพ African Night Crawler (ไส้เดือน AF) 3
2-2 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8
2-3 แสดงภาพบอร์ด NodeMCU-32S 8
2-4 แสดงภาพ WeMos D1 ESP8266 9
2-5 แสดงภาพ Channels and Frequencies 9
2-6 แสดงภาพ Sensor DHT22 10
2-7 แสดงภาพโครงสร้างภายในของ DHT22 11
2-8 แสดงภาพการทำงานของ DHT22 11
2-9 แสดงภาพการส่งข้อมูลของ DHT22 12
2-10 แสดงภาพ Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 12
2-11 แสดงภาพส่วนประกอบของรีเลย์แบบขดลวด 13
2-12 แสดงภาพโมดูลรีเลย์สำเร็จรูป 1 ช่อง ใช้แรงดัน 5V 13
3-1 แผนภาพรวมของระบบ 17
3-2 แผนภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์ 18
3-3 แสดงภาพการต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน DHT22 19
3-4 แสดงภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบสัมผัส 20
3-5 แสดงภาพการต่อขา รีเลย์ และ มอเตอร์ 20
3-6 แสดงภาพวงจรทั้งหมดในโปรแกรม fritzing 21
3-7 แสดงภาพโปรแกรม Arduino IDE 22
3-8 Website แสดงข้อมูลความชื้น,อุณหภูมิและสั่งการทำงานของปั๊มน้ำ 22
3-9 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและวัดความชื้น 24
3-10 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) ฟังก์ชัน Connect2WiFi 25
3-11 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU 32S กับ HTTP 26
3-12 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) บอร์ด Wemos R1D1 ควบคุมการปิด/เปิดปั๊มน้ำ 27
3-13 แสดงผล Use Case Diagram ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน 28
3-14 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์เข้าฐานข้อมูล 35
3-15 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการแจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิของดินผ่านเว็บ 35
3-16 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการตรวจสอบค่าความชื้น, อุณหภูมิ และสถานะบนหน้าเว็บ 36
3-17 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ 36
3-18 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล 37

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-19 โครงสร้างของ Class Diagram ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน 38
3-20 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Dashboard 39
3-21 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Database 40
ข-1 NodeMCU ESP-32S 53
ข-2 WEMOS D1 R2 54
ข-3 Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 55
ข-4 Capacitive Soil Moisture Sensor Schematic 55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน มีบุคคลมากมายหารายได้เสริมหลังการทำงานประจำเป็นจำนวนมาก แต่ละคนก็จะมีอาชีพเสริมแตกต่างกันออกไปตามความถนัดของแต่ละคน การเลี้ยงไส้เดือนดินก็เช่นกัน ในปัจจุบันพบว่าไส้เดือนดินเป็นสัตว์เศรษฐกิจ เลี้ยงง่าย โตเร็ว และรายได้ดี จึงเป็นทางอาชีพทางเลือกอีกทางหนึ่งแก่บุคคลที่ต้องการหาอาชีพใหม่ ๆ อาชีพนี้ยังให้ความสำคัญต่อเกษตรกรในการเลี้ยงไส้เดือน ที่สามารถทำเป็นรายได้เสริม การเลี้ยงที่ดีย่อมมีผลต่อคุณภาพของการขาย แต่สำหรับบางคนที่ต้องการเลี้ยงไส้เดือนดินอาจจะต้องคำนึงในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น พื้นที่ในการเลี้ยง ซึ่งบางคนอาจจะมีพื้นที่ที่จำกัด ดังนั้นการเลี้ยงไส้เดือนในบ่อดิน หรือพาชนะปิด จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

ซึ่งปัญหาที่ตามมาสำหรับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนในบ่อดินคือ การควบคุมความชื้นในดินที่เหมาะสมให้ไส้เดือน ผู้เลี้ยงที่เพาะเลี้ยงไส้เดือนต้องให้ความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอ

จากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาคณะผู้จัดทำ จึงได้มองเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการศึกษา คณะผู้จัดทำโครงการนี้จึงนำเสนอระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนอย่างง่ายที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ระบบสามารถแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิในตู้เลี้ยงไส้เดือน และควบคุมการให้น้ำผ่าน Website

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 เพาะเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler หรือ AF จำนวน 3.5 ขีด

1.3.2 ขนาดของตู้ที่ทำการเพราะเลี้ยง 30 × 38.5 × 24 cm

1.4 วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินการจัดทำโครงงานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน มีขั้นตอนการจัดทำโครงงาน และแนวคิดการพัฒนาระบบดังนี้

1.4.1 ศึกษาปัญหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน โดยรวบรวมข้อมูลงานวิจัย ทฤษฎี หลักวิชา และตำราต่าง ๆ และการศึกษาซอฟต์แวร์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1.4.2 เขียนโครงงานเพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.3 นำเสนอหัวข้อโครงงานต่อคณะกรรมการสอบโครงงาน

1.4.4 ออกแบบและวิเคราะห์ระบบงาน

1.4.5 จัดหาและประกอบอุปกรณ์ พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมควบคุม Hardware

1.4.6 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน และดำเนินการหาประสิทธิภาพของระบบ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทดสอบค่าทางสถิติวิเคราะห์ผลการทดสอบ

1.4.7 สอบความก้าวหน้าโครงงานต่อคณะกรรมการ

1.4.8 ปรับปรุงแก้ไขระบบ

1.4.9 สรุปผลการจัดทำโครงงาน และจัดทำรายงาน

1.4.10 สอบจบโครงงานต่อคณะกรรมการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ระบบสามารถวัดและแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานเรื่อง ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน เพื่อให้ได้งานวิจัยที่สมบูรณ์ จึงได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย โดยประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

2.1 การเพาะเลี้ยงไส้เดือน

2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพาะเลี้ยงไส้เดือน

2.1.1 ไส้เดือนดินสายพันธุ์ African Night Crawler (AF)

ไส้เดือนดิน ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (Eudrilus eugeniae) มีชื่อสามัญว่า African Night Crawler เป็นไส้เดือนที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลาง ปัจจุบันได้รับความนิยมนำมาเลี้ยงกันทั่วไป เป็น "ไส้เดือนเก่ง" มีขนาดใหญ่น้ำหนักตัวสูงสุดเฉลี่ย 4 กรัม ยาวประมาณ 12 นิ้ว และมีขนาดลำตัวค่อนข้างใหญ่ ขนาดกว้าง 5-8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงปนเทา มองเห็นเป็นประกายสีน้ำเงิน ข้อดีของไส้เดือนชนิดนี้ คือเจริญเติบโตเร็ว สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ตัวโต กินอาหารมาก กำจัดสารอินทรีย์ได้เร็ว และมีอัตราการขยายพันธุ์สูง เสี้ยงดี ๆ อาจโตได้ถึง 1 ฟุต (มนตรี แสนสุข, 2557 ; อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น, 2558)

ภาพที่ 2-1 แสดงภาพ African Night Crawler (ไส้เดือน AF)
ที่มา : (ฟาร์มไส้เดือน มูลจันทร์ฟาร์ม, 2562)

2.1.2 การเพาะเลี้ยงไส้เดือน

(อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น, 2558) กล่าวว่า หลักการเลี้ยงไส้เดือนดินนั้น คุณสถาพรแนะนำว่าภาชนะเลี้ยงไม่ใช่ปัจจัยหลัก อาจจะเลี้ยงบนพื้นดิน หรือพื้นปูน นำมาเลี้ยงในกะละมัง บ่อพลาสติก บ่อปูนก็ได้ แต่สิ่งที่สำคัญคืออินทรียวัตถุที่นำมาเลี้ยง จะใช้เป็นมูลสัตว์ เศษผัก หรือผลไม้ก็ได้ แต่ต้องมีการเติม เพิ่มหรือปรับเปลี่ยน มีการเตรียมไว้ก่อนเช่น อินทรียวัตถุใหม่ๆ จะร้อน ก่อนนำไปให้ไส้เดือนดินย่อย จะต้องนำมาหมักให้หายร้อน เมื่อนำไปให้ไส้เดือนดินทำการย่อยก็จะย่อยง่ายและเร็ว

แต่ถ้าอาหารร้อนเหมือนกับเอาไส้เดือนดินไปปิ้งก็ไม่ปาน ซึ่งอาหารที่ให้ไส้เดือนดินช่วยย่อยขึ้นอยู่ที่ความต้องการเมื่อต้องการปุ๋ยมูลไส้เดือนที่มีธาตุอาหารอะไรในนั้นบ้าง เช่น ฟางข้าว, รำ, ถั่วเหลืองจะให้ไนโตรเจนสูง (N) และโปรตีน คือถ้าต้องการให้ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารอะไร ก็ให้ไส้เดือนดินกินอาหารที่มีธาตุอาหารนั้น ๆ อยู่

ต่อมาคือเรื่องของวัสดุที่จะใส่ในภาชนะเพื่อให้ไส้เดือนดินได้อาศัยอยู่ซึ่งมีอยู่หลายอย่างด้วยกันขึ้นอยู่ว่าต้องการธาตุอาหารอะไร อย่างเช่น ถ้าใส่ปุ๋ยมะพร้าว (ไม่มีธาตุอาหาร) กับมูลวัว มูลไส้เดือนที่ได้ก็จะเป็นสูตรขุยมะพร้าวมูลวัว ธาตุอาหารที่ได้จากมูลวัวนมก็จะได้โพแทสเซียมสูง หรือบางแห่งอาจเลี้ยงด้วยมูลวัวอย่างเดียว หรือมูลวัวผสมดิน สามารถใช้ได้หมดแล้วแต่สูตรที่แต่ละฟาร์มต้องการ แต่ถ้าเป็นสูตรของคุณสถาพร จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นดินเลี้ยงไส้เดือนดิน จะใช้มูลวัว, ฟางข้าว, เชื้อเห็ด ส่วนที่ 2 คืออาหาร จะใช้เศษผัก, ผลไม้, มูลสัตว์ต่าง ๆ, รำข้าว ซึ่งบางฟาร์มอาจจะใส่ดินเลี้ยง 60% อาหาร 40% คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใส่ลงไปในภาชนะ

ส่วนปริมาณการเลี้ยงต่อภาชนะต่าง ๆ ตามสูตรของ “มิตรใหม่ฟาร์ม” หากเลี้ยงเพื่อผลิตปุ๋ยจะใช้อัตราส่วน 8 ขีด - 1 กิโลกรัม/1 ตารางเมตร โดยเฉลี่ย ที่ความสูงไม่เกิน 20 - 25 เซนติเมตร ถ้าใส่ไส้เดือนดินมากกว่านี้จะได้มูลใส้เดือนเยอะ แต่การขยายพันธุ์จะช้าลงเพราะเกิดการแย่งกันกินและแออัด หรือถ้าใส่ไส้เดือนดินน้อยกว่านี้ ตัวไส้เดือนจะโตเร็ว แต่การผสมพันธุ์ก็ไม่เกิดขึ้นเพราะหาตัวไม่เจอเพราะไส้เดือนดินเป็นสัตว์ 2 เพศ ต้องผสมพันธุ์ข้ามตัว เมื่อจำนวนตัวน้อยก็หากันไม่เจอส่งผลให้ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้

จากนั้นทุก ๆ รอบ 1 เดือน จะเก็บและแยกตัวโดยวนเรียงตามบ่อเลี้ยงทั้งหมด 28 บ่อ ทำให้มีมูลไส้เดือนดินเกือบทุกวัน ซึ่งวิธีแยกมูลไส้เดือนดินกับตัวไส้เดือนดิน ที่ฟาร์มของคุณสถาพรจะนำใส่เครื่องร่อน โดยการตักจากบ่อขึ้นมาใส่เครื่อง จากนั้นเครื่องจะทำการแยกปุ๋ยและไส้เดือนดินออกจากกันเองแบบอัตโนมัติ จากนั้นสามารถเก็บไส้เดือนดินไปเลี้ยงต่อได้เลย บางส่วนก็นำไปขยายพันธุ์และขาย ส่วนมูลไส้เดือนก็นำมาขายเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนได้เลยแบบไม่ต้องเพิ่มเติมผสมอะไรลงไปเพิ่ม

2.1.2.1 ทั้งนี้ได้ยกตัวอย่างวิธีการเลี้ยงไส้เดือนดินไว้ดังนี้

ก) เตรียมกะละมังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร นำมาเจาะรูเพื่อให้น้ำของเหลวระบายลงด้านล่าง

ข) เตรียมกะละมังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร รองด้านล่างกะละมังใบแรก เพื่อใช้เก็บน้ำและปุ๋ยที่ระบายลงมา

หมายเหตุ : หากใช้ลิ้นชัก 3 ชั้น ให้เจาะรู 2 ชั้นแรก เพื่อให้น้ำระบายลงมาอยู่ชั้นล่างสุด

ค) นำดินเลี้ยง (แล้วแต่ความต้องการของแต่ละฟาร์ม) เช่น ดิน, มูลวัว, มะพร้าว, ฟางข้าว เป็นต้น และอาหาร(เลือกให้อาหารตามธาตุอาหารที่เราต้องการ) เช่น เศษผัก, ผลไม้, มูลสัตว์ต่าง ๆ, รำข้าว เป็นต้นนำมาผสมให้เข้ากัน ใส่ลงในภาชนะที่เตรียมไว้

ง) นำไส้เดือนดินลงไปอัตราส่วน 8 - 1 กิโลกรัม/ 1 ตารางเมตร

จ) เมื่อจะนำมูลไส้เดือนมาใช้ ให้นำไส้เดือนดินแยกมูลออก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่เล็ก ๆ อย่างเช่น ใช้ตะกร้าร่อน หรือในเชิงพาณิชย์ก็ใช้เครื่องแยก

ฉ) นำปุ๋ยมูลไส้เดือนไปใช้ประโยชน์ต่อส่วนภาชนะอาจทำความสะอาดหากใช้ดิน หรือขุยมะพร้าวเป็นดินเลี้ยง แต่ถ้าใช้มูลวัวที่เป็นทั้งดินเลี้ยงและอาหารไปในตัว เมื่อนำออกมาแยกเสร็จแล้ว สามารถเติมดินเลี้ยงและอาหาร แล้วนำไส้เดือนดินลงเลี้ยงได้เลย

2.1.2.2 วิธีเก็บน้ำจากไส้เดือนดินไปทำฮอร์โมน

การเก็บน้ำที่ได้จากการเลี้ยงไส้เดือนดินนั้น มีวิธีการเก็บหลายรูปแบบ ซึ่งโดยทั่วไปน้ำที่ได้อาจเกิดจากการล้าง หรือการฉีดน้ำลงไป หรือนำมูลไส้เดือนมาแช่น้ำเพื่อนำไปใช้ ซึ่งอาจยังไม่ได้หัวเชื้อเข้มข้นเหมือนน้ำที่ได้จากการเลี้ยงจริง ๆ แต่ที่ฟาร์มของคุณสถาพรจะเก็บน้ำโดยการเลี้ยงไปใช้ซึ่งจะได้น้ำที่เข้มข้นที่สุด

2.1.3 สภาพแวดล้อมกับไส้เดือนดิน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อไส้เดือนดิน ได้แก่ความชื้น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) การระบายอากาศ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดโครงสร้างของดินปริมาณอินทรีวัตถุและแหล่งอาหาร ไส้เดือนมีน้ำเป็นส่วนประกอบ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ความชื้นของดินมีอิทธิพลต่อจำนวนและน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน ซึ่งไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์จะเจริญเติมโตได้ดีในระดับความชื้นที่แตกต่างกันไป โดยมากจะชอบอาศัยอยู่ในดินที่มีความชื้นประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน อยู่ที่ประมาณ 15-28 องศาเซลเซียส ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะทนต่อช่วงที่อากาศร้อนสูงได้ดีกว่าไส้เดือนที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ไส้เดือนทุกชนิดชอบดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 0.7 คือค่า pH เป็นกลาง แต่สามารถอาศัยอยู่ได้กับดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5-8 ได้

ทั้งนี้ การที่ไส้เดือนดินจะเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน ภายใต้การจัดการดูแลที่เหมาะสมนั้น จะมากน้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ไส้เดือนดังนี้

2.1.3.1 อุณหภูมิ ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อเมทาบอลิซึม การเจริญเติบโตรวมถึงสืบพันธุ์ของไส้เดือนแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยไส้เดือนดินในเขตร้อนจะทนต่อช่วงอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าไส้เดือนดินในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินอยู่ในช่วง 15-28 องศาเซลเซียส และสืบพันธุ์ได้ที่อุณหภูมิ 29.5-30 องศาเซลเซียส

2.1.3.2 ความชื้น เนื้องจากไส้เดือนดินมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวและกิจกรรมต่าง ๆ ของไส้เดือนดินจะขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน โดยความชื้นของดินมีอิทธิพลต่อจำนวนน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน ซึ่งไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์ก็จะเจริญได้ดีที่ระดับความชื้นที่แตกต่างกันไป เช่น ความชื้นที่เหมาะสมต่อไส้เดือนที่อาศัยอยู่ในดิน คือ 40-70

เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนที่อาศัยใต้กองมูลสัตว์หรือซากอินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีที่ความชื้น 70-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น และที่สำคัญต้องไม่กระทบกับแสงแดดที่ร้อนแรงโดยตรง

ทั้งนี้ ถึงแม้ไส้เดือนดินจะชอบความชื้นแต่ต้องไม่มากจนเกินไป เพราะน้ำเป็นเหตุให้อาหารของไส้เดือนดินเน่าเปื่อยอย่างรวดเร็ว เป็นปัจจัยที่ชักนำให้เกิดการเจริญของเชื้อรา นอกจากนี้ความชื้นที่มากเกินไป ยังทำให้วัสดุที่ใช้เลี้ยงเกาะติดกับผิวตัวของไส้เดือนดินอย่างหนาแน่นซึ่งจะส่งผลต่อการหายใจของไส้เดือนดิน

2.1.3.3 ชนิดและโครงสร้างของดิน ส่งผลต่อประชากรของไส้เดือนดินทางอ้อม โดยเนื้อดินที่เหนียวและแน่น หรือมีส่วนผสมของกรวดทรายอยู่มาก จะส่งผลให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่ได้ยากและมีแหล่งอาหารอยู่น้อย การระบายน้ำและอากาศไม่ดี ทำให้มีประชากรไส้เดือนอยู่น้อย

2.1.3.4 สารอินทรีย์, อาหาร และเศษซากอินทรียสารที่อยู่บนดิน เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญตามธรรมชาติของไส้เดือน การใส่ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยอินทรีย์ จะเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารให้แก่ไส้เดือนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นในดินจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างที่ดีขึ้นเหมาะสมต่อการอาศัยอยู่ของไส้เดือนดิน และปริมาณอินทรียวัตถุเหล่านี้ยังเป็นแหล่งอาหารของไส้เดือนดินอีกด้วย ดังนั้นจะสังเกตได้ว่าในดินที่มีอินทรียวัตถุน้อยจะพบไส้เดือนดินอาศัยน้อย ในทางตรงกันข้ามบริเวณดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากก็จะพบไส้เดือนดินในปริมาณมาก

