# ระบบควบคุมความชื้นในดิน สำหรับควบคุมความชื้นให้เหมาะสมกับพืชแต่ละสายพันธุ์

# SOIL MOISTURE CONTROL SYSTEM FOR CONTROLLING SOIL MOISTURE TO SUIT EACH PLANT SPECIES


**กันตพัฒน์ กลั่นประเสริฐ**

**จิรพงษ์ ภักดีไพบูลย์ผล**


**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ปีการศึกษา 2564**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SOIL MOISTURE CONTROL SYSTEM FOR CONTROLLING SOIL MOISTURE TO SUIT EACH PLANT SPECIES

KANTAPAT KLANPRASERT
JIRAPONG PAKDEEPAIBOONPOL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564**

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมความชื้นในดิน สำหรับควบคุมความชื้นให้เหมาะสมกับพืชแต่ละสายพันธุ์
Soil Moisture Control System for Controlling Soil Moisture to Suit Each Plant Species


ผู้จัดทำ นายกันตพัฒน์ กลั่นประเสริฐ 61010060

นายจิรพงษ์ ภักดีไพบูลย์ผล 61010145


.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดอน อิศรากร)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบควบคุมความชื้นในดิน สำหรับควบคุมความชื้นให้เหมาะสมกับพืชแต่ละสายพันธุ์

โดย
นายกันตพัฒน์ กลั่นประเสริฐ 61010060
นายจิรพงษ์ ภักดีไพบูลย์ผล 61010145

อาจารย์ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.ดอน อิศรากร

ปีการศึกษา 2564

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบควบคุมความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดที่ต้องการค่าความชื้นที่แตกต่างกันออกไป จึงจัดทำอุปกรณ์ที่สามารถกำหนดค่าความชื้นตามความเหมาะสมของพืชขึ้น โดยในการควบคุมอุปกรณ์เป็นการควบคุมด้วย Microcontroller ที่มีหน้าที่เป็นตัวประมวลผลสั่งการให้ Relay Module ทำงาน เพื่อให้ Water Pump รดน้ำให้แก่ดิน ผลของการทดสอบระบบควบคุมความชื้นในดินที่ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น 3 แบบ คือ ค่าความชื้นที่ 40 เปอร์เซ็นต์ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระบบจะทำงานเมื่อค่าความชื้นมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการให้น้ำแก่ดิน และเมื่อค่าความชื้นมีค่าเกินกว่าที่กำหนดระบบจะตัดการทำงาน นอกจากนี้ยังมีการสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์วัดความชื้นกับเครื่องมือวัดแบบสำเร็จรูป ซึ่งผลของการสอบเทียบคือ อุปกรณ์วัดความชื้นในดินของระบบควบคุมความชื้นในดิน มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 97.54 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดแบบสำเร็จรูป ทำให้ระบบควบคุมความชื้นในดินมีความแม่นยำและเที่ยงตรง สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SOIL MOISTURE CONTROL SYSTEM FOR CONTROLLING SOIL MOISTURE TO SUIT EACH PLANT SPECIES

By

Mr.Kantapat Klanprasert 61010060

Mr.Jirapong Pakdeepaiboonpol 61010145

Advisor

Assoc.Prof.Dr.Don Issarakorn

Academic Year 2021

## ABSTRACT

This thesis presents a soil moisture control system suitable for each plant that requires different soil moisture values. Make a device that can set the soil moisture value according to the suitability of the plant, by controlling the device as well microcontroller is responsible for the processor to order the relay module to work for the water pump to water the soil. The results of testing the soil moisture control system at three percentage soil moisture values were 40 percent, 60 percent, and 70 percent. The system would operate when the soil moisture value was lower than the preset value, which the system will provide water to the soil and when the soil moisture value exceeds the set value, the system will cut off. In addition, the accuracy of the soil moisture measuring device and the soil moisture measuring instrument are calibrated. The result of the calibration is that the soil moisture measuring device has similar accuracy to the soil moisture measuring instrument. The mean deviation of soil moisture values at various moisture levels was 2.46 percent or had an accuracy of 97.54 percent, which makes the soil moisture control system reliable and practical.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ดอน อิศรากร และอาจารย์ท่านอื่นๆ ในหลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้ข้อแนะนำในการทำโครงงานนี้ จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

คณะผู้จัดทำ

กันตพัฒน์ กลั่นประเสริฐ

จิรพงษ์ ภักดีไพบูลย์ผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อภาษาไทย** | **I** |
| **บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** | **II** |
| **กิตติกรรมประกาศ** | **III** |
| **สารบัญ** | **IV** |
| **สารบัญรูป** | **VI** |
| **สารบัญตาราง** | **VII** |
| **บทที่ 1 บทนำ** | **1** |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 1 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 2 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** | **4** |
| 2.1 ความชื้นของดิน | 4 |
| 2.2 ค่าความชื้นที่เหมาะสมของพืช | 4 |
| 2.3 การดูดน้ำจากดินในชั้นต่างๆ | 5 |
| 2.4 ระบบการให้น้ำ | 5 |
| 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นในดิน | 7 |
| 2.6 อุปกรณ์การประมวลผลของระบบควบคุมความชื้นในดิน | 7 |
| **บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน** | **9** |
| 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 9 |
| 3.2 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน | 9 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 3.2.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้านฮาร์ดแวร์ | 9 |
| 3.2.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้านซอฟต์แวร์ | 10 |
| 3.3 วิธีการดำเนินงาน | 10 |
| 3.3.1 การทดสอบเซนเซอร์ | 10 |
| 3.3.2 การต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ | 11 |
| 3.3.3 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม | 13 |
| 3.3.4 การทดสอบโปรแกรมกับอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน | 14 |
| **บทที่ 4 ผลการทดลอง** | **16** |
| 4.1 แผนผังการทำงานของชุดควบคุมความชื้นในดิน | 16 |
| 4.2 ผลการประดิษฐ์ชุดควบคุมความชื้นในดิน | 16 |
| 4.3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน | 17 |
| 4.3.1 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ | 17 |
| 4.3.2 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 60 เปอร์เซ็นต์ | 19 |
| 4.3.3 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์ | 21 |
| 4.3.4 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ 24 ชั่วโมง | 23 |
| 4.3.5 ผลการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือสำเร็จรูป | 24 |
| **บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ** | **26** |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน | 26 |
| 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน | 26 |
| 5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา | 26 |
| **เอกสารอ้างอิง** | **27** |
| **ภาคผนวก** | **28** |
| ภาคผนวก ก Soil Moisture Sensor Module | 29 |
| ภาคผนวก ข บอร์ด Arduino Uno R3 | 30 |
| ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงานและการแสดงผล | 32 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 การดูดน้ำจากดินชั้นต่างๆ | 5 |
| 2.2 การให้น้ำทางผิวดิน | 6 |
| 2.3 การให้น้ำโดยซึมจากใต้ดิน | 6 |
| 2.4 การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน | 7 |
| 2.5 อุปกรณ์การประมวลผลของระควบคุมความชื้นในดิน | 8 |
| 3.1 การทดสอบเซนเซอร์ | 10 |
| 3.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับบอร์ด Arduino Uno R3 | 12 |
| 3.3 กล่องควบคุมความชื้นในดิน | 12 |
| 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรม | 13 |
| 3.5 การควบคุมแบบ On Off Control | 14 |
| 3.6 ค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ | 14 |
| 3.7 Relay Module ทำงาน | 15 |
| 3.8 ค่าความชื้นมีค่ามากกว่ากว่า 40 เปอร์เซ็นต์ | 15 |
| 3.9 Relay Module ไม่ทำงาน | 15 |
| 4.1 แผนผังการทำงาน | 16 |
| 4.2 กล่องควบคุมความชื้นในดิน | 17 |
| 4.3 กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 40 เปอร์เซ็นต์ | 18 |
| 4.4 กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 40 เปอร์เซ็นต์ | 18 |
| 4.5 กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 60 เปอร์เซ็นต์ | 20 |
| 4.6 กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 60 เปอร์เซ็นต์ | 20 |
| 4.7 กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 70 เปอร์เซ็นต์ | 22 |
| 4.8 กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 70 เปอร์เซ็นต์ | 22 |
| 4.9 กราฟการทำงานของระบบ 24 ชั่วโมง | 23 |
| 4.10 แสดงการควบคุมแบบ On Off Control | 23 |
| 4.11 กราฟการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือแบบสำเร็จรูป | 25 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 3.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์ | 11 |
| 4.1 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ | 17 |
| 4.2 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 60 เปอร์เซ็นต์ | 19 |
| 4.3 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์ | 21 |
| 4.4 การสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือสำเร็จรูป | 24 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