นอกจากนี้สารอินทรีย์ยังมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการกระจายของไส้เดือนเกือบทุกชนิด โดยธรรมชาติไส้เดือนจะเจริญเติบโตได้ดีในมูลสัตว์เกือบทุกชนิด เราจึงสามารถพบไส้เดือนตามบริเวณคอกสัตว์ต่าง ๆ อาทิ ฟาร์มเลี้ยงโคนมเนื่องจากเป็นบริเวณซึ่งอุดมไปด้วยอินทรียวัตถุ

2.1.3.5 ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน มีอิทธิพลกับไส้เดือนดินโดยทางอ้อม เนื่องจากความเป็นกรดมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในดินที่เป็นธาตุที่สำคัญในการช่วยไส้เดือนดินย่อยอาหารได้ดี ความเป็นกรดจะลดปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อไส้เดือนดินลง ดังจะเห็นว่ามีการแนะนำให้พ่นแคลเซียมในถังที่เลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์และเศษอาหารจากบ้านเรือนนาน ๆ ครั้ง เพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับไส้เดือนดินในสภาพที่มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากมีความเป็นกรดมากไป สามารถใช้ปูนขาวเจือจางน้ำพ่นลงไปเพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงให้ต่ำลงได้

ไส้เดือนดินเกือบทุกชนิดจะชอบดินที่มีค่าความเป็นกลาง pH ประมาณ 0.7 แต่ก็สามารถอยู่ในดินที่มีความเป็นกลางจนถึงด่างอ่านๆระหว่าง pH 5-8 ได้เช่นกัน แต่ไส้เดือนดินแต่ละชนิดก็มีความเหมาะสมกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ต่างกัน เช่น ไส้เดือนดินสาพันธุ์ Allolobophora caliginosa ในดินที่มี pH 5.2-5.4 ในขณะที่พบไส้เดือนดินสายพันธุ์ Eisenia fetida ในดินที่มี pH ช่วง 7.0-8.0 เช่นเดียวกับสายพันธุ์ Lumbricus rubellus ที่ใช้สายพันทางการค้าเช่นกัน

2.1.3.6 ปริมาณการปนเปื้อนในดิน การปนเปื้อนของดินจากมลพิษต่าง ๆ เช่น โลหะเงิน แคดเมี่ยม ตะกั่ว ดีบุก ดินจะมีอิทธิพลต่อวงจรชีวิตของไส้เดือนดิน น้ำหนักและปริมาณโคคูน (ไข่ไส้เดือน) ทั้งสิ้น

การปนเปื้อนของแอมโมเนีย ต้องต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และแกลือต้องต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าในสถาพการเลี้ยงที่มีแอมโมเนียสูงกว่า 0.5 มิลลิกรัม ต่อวัสดุเลี้ยง 1 กรัม และเกลืออนินทรีย์มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาพเป็นพิษต่อไส้เดือนดินได้

2.1.3.7 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไส้เดือนดินจะอยู่ได้ในดินที่มีก๊าซออกซิเจนค่อนข้างต่ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.01-11.5 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่สูงกว่าที่กำหนดจะเป็นอันตรายต่อไส้เดือนดิน และสามารถอยู่ได้ในปริมาณน้ำท่วม ซึ่งมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่อย่างไรก็ตามในสภาพเป็นกรดส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน หรือทำให้ไส้เดือนดินตายได้เช่นกัน

2.1.3.8 ความสว่าง ไส้เดือนไม่ต้องโดนแสงแดดที่ร้อนแรงโดยตรงเนื่องจากไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ใต้ดิน จึงชอบความมืด โดยตัวไส้เดือนดินจะมีเซลล์รับแสงสว่าง ที่จะทำหน้าที่ส่งความรู้สึกเกี่ยวกับแสงสว่างไปยังระบบประสาท ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปไส้เดือนจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปที่มืดหรือขุดรูหลบหนีไป ดังนั้น หากสภาพพื้นที่เลี้ยงมีแสงสว่างมาก ควรมีการพรางแสงให้ไส้เดือนดิน มิเช่นนั้นไส้เดือนดินอาจหนีได้

2.1.4 ประเภทมูลวัว

(ชารีย์ บุญญวินิจ, 2558) กล่าวว่า มูลสัตว์แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ซึ่งสามารถเตรียมมูลสัตว์เหล่านี้ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้โดยคำนึงถึงการเลือกมูลสัตว์ให้เหมาะสมกับไส้เดือนด้วย โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีระบบย่อยพิเศษซึ่งให้มูลที่เหมาะนำไปเป็นอาหารไส้เดือนได้อย่างดี

2.1.4.1 มูลวัว หรือปุ๋ยคอก นิยมใช้เลี้ยงไส้เดือนมากที่สุด เพราะหาง่าย ราคาถูก เป็นทั้งบ้านและอาหารของไส้เดือน แบ่งออกเป็นมูลวัวนมและมูลวัวเนื้อ

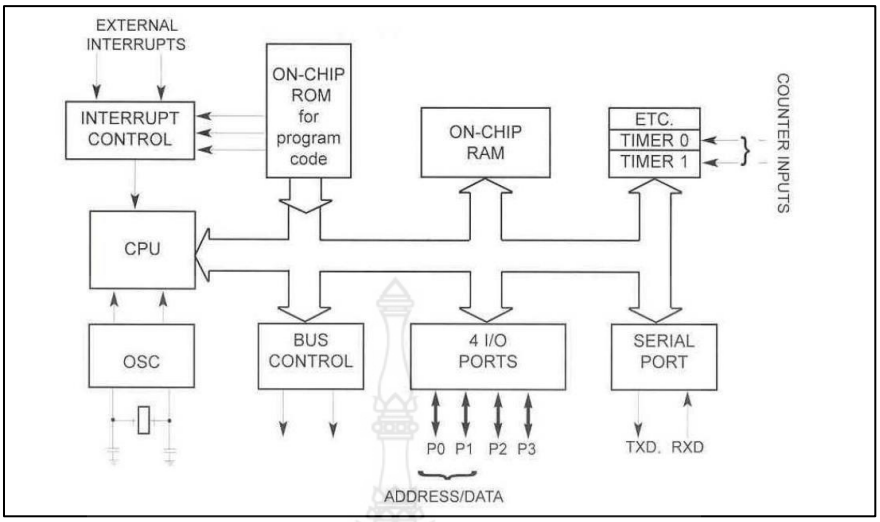
ก) มูลวัวนม เป็นตัวเลือกแรกของนักเลี้ยงเพราะหาซื้อได้ทั่วไป คายก๊าซได้ง่าย แต่ควรระวังและหลีกเลี่ยงมูลวัวในโรงเลี้ยงที่ทำความสะอาดด้วยโซดาไฟ เพราะสารเคมีรุนแรงอาจติดมากับมูลได้

ข) มูลวัวเนื้อ มักมีความเค็มสะสมและคายก๊าซได้ยากกว่ามูลวัวนม ก่อนนำไปใช้ต้องแช่น้ำคายก๊าซหลายครั้งทำให้เกิดความยุ่งยากจึงไม่ค่อยนิยมใช้

2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

(เจนศึก นุชพ่วง, 2547) กล่าวว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ ให้มีความสามารถในการทำงานมากขึ้นโดยเราสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานได้ด้วยหรือแก้ไขโปรแกรมภายในหน่วยความจำ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกันโครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) หน่วยความจำ (Memory) พอร์ต (Port) ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา



ภาพที่ 2-2 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา : (เจนศึก นุชพ่วง, 2547)

2.2.1.1 NodeMCU-32S

(สนธยา นงนุช, 2560) กล่าวว่า บอร์ด NodeMCU-32S ใช้ชิปแปลง USB เป็น UART เบอร์ CP2102 จากบริษัท Silicon Labs สามารถเข้าโหมดอัพโหลดโปรแกรมแบบอัตโนมัติจัดวงจรแบบ nodemcu มีรอม 4MB (หรือ 32Mbit) ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO เบอร์ AMS1117-3.3 รองรับแรงดันเข้าสูงสุด 7V และจ่ายกระแสได้สูงสุด 700mA หลอด LED สีแดงแสดงสถานะการจ่ายไฟเลี้ยงให้โมดูล ESP32S / ESP-WROOM-32 และหลอด LED สีฟ้าเชื่อมต่อกับ GPIO2 สวิตซ์กดติดปล่อยดับจำนวน 2 ตัว เชื่อมต่อกับขา CHP_PU ของโมดูล ESP32S / ESP-WROOM-32 ใช้สำหรับรีเซ็ตบอร์ด จำนวน 1 ตัว และเชื่อมต่อกับ GPIO0 เพื่อใช้เข้าโหมดโปรแกรมด้วยตัวเองอีก 1 ตัว ใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 38 ขา เรียงขาแบบเดียวกับบอร์ด ESP32-DevKitC เมื่อนำไปเสียบลงโพรโต้บอร์ด จะเหลือช่องให้ใช้งานด้านละ 1 ช่อง

ภาพที่ 2-3 แสดงภาพบอร์ด NodeMCU-32S

ที่มา : (สนธยา นงนุช, 2560)

2.2.1.2 WEMOS D1 R2 WIFI ESP8266 (WEMOS D1 R2)

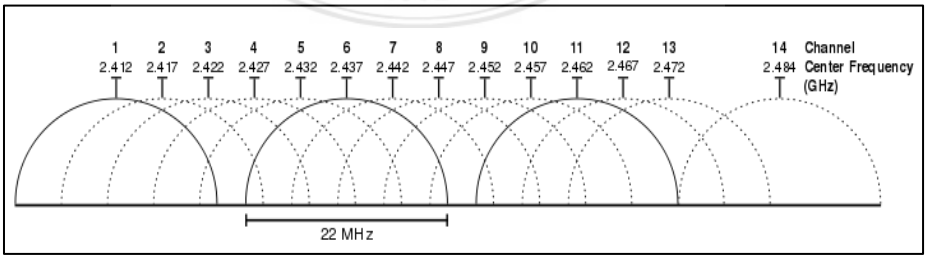
บอร์ด Arduino ESP8266 Wemos D1 R2 เป็น ESP8266 Friendly board รุ่นที่อัพเกรดจาก Wemos D1 ออกแบบให้มีขนาดและขาใช้งานคล้ายบอร์ด Arduino Uno โดยใช้ ESP8266 รุ่น ESP-12S ชิฟ USB TTL CH340 มีขาขยายให้ทดลองเพิ่ม สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE คล้ายกับเขียน Arduino (พิชัยพร บ่มไล่, 2560)

ภาพที่ 2-4 แสดงภาพ WeMos D1 ESP8266

ที่มา : (พิชัยพร บ่มไล่, 2560)

2.2.2 มาตรฐาน IEEE ที่ใช้ (พูนศักดิ์ พรเพิ่มพูน, 2553)

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 802.11b เป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายรวมทั้งประเทศไทยด้วยเช่นกัน ทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz (คลื่นความถี่นี้สามารถใช้งานแบบสาธารณะในประเทศไทยได้) มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 11 Mbps ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่าย Wireless LAN มาตรฐานนี้ได้รับความนิยมจำนวนมากมาก โดยทุกผลิตภัณฑ์ต้องสามารถทำงานร่วมกันได้ อุปกรณ์ทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิต อุปกรณ์ Wireless LAN ที่มาตรฐาน 802.11b ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษา สถานที่สาธารณะ และกำลังแพร่เข้าสู่สถานที่พักอาศัยมากขึ้น และมาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัสข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 บิต



ภาพที่ 2-5 แสดงภาพ Channels and Frequencies

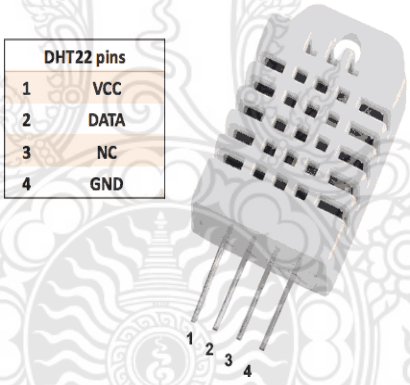
ที่มา : (พูนศักดิ์ พรเพิ่มพูน, 2553)

2.2.3 เซ็นเซอร์ (Sensor)

(ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558) กล่าวว่า sensor คืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำระบบ sensor มาใช้บนโทรศัพท์มือถือ ในหลายรูปแบบ เช่น ระบบตรวจจับความเลื่อนไหว (G-sensor), ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ (Accelerometer Sensor), เซ็นเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ (Orientation Sensor), เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับเสียง (Sound Sensor), ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก (Magnetic Sensor), ตรวจจับแสงสว่างสำหรับการปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ (Light Sensor) และ ระบบเปิด/ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู (Proximity Sensor) เป็นต้น

2.2.3.1 DHT22

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



ภาพที่ 2-6 แสดงภาพ Sensor DHT22

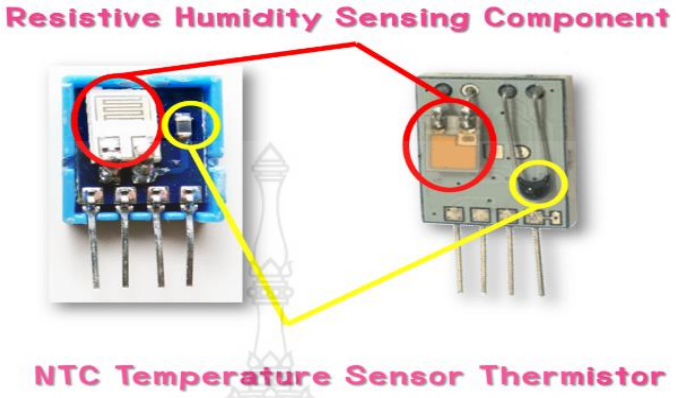
ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

ก) โครงสร้างภายใน

Resistive Humidity Sensing Component : เซนเซอร์ความชื้นที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ไฟฟ้าของตัวกลางดูดความชื้น การทำงานของเซนเซอร์ก็คือดูดซับไอน้ำและไอออนที่แตกตัว เป็นผลให้ค่าความนำไฟฟ้าของตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยช่วงเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 วินาที

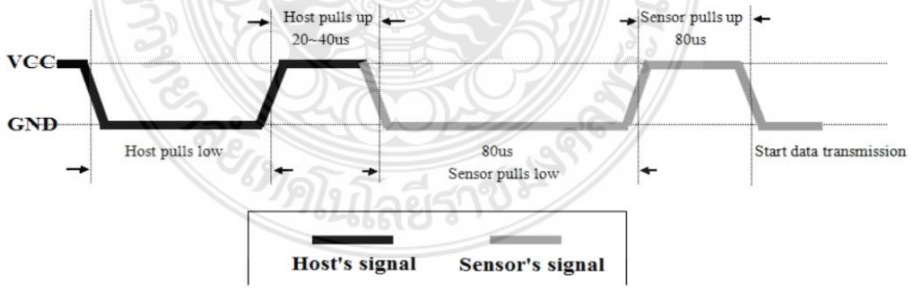
NTC Temperature Sensor Thermistor : เป็นเซนเซอร์ที่ความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานสูงมาก ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ 0 °C NTC มีความต้านทาน 10kΩ แต่ที่อุณหภูมิ 100 °C NTC จะมีความต้านทานลดลงเหลือเพียง 200Ω เท่านั้น ด้วยความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จึงเหมาะกับงานที่ต้องการวัดความ

แตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจน แต่เทอร์มิสเตอร์มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานจึงจำกัดอยู่ในช่วงแคบ ๆ เป็นช่วง ๆ ไปเช่น ช่วง 50-150 °C หรือ 150-250 °C เป็นต้น



ภาพที่ 2-7 แสดงภาพโครงสร้างภายในของ DHT22
ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

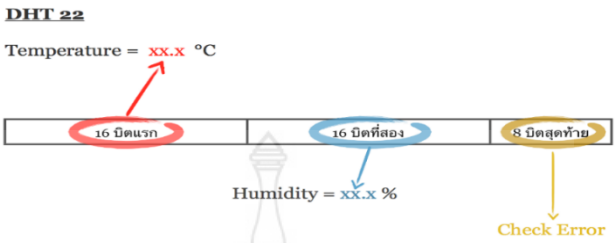
ข) หลักการทำงาน เริ่มจาก MCU จะส่งสัญญาณ pull down voltage ไปยัง DHT11/22 โดย ถ้าเป็น DHT 11 จะใช้เวลาส่ง down voltage อย่างต่ำ 18 ms แต่ถ้าเป็น DHT22 จะใช้เวลาอย่างต่ำ 1 ms และ MCU จะ pull up voltage เพื่อรอการตอบสนองจาก DHT ประมาณ 20-40 us หลังจากนั้น DHT จะส่งสัญญาณ pull down voltage เวลา 80 us เป็นการตอบสนองไปยัง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



ภาพที่ 2-8 แสดงภาพการทำงานของ DHT22
ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

ค) การส่งข้อมูลของ DHT22 คือ จะส่งทั้งหมด 40 บิต โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วน สองส่วนแรกส่วนละ 16 บิต และส่วนสุดท้าย 8 บิต ซึ่ง 16 บิตแรกและ 16 บิตที่สอง หมายถึง

ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นตามลำดับ ที่รวมทั้งค่าหน้าและหลังทศนิยม โดยตัวเลขหลักหน่วยจะหมายถึงตัวหลังทศนิยม และ 8 บิตสุดท้ายคือ เป็นค่าที่ตรวจสอบว่าข้อมูล error หรือไม่



ภาพที่ 2-9 แสดงภาพการส่งข้อมูลของ DHT22
ที่มา : (ประโยชน์ คำสวัสดิ์, 2558)

2.2.3.2 Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2 (ปกรณ์ รัตนยิ่ง, 2560)

เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Capacitive Soil Moisture Sensor เป็นเซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Capacitive ซึ่งปรับปรุงวิธีการวัดจากแบบเดิมที่เป็นแบบ resister ใช้แผ่นทองแดงไปสัมผัสกับดินโดยตรง ซึ่งมีข้อเสียคือหัววัดจะไม่ทน เป็นสนิม และชำรุดง่าย ทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้ง่าย เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบ Capacitive ใช้หลักการตรวจสอบประจุของวัสดุ ถ้ามีค่าประจุมากแสดงว่าชื้นมาก แผ่นเซนเซอร์จึงไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับดินหรือวัสดุที่ต้องการวัดโดยตรง จึงทนทานและแม่นยำกว่า โมดูลวัดความชื้นในดินนี้ให้ค่าเอาต์พุตเป็นแบบ Analog 0-3VDC จึงเหมาะกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCU รุ่นต่าง ๆ เช่น Arduino Raspberry pi เป็นต้น

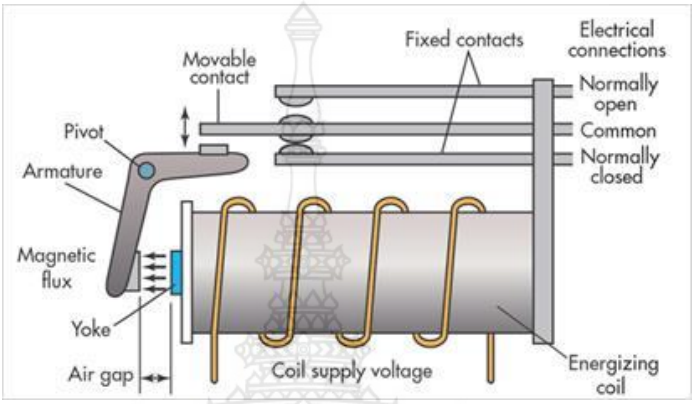
ภาพที่ 2-10 แสดงภาพ Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2
ที่มา : (ปกรณ์ รัตนยิ่ง, 2560)

2.2.4 รีเลย์ (Relay)

(สนธยา นงนุช, 2560) กล่าวว่า รีเลย์ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ในการควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า รีเลย์จะมีแรงดันที่ใช้ในการขับอยู่เช่นเดียวกัน และตัวรีเลย์เองก็ถือเป็นอุปกรณ์กำลังสูงที่ต้องใช้ทรานซิสเตอร์มา ช่วยขับด้วย แต่ในการใช้งานมักจะเลือกใช้งานแบบโมดูลสำเร็จรูปเพียงต่อสัญญาณเข้า ไฟเลี้ยง และอุปกรณ์ที่ ต้องการควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.2.4.1 รีเลย์แบบขดลวด

เป็นรีเลย์ที่มีส่วนประกอบของขดลวดเหนี่ยวนำ และหน้าคอนเทค หลักการคือเมื่อเกิดความเหนี่ยวนำขึ้นจะทำให้คอนเทคถูกดึงด้วยสนามแม่เหล็กมาชนกัน ทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไปได้ ทั้งนี้ข้อเสียของรีเลย์แบบนี้คือเมื่อหน้าคอนเทคมีการสัมผัสกันจะทำให้เกิดการอาร์คขึ้น รวมทั้งต้องใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งในการจ่ายไปให้ขดลวดเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 2-11 แสดงภาพส่วนประกอบของรีเลย์แบบขดลวด

ที่มา : (สนธยา นงนุช, 2560)

รีเลย์แบบขดลวดจะแบ่งย่อยได้ตามหน้าคอนเทคที่มีภายใน สำหรับรีเลย์ที่นิยมใช้มักมีหน้าคอนเทคเดียวและมีขาต่อใช้งานจำนวน 5 ขา คือ ขาขดลวดเหนี่ยวนำ 2 ขา และขาควบคุมอุปกรณ์อื่นจำนวน 3 ขา ขาควบคุมอุปกรณ์อื่นจะแยกได้เป็นขา NC (Normally Close) COM (Common) และ NO (Normally Open) การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ขา NO และ COM

การใช้งานโมดูลรีเลย์สำเร็จรูปจะคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ขับรีเลย์ และจำนวนรีเลย์ที่ต้องการใช้เป็นหลัก สำหรับ ESP32 ไม่มีโมดูลรีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3V แต่สามารถใช้รีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 5V ได้ โดยสามารถดึงแรงดันไฟฟ้า 5V มาจ่ายให้กับโมดูลรีเลย์ได้จากช่อง Vin ของบอร์ด NodeMCU-32S ซึ่งแรงดันไฟฟ้า 5V จะมาจากพอร์ต MicroUSB

ภาพที่ 2-12 แสดงภาพโมดูลรีเลย์สำเร็จรูป 1 ช่อง ใช้แรงดัน 5V

ที่มา : (สนธยา นงนุช, 2560)

2.2.5 ฐานข้อมูล (Database)

(ธัชชัย จำลอง และ สมโภชน์ ชื่นเยี่ยม, 2558) กล่าวว่า ฐานข้อมูล คือ ระบบในการจัดการข้อมูลอย่างมีระเบียบโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อจุดประสงค์ที่ชัดเจน หรือเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจ เช่น ฐานข้อมูลการขาย ฐานข้อมูลสินค้าคงคา ฐานข้อมูลพนักงาน ฐานข้อมูลนักศึกษา เป็นต้น โดยในการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการราบ ข้อมูลนั้นจะต้องมีโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่เรียกว่า “ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เป็นสื่อกลางในการทำงาน

ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง การจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์กัน และเกี่ยวข้องกันไว้ในที่เดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยผ่าน ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่เรียกย่อ ๆ ว่า DBMS (Database Management System) ซึ่งทำหน้าที่ เป็นตัวกลางระหว่างฐานข้อมูลกับผู้ใช้ฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) เครื่องมือของผู้ใช้เพื่อโต้ตอบกับฐานข้อมูล ซึ่ง DBMS จะประกอบไปด้วยฟังก์ชันหน้าที่ต่าง ๆ ในการ จัดการกับข้อมูล รวมทั้งภาษาที่ใช้ทำงานกับข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ภาษา SQL ในการโต้ตอบระหวางกัน กับผู้ใช้ด้วยการสร้าง การเรียกดู และการบำรุงรักษาฐานข้อมูล นอกจากนี้ DBMS ยังมีหน้าที่ในการ รักษาความมั่นคงและความปลอดภัยของข้อมูล ด้วยการป้องกันมิให้ผู้ไม่มีสิทธิการใช้งานเข้ามาละเมิด ข้อมูลในฐานข้อมูลที่เป็นศูนย์กลางได้ รวมถึงการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล ในกรณีข้อมูลเกิดความเสียหาย เป็นต้น (ศิวัช กาญจนชุม, 2559)

2.2.5.1 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

เป็นระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาต่อยอดมาจากระบบฐานข้อมูลแบบเดิม โดยจัดให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบของตารางที่แต่ละตารางจะมีความสัมพันธ์กัน เช่น ตารางเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ที่มี รหัสประจำตัว ชื่อ ที่อยู่ จะสัมพันธ์กับตารางเก็บข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์ ทั้งนี้เพราะคนหนึ่ง คนสามารถมีหมายเลขโทรศัพท์ได้หลายเบอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยกข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูล หมายเลขโทรศัพท์ออกจากกันเป็นคนละตาราง

สำหรับโปรแกรมที่ใช้จัดการฐานข้อมูลประเภทนี้จะมีชื่อว่า ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หรือ Relational Database Management System (RDBMS)

2.5.5.2 ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการจัดเก็บและบริหารข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ โดยระบบนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูลในการพัฒนาได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ใช้ (Users) สามารถทำการ ค้นหา แก้ไข และบันทึกข้อมูลได้อีกด้วย

2.5.5.3 คำศัพท์พื้นฐานเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

เนื่องจากฐานข้อมูลเป็นศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนามาอย่างยาวนาน จึงมีศัพท์เฉพาะทางด้านฐานข้อมูลอยู่หลายคำที่ผู้ศึกษาด้านฐานข้อมูลจำเป็นต้องเข้าใจและจดจำความหมายให้ได้ ดังนี้

ก) ตาราง (Table) เป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลภายในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า รีเลชัน (Relation) โดยตารางจะประกอบด้วยข้อมูลตามแนวตั้งเรียกว่า “คอลัมน์” และ ข้อมูลตามแนวนอนเรียกว่า “แถว”

ข) ข้อมูล (Data) คือสิ่งที่สามารถเก็บเข้าไปในตารางภายในฐานข้อมูลได้ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รูปภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหว

ค) คอลัมน์ (Coulmn) มีชื่ออื่นคือ ฟิลด์ (Field) หรือ แอตตริบิวต์ (Attribute) สำหรับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลแบบเดียวกันเอาไว้ด้วยกัน

ง) แถว (Row) มีชื่ออื่นคือเรคอร์ด (Record) หรือทูเปิล (Tuple) เป็นข้อมูลตามแนวนอนของตาราง มีหน้าที่ในการเก็บกลุ่มข้อมูลของฟิลด์หลายๆ ฟิลด์ที่เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

จ) เอ็นทิตี้ (Entity) เป็นกลุ่มของข้อมูล

ฉ) แอตตริบิวต์ (Attribute) เป็นสมาชิกที่อยู่ภายในเอ็นทิตี้แต่ละเอ็นทิตี้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 (พงษ์สุดา ชาญวิชัยพจน์ และคณะผู้จัดทำ, 2561) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ชนิดของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์คลอเลอร์ (Eudrilus eugeniae) และสมบัติทางเคมีของมูลไส้เดือน Effects of types of culture feed on” จากปริมาณวัสดุเหลือทิ้งโดยเฉพาะวัสดุอินทรีย์ซึ่งเป็นกากของเสียในชุมชนที่มีปริมาณมากขึ้นในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นต้องหา ทางนำมาใช้ประโยชน์ โดยการนำมาใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์คลอเลอร์ ดังนั้นงานวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน และสมบัติทางเคมีของมูลไส้เดือนดินภายหลัง ได้รับอาหารวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยการให้อาหาร จำนวน 5 ชนิด แก่ไส้เดือนดิน ได้แก่ Control กากยีสต์ ฟางข้าว วัสดุจากการเพาะทานตะวันงอก และผักตบชวาแห้ง โดยใช้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์คลอเลอร์ จำนวน 30 ตัวต่อภาชนะ ให้อาหารชนิดละ 20 กรัมต่อสัปดาห์ ทำการทดลองเลี้ยง ไส้เดือนดินเป็นระยะเวลา 90 วัน ณ โรงเรือนเลี้ยงไส้เดือน คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระหว่างเดือนมีนาคมถึง เดือนกรกฎาคม 2561 ผลการทดลองพบว่าการให้อาหารไส้เดือนดินในรูปของฟางข้าว ช่วยส่งเสริมให้ไส้เดือนดินมีจำนวน ประชากร น้ำหนักตัวรวม และปริมาณมูลมากที่สุดภายหลังเลี้ยงนาน 90 วัน (53.75 ตัว 6.69 กรัมต่อภาชนะ และ 25.02 กรัม ตามลำดับ) ขณะที่ไส้เดือนดินที่ได้รับกากยีสต์เป็นอาหาร พบว่าให้มูลไส้เดือนดินที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัส ทั้งหมดสูงที่สุดภายหลังการเลี้ยงในวันที่ 45 และวันที่ 60 (0.27 และ 0.021 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทั้งนี้การนำมูลไส้เดือนดิน มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรควรทำการเก็บมูลภายหลังการเลี้ยงนาน 15 วัน

2.3.2 (นราธิป ทองปาน และ ธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์, 2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบไปด้วยสามส่วนหลักคือ ส่วนที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการสั่งเปิดปิดวาล์วน้ำแบบบังคับเอง ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ควบคุมการเปิดปิดวาล์วน้ำ และส่วนที่สาม เป็นส่วนที่วัดค่าความชื้นและส่งข้อมูลบอกส่วนควบคุมวาล์วน้ำให้ทำการรดน้ำอย่างเหมาะสม

2.3.3 (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2558) กล่าวว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) การออกแบบฐานข้อมูลในองค์กรขนาดเล็กเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานอาจเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากนัก เนื่องจากระบบและขั้นตอนการทำงานภายในองค์กรไม่ซับซ้อนปริมาณข้อมูลที่มีก็ไม่มาก และจำนวนผู้ใช้งานฐานข้อมูลก็มีเพียงไม่กี่คนหากทว่าในองค์กรขนาดใหญ่ ซึ่งมีระบบและขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน รวมทั้งมีปริมาณข้อมูลและผู้ใช้งานจำนวนมาก การออกแบบฐานข้อมูลจะเป็นเรื่องที่มีความละเอียดซับซ้อน และต้องใช้เวลาในการดำเนินการนานพอควรทีเดียว ทั้งนี้ฐานข้อมูลที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานภายในหน่วยงานต่าง ๆ ขององค์กรได้ ซึ่งจะทำให้การดำเนินงานขององค์กรมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เป็นผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลภายในองค์กร

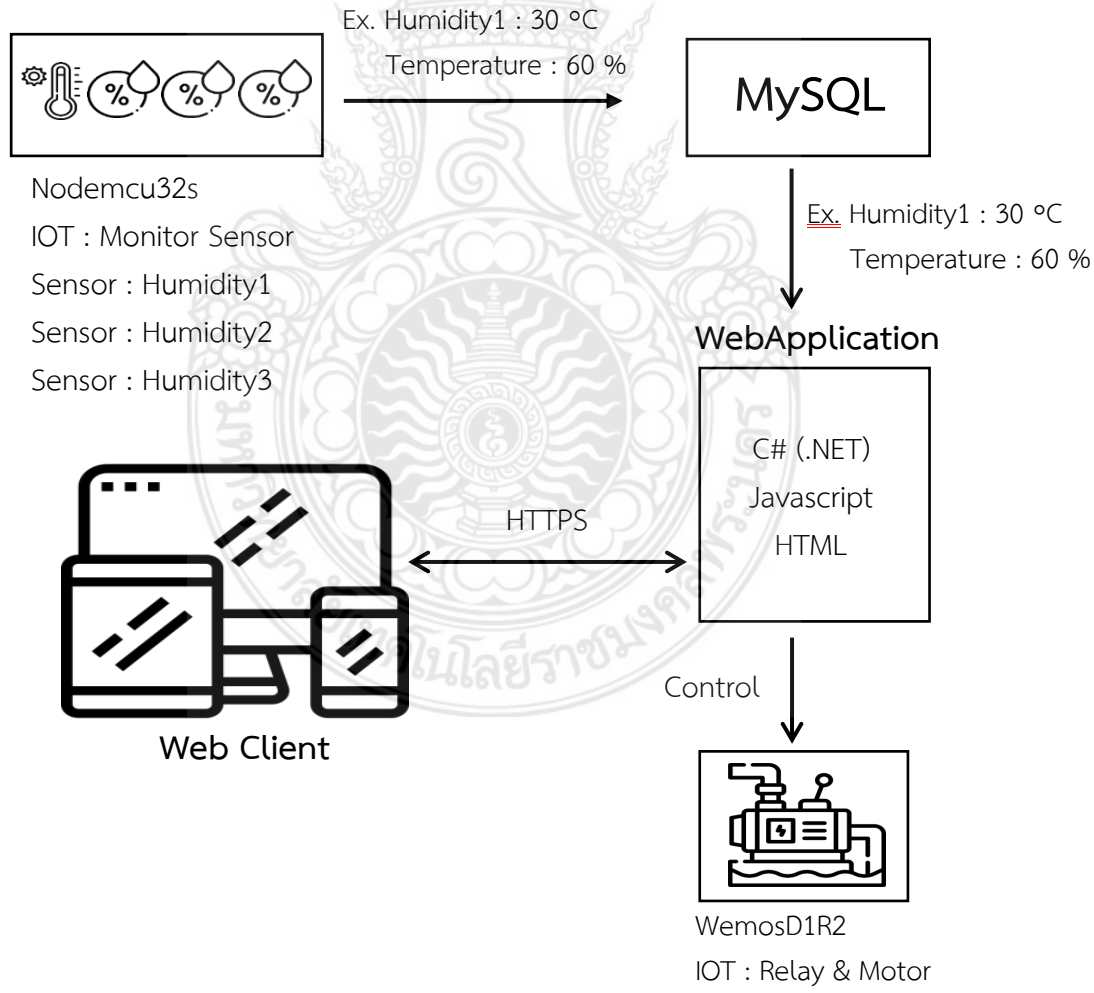
2.3.4 (นายณัฐกร ปินทรายมูล และ นายเตสิทธิ์ วงศ์จันทร์ดา, 2556) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องเครื่องควบคุมความชื้นในดิน ในการรดน้ำพืชสวนนั้นต้องมีการควบคุมดูแลรักษาระดับความชื้นของดินอยู่ตลอดเวลาเพื่อที่จะให้พืชเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ซึ่งการดูแลสภาพความชื้นของดินนั้นต้องอาศัยประสบการณ์ของเกษตรกรเป็นอย่างมากและต้องใช้เวลาในการรดน้ำของพืชให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากเกษตรกรไม่มีความชำนาญในการดูแลสภาพดินก็อาจจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชไม่สมบูรณ์ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้มีการสร้างเครื่องควบคุมความชื้นในดิน ที่สามารถวัดและควบคุมความชื้นในดินได้เพื่อช่วยให้พืชได้รับความชื้นในประมาณที่เหมาะสม และเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเพาะปลูกมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการของระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาโดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับระบบงานดังนี้

3.1 โครงสร้างของระบบ (System Structure)