การทำเกษตรกรรมหรือการเพาะปลูกนั้นสิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตนั้นมีอยู่หลายอย่างเช่น น้ำ แสง ดิน ธาตุอาหารต่างๆ อากาศ อุณหภูมิ โดยประเทศไทยนั้นได้ชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรมเนื่องจากตั้งอยู่ในเขตภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการทำการเกษตร มีน้ำใช้ตลอดปีพวกเราจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของน้ำ ซึ่งน้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช การดูดน้ำของพืชเพื่อไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะผ่านทางขนรากซึ่งอยู่ในดินทำให้น้ำในดินมีผลต่อพืชเป็นอย่างมาก โดยถ้าพืชนั้นได้รับน้ำมาเกินไปก็จะทำให้พืชนั้นตายได้หรือถ้าหากพืชนั้นได้รับน้ำที่น้อยเกินไปก็จะทำให้พืชนั้นไม่เจริญเติบโต น้ำในดินหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลว เราเรียกว่า น้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซ เราเรียกว่า ไอน้ำในดิน ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืชหรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์เพื่อใช้ในขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ต่างๆ เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด แล้วยังมีความสำคัญในการดูดซึมธาตุอาหารของพืชในดิน โดยการนำธาตุอาหารในดินไปใช้งานของพืชนั้น ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลายซึ่งน้ำถือว่าเป็นตัวทำละลายที่ดี นอกจากนี้พวกเรายังเล็งเห็นว่ากระแสการปลูกต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นไม้ดอกหรือไม้ประดับกำลังเป็นที่นิยมทั้งในเชิงพาณิชย์และเป็นงานอดิเรก ซึ่งพืชแต่ละชนิดต้องการความชื้นในดินที่แตกต่างกัน จึงเกิดแนวคิดในการประดิษฐ์อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินขึ้น เพื่อควบคุมความชื้นในดินของพืชที่แตกต่างกันออกไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อออกแบบอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

1.2.2 เพื่อทดสอบการควบคุมค่าความชื้นในดินที่แตกต่างกันออกไป

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินสามารถวัดความชื้นในดินได้

1.3.2 ออกแบบชุดควบคุมความชื้นในดิน

1.3.3 ออกแบบโปรแกรมเพื่อนำมาใช้กับชุดควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 ทดสอบการควบคุมความชื้นในดินที่แตกต่างกัน

1.3.5 นำผลการทดสอบค่าความชื้นที่ได้มาสรุปผล

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษาหลักการของเซนเซอร์วัดความชื้นในดินที่จะนำมาใช้

1.4.3 ศึกษาหลักการของอุปกรณ์ DS1302 RTC Real Time Clock Module

1.4.4 ออกแบบและวางแผนการสร้างชุดควบคุมความชื้นในดิน

1.4.5. สั่งซื้อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ

1.4.6 ทดสอบเซนเซอร์ที่นำมาใช้

1.4.7 เขียนโปรแกรมควบคุมความชื้นในดิน

1.4.8 เขียนโปรแกรมการส่งค่าจากเซนเซอร์ไปแสดงค่าผ่านทาง Serial Monitor

1.4.9 สร้างชุดอุปกรณ์ตามแบบที่วางแผนไว้

1.4.10 ทดสอบชุดควบคุมความชื้นในดิน

1.4.11 ทดสอบค่าความชื้นดินที่แตกต่างกัน

1.4.12 สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถใช้อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเกษตรกรรมได้ ทำให้สามารถประหยัดเวลา และทุ่นแรงงานคน

1.5.2 สามารถควบคุมความชื้นในดินที่แตกต่างกันตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด

## 1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 บท และ 3 ภาคผนวก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.6.1 บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงที่มาของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์ ขอบเขตของโครงงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

1.6.2 บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการ อุปกรณ์ และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ เป็นการเพิ่มเติมความรู้ทฤษฎีและความเข้าใจในอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนจะเริ่มการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3 บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำชิ้นงานโดยละเอียดทั้งในการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.6.4 บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน เป็นการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน

1.6.5 บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ เป็นบทสรุปภาพรวมของชิ้นงานรวมถึงสิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

ภาคผนวก ก Soil Moisture Sensor Module

ภาคผนวก ข บอร์ด Arduino Uno R3

ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงานและการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความชื้นของดิน

ความชื้นของดินหรือเรียกอีกแบบว่าน้ำในดิน แบ่งตามสถานะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 สถานะ คือสถานะของเหลวซึ่งเรียกว่าน้ำในดินและสถานะแก๊สซึ่งเรียกว่าน้ำในดิน โดยความชื้นในดินนั้นมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมากเพราะพืชนั้นใช้น้ำในการดูดซึมธาตุอาหารโดยน้ำจะเป็นตัวทำละลายธาตุอาหารเพื่อพืชนั้นจะดูดซึมและนำไปใช้งานได้ ความชื้นของดินแบ่งตามประเภทสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.1.1 ความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจดูดยึดของดิน ที่พืชดูดไปจากดิน ในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืช

2.1.2 ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ (Unavailable Moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่ดินดูดยึดไว้ด้วยพลังงานที่มากกว่าที่จะให้พืชดูดไปใช้ในอัตราที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืชได้

2.1.3 ความชื้นเกินจำเป็น (Superfluous Moisture) หมายถึงความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดตามปกติของดิน ซึ่งโดยปกติขังอยู่ในที่ว่างขนาดใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของอากาศ และเมื่อมีโอกาสจะเคลื่อนพ้นบริเวณที่รากพืชลึกลงไปในหน้าตัดดิน โดยอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก

## 2.2 ค่าความชื้นที่เหมาะสมของพืช

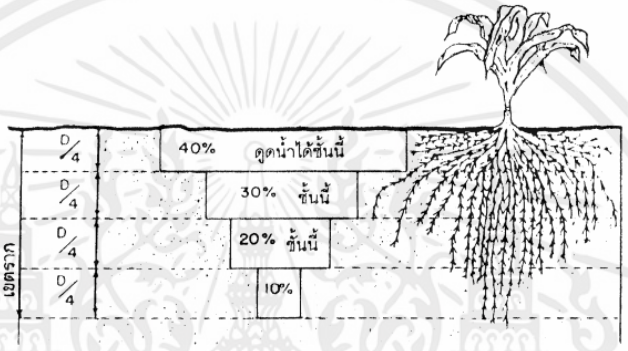
การควบคุมค่าความชื้นในดินที่แตกต่างกันออกไปตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดนั้นมีความสำคัญอย่างมากเพราะถ้าพืชที่ต้องการค่าความชื้นในดินน้อยแต่ได้รับน้ำในปริมาณมากพืชนั้นก็จะตายได้ และถ้าพืชที่ต้องการค่าความชื้นในดินมากแต่ได้รับน้ำในปริมาณน้อยพืชนั้นก็จะตายได้เช่นกัน ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมค่าความชื้นในดินให้เหมาะสมต่อความต้องการของพืชแต่ชนิด ระดับความชื้นในดินจากการศึกษาพบว่า ความชื้น 0-39 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะวิกฤติ สามารถทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้ ความชื้น 40-49 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน ความชื้น 50-69 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะที่พืชชอบ พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้ ความชื้น 70-79 เปอร์เซ็นต์ สภาวะดินแฉะ หากไม่ควบคุมให้ดีพืชอาจเข้าสู่สภาวะอันตรายได้ และความชื้น 80-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะอันตราย มีโอกาสสูงที่รากจะเน่าหรือเกิดเชื้อราขึ้นได้

โดยพืชที่ต้องการค่าความชื้นน้อย หมายถึงพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่น้ำน้อย เช่น พริก แตงกวา ถั่วฝักยาว ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดหวาน ในทางกลับกันพืชที่ต้องการค่าความชื้นมาก หมายถึงพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่น้ำมาก เช่น เตยหอม พลูด่าง แว่นแก้ว ตะแบกกระดาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การดูดน้ำจากดินในชั้นต่างๆ