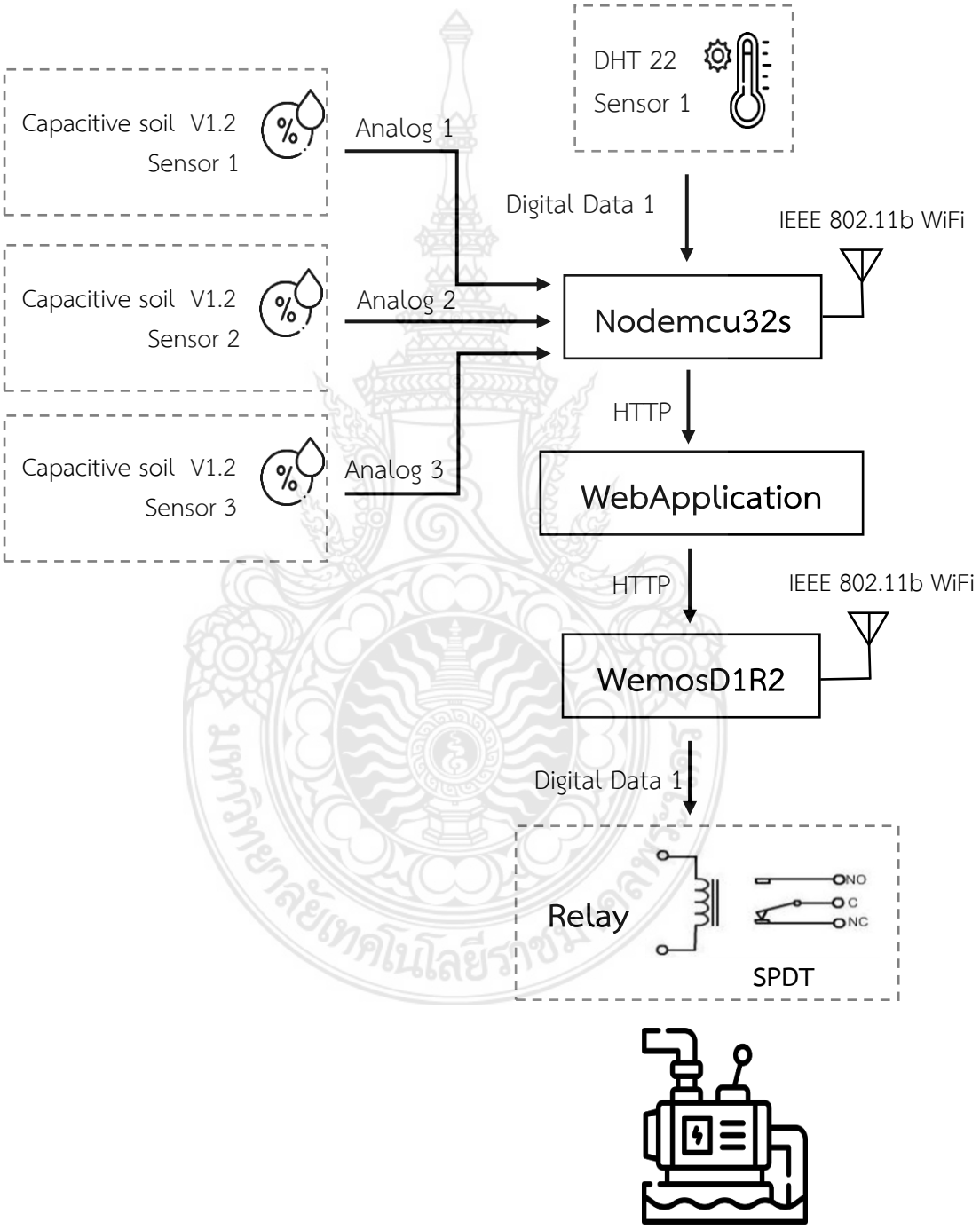
โครงงานระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนนั้นได้มีการนำตัวเซ็นเซอร์มาใช้ในการตรวจวัดความชื้นในดินเพื่อแสดงข้อมูลผ่านหน้าเว็บและสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ โดยที่ระบบสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ด้วยรีเลย์ที่สั่งการผ่านทางหน้าเว็บ โดยมีแผนภาพรวมของระบบดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนภาพรวมของระบบ

3.1.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์

โครงสร้างฮาร์ดแวร์ ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบโครงสร้างโดยมีส่วนประกอบของบอร์ด Nodemcu32s ที่ควบคุมการทำงาน เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน WemosD1R2 ที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ และรีเลย์ที่ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ และ WebApplication ที่ดูสถานะการทำงานของอุปกรณ์และสั่งงานการทำงานของปั้มน้ำ



ภาพที่ 3-2 แผนภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์

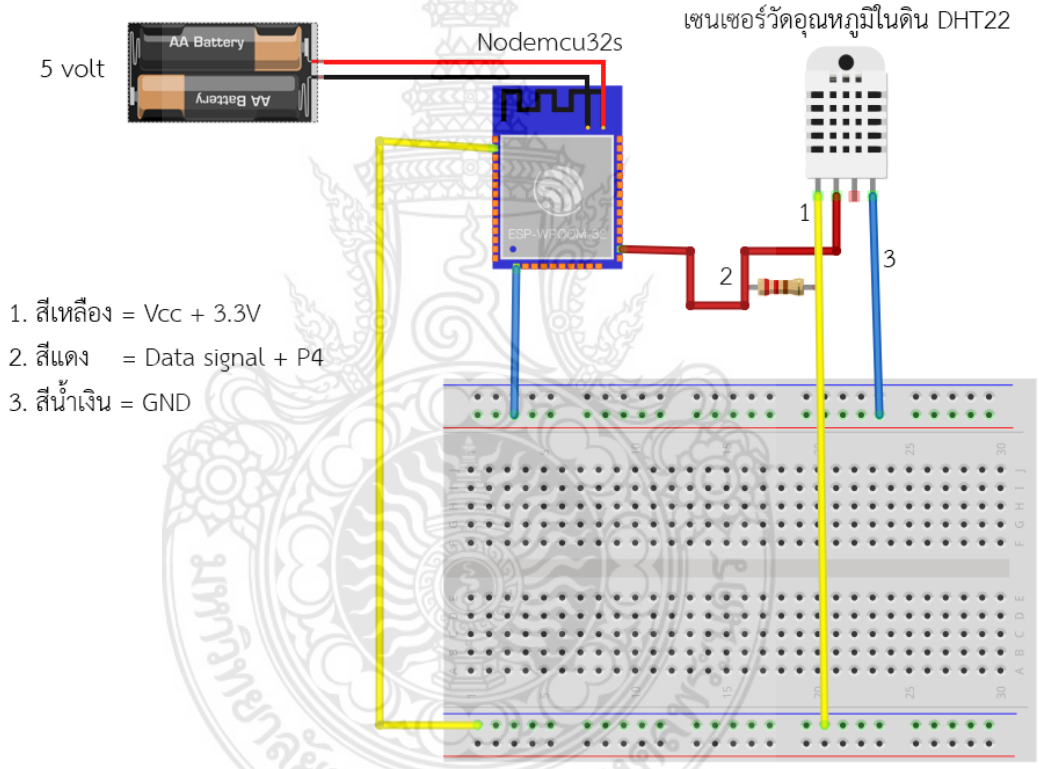
3.2 การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในขั้นตอนการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำได้ทำการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์บนโปรแกรม fritzing เพื่อประหยัดเวลาในการทดลองและประหยัดค่าใช้จ่าย

3.2.1 ซอฟต์แวร์

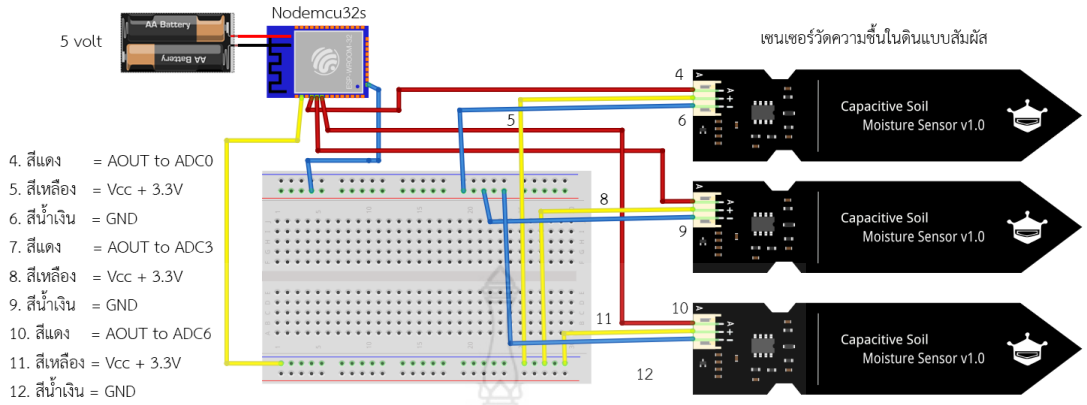
3.2.1.1 โปรแกรม fritzing สำหรับออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และจำลองการทำงานของวงจร ผู้จัดทำได้ทำการทดลองทีละส่วนตามแผนภาพรวมของระบบที่ได้ออกแบบดังนี้

ก) การเชื่อมต่อ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน DHT22 ผู้จัดทำได้ทำการต่อขา Vcc เข้ากับขา 3.3V และขา Data signal เข้ากับขา P4 บน Nodemcu 32s ตามลำดับ ดังภาพ



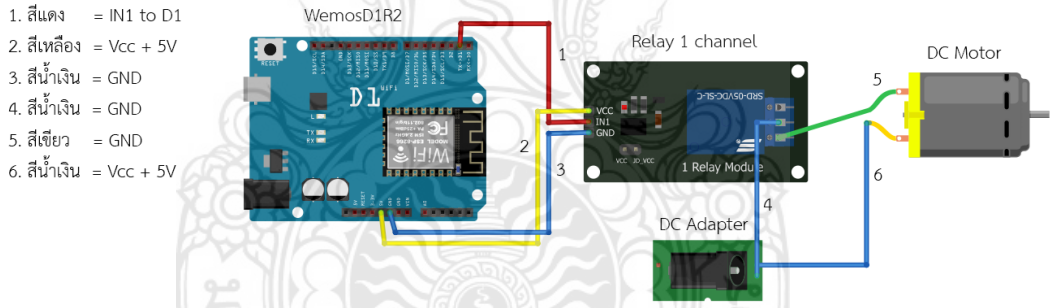
ภาพที่ 3-3 แสดงภาพการต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน DHT22

ข) การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบสัมผัส ผู้จัดทำได้ใช้ Capacitive Soil โดยต่อขา AOUT ของทุกเซ็นเซอร์ เข้ากับขา ADC0, ADC3, ADC6 บน Nodemcu 32s ตามลำดับ โดยใช้ขา VCC = +3.3V ดังภาพ



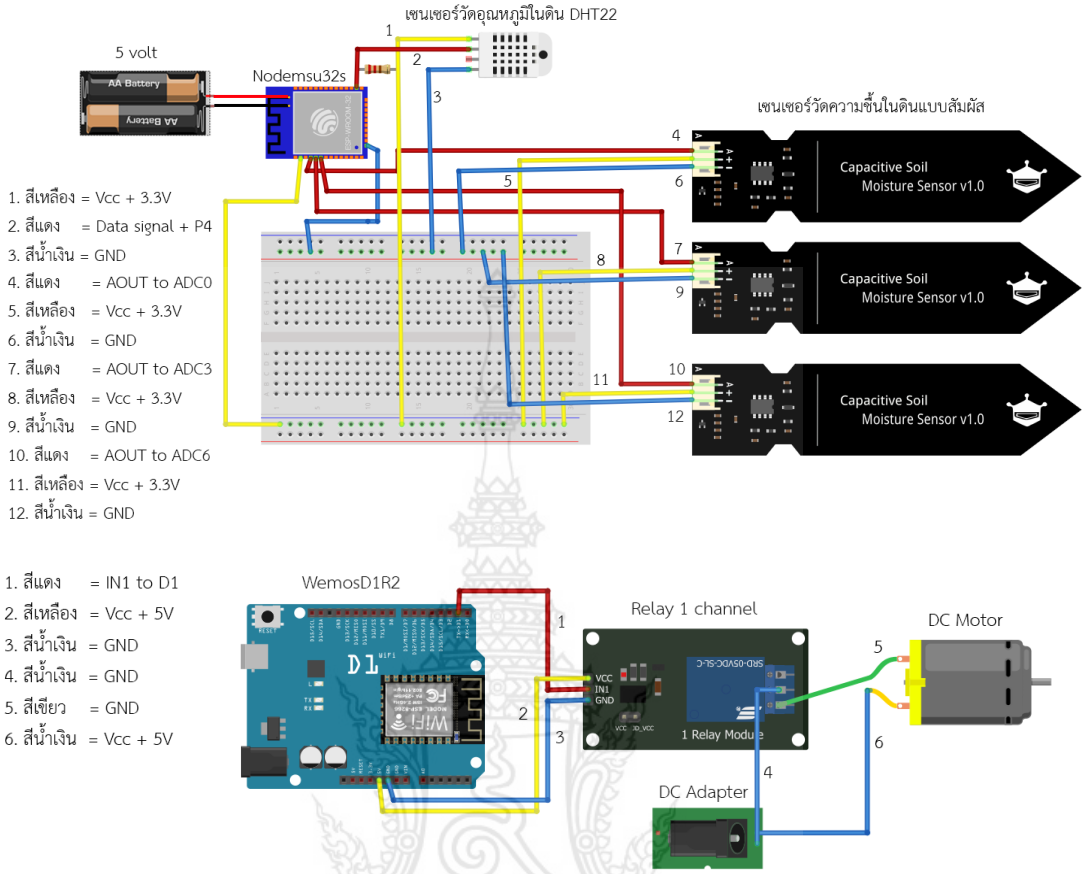
ภาพที่ 3-4 แสดงภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบสัมผัส

ค) การเชื่อมต่อรีเลย์ และ มอเตอร์ ผู้จัดทำได้ทำการต่อรีเลย์ ขา IN1 เข้ากับขา D1 บนบอร์ด WemosD1R2 ตามลำดับ โดยใช้ขา VCC=+5V และผู้จัดทำได้ทำการต่อ Adapter ขาGND เข้ากับ รีเลย์ และ ขา VCC เข้ากับมอเตอร์ ดังภาพ



ภาพ**ที่ 3-5** แสดงภาพการต่อขา รีเลย์ และ มอเตอร์

ง) มีการต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ ต่อเซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบสัมผัส เพื่อวัดค่าความชื้นในดิน ต่อรีเลย์ เพื่อควบคุมการเปิดปิดของมอเตอร์



ภาพที่ 3-6 แสดงภาพวงจรทั้งหมดในโปรแกรม fritzing

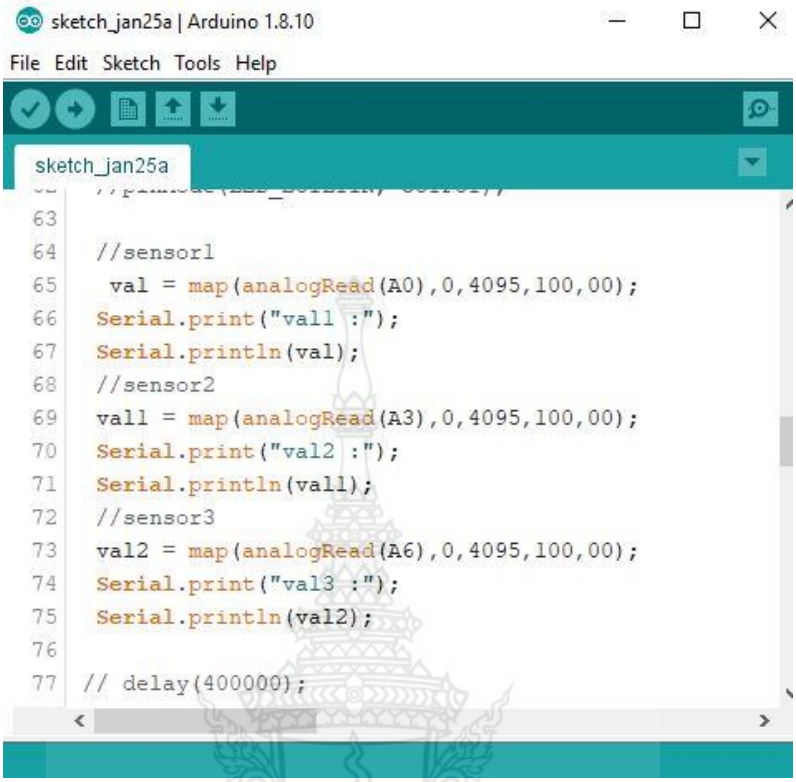
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ในขั้นตอนการพัฒนาระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนานั้นจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1) เครื่องมือประเภทซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Arduino IDE 1.8.9 และ แพลตฟอร์มในการรองรับการส่งข้อมูลบนเว็บไซต์ 2) เครื่องมือประเภทฮาร์ดแวร์โดยเครื่องมือพวกนี้จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการเขียนวิธีการรับอุณหภูมิ (DHT22) ความชื้นในดิน (Capacitive soil V1.2)

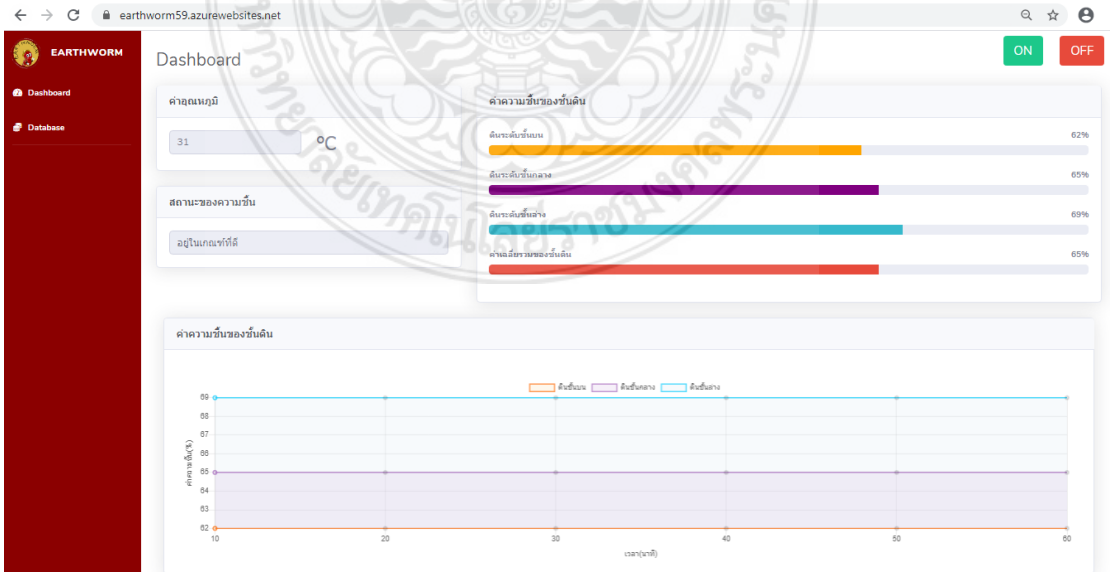
3.3.1 เครื่องมือประเภทซอฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.3.1.1 Arduino IDE 1.8.9 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ของอุปกรณ์ Nodemcu32s และ WemosD1R2 ที่นักศึกษาเลือกใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เพราะว่าโปรแกรมนั้นเป็นโปรแกรมประเภทฟรีแวร์ (Freeware) มีการใช้ทรัพยากรพื้นที่เล็กน้อย ซึ่งสามารถโหลดโปรแกรมได้ที่ https://www.arduino.cc/en/main/software ดังภาพที่3-6



ภาพที่ 3-7 แสดงภาพโปรแกรม Arduino IDE

3.3.1.2 Website ทำหน้าที่เป็นเหมือน Platform แต่เนื่องจาก Platform ที่นิยมใช้ในปัจจุบันเช่น NETPIE, Thingspeak, IoTtweet มีข้อจำกัดอยู่หลายอย่างผู้พัฒนาจึงเลือกที่จะเขียนเว็บขึ้นมาด้วยตนเองเพื่อให้ทำหน้าที่เป็น Platform แทนแต่การทำงานของเว็บที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นมานั้นก็มีความสามารถที่คล้ายคลึงกับของที่ Freeware Platform ที่หาได้ทั่วไปเช่นกัน



ภาพที่ 3-8 Website แสดงข้อมูลความชื้น,อุณหภูมิและสั่งการทำงานของปั๊มน้ำ

3.3.2 เครื่องประเภทฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.3.2.1 บอร์ด WemosD1R2

3.3.2.2 บอร์ด Nodemcu32s

3.3.2.3 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบสัมผัส (Capacitive Soil V1.2)

3.3.2.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT22

3.3.2.5 Relay 1 channel

3.3.2.6 DC Adapter

3.3.2.7 DC Motor

3.3.2.8 สายไฟจัมเปอร์

3.3.2.9 บอร์ดทดลอง Breadboard

3.4 วิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design)

ในการสร้าง และออกแบบระบบ ผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้งานโดยทำการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ อย่างชัดเจน และทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาดำเนินการออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งการออกแบบระบบผู้จัดทำได้นำยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language : UML) มาใช้ในการออกแบบระบบ ประกอบด้วย แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) แผนภาพแสดงการทำงาน (Use Case Diagram) คำอธิบายยูสเคส (Use Case Template) และแผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการทำงาน (Activity Diagram) ดังนี้

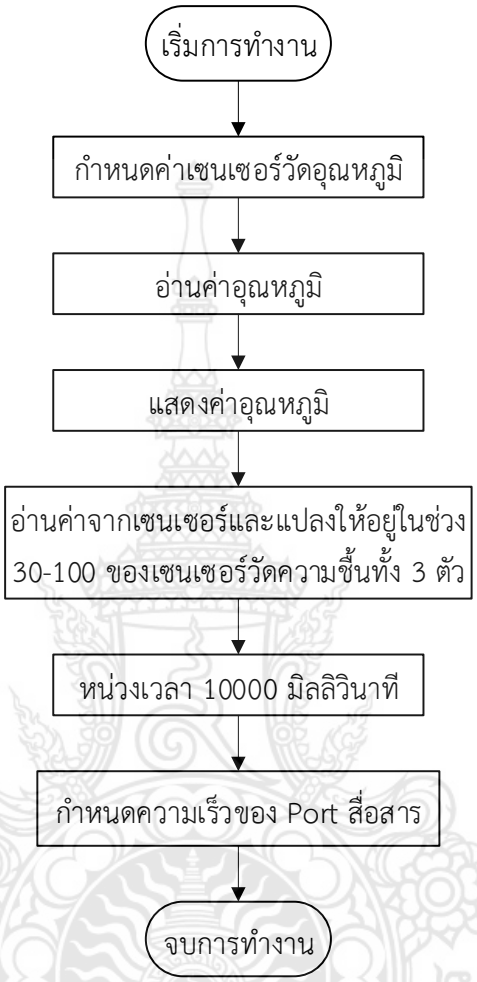
3.4.1 ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล

เป็นกระบวนการที่คณะผู้จัดทำโครงงาน ได้ศึกษาปัญหาและจัดเก็บข้อมูลการสร้างระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ เว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพที่ดีและมีความเข้าใจง่าย

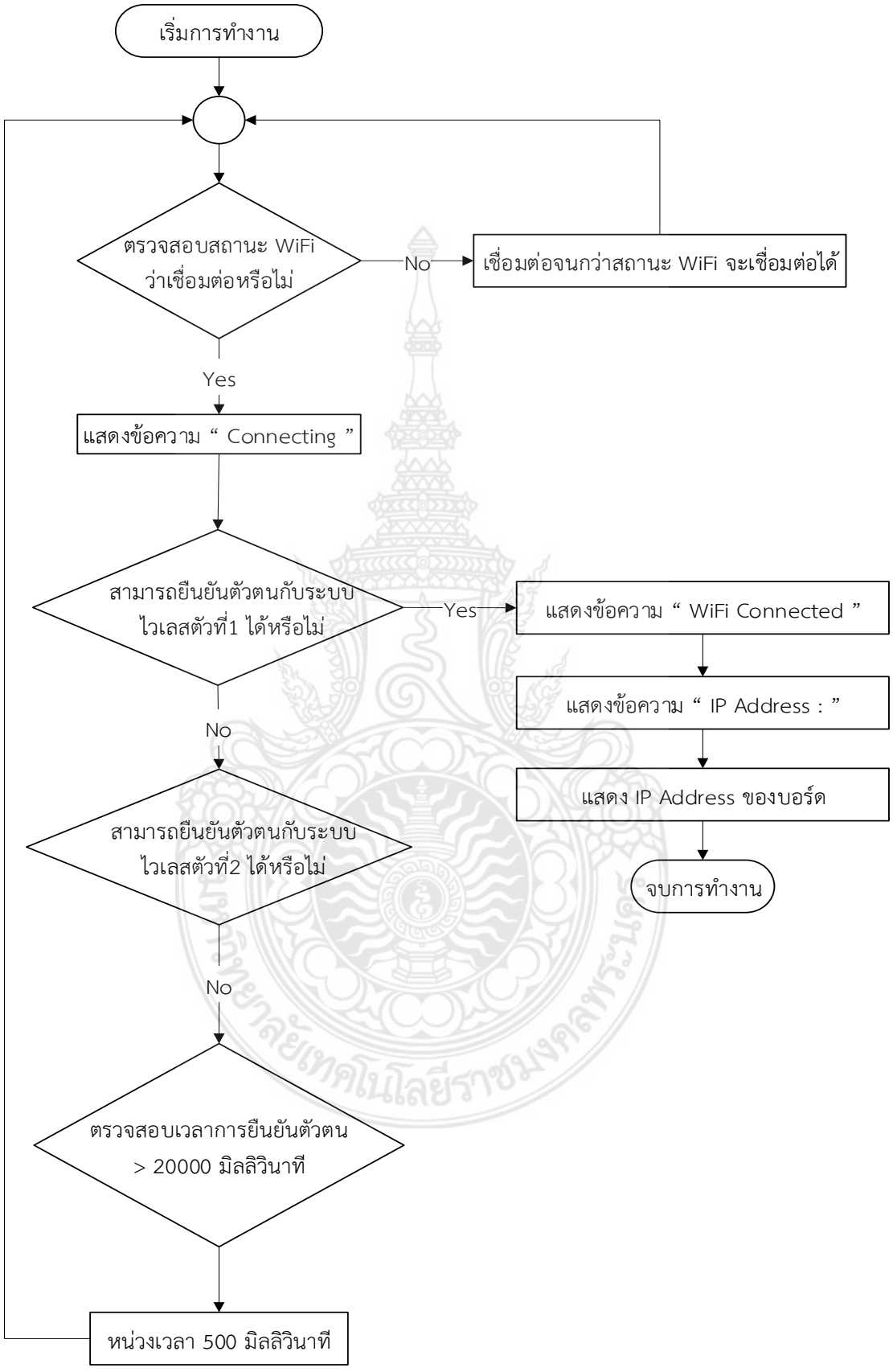
3.4.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการสร้างระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน พบว่าผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ผู้เลี้ยงไส้เดือนและไมโครคอนโทรลเลอร์ การวิเคราะห์ระบบในวงจรการพัฒนาระบบนั้น เริ่มต้นจากการศึกษาระบบเดิม แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาหาความต้องการ (Requirements) หรือสิ่งที่จะต้องปรับปรุงในระบบ หรืออีกอย่างหนึ่งคือวิธีแก้ปัญหาของระบบ การวิเคราะห์จะเริ่มหลังจากที่ทราบปัญหา และผ่านขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้แล้วและนอกจากนี้ การศึกษาระบบเดิมนั้น นักวิเคราะห์ระบบ เริ่มต้นจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ เช่น คู่มือต่าง ๆ เป็นต้น

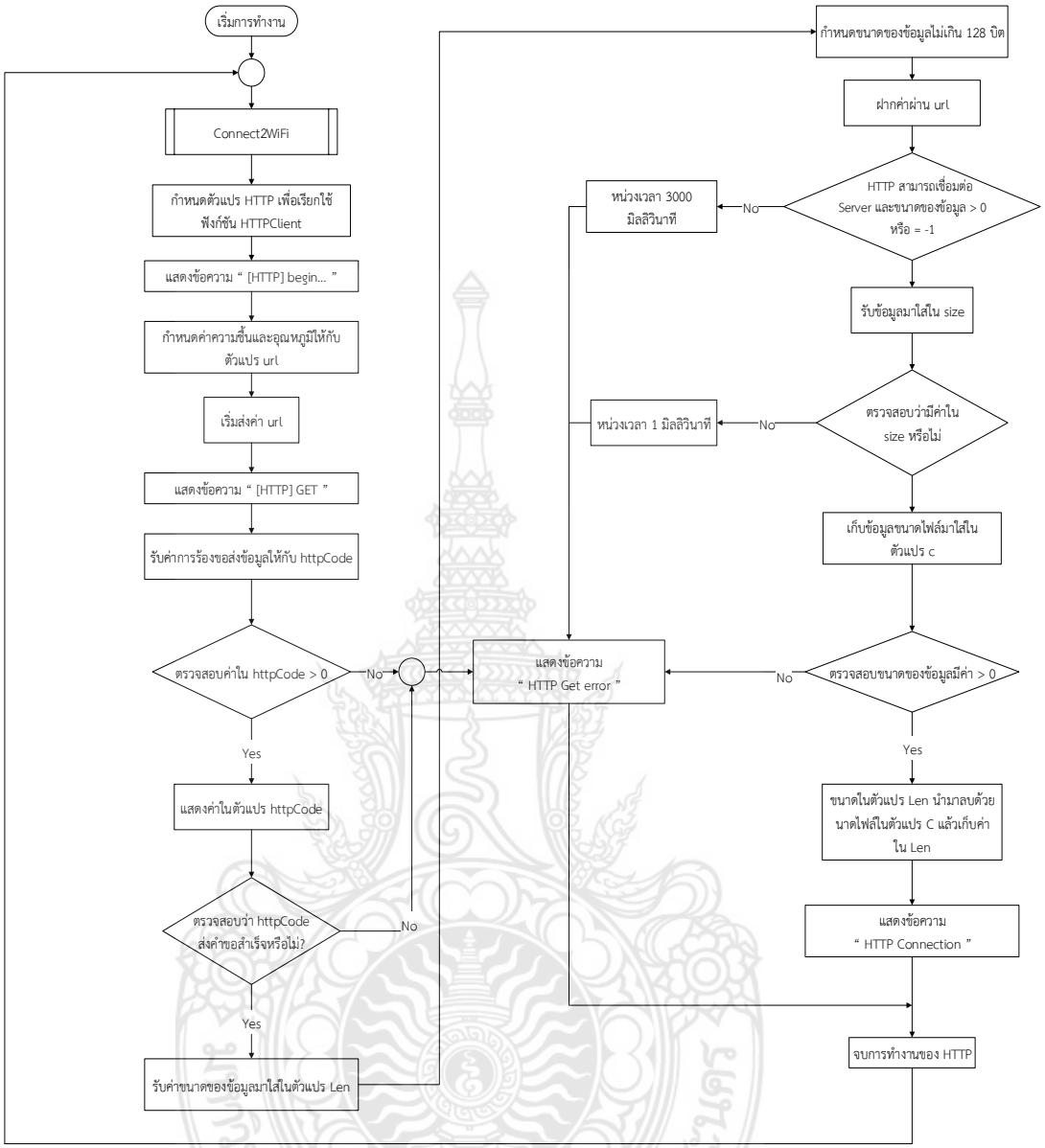
3.4.3 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart)



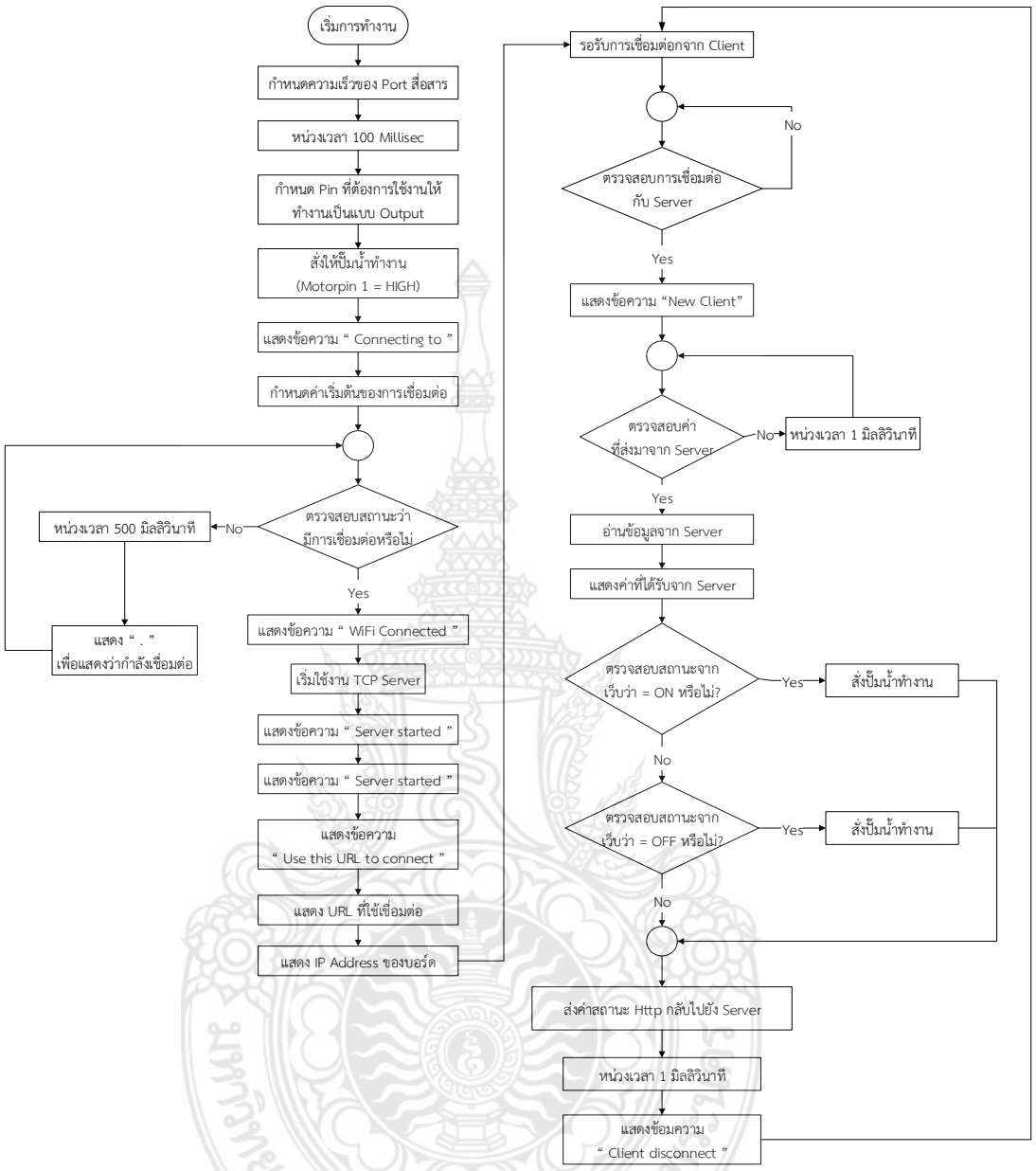
ภาพที่ 3-9 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและวัดความชื้น



ภาพที่ 3-10 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart) ฟังก์ชัน Connect2WiFi



ภาพที่ 3-11 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart)
การเชื่อมต่อระหว่าง NodeMCU 32S กับ HTTP



ภาพที่ 3-12 แผนภาพแสดงผังงาน (Flowchart)
บอร์ด Wemos R1D1 ควบคุมการปิด/เปิดปั๊มน้ำ

3.4.4 แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ หรือ “Use Case Diagram” เป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (User) และความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Sub Systems) ภายในระบบใหญ่ ในการเขียนผู้ใช้ระบบจะถูกกำหนดว่าให้เป็น “Actor” และระบบย่อย (Sub Systems) คือ “Use Case” จุดประสงค์หลักของการเขียนยูสเคสไดอะแกรม เพื่อเล่าเรื่องราวทั้งหมดของระบบเป็นการดึงความต้องการ (Requirement) ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้ใน Use Case Diagram จะใช้สัญลักษณ์รูปคนแทน Actor ใช้สัญลักษณ์วงรีแทน Use Case และใช้เส้นตรงในการเชื่อม Actor กับ Use Case เพื่อแสดงการใช้งานของ Use Case ของ Actor สำหรับการสร้างระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ประกอบไปด้วยผู้ใช้ทั่วไป และ Microcontroller ซึ่งจะแสดงดังภาพที่ 3-10 และตารางที่ 3-1 ถึง 3-5 โดยมีระบบย่อย ดังนี้

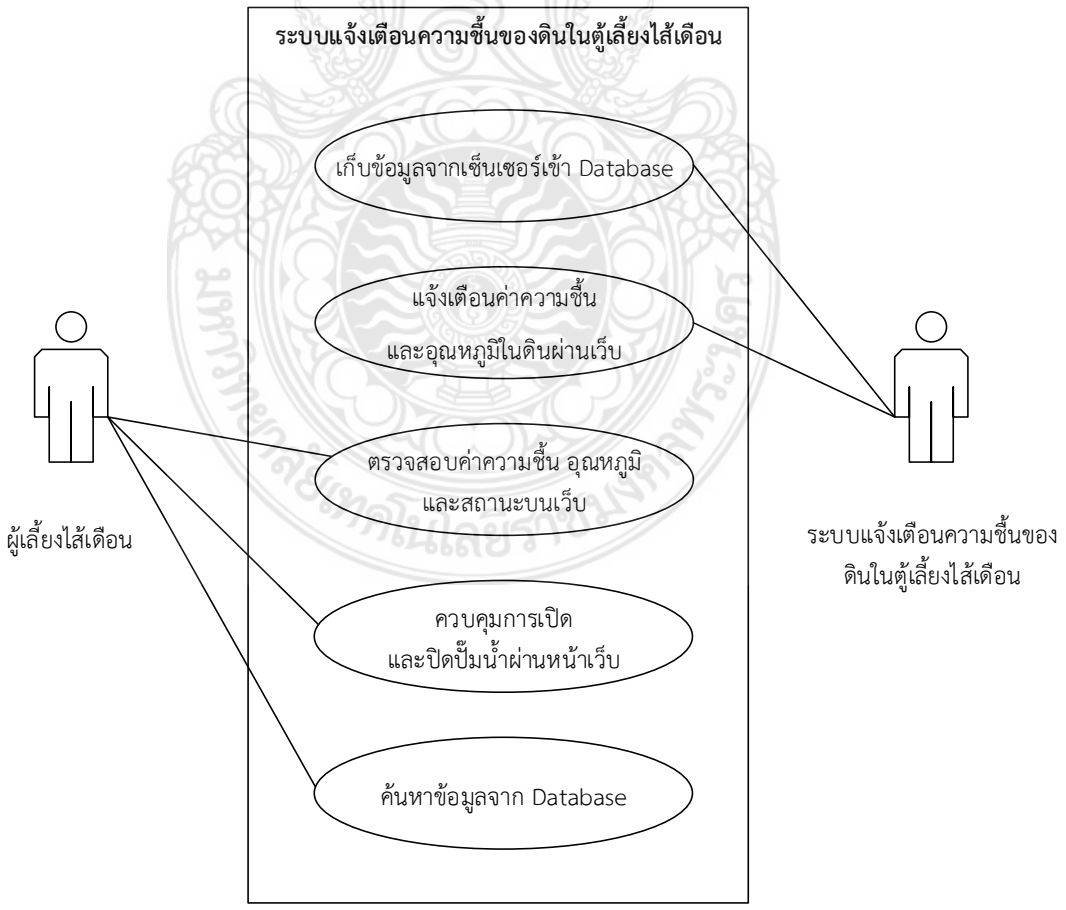
3.4.4.1 คำอธิบาย Use Case : เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้า Database