จากลักษณะของรากพืชที่แผ่กระจายรากลงไปในดิน ส่วนของรากที่อยู่ตอนบนจะมีการแผ่ของรากหนาแน่นกว่าส่วนของรากที่อยู่ตอนล่างลงไป ดังนั้นพืชจึงดูดซึมน้ำจากดินไปใช้งานตามความหนาแน่นของราก โดยจะแบ่งการดูดน้ำมาใช้ของพืชตามความลึกของดินแบ่งออกเป็น 4 ส่วนส่วนละเท่าๆกัน โดยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่พืชใช้ทั้งหมดจะมาจากดินชั้นแรกนับจากผิวดินลงมา 30 เปอร์เซ็นต์มาจากดินชั้นที่สอง 20 เปอร์เซ็นต์มาจากดินชั้นที่สามและ 10 เปอร์เซ็นต์จากดินชั้นที่สี่ ดังรูปที่ 2.1




**รูปที่ 2.1** การดูดน้ำจากดินในชั้นต่างๆ

## 2.4 ระบบการให้น้ำ

เป็นวิธีในการให้น้ำแก่พืชหรือต้นไม้ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้

2.4.1 การให้น้ำทางผิวดิน เป็นวิธีการให้น้ำโดยการปล่อยน้ำไปบนผิวดิน สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 แบบคือ 1. ปล่อยท่วมแปลง 2. ปล่อยไปตามร่องคู 3. การให้น้ำแบบหยด ดังรูปที่ 2.2

**รูปที่ 2.2** การให้น้ำทางผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การให้น้ำโดยซึมจากใต้ดิน เป็นการให้น้ำทางใต้ดินในระดับใดระดับหนึ่งซึ่งน้ำจะซึมสู่รากพืช ดังรูปที่ 2.3

**รูปที่ 2.3** การให้น้ำโดยซึมจากใต้ดิน

2.4.3 การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน เป็นการให้น้ำแบบฉีดเป็นฝอยๆคล้ายฝนให้คลุมพื้นที่ที่ต้องการให้น้ำ ในการให้น้ำแบบนี้สิ่งที่สำคัญคือหัวพ่นน้ำ ดังรูปที่ 2.4 โดยแบ่งหัวพ่นน้ำได้ 3 แบบคือ

1. แบบที่มีหัวฉีดติดตายอยู่กับท่อน้ำ หมุนไม่ได้
2. แบบที่มีรูพ่นน้ำตามด้านข้าง
3. แบบที่มีหัวหมุนได้รอบตัว

**รูปที่ 2.4** การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นในดิน

ปริมาณความชื้นในดิน เกิดจากการเคลื่อนย้ายน้ำลงในดินหรือเรียกว่าการซึมของน้ำ กล่าวคือ ถ้าปริมาณการซึมของน้ำมีมาก จะทำให้ปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินจะเกี่ยวข้องกับการซึมของน้ำ ซึ่งมีหลายปัจจัย ได้แก่

2.5.1 สมบัติของดิน เช่น ความหยาบละเอียด โครงสร้าง รูพรุน สมรรถนะในการอุ้มน้ำ

2.5.2 สภาพภูมิประเทศ การที่เป็นพื้นที่ลาดชันทำให้น้ำไหลผ่านจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้ปริมาณความชื้นในดินน้อย

2.5.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำสูง

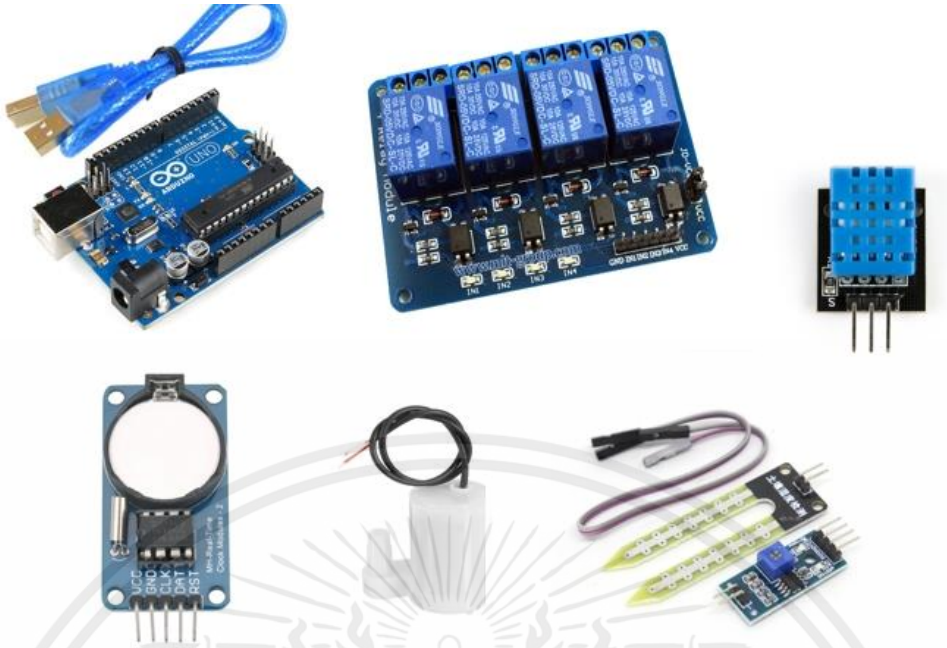
2.5.4 สภาพภูมิอากาศ สภาพแสงแดดและปริมาณน้ำฝนจะส่งผลต่อความชื้นในดิน ในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าความชื้นน้อยกว่าช่วงฤดูฝน

2.5.5 ปริมาณพืชคลุมดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ทำให้มีการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงและยังช่วยทำให้เกิดชั้นของอินทรียวัตถุที่จะสามารถดูดซับได้มากขึ้น

## 2.6 อุปกรณ์การประมวลผลของระควบคุมความชื้นในดิน

สำหรับอุปกรณ์ชุดควบคุมความชื้นในดินประกอบไปด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3), เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor), เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ (DHT 11), Relay Module (4 Channel Relay Module 5V 10A), Water Pump, DS1302 RTC Real Time Clock Module ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.5** อุปกรณ์การประมวลผลของระควบคุมความชื้นในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์ โดยเริ่มจากการวางแผนศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน ศึกษาหลักการทำงาน ออกแบบและวางแผนทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ และทำการทดสอบการทำงานของระบบ

## 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักการของเซนเซอร์วัดความชื้นในดินที่จะนำมาใช้
3. ศึกษาหลักการของอุปกรณ์ DS1302 RTC Real Time Clock Module
4. ออกแบบและวางแผนการสร้างชุดควบคุมความชื้นในดิน
5. สั่งซื้อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ
6. ทดสอบเซนเซอร์ที่นำมาใช้
7. เขียนโปรแกรมควบคุมความชื้นในดิน
8. เขียนโปรแกรมการส่งค่าจากเซนเซอร์ไปแสดงค่าผ่านทาง serial monitor
9. สร้างชุดอุปกรณ์ตามแบบที่วางแผนไว้
10. ทดสอบชุดควบคุมความชื้นในดิน
11. ทดสอบค่าความชื้นในดินที่แตกต่างกัน
12. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

## 3.2 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน

### 3.2.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้านฮาร์ดแวร์

1. ศึกษาและเลือกเซนเซอร์ที่ต้องการ
2. ศึกษาและเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน
3. ทดสอบผลการวัดค่าความชื้นของเซนเซอร์
4. ทดสอบการทำงานของปั๊มน้ำ
5. เลือกอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้ในการต่อร่วมกัน
6. ออกแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

**3.2.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้านซอฟต์แวร์**

1. ศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาเขียนให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
2. กำหนดรูปแบบการแสดงผล
3. เขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ และส่งค่าไปแสดงผล
4. เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมค่าความชื้นดิน
5. ทดสอบโปรแกรมกับชุดอุปกรณ์ที่ประกอบไว้

## 3.3 วิธีการดำเนินงาน

**3.3.1 การทดสอบเซนเซอร์**

ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องมือวัดความชื้นแบบสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไป โดยเครื่องมือแบบสำเร็จรูปที่ใช้เป็นแบบ Three Way Metter สามารถวัดได้ทั้งค่าความชื้นในดิน, ค่า PH และความเข้มแสง ซึ่งมีแท่งโลหะ 2 ชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียมและทองแดงเป็นตัวทำปฏิกิริยากับดิน การวัดจะเป็นการวัดความต้านทานไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสอง ซึ่งการวัดจะบอกค่าความชื้นเป็นแบบเข็มระดับ 1-10 (1-3 แห้ง, 4-7 ชื้น 8-10 เปียก) หรือเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ว่าสามารถวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 10-100 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 3.1