3.4.4.2 คำอธิบาย Use Case : แจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่านเว็บ

3.4.4.3 คำอธิบาย Use Case : ตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บ

3.4.4.4 คำอธิบาย Use Case : ควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ

3.4.4.5 คำอธิบาย Use Case : ค้นหาข้อมูลจาก Database



ภาพที่ 3-13 แสดงผล Use Case Diagram ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

ตารางที่ 3-1 ตารางคำอธิบาย Use Case : เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้า Database

ชื่อยูสเคส	เก็บข้อมูลจากเซนเซอร์เข้า Database	
เป้าหมาย	ระบบสามารถเก็บข้อมูลเข้า Database ได้	
ขอบเขต	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	
เงื่อนไขเริ่มต้นการทำงาน	Sensor มีการวัดความชื้นในดิน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานสำเร็จ	ระบบสามารถเก็บข้อมูลเข้า Database ได้	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสีย ไม่สามารถใช้งานได้ 3. อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน 4. ระบบหยุดการทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary Actor)	ผู้เลี้ยงไส้เดือน	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	Sensor วัดความชื้นในดินและอุณหภูมิ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Sensor วัดความชื้นในดินและอุณหภูมิ
	2	Sensor ส่งข้อมูลไปยัง
	3	ระบบทำการบันทึกข้อมูล Database
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูสเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Microcontroller
	2	Sensor
	3	คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ระบบสามารถเก็บข้อมูลเข้า Database ได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-	
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้ไปเรียกใช้	-	
เวอร์ชั่น	1.0	

ตารางที่ 3-2 ตารางคำอธิบาย Use Case : แจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่านเว็บ

ชื่อยูสเคส	แจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่านเว็บ	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถได้รับค่าความชื้นและอุณหภูมิในดิน ผ่านเว็บ ได้	
ขอบเขต	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	
เงื่อนไขเริ่มต้นการทำงาน	Sensor มีการวัดความชื้นในดินและอุณหภูมิ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้สามารถรับค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่าน เว็บ ได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสีย ไม่สามารถใช้งานได้ 3. อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน 4. ระบบหยุดการทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary Actor)	ผู้เลี้ยงไส้เดือน	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นและอุณหภูมิ	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Sensor วัดความชื้นในดิน
	2	เมื่อเวลาครบทุก ๆ 10 นาที
	3	ระบบทำการประมวลผล
	4	ระบบส่งค่าผ่าน เว็บ พร้อมบอกความชื้นและอุณหภูมิในดิน
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือจากกิจกรรมปกติของยูสเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Microcontroller
	2	Sensor
	3	คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ดูค่าความชื้นและอุณหภูมิในดินผ่าน เว็บ ได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-	
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้ไปเรียกใช้	-	

เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-3 ตารางคำอธิบาย Use Case : ตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บ

ชื่อยูสเคส	ตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บ	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บ	
ขอบเขต	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	
เงื่อนไขเริ่มต้นการทำงาน	Sensor มีการวัดความชื้นในดิน	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้สามารถตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสีย ไม่สามารถใช้งานได้ 3. อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน 4. ระบบหยุดการทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary Actor)	ผู้เลี้ยงไส้เดือน	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ “https://earthwormproject.azurewebsites.net/”
	2	คลิกเมนู “Dashboard”
	3	ระบบแสดงค่าความชื้นในดินค่าเฉลี่ยรวมสถานะความชื้นในดิน อุณหภูมิ และสั่งการปล่อยน้ำ
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือ จากกิจกรรมปกติของยูสเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Microcontroller
	2	Sensor
	3	คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ดูค่าและตรวจสอบค่าความชื้น อุณหภูมิ และสถานะบนเว็บได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-	
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้ไปเรียกใช้	-	

เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-4 ตารางคำอธิบาย Use Case : ควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ

ชื่อยูสเคส	ควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ	
เป้าหมาย	ระบบสามารถสั่งเปิดและปิดน้ำผ่านทางเว็บได้	
ขอบเขต	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	
เงื่อนไขเริ่มต้นการทำงาน	1. เมื่อผู้ใช้ต้องการเปิดน้ำหรือปิดน้ำ 2. เมื่อค่าเฉลี่ยรวมความชื้นในดินมีค่า น้อยกว่า 60 องศาเซลเซียส ผู้ใช้งานต้องเปิดน้ำ 3. เมื่อค่าเฉลี่ยรวมความชื้นในดินมีค่า มากกว่า 60 องศาเซลเซียส ผู้ใช้งานต้องปิดน้ำ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานสำเร็จ	ระบบสามารถเปิดน้ำผ่านทางเว็บ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสีย ไม่สามารถใช้งานได้ 3. อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน 4. ระบบหยุดการทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary Actor)	ผู้เลี้ยงไส้เดือน, Sensor	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	Sensor วัดความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	ผู้ใช้งานต้องการสั่งเปิดน้ำและปิดน้ำ
	2	เข้าเว็บไซต์ “https://earthwormproject.azurewebsites.net/”
	3	คลิกเมนู “Dashboard”
	4	ผู้ใช้งานกดเปิดน้ำหรือปิดน้ำ
	5	ระบบประมวลผล
	6	ระบบทำการเปิดน้ำหรือปิดน้ำ
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือ จากกิจกรรมปกติของยูสเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Microcontroller
	2	Sensor
	3	คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต

ลำดับความสำคัญ	สูง

ตารางที่ 3-4 ตารางคำอธิบาย Use Case : ควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ (ต่อ)

ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	สามารถสั่งเปิดน้ำและปิดน้ำผ่านทางเว็บได้
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้ไปเรียกใช้	-
เวอร์ชั่น	1.0

ตารางที่ 3-5 ตารางคำอธิบาย Use Case : ค้นหาข้อมูลจาก Database

ชื่อยูสเคส	ค้นหาข้อมูลจาก Database	
เป้าหมาย	ผู้ใช้งานค้นหาข้อมูลจาก Databaseบนเว็บ	
ขอบเขต	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	
เงื่อนไขเริ่มต้นการทำงาน	เมื่อมีการดูข้อมูลจาก Database	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานสำเร็จ	ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลจาก Databaseบนเว็บได้สำเร็จ	
เงื่อนไขสิ้นสุดการทำงานกรณีทำงานล้มเหลว	1. ไฟฟ้าดับ 2. Sensor เสีย ไม่สามารถใช้งานได้ 3. อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน 4. ระบบหยุดการทำงาน	
ผู้ใช้งานหลัก (Primary Actor)	ผู้เลี้ยงไส้เดือน	
เหตุการณ์เริ่มต้นการทำงาน	เมื่อผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นในดิน	
ขั้นตอนการทำงานหลัก	ลำดับ	กิจกรรม
	1	เข้าเว็บไซต์ “https://earthwormproject.azurewebsites.net/”
	2	คลิกเมนู “Database”
	3	ระบบแสดงค่าความชื้นในดินสถานะความชื้นในดินและอุณหภูมิ ทั้งหมดจาก Database
ขั้นตอนการทำงานเพิ่มเติมนอกเหนือ จากกิจกรรมปกติของยูสเคส	ลำดับ	กิจกรรม
	-	-
เครื่องมือหรือช่องทางที่ใช้ในการทำกิจกรรม	ลำดับ	กิจกรรม
	1	Microcontroller

	2	Sensor

ตารางที่ 3-5 ตารางคำอธิบาย Use Case : ค้นหาข้อมูลจาก Database (ต่อ)

	3	
ลำดับความสำคัญ	สูง	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ค้นหาข้อมูลจาก Databaseบนเว็บได้	
ประสิทธิภาพที่คาดหมาย	ค้นหาข้อมูลจาก Databaseบนเว็บได้	
ความถี่ในการใช้งานยูสเคส	-	
ชื่อยูสเคสที่เรียกใช้ยูสเคสนี้	-	
ชื่อยูสเคสที่ยูสเคสนี้ไปเรียกใช้	-	
เวอร์ชั่น	1.0	

3.4.5 แผนภาพแสดงกิจกรรมขอกงารทำงาน (Activities Diagram)

แผนภาพจำลองของการทำงาน (Activities Diagram) คือ การแสดงลำดับกิจกรรมของการทำงาน (Work Flow) สามารถแสดงทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ มีการแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ โดยประกอบไปด้วยสถานะที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และผลจากการทำงานขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย วงกลมสีดำ คือ จุดเริ่มต้น, วงกลมสีดำมีวงล้อมอีกชั้น คือ จุดสิ้นสุด และแบ่งกลุ่ม (Swim Lanes) เป็นการแบ่งกลุ่มกิจกรรมเป็นช่องในแนวดิ่ง กำหนดแต่ละช่องด้วยชื่อออบเจ็กต์ (Object) ไว้ด้านบน การแบ่งกลุ่มช่วยให้แบ่งผู้รับผิดชอบแต่ละงานได้ว่าใครควรจะเป็นผู้ทำงานในหมวดหมู่ใด ซึ่งแผนภาพจะแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมย่อยที่มีในระบบงานขั้นตอนการทำงานจากกิจกรรมหนึ่งไปกิจกรรมหนึ่ง จุดที่มีการตัดสินใจ และผู้รับผิดชอบในกิจกรรมนั้นนั้น โดยระบบจัดการสวนยางพารา และทำนายผลผลิตบนเว็บไซต์ มีลำดับกิจกรรมของการทำงาน ประกอบด้วย 5 ไดอะแกรม ดังต่อไปนี้

3.4.5.1 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์เข้าฐานข้อมูล

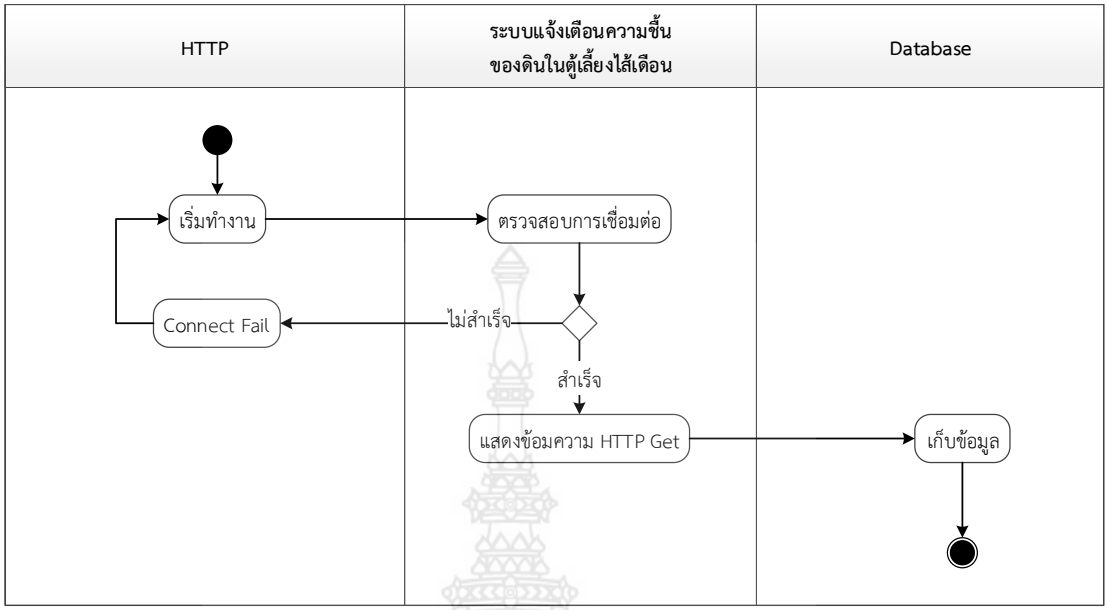
3.4.5.2 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการแจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิของดินผ่านเว็บ

3.4.5.3 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการตรวจสอบค่าความชื้น, อุณหภูมิ และสถานะบนหน้าเว็บ

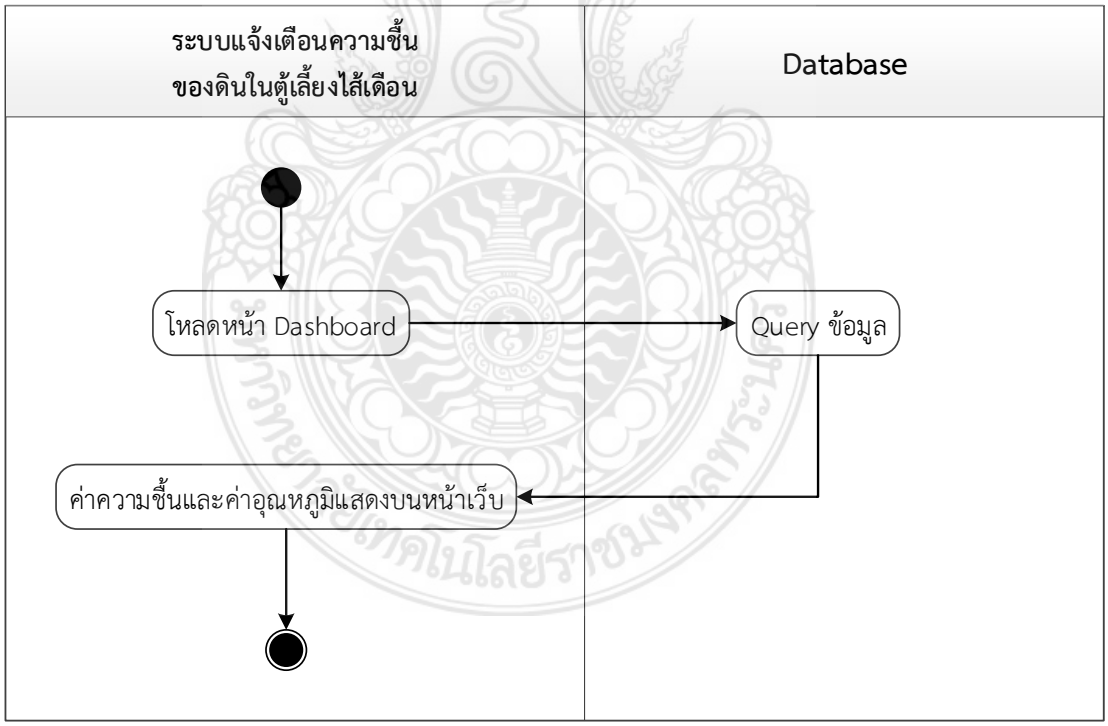
3.4.5.4 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ

3.4.5.5 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล

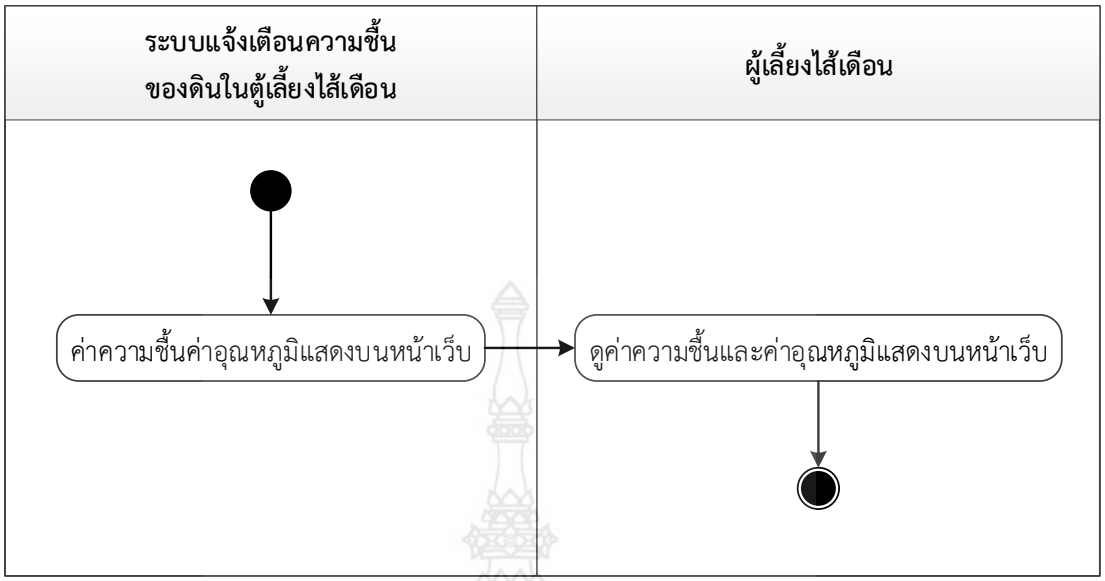
รายละเอียดของแผนภาพจำลองลำดับกระบวนการทำงานของทั้ง 5 กิจกรรมข้างต้น แสดงดังภาพที่ 3-11 ถึง 3-15 ตามลำดับ



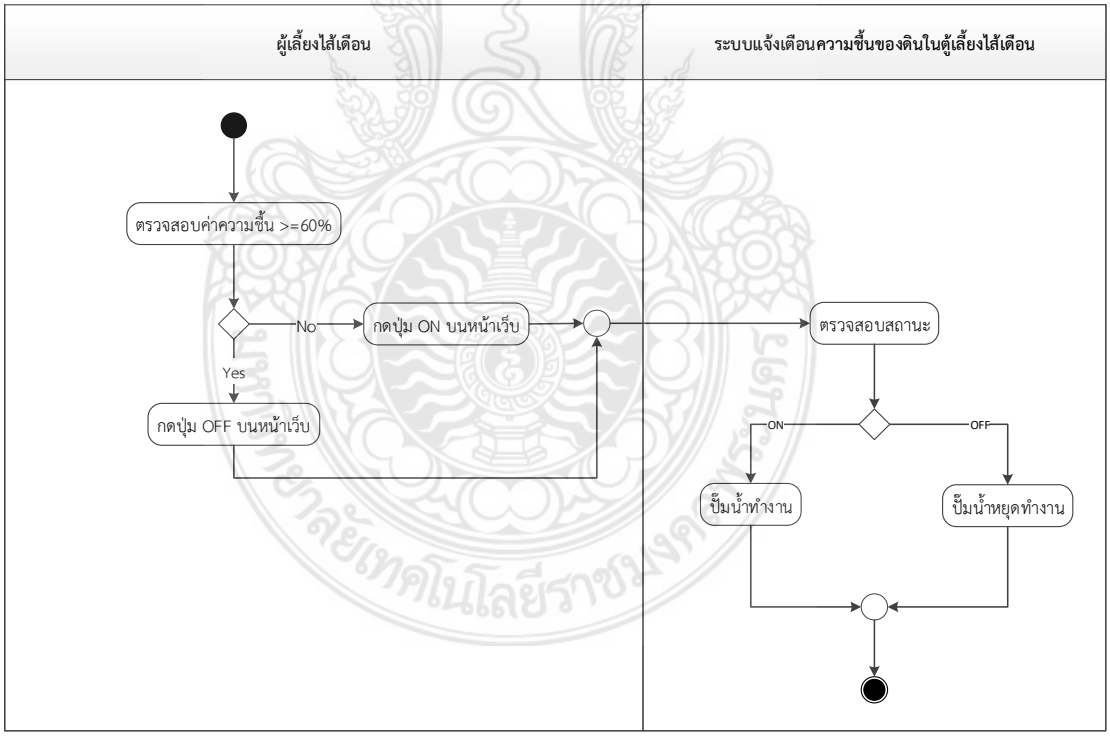
ภาพที่ 3-14 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์เข้าฐานข้อมูล



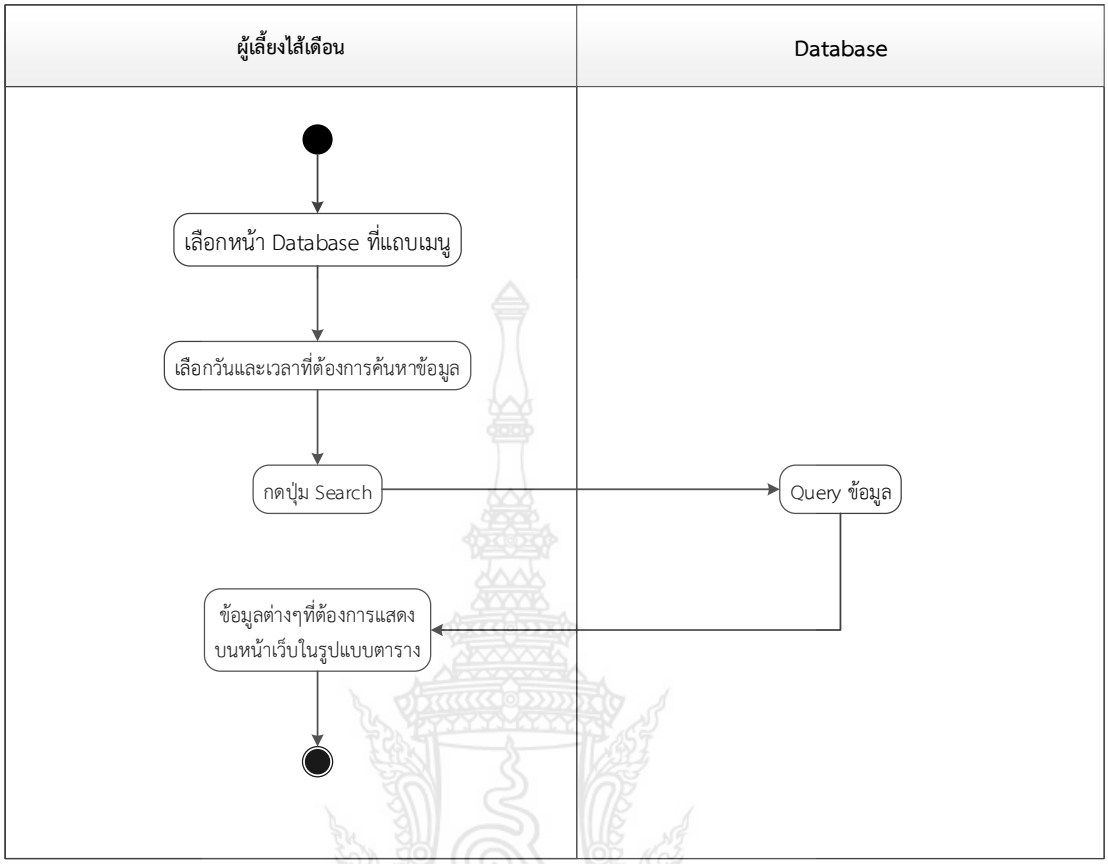
ภาพที่ 3-15 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการแจ้งเตือนค่าความชื้นและอุณหภูมิของดินผ่านเว็บ



ภาพที่ 3-16 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการตรวจสอบค่าความชื้น, อุณหภูมิ และสถานะบนหน้าเว็บ



ภาพที่ 3-17 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำผ่านหน้าเว็บ



ภาพที่ 3-18 แผนภาพจำลองเชิงกิจกรรมการค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล

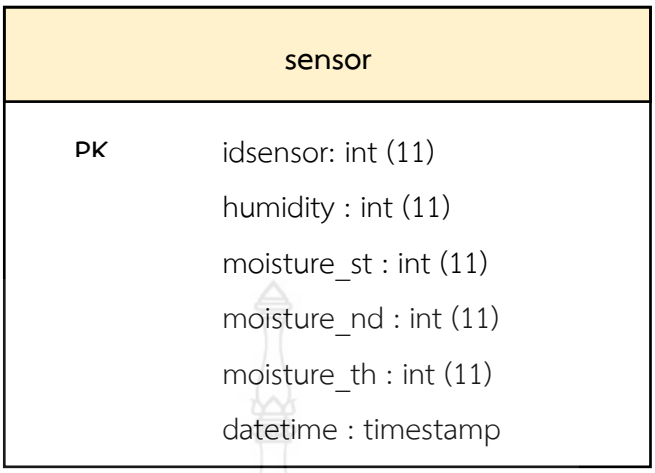
3.5 การออกแบบระบบและฐานข้อมูล

การออกแบบ หมายถึง การนำเอาความต้องการที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้เป็นหลักในการออกแบบระบบใหม่ หรือ การสร้างระบบสารสนเทศให้ใช้งานได้จริงตามความต้องการของระบบการออกแบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน โดยการออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

3.5.1. ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ไว้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลของเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดค่าความชื้น ทั้งหมดโดยใช้ phpMyAdmin ในการสร้างและออกแบบฐานข้อมูล โดยแยกฐานข้อมูลออกเป็น 1 ตาราง ดังต่อไปนี้

3.5.1.1 พจนานุกรมข้อมูลค่าความชื้น

ในการวิเคราะห์ และออกแบบระบบนั้น ส่วนที่สำคัญที่สุดคือ การออกแบบโครงสร้างข้อมูล โดยจะมองข้อมูล และโปรแกรมเป็นหน่วยเดียวกันที่เรียกว่า Class (คลาส) การออกแบบองค์ประกอบของคลาส ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ประกอบขึ้นเป็นคลาสซึ่งเรียกว่า Operation (โอเปอเรชั่น) รวมถึงความ สัมพันธ์ระหว่างคลาสต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบนั้นสามารถทำได้ด้วยการแผนภาพของ Class Diagram (คลาสไดอะแกรม)



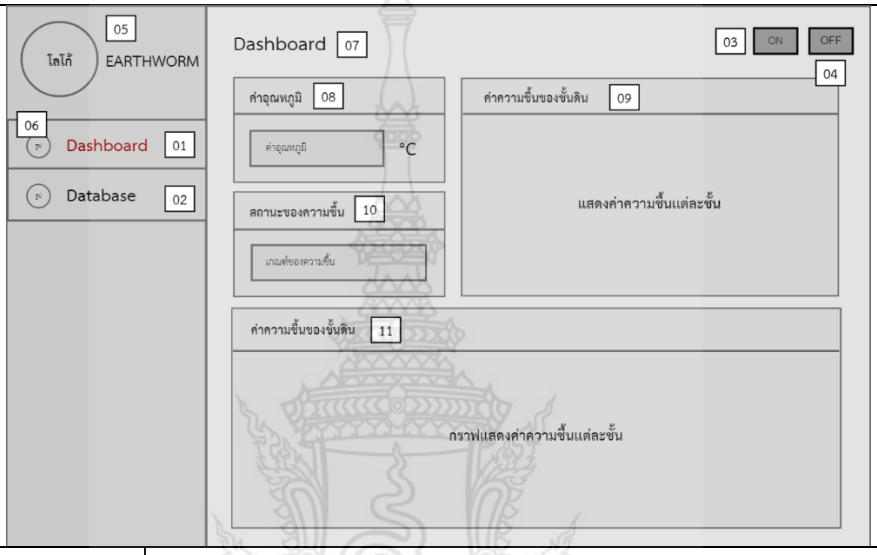
ภาพที่ 3-19 โครงสร้างของ Class Diagram ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

ตารางที่ 3-6 พจนานุกรมข้อมูลค่าความชื้น

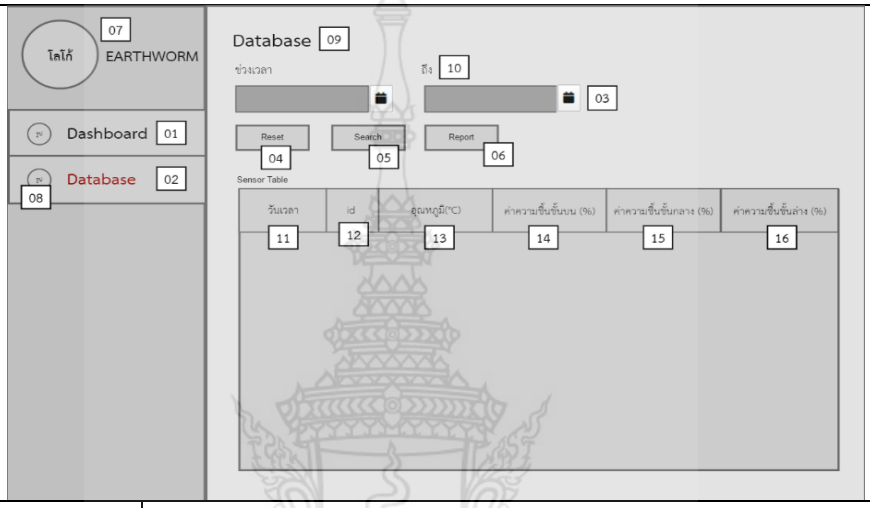
ชื่อตาราง	sensor			
คำอธิบาย	สำหรับเก็บข้อมูลค่าความชื้น,อุณหภูมิและข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ			
ตารางอื่นที่เกี่ยวข้อง	-			
ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิด	ความยาว	คีย์
idsensor	เลขลำดับของข้อมูลในตาราง	int	11	PK
humidity	อุณหภูมิ	int	11	-
moisture_st	ค่าความชื้นของเซนเซอร์ตัวที่1	int	11	-
moisture_nd	ค่าความชื้นของเซนเซอร์ตัวที่2	int	11	-
moisture_th	ค่าความชื้นของเซนเซอร์ตัวที่3	int	11	-
datetime	วันที่และเวลา	timestamp	-	-

3.5.2 การออกแบบหน้าจอระบบ (System And Report Design)

กรอบแสดงเรื่องราว (storyboard) หมายถึง การเตรียมการนำเสนอข้อความ และภาพในรูปของมัลติมีเดียลงในกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความ และสื่อมัลติมีเดียเป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานได้นำเสนอลำดับ และขั้นตอนของการตัดสินใจ ในรูปแบบแผนภาพเล่าเรื่องที่ใช้แสดงรายละเอียดของการออกแบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

STORYBOARD FORM	
Subject :	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Module :	หน้า Dashboard
Design By :	นางสาวศศิธร จันชมภู, นางสาวบุญทิวา ทับทิม, นางสาวอรอนงค์ ล่ำลออ และนางสาวพลอยวรินทร์ บัวเล็ก
Page Preview	
	
Date :	5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563
File Name :	Dashboard Controller.Cs
Button :	01. Dashboard
	02. Database
	03. ON (เปิดน้ำ)
	04. OFF (ปิดน้ำ)
Picture :	05. โลโก้
	06. รูป
Text :	07. Dashboard
	08. ค่าอุณหภูมิ
	09. ค่าความชื้นของชั้นดิน
	10. สถานะของความชื้น
	11. ค่าความชื้นของชั้นดิน (กราฟ)

ภาพที่ 3-20 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Dashboard

STORYBOARD FORM	
Subject :	ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Module :	หน้า Database
Design By :	นางสาวศศิธร จันชมภู, นางสาวบุญทิวา ทับทิม, นางสาวอรอนงค์ ล่ำลออ และนางสาวพลอยวรินทร์ บัวเล็ก
Page Preview	
	
Date :	5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563
File Name :	Database.cshtml
Button :	01. Dashboard
	02. Database
	03. ปฏิทิน
	04. Seset
	05. Seareh
	06. Report
Picture :	07. โลโก้
	08. รูป
Text :	09. Database
	10. ช่วงเวลา-ถึง
	11. วันเวลา
	12. id
	13. อุณหภูมิ(°C)
	14. ค่าความชื้นชั้นบน (%)
	15. ค่าความชื้นชั้นกลาง (%)
	16. ค่าความชื้นชั้นล่าง %)

ภาพที่ 3-21 แผนภาพสตอรี่บอร์ดหน้า Database

บทที่ 4
ผลการทดสอบของระบบ

ในการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์นี้ ผู้จัดทำโครงงานได้ผลการการทดสอบโครงงา เรื่อง ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน โดยการทดสอบด้านความสมบูรณ์ตามระบบขอบเขตงาน

4.1 การทดสอบด้านความสมบูรณ์ตามระบบขอบเขตงาน

การทดสอบด้านความสมบูรณ์ตามระบบขอบเขตงาน เรื่อง ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน เป็นการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม สามารถทำงานได้ตามระบบขอบเขตของการทำงานทั้งหมด

4.1.1 ส่วนสำหรับผู้พัฒนาระบบ

4.1.1.1 สามารถตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดของระบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

4.1.1.2 สามารถแก้ไขข้อมูลทั้งหมดของระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

4.1.2 ส่วนสำหรับผู้เลี้ยงไส้เดือน

4.1.2.1 สามารถตรวจสอบค่าความชื้น

4.1.2.2 สามารถตรวจสอบค่าอุณหภูมิ

4.1.2.3 สามารถค้นหาและตรวจสอบข้อมูลค่าความชื้นและอุณหภูมิย้อนหลัง

4.1.2.4 สามารถควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำ

4.1.2.5 สามารถ Report ข้อมูลของค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิออกมาเป็น Excel

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ	ผลการทดสอบ	
	สามารถทำได้	ไม่สามารถทำได้
ส่วนสำหรับผู้พัฒนาระบบ		
1. สามารถตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดของระบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	✓	
2. สามารถแก้ไขข้อมูลทั้งหมดของระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน	✓	
ส่วนสำหรับผู้เลี้ยงไส้เดือน		
1. สามารถตรวจสอบค่าความชื้น	✓	

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ (ต่อ)

การทำงานของระบบ	ผลการทดสอบ	
	สามารถทำได้	ไม่สามารถทำได้
2. สามารถตรวจสอบค่าอุณหภูมิ	✓	
3. สามารถค้นหาและตรวจสอบข้อมูลค่าความชื้นและอุณหภูมิย้อนหลัง	✓	
4. สามารถควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำ	✓	
5. สามารถ Report ข้อมูลของค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิออกมาเป็น Excel	✓	

จากตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมระบบสามารถทำงานได้ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์ เรื่อง ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน (Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet) มีวัตถุประสงค์ 1) ระบบสามารถแสดงค่าความชื้นในตู้เพาะเลี้ยงไส้เดือน และควบคุมการให้น้ำผ่าน Website ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ได้ใช้โปรแกรม Arduino IDE ทำงานรวมกับโปรแกรม phpMyAdmin ซึ่งเป็นโปรแกรมของฐานข้อมูลในการส่งข้อมูลและนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลผลิต อยู่บนแพลตฟอร์มที่รองรับการทำงานบนแพลตฟอร์มที่รับค่าจากเซ็นเซอร์ นอกจากจะโชว์ค่าความชื้น ยังสามารถ Export ค่าความชื้นออกมาเป็นไฟล์ Excel ได้

จากการทดสอบระบบระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ผู้ดำเนินโครงงานแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยผู้พัฒนาระบบ เป็นการทดสอบการทำงานพื้นฐานของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อวัดความชื้นของดินในตู้เพาะเลี้ยงไส้เดือน และขอบเขตการทำงานทั้งหมดของระบบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานระบบ ส่วนที่สอง คือ การตรวจสอบเครื่องมือได้แก่ เซ็นเซอร์วัดความชื้น, DHT22, บอร์ด WeMos D1 ESP8266 และบอร์ด NodeMCU ESP-32S

จากการสอบถามผู้เลี้ยงไส้เดือน ณ สำนักงานเขตบางกอกน้อย จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงไส้เดือนแบบวิถีชาวบ้านนั้นสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์การเลี้ยงได้ตามความเหมาะสมกับสถานที่และสภาพแวดล้อมของผู้ลี้ยงได้ ในที่นี้ผู้เลี้ยงได้เลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler หรือพันธ์ AF ที่หลายคนรู้จัก ในบ่อปูนขนาด 1 ตารางเมตร ตามที่หัวหน้างานจัดเตรียมไว้ให้ ใช้มูลวัวเป็นที่อยู่อาศัย และในขณะเดียวกันมูลวัวก็สามารถเป็นอาหารของไส้เดือนได้อีกด้วย และให้อาหารเป็นเศษผักและเปลือกแตงโมบ้างในบางครั้ง นำไปวางไว้บนหน้าดินพอประมาณ ไส้เดือนจะขึ้นมาจากชั้นล่างเพื่อกินอาหาร เมื่อกินอิ่มแล้วก็จะมุดกลับลงไปเช่นเดิม ในเรื่องของการใช้วัสดุต่าง ๆ นี้ผู้เลี้ยงไส้เดือนได้ให้ข้อมูลว่า การเลือกใช้วัสดุเพื่อเป็นที่อยู่ของไส้เดือนและอาหารนั้น ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้เลี้ยงเอง เนื่องจากเป็นการเลี้ยงตามธรรมชาติ หากใช้มูลวัวก็ต้องระวังเรื่องสารเคมี หากนำมาจากในฟาร์มเลี้ยงวัว, ความเค็ม และความร้อน ต้องกำจัดสิ่งนี้ออกให้หมดก่อนนำมาใช้ หากใช้เศษผักหรือผลไม้เป็นอาหาร ต้องระวังเรื่องสารตกค้างและการเน่าเสีย สำหรับบ่อของผู้เลี้ยงนั้นได้ทำการให้น้ำกับไส้เดือนโดยการสังเกตจากความแห้งของหน้าดินในบ่อเลี้ยง หากเกิดหน้าดินแห้งให้รดน้ำพอประมาณ ห้ามแฉะ ไส้เดือนขึ้นมาถ่ายมูลอยู่บริเวณหน้าดิน เมื่อผ่านไปในแต่ละวันก็จะทำการเก็บมูลไส้เดือนโดยใช้ตะกร้าช้อนหน้าดินไปตากแดดจนแห้ง จากนั้นก็นำเก็บไปเป็นปุ๋ยต้นไม้ และนำไปแจกจ่ายกับประชาชนที่สนใจในชื่อของสำนักงานเขตบางกอกน้อย