**รูปที่ 3.1** การทดสอบเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์

| ค่าความชื้นในดินจากเครื่องมือแบบสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์) | ค่าความชื้นในดินจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น (เปอร์เซ็นต์) | ร้อยละความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|
| 24 | 26 | 8.33 |
| 39 | 37 | 5.13 |
| 40 | 42 | 5.00 |
| 55 | 54 | 1.82 |
| 61 | 62 | 1.64 |
| 65 | 69 | 6.15 |
| 70 | 72 | 2.85 |

จากตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์วัดความชื้นที่สร้างขึ้นเทียบกับเครื่องมือวัดความชื้นแบบสำเร็จรูปก่อนจะนำตัวชิ้นงานไปใช้งาน ซึ่งค่ามีความใกล้เคียงกัน ความคลาดเคลื่อนน้อยอยู่ในระดับที่สามารถน่าเชื่อถือได้

**3.3.2 การต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์**

บอร์ด Arduino Uno R3 จะใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12V ในการให้มันทำงาน โดยในอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินจะมีการต่อกันดังนี้

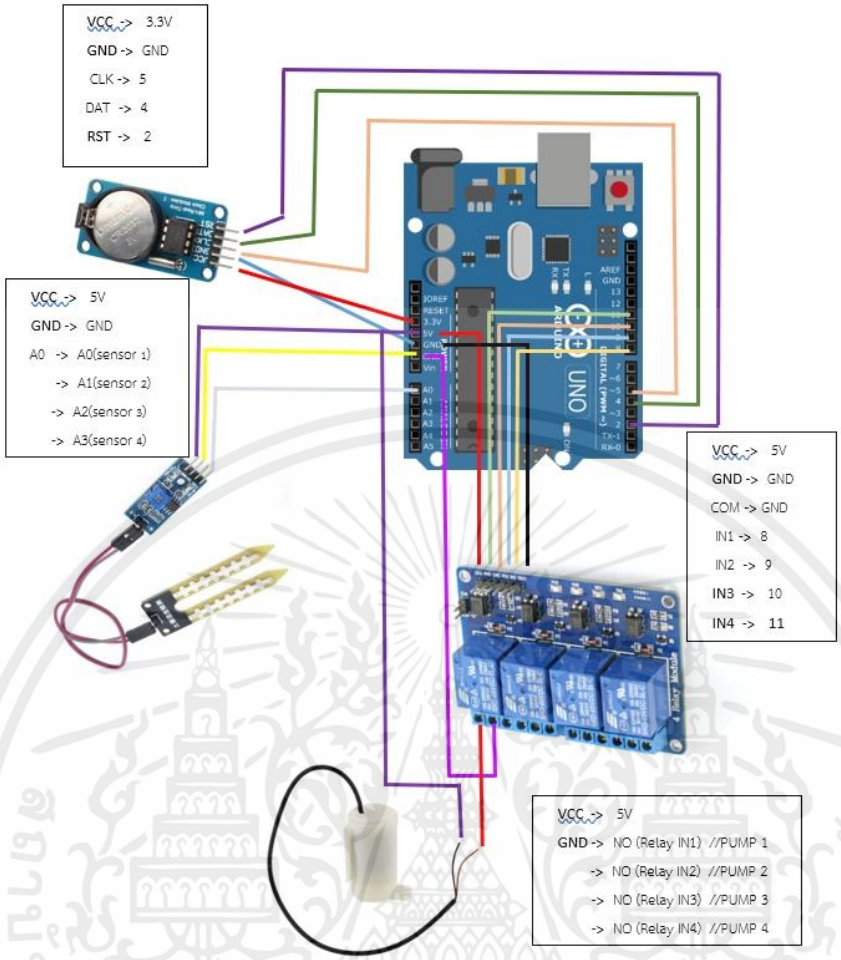
1. เซนเซอร์ Soil Moisture Sensor Module มี 4 ตัว ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดความชื้นในดิน โดยต่อกับขา 5V, GND, A0 (Sensor 1), A1 (Sensor 2), A2 (Sensor 3), A3 (Sensor 4)

2. DS1302 RTC Real Time Clock Module ซึ่งเป็นโมดูลที่ใช้ในการตั้งค่าเวลาเพื่อนำมาตั้งค่าเวลาในการให้น้ำแก่ดิน โดยต่อกับขา 3.3V, GND, 5, 4, 2

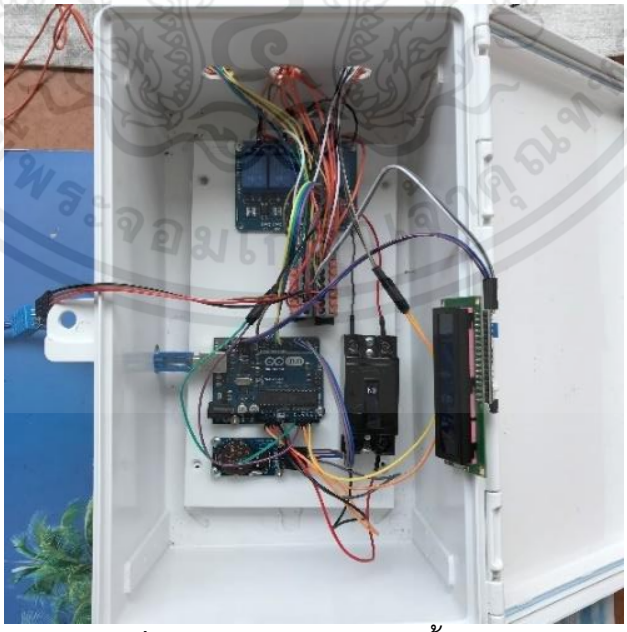
3. 4 Channel Relay Module เป็นโมดูลที่ใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์โดยสามารถควบคุมได้พร้อมกัน4ตัว โดยต่อกับขา 5V, GND, 8, 9, 10, 11

4. Water Pump เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้น้ำแก่ดินมี 4 ตัว โดยจะต่อกับ 4 Channel Relay Module โดยต่อกับขา 5V, NO1 (Relay IN1), NO2 (Relay IN2),
NO3 (Relay IN3), NO4 (Relay IN4) ดังรูปที่ 3.2 และเมื่อทำการออกแบบการต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จึงนำไปประกอบเข้ากับกล่องควบคุมได้ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.2** การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับบอร์ด Arduino Uno R3

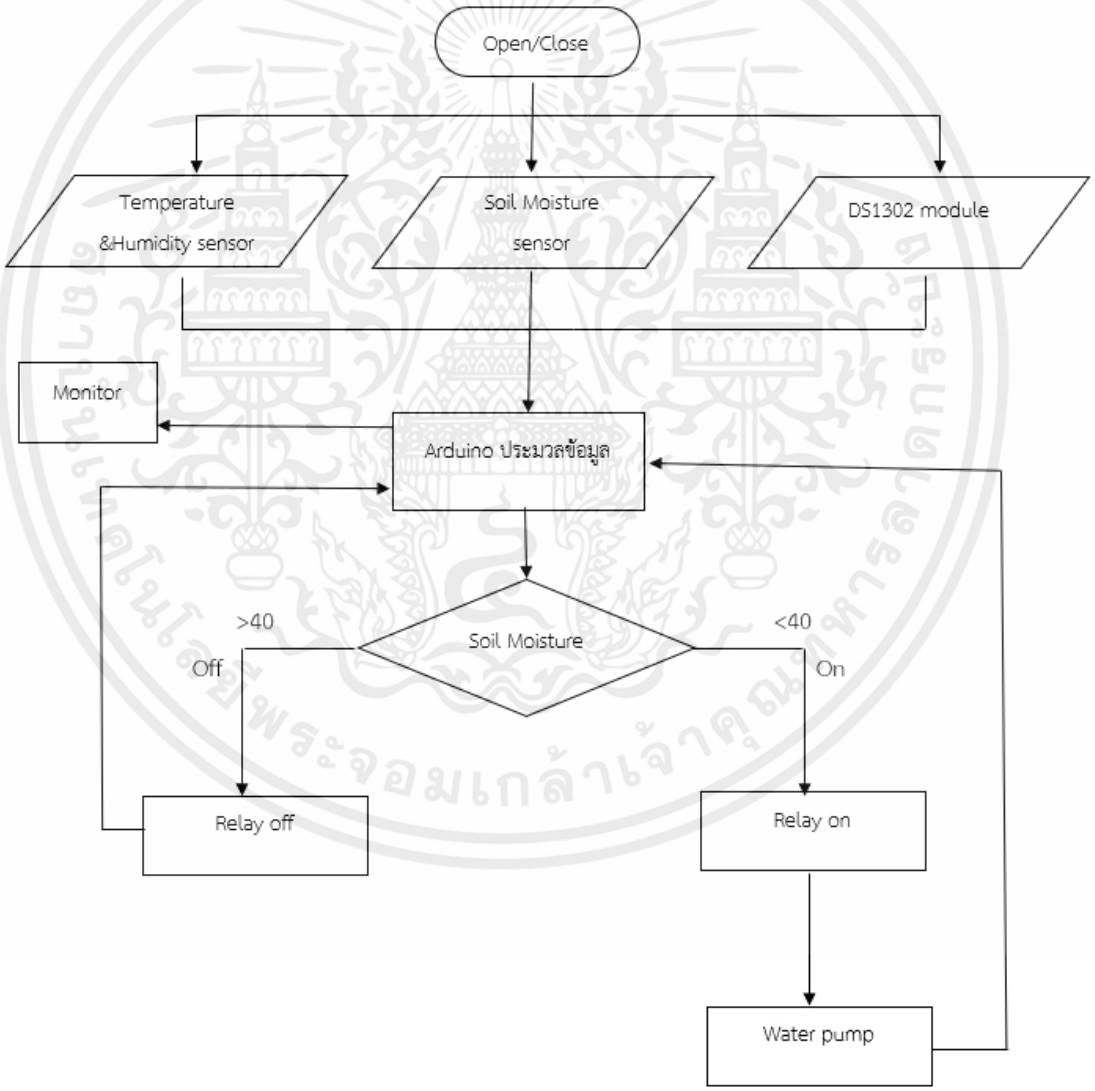


**รูปที่ 3.3** กล่องควบคุมความชื้นในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

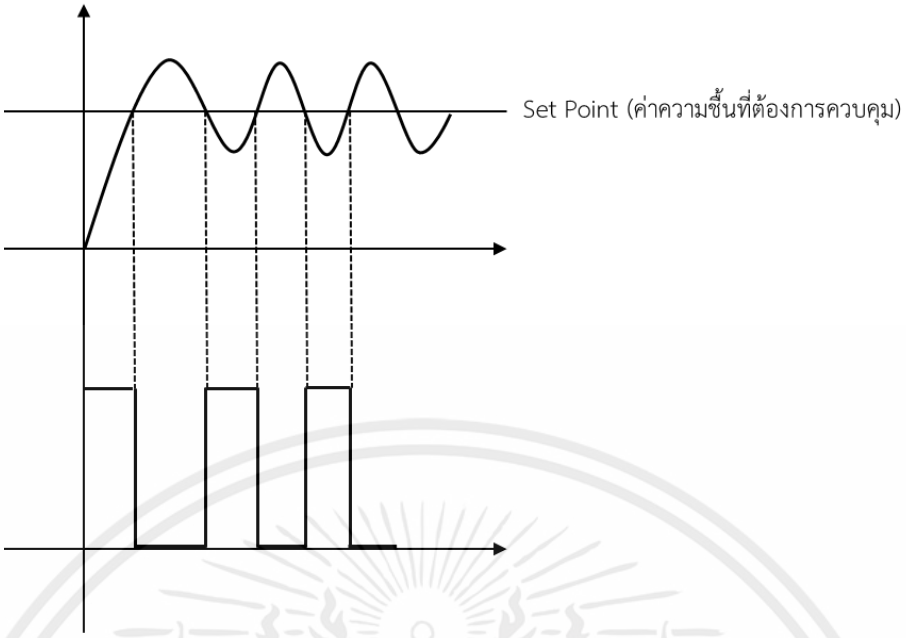
**3.3.3 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม**

การออกแบบการทำงานของโปรแกรมโดยจะเป็นการออกแบบการทำงานของโปรแกรมให้กับตัวอุปกรณ์ เพื่อควบคุมความชื้นของดินโดยการทำงานจะเริ่มเมื่อเปิดอุปกรณ์การทำงาน บอร์ด Arduino Uno R3 จะทำการดึงข้อมูลจาก Soil Moisture Sensor, DS1302 Module และ Temperature & Humidity Sensor เพื่อมาประมวลผล โดยจะประมวลค่าความชื้นในดินและแสดงค่าความชื้นผ่าน Monitor ถ้าค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่าค่าความชื้นที่ตั้งไว้ Relay จะทำงานและสั่งให้ Water Pump ปั๊มน้ำ แต่ถ้าค่าความชื้นมีค่ามากกว่าค่าความชื้นที่ตั้งไว้ Relay จะไม่ทำงาน ดังรูปที่ 3.4




**รูปที่ 3.4** แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.5** การควบคุมแบบ On Off Control

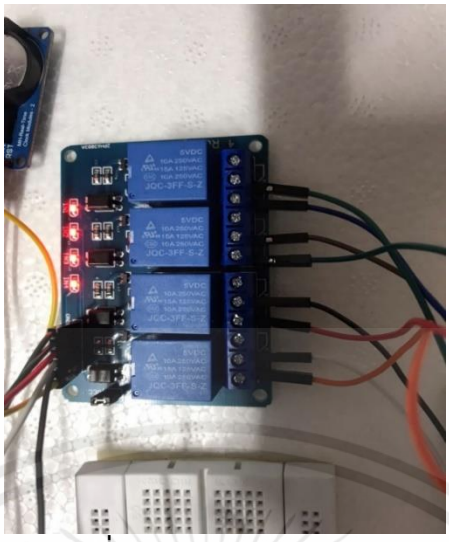
จากรูปที่ 3.5 แสดงสัญญาณการควบคุมของระบบแบบ On Off Control โดยใช้เป็นรูปแบบการควบคุมของระบบควบคุมความชื้นในดิน ซึ่งจะกำหนดค่าความชื้นที่ต้องการควบคุมเป็นค่า Set Point ของระบบ จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าความชื้นที่ควบคุมจะมีการกวัดแกว่งจากค่า Set Point เล็กน้อย แต่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

### 3.3.4 การทดสอบโปรแกรมกับอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน

ในการทดสอบโปรแกรม เมื่อกำหนดเวลาหรือตั้งเวลา ณ เวลาหนึ่ง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดโปรแกรมจะรับค่าความชื้นเข้ามาประมวลผลซึ่งเมื่อค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 3.6 Relay Module จะทำการสั่ง Pump น้ำให้ทำงาน ดังรูปที่ 3.7 ในทางกลับกันถ้าค่าความชื้นมีค่ามากกว่ากว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 3.8 Relay Module จะไม่ทำงาน ดังรูปที่ 3.9

**รูปที่ 3.6** ค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.7** Relay Module ทำงาน

**รูปที่ 3.8** ค่าความชื้นมีค่ามากกว่ากว่า 40 เปอร์เซ็นต์

**รูปที่ 3.9** Relay Module ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

## 4.1 แผนผังการทำงานของชุดควบคุมความชื้นในดิน

อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินจะสื่อสารกับบอร์ด Arduino Uno R3 ซึ่งทางบอร์ด Arduino Uno R3 จำเป็นต้องเขียนโค้ดเพื่ออัปโหลดโปรแกรมใส่เข้าไปในบอร์ด เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ และนำอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินไปทำการทดสอบการทำงาน โดยการกำหนดค่าความชื้นในดินตามความเหมาะสมของพืชซึ่งสามารถควบคุมค่าความชื้นในดินตามความเหมาะสมในการนำไปใช้กับพืชที่แตกต่างกันไปได้ ดังรูปที่ 4.1

**รูปที่ 4.1** แผนผังการทำงานของชุดควบคุมความชื้นในดิน

## 4.2 ผลการประดิษฐ์ชุดควบคุมความชื้นในดิน

สำหรับอุปกรณ์ชุดควบคุมความชื้นในดินประกอบไปด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์, เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ, จอ LCD สำหรับดูค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศว่าการทดสอบอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน และมี Relay กับปั๊มทำหน้าที่ให้น้ำเพื่อควบคุมความชื้นในดิน ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.2** กล่องควบคุมความชื้นในดิน

## 4.3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดิน

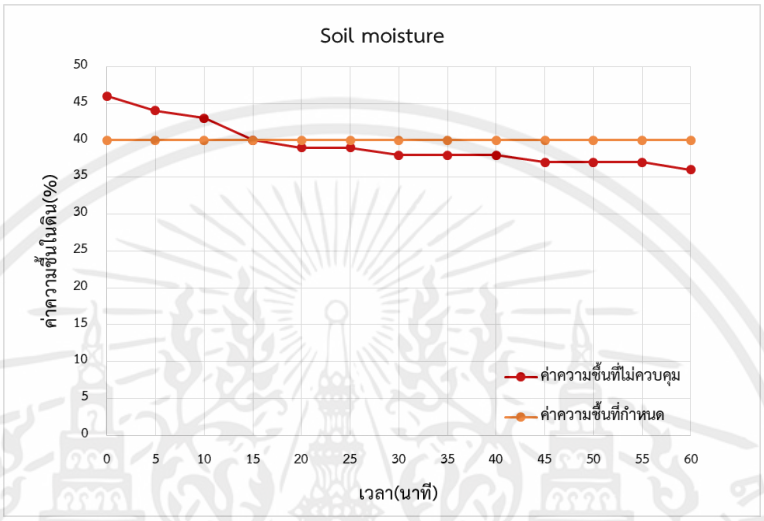
**4.3.1 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.1**

**ตารางที่ 4.1** การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์

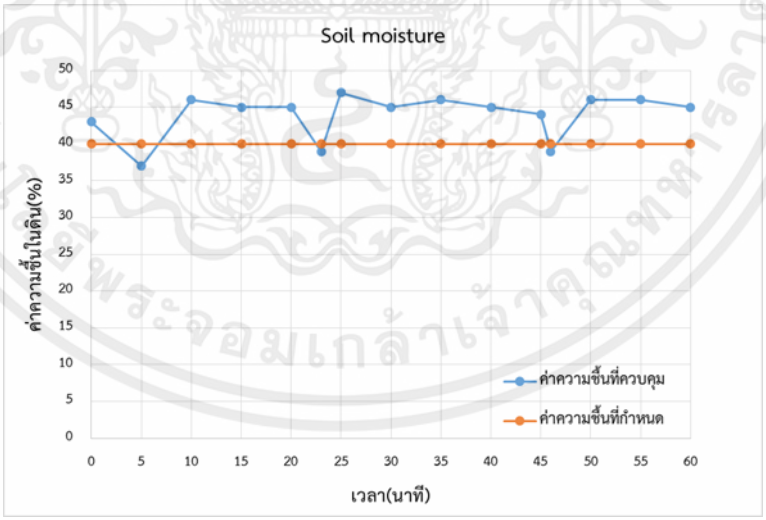
| เวลา (นาที) | ค่าความชื้นที่ควบคุม (เปอร์เซ็นต์) | ค่าความชื้นที่กำหนด (เปอร์เซ็นต์) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 43 | 40 | 32 | 80 |
| 5 | 37 | 40 | 32 | 80 |
| 10 | 46 | 40 | 32 | 80 |
| 15 | 45 | 40 | 32 | 80 |
| 20 | 45 | 40 | 32 | 80 |
| 23 | 39 | 40 | 32 | 80 |
| 25 | 47 | 40 | 32 | 80 |
| 30 | 45 | 40 | 32 | 80 |
| 35 | 46 | 40 | 32 | 80 |
| 40 | 45 | 40 | 32 | 80 |
| 45 | 44 | 40 | 32 | 80 |
| 46 | 39 | 40 | 32 | 80 |
| 50 | 46 | 40 | 32 | 80 |
| 55 | 46 | 40 | 32 | 80 |
| 60 | 45 | 40 | 32 | 80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการทำสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบเป็นเวลา 60 นาที ทำการบันทึกค่าทุก 5 นาทีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในดิน และทำการบันทึกค่าขณะที่ค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ระบบจะทำงานโดยให้น้ำแก่ดินเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่กำหนด




**รูปที่ 4.3** กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 40 เปอร์เซ็นต์




**รูปที่ 4.4** กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 40 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีระบบควบคุมค่าความชื้นในดิน พบว่าค่าความชื้นในดินจะลดลงเรื่อยๆ และจากรูปที่ 4.4 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการควบคุมโดยการตั้งค่าความชื้นให้อยู่ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลา พบว่าถ้าหากค่าความชื้นลดลงต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินจะสั่ง Relay Module ให้ทำงานซึ่ง Water Pump จะทำการปั๊มน้ำ ทำให้ค่าความชื้นในดินอยู่เหนือ 40 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลาตามที่ตั้งค่าการควบคุมไว้

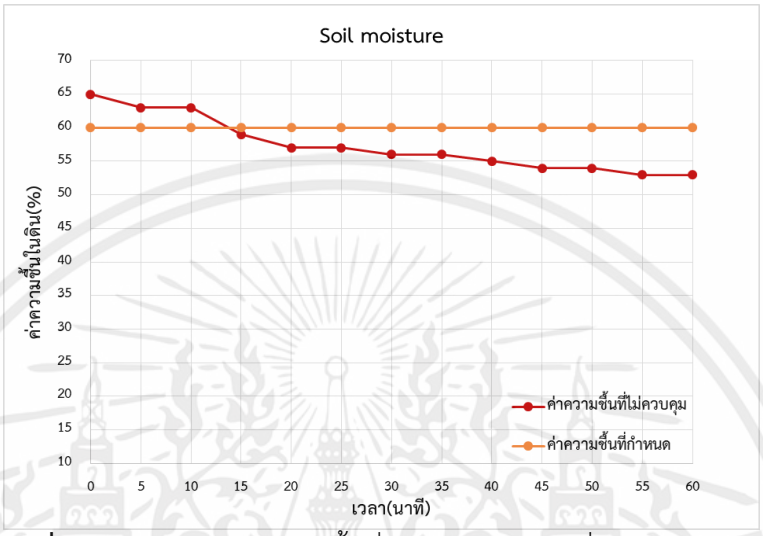
**4.3.2 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.2**

**ตารางที่ 4.2** การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 60 เปอร์เซ็นต์

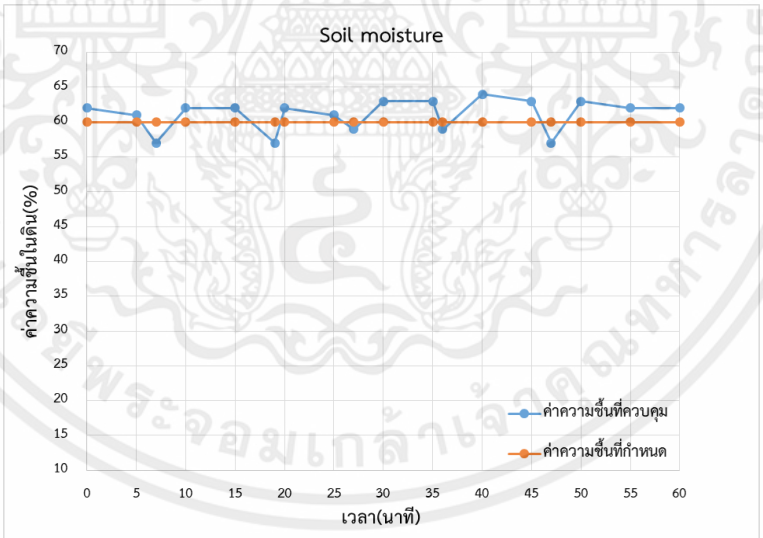
| เวลา (นาที) | ค่าความชื้นที่ควบคุม (เปอร์เซ็นต์) | ค่าความชื้นที่กำหนด (เปอร์เซ็นต์) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 62 | 60 | 33 | 78 |
| 5 | 61 | 60 | 33 | 78 |
| 7 | 57 | 60 | 33 | 78 |
| 10 | 62 | 60 | 33 | 78 |
| 15 | 62 | 60 | 33 | 78 |
| 19 | 57 | 60 | 33 | 78 |
| 20 | 62 | 60 | 33 | 78 |
| 25 | 61 | 60 | 33 | 78 |
| 27 | 59 | 60 | 33 | 78 |
| 30 | 63 | 60 | 33 | 78 |
| 35 | 63 | 60 | 33 | 78 |
| 36 | 59 | 60 | 33 | 78 |
| 40 | 64 | 60 | 33 | 78 |
| 45 | 63 | 60 | 33 | 78 |
| 47 | 57 | 60 | 33 | 78 |
| 50 | 63 | 60 | 33 | 78 |
| 55 | 62 | 60 | 33 | 78 |
| 60 | 62 | 60 | 33 | 78 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 ผลการทำสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดินที่ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบเป็นเวลา 60 นาที ทำการบันทึกค่าทุก 5 นาทีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในดิน และทำการบันทึกค่าขณะที่ค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ระบบจะทำงานโดยให้น้ำแก่ดินเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่กำหนด




**รูปที่ 4.5** กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 60 เปอร์เซ็นต์




**รูปที่ 4.6** กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 60 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4.5 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีระบบควบคุมค่าความชื้นในดิน พบว่าค่าความชื้นในดินจะลดลงเรื่อยๆ และจากรูปที่ 4.6 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการควบคุมโดยการตั้งค่าความชื้นให้อยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลา พบว่าถ้าหากค่าความชื้นลดลงต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินจะสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Relay Module ให้ทำงานซึ่ง Water Pumpจะทำการปั๊มน้ำ ทำให้ค่าความชื้นในดินอยู่เหนือ 60 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลาตามที่ตั้งค่าการควบคุมไว้

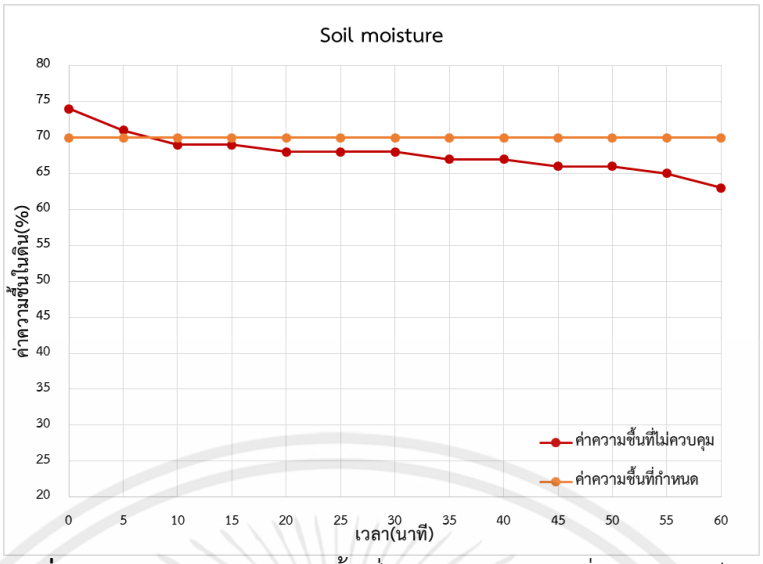
**4.3.3 การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.3**

**ตารางที่ 4.3** การทดสอบควบคุมความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์

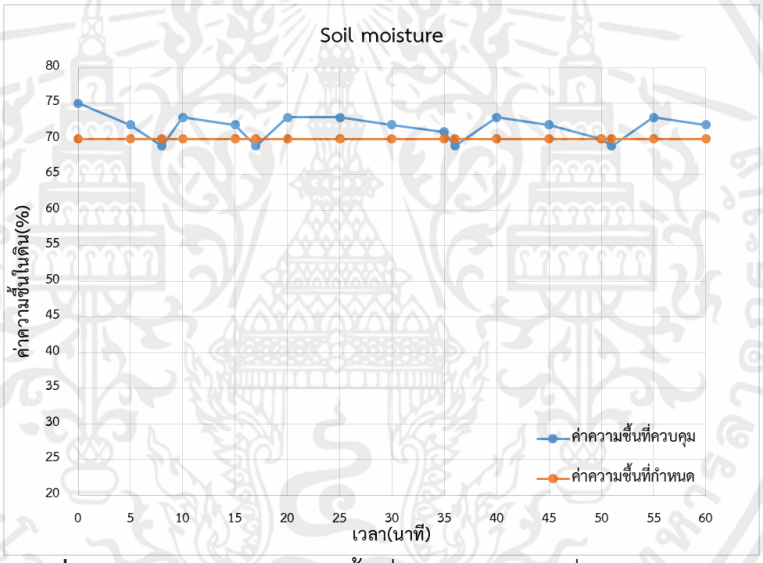
| เวลา (นาที) | ค่าความชื้นที่ควบคุม (เปอร์เซ็นต์) | ค่าความชื้นที่กำหนด (เปอร์เซ็นต์) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 75 | 70 | 32 | 82 |
| 5 | 72 | 70 | 32 | 82 |
| 8 | 69 | 70 | 32 | 82 |
| 10 | 73 | 70 | 32 | 82 |
| 15 | 72 | 70 | 32 | 82 |
| 17 | 69 | 70 | 32 | 82 |
| 20 | 73 | 70 | 32 | 82 |
| 25 | 73 | 70 | 32 | 82 |
| 30 | 72 | 70 | 32 | 82 |
| 35 | 71 | 70 | 32 | 82 |
| 36 | 69 | 70 | 32 | 82 |
| 40 | 73 | 70 | 32 | 82 |
| 45 | 72 | 70 | 32 | 82 |
| 50 | 70 | 70 | 32 | 82 |
| 51 | 69 | 70 | 32 | 82 |
| 55 | 73 | 70 | 32 | 82 |
| 60 | 72 | 70 | 32 | 82 |

จากตารางที่ 4.3 ผลการทำสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบเป็นเวลา 60 นาที ทำการบันทึกค่าทุก 5 นาทีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในดิน และทำการบันทึกค่าขณะที่ค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความชื้นลดลงต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ระบบจะทำงานโดยให้น้ำแก่ดินเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.7** กราฟแสดงค่าความชื้นที่ไม่มีระบบควบคุมที่ 70 เปอร์เซ็นต์

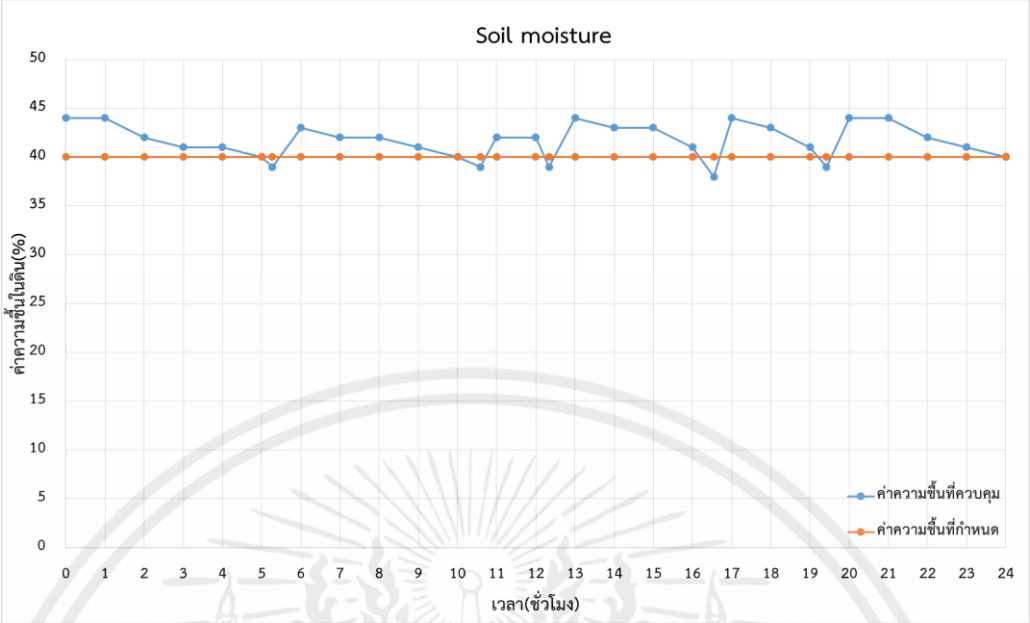



**รูปที่ 4.8** กราฟแสดงค่าความชื้นที่มีระบบควบคุมที่ 70 เปอร์เซ็นต์

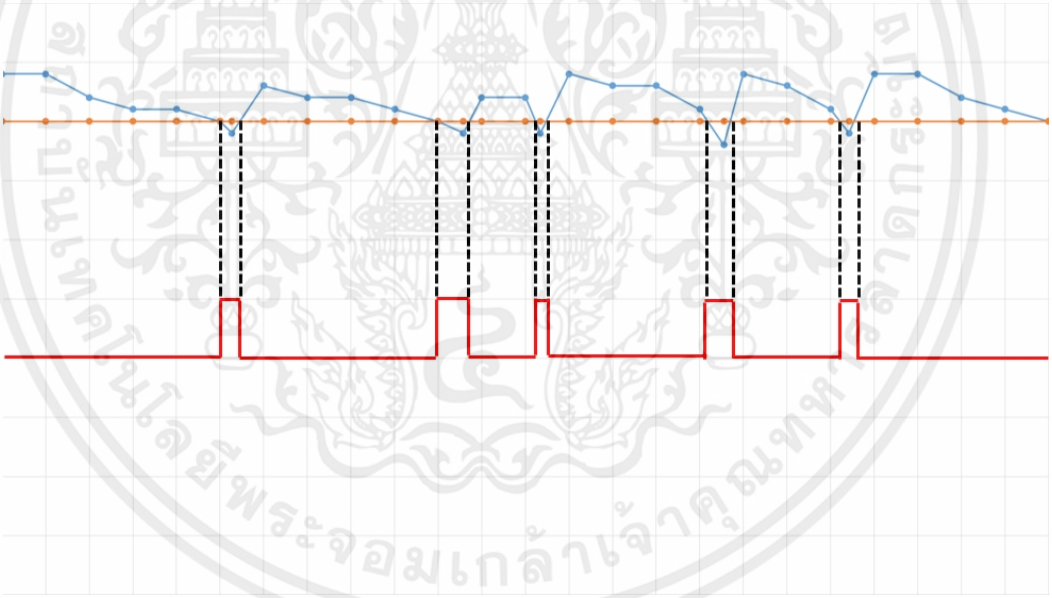
จากรูปที่ 4.7 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีระบบควบคุมค่าความชื้นในดิน พบว่าค่าความชื้นในดินจะลดลงเรื่อยๆ และจากรูปที่ 4.8 เป็นกราฟค่าความชื้นในดินที่ค่าความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการควบคุมโดยการตั้งค่าความชื้นให้อยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลา พบว่าถ้าหากค่าความชื้นลดลงต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ อุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินจะสั่ง Relay Module ให้ทำงานซึ่ง Water Pump จะทำการปั๊มน้ำ ทำให้ค่าความชื้นในดินอยู่เหนือ 70 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลาตามที่ตั้งค่าการควบคุมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.4 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ 24 ชั่วโมง




**รูปที่ 4.9** กราฟการทำงานของระบบ 24 ชั่วโมง



**รูปที่ 4.10** แสดงการควบคุมแบบ On Off Control

จากรูปที่ 4.9, 4.10 เป็นผลการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน 24 ชั่วโมง โดยใช้การควบคุมของระบบเป็นแบบ On Off Control จะกำหนดค่าความชื้นเป็นค่า Set Point ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อค่าความชื้นมีค่ามากกว่าที่ตั้งไว้ระบบจะทำการตัดการทำงาน ในทางกลับกันเมื่อค่าความชื้นมีค่าน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะกลับมาทำงานจนกว่าจะมีค่ามากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ การทำงานในลักษณะนี้แม้ผลการทำงานจะทำให้ค่าที่ได้มีการกวัดแกว่งเล็กน้อย แต่ก็ยังเป็นผลที่น่าเชื่อถือและยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

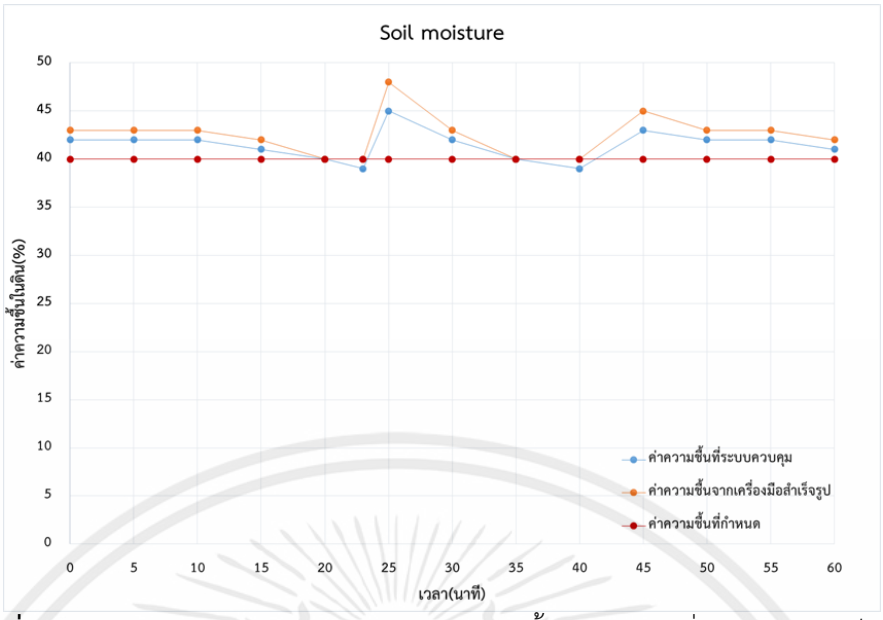
**4.3.5 ผลการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือสำเร็จรูป**

**ตารางที่ 4.4** การสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือสำเร็จรูป

| เวลา (นาที) | ค่าความชื้นในดินจากเครื่องมือแบบสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์) | ค่าความชื้นในดินจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น (เปอร์เซ็นต์) | ร้อยละความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|
| 0 | 43 | 42 | 2.33 |
| 5 | 43 | 42 | 2.33 |
| 10 | 43 | 42 | 2.33 |
| 15 | 42 | 41 | 2.38 |
| 20 | 40 | 40 | 0.00 |
| 23 | 40 | 39 | 2.50 |
| 25 | 48 | 45 | 6.25 |
| 30 | 43 | 42 | 2.33 |
| 35 | 40 | 40 | 0.00 |
| 40 | 40 | 39 | 2.50 |
| 45 | 45 | 43 | 4.44 |
| 50 | 43 | 42 | 2.33 |
| 55 | 43 | 42 | 2.33 |
| 60 | 42 | 41 | 2.38 |
| ค่าร้อยละความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์) | | | 2.46 |

จากตารางที่ 4.4 ผลการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือสำเร็จรูป โดยทำการควบคุมค่าความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 นาที ในสภาพแวดล้อมเดียวกันและความลึกในการวัดที่เท่ากัน จากนั้นทำการบันทึกค่าความชื้นที่วัดได้จากอุปกรณ์กับเครื่องมือวัดแบบสำเร็จรูป เพื่อดูความแม่นยำของระบบ จะได้ค่าความแม่นยำ (Accuracy) เท่ากับ 97.54 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์เท่ากับ 2.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ทราบว่าระบบควบคุมความชื้นในดินมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือสามารถยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.11** กราฟการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือแบบสำเร็จรูป

จากรูปที่ 4.11 กราฟการสอบเทียบระบบควบคุมความชื้นในดินกับเครื่องมือแบบสำเร็จรูป โดยจะแสดงค่าความชื้นของระบบควบคุมความชื้นในดินที่ 40 เปอร์เซ็นต์ของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเทียบกับเครื่องมือแบบสำเร็จรูป จะเห็นได้ว่ากราฟค่าความชื้นของระบบควบคุมความชื้นในดินกับกราฟค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องมือแบบสำเร็จรูปมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมความชื้นในดินที่สร้างขึ้นนั้นมีความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่5
# สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

พืชแต่ละชนิดมีความต้องการค่าความชื้นที่แตกต่างกัน ทำให้คณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญของค่าความชื้นในดิน จึงทำอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินที่สามารถกำหนดค่าความชื้นในดินตามความเหมาะสมของพืชขึ้น ซึ่งจากการทดสอบสรุปได้ว่าอุปกรณ์ควบคุมความชื้นในดินสามารถควบคุมค่าความชื้นในดินตามความเหมาะสมในการนำไปใช้กับพืชที่แตกต่างกันไปได้ โดยสามารถรักษาระดับความชื้นที่ต้องการให้ค่าความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนดได้ โดยค่าความชื้นที่ 40 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาทฤษฎีเป็นสภาวะที่แห้งแล้ง ซึ่งเหมาะกับพืชที่ต้องการค่าความชื้นน้อย ค่าความชื้นที่ 60 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาทฤษฎีเป็นสภาวะที่พืชชอบ ซึ่งเหมาะกับพืชที่ต้องการค่าความชื้นที่พอเหมาะไม่มากไปและไม่น้อยไป ค่าความชื้นที่ 70 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาทฤษฎีเป็นสภาวะดินแฉะ ซึ่งเหมาะกับพืชที่ต้องการค่าความชื้นมาก

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

5.2.1 เนื่องจาก Soil Moisture Sensor เป็น Module ที่เมื่อใช้งานไปเป็นเวลานาน ทำให้ค่าความชื้นที่วัดได้มีความแม่นยำน้อยลง

5.2.2 การดูแลรักษาความชื้นของดิน สามารถทำได้เฉพาะพื้นที่ปลูกพืชที่มีขนาดไม่ใหญ่ หรือเฉพาะพืชที่ปลูกในกระถาง

5.2.3 ปั๊มน้ำมีขนาดเล็กและชนิดหัวการให้น้ำเป็นแบบหยด ทำให้การควบคุมความชื้นเป