5.2 อุปสรรคในการดำเนินโครงงาน

5.2.1 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1.1 อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการทดสอบอุปกรณ์

5.2.1.2 การเขียนโค้ดโปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดทำให้โปรแกรมไม่สามารถแสดงผลได้

5.2.1.3 ต่อขาวงจรของอุปกรณ์ผิดพลาด

5.2.1.4 ไม่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตบ้านได้

5.2.2 แนวทางแก้ไข

5.2.2.1 รีบดำเนินการจัดหาซื้ออุปกรณ์ทันทีที่รู้ว่าอุปกรณ์เสียหาย

5.2.2.2 ศึกษาโค้ดของการเชื่อมต่อวงจรในส่วนต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้การต่อวงจรถูกต้องสมบูรณ์

5.2.2.3 ศึกษาการต่อขาของอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการต่อ

5.2.2.4 ศึกษาแพลตฟอร์มอื่นเป็นทางเลือกในการแสดงผล หรือเขียนเว็บไซต์ขึ้นมาเองในการแสดงผล

5.2.2.5 วิธีการจ่ายน้ำยังไม่เหมาะสมกับระบบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนควรเพิ่มการวัดค่าความเป็นกรดด่างของดิน

5.3.2 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนควรเพิ่มการวัดค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน

5.3.3 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนควรเพิ่มการวัดค่าความสว่าง

5.3.4 จำนวนไส้เดือนสามารถคำนวณเพื่อจะเพิ่มหรือลดได้ตามขนาดกล่องที่ต้องการได้

5.3.5 การจ่ายน้ำควรคำนึงถึงแรงดันน้ำของปั๊มที่ใช้ และควรคำนึงถึงการจ่ายไฟเข้าระบบให้เพียงพอด้วย

5.3.6 ควรศึกษาการเชื่อมต่อแบบไร้สาย และอุปกรณ์ที่สามารถกระจายสัญญาณหลายๆ ชนิด

5.3.7 ควรเลือกวิธีการจ่ายน้ำให้เหมาะสมกับระบบ

5.3.8 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน ควรทำเป็นระบบการควบคุมการเปิดและปิดปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ

5.3.9 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนควรคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องใช้กับพื้นที่ของการเลี้ยงและมีการหยุดการทำงานของปั๊มน้ำได้เอง

5.3.10 ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือนควรคำนวณค่าน้ำสำหรับการจ่ายน้ำให้ตู้เลี้ยงไส้เดือน

5.3.11 เวลาในการวัดของเซนเซอร์วัดความชื้นควรวัดให้เร็วกว่านี้ เพื่อให้พอดีกับปริมาณน้ำ

บรรณานุกรม

เจนศึก นุชพ่วง. การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, 2547.

ชารีย์ บุญญวินิจ. My little farm vol.3: ทำปุ๋ยไส้เดือนใช้เอง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บ้านและสวนอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2558.

ณัฐกร ปินทรายมูล และนายเตสิทธิ์ วงศ์จันทร์ดา. เครื่องควบคุมความชื้นในดิน. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2556.

ประโยชน์ คำสวัสดิ์. การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2558.

ธัชชัย จำลอง และสมโภชน์ ชื่นเอี่ยม. พื้นฐานการจัดการฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2558

นราธิป ทองปาน และ ธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์. ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.

ปกรณ์ รัตนยิ่ง. Capacitive Soil Moisture Sensor 1.2 (เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน). (บทความออนไลน์). สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://bit.ly/390GxaD

พงษ์สุดา ชาญวิชัยพจน์, เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช และประสิทธิ์ ชุติเดช. ชนิดของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์คลอเลอร์ (Eudrilus eugeniae) และสมบัติทางเคมีของมูลไส้เดือน Effects of types of culture feed on. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี สถาบันมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2562.

พิชัยพร บ่มไล่. WeMos D1 R2. (บทความออนไลน์). สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.arduinothai.com/product/1013/wemos-d1-r2

พูนศักดิ์ พรเพิ่มพูน. ระบบไร้สายโดยใช้ซิกบีเพื่อควบคุมและติดตามสถานะเครื่องจักรและเซ็นเซอร์ในโรงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2553.

ฟาร์มไส้เดือน มูลจันทร์ฟาร์ม. Earthworm | ไส้เดือน. (บทความออนไลน์). สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563, เข้าถึงได้จาก http://www.moonjunfarm.com/

มนตรี แสนสุข. ไส้เดือนดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : นานาสำนักพิมพ์, 2557.

ศิวัช กาญจนนุช. ระบบจัดการฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ : จิตรวัฒน์, 2559.

สนธยา นงนุช. การใช้งาน ESP32 เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์, 2560.

อภิชาติ ศรีสอาด และพัชรี สำโรงเย็น. แนวทาง...และแบบอย่างการผลิตมูลไส้เดือนยุคใหม่...ให้รวย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : นาคา อินเตอร์มีเดีย, 2558.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. ระบบฐานข้อมูล (Database System). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2558.

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบการตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิ

ตารางการวัดค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิของ ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

<u>คำชี้แจง</u> การเลี้ยงไส้เดือนดินแบบฟาร์ม

วันที่ 1 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 14 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-1 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	65%	100%	110%
12.00 น.	29°C	65%	100%	110%
16.00 น.	29°C	60%	98%	110%
20.00 น.	29°C	60%	98%	110%

วันที่ 2 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 15 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-2 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	27°C	65%	100%	110%
12.00 น.	27°C	63%	95%	110%
16.00 น.	27°C	63%	95%	110%
20.00 น.	27°C	60%	98%	110%

วันที่ 3 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 16 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-3 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	27°C	45%	85%	100%
12.00 น.	27°C	45%	85%	110%
16.00 น.	27°C	45%	85%	110%
20.00 น.	31°C	40%	85%	110%

วันที่ 4 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 17 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-4 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	45%	85%	100%
12.00 น.	31°C	45%	85%	100%
16.00 น.	31°C	35%	75%	100%
20.00 น.	31°C	35%	75%	100%

วันที่ 5 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 18 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-5 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	32°C	25%	75%	100%
12.00 น.	32°C	25%	75%	100%
16.00 น.	26°C	25%	65%	100%
20.00 น.	26°C	25%	65%	100%

วันที่ 6 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 19 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-6 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	26°C	25%	65%	100%
12.00 น.	28°C	25%	65%	100%
16.00 น.	32°C	25%	55%	100%
20.00 น.	28°C	25%	55%	100%

วันที่ 7 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 20 มกราคม 2563)

ตารางที่ ก-7 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	45%	75%	100%
12.00 น.	32°C	25%	55%	100%
16.00 น.	32°C	25%	55%	110%
20.00 น.	31°C	25%	55%	110%

<u>คำชี้แจง</u> การเลี้ยงไส้เดือนดินแบบใช้ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน

วันที่ 1 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-8 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	61%	66%	66%
12.00 น.	30°C	61%	68%	65%
16.00 น.	30°C	64%	71%	70%
20.00 น.	31°C	62%	65%	69%

วันที่ 2 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-9 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	61%	67%	69%
12.00 น.	29°C	61%	67%	69%
16.00 น.	29°C	61%	67%	69%
20.00 น.	30°C	69%	77%	76%

วันที่ 3 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-10 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	29°C	68%	85%	87%
12.00 น.	29°C	68%	85%	87%
16.00 น.	30°C	58%	72%	64%
20.00 น.	30°C	74%	81%	78%

วันที่ 4 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-11 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	27°C	70%	68%	67%
12.00 น.	27°C	70%	68%	67%
16.00 น.	28°C	59%	66%	64%
20.00 น.	28°C	59%	66%	64%

วันที่ 5 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-12 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	28°C	68%	63%	62%
12.00 น.	28°C	68%	60%	61%
16.00 น.	28°C	58%	58%	59%
20.00 น.	28°C	58%	58%	59%

วันที่ 6 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-13 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	28°C	62%	64%	64%
12.00 น.	29°C	59%	64%	62%
16.00 น.	30°C	61%	62%	63%
20.00 น.	30°C	61%	62%	63%

วันที่ 7 ของการวัดความชื้น (ณ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563)

ตารางที่ ก-14 ตารางการเก็บค่าความชื้นและค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิและค่าความชื้น ณ เวลา	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22	ค่าความชื้นของชั้นดินที่วัดได้จาก Capacitive soil V1.2		
		ดินระดับชั้นบน	ดินระดับชั้นกลาง	ดินระดับชั้นล่าง
08.00 น.	27°C	62%	66%	67%
12.00 น.	27°C	62%	66%	67%
16.00 น.	29°C	59%	60%	61%
20.00 น.	28°C	62%	65%	46%

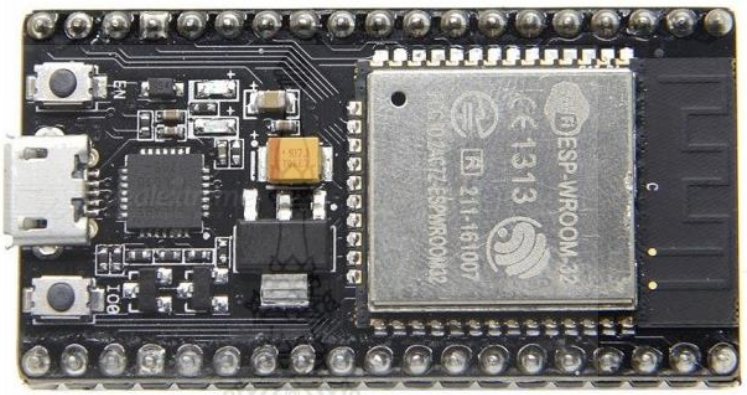
จากการทดลองการเลี้ยงแบบฟาร์มและแบบใช้ระบบ จะเห็นได้ว่า “ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน” นี้จะทำให้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิได้เหมาะสมกว่าการเลี้ยงแบบฟาร์ม เพราะสามารถแสดงค่าความชื้นและอุณหภูมิ รวมถึงข้อมมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนให้ผู้เลี้ยงรับทราบได้ และมีการควบคุมการเปิดปิดน้ำได้ ผลจารการทดลองทำให้ทราบว่าการเลี้ยงแบบใช้ระบบได้ค่าอุณหภูมิอยู่ที่ช่วง 28.5 °C ค่าความชื้นดินระดับชั้นบนจะอยู่ที่ช่วง 65% ค่าความชื้นดินระดับชั้นกลางจะอยู่ที่ช่วง 67% และค่าความชื้นดินระดับชั้นล่างจะอยู่ที่ช่วง 67% ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมะสม จึงทำให้ไส้เดือนมีการดำรงชีวิตที่ดี มีการสืบพันธุ์และขยายพันธุ์เป็นจำนวนมาก เมื่อไส้เดือนมีปริมาณมากก็จะได้ปริมาณมูลไส้เดือนมากเช่นเดียวกัน

ภาคผนวก ข

เอกสารทางเทคนิค

1. NodeMCU ESP-32S

The NodeMCU ESP-32S is one of the development board created by NodeMcu to evaluate the ESP-WROOM-32 module. It is based on the ESP32 microcontroller that boasts Wifi, Bluetooth, Ethernet and Low Power support all in a single chip.



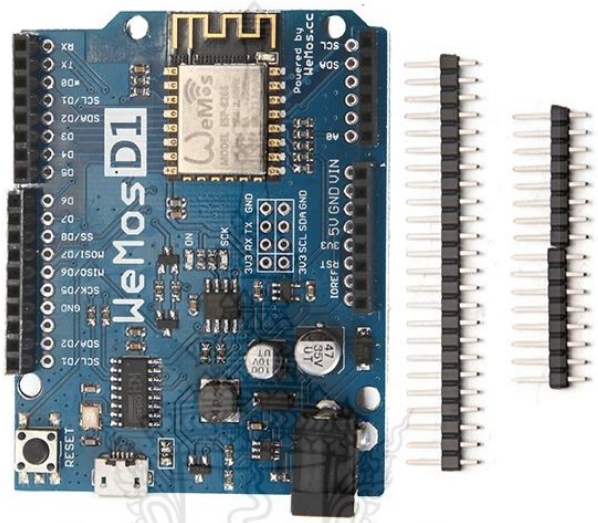
ภาพที่ ข-1 NodeMCU ESP-32S

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลทางเทคนิคของ NodeMCU ESP-32S

Microcontroller	Tensilica 32-bit Single-/Dual-core CPU Xtensa LX6
Operating Voltage	3.3V
Input Voltage	7-12V
Digital I/O Pins (DIO)	28
Analog Input Pins (ADC)	8
Analog Outputs Pins (DAC)	2
UARTs	3
SPIs	2
I2Cs	3
Flash Memory	4 MB
SRAM	520 KB
Clock Speed	240 Mhz
Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g/n/e/i	Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
	WEP or WPA/WPA2 authentication, or open networks

2. WEMOS D1 R2 WIFI ESP8266 (WEMOS D1 R2)

The D1 R2 is a mini wifi board based on ESP-8266EX. 11 digital input/output pins, all pins have interrupt/pwm/I2C/one-wire supported (except D0). 1 analog input (3.3V max input). A Micro USB connection. A power jack, 9-24V power input. Compatible with Arduino and Compatible with nodemcu.



ภาพที่ ข-2 WEMOS D1 R2

ตารางที่ ข-2 ข้อมูลทางเทคนิคของ WEMOS D1 R2 WIFI ESP8266

Microcontroller	ESP-8266EX
Operating Voltage	3.3V
Digital I/O Pins	11
Analog Input Pins	1
Clock Speed	80MHz/160MHz
FLash	4M bytes
Length	68.6mm
Width	53.4mm
Weight	25g

3. Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2

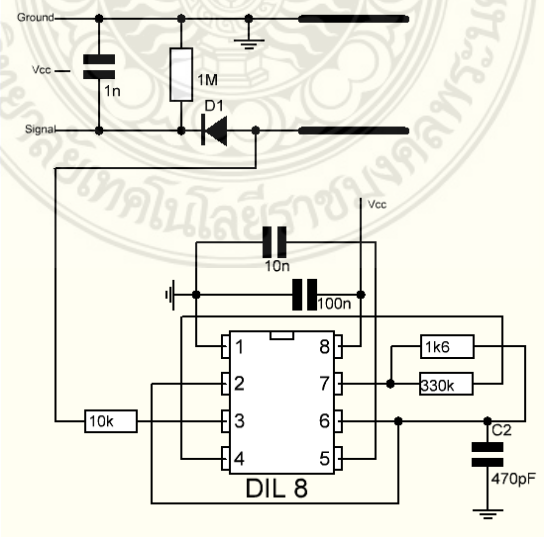
This is an analog capacitive soil moisture sensor which measures soil moisture levels by capacitive sensing, i.e capacitance is varied on the basis of water content present in the soil. The capacitance is converted into voltage level basically from 1.2V to 3.0V maximum. The advantage of Capacitive Soil Moisture Sensor is that they are made of a corrosion-resistant material giving it a long service life.

ภาพที่ ข-3 Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2

ตารางที่ ข-3 ข้อมูลทางเทคนิคของ Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2

Operating Voltage	3.3 ~ 5.5 VDC
Output Voltage	0 ~ 3.0VDC
Operating Current	5mA
Interface	PH2.0-3P
Dimensions	3.86 x 0.905 inches (L x W)
Weight	15g
Operating Voltage	3.3 ~ 5.5 VDC
Output Voltage	0 ~ 3.0VDC
Operating Current	5mA

The Hardware Schematic for Capacitive Soil Moisture Sensor is given below.



ภาพที่ ข-4 Capacitive Soil Moisture Sensor Schematic

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อโครงงาน : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet.

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวศศิธร จันทร์ชมภู
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201002-3
วันเดือนปีเกิด : 25 มีนาคม พ.ศ.2541

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในปี พ.ศ. 2559
จากโรงเรียนราชนันทาจารย์ สามเสนวิทยาลัย 2

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : เลขที่ 1/54 ซอยประดู่ ถนนเตชะวณิช แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ
กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10800
เบอร์โทรศัพท์บ้าน : -
เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 083-601-6253
ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : sasitorn-j@rmutp.ac.th

ชื่อโครงงาน : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet.

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวบุญทิวา ทับทิม
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201007-2
วันเดือนปีเกิด : 2 พฤศจิกายน พ.ศ.2539

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในปี พ.ศ. 2559
จากโรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 631/20-23 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางขุนนนท์ เขตบางกอกน้อย
กรุงเทพ 10700

เบอร์โทรศัพท์บ้าน : -

เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 098-389-0704

ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : akbskenmbhkt8@gmail.com

ชื่อโครงงาน : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet.

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวอรอนงค์ ล่ำละออ
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201013-0
วันเดือนปีเกิด : 15 มิถุนายน พ.ศ.2540

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในปี พ.ศ. 2559
จากโรงเรียนราชนันทาจารย์ สามเสนวิทยาลัย 2

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 2 ถนนพิบูลสงคราม ซอยนครอินทร์3 แยก 3/3 ตำบลตลาดขวัญ
อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000
เบอร์โทรศัพท์บ้าน : -
เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 095-856-4283
ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : fonornanong@gmail.com

ชื่อโครงงาน : ระบบแจ้งเตือนความชื้นของดินในตู้เลี้ยงไส้เดือน
Moisture notification system for the earthworm feeder cabinet.

สาขาวิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวพลอยวรินทร์ บัวเล็ก
รหัสประจำตัวนักศึกษา : 055950201027-0
วันเดือนปีเกิด : 11 เมษายน พ.ศ.2541

ประวัติการศึกษา : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2559
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
: จบการศึกษาระดับอาชีวะศึกษาในปี พ.ศ. 2559
จากวิทยาลัยเทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์ ปวช.1-3

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : สหมิตร 238/159 ซ.4 ต.บางขะแยง อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000
เบอร์โทรศัพท์บ้าน : -
เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 088-884-7144
ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : ploywarinaey@gmail.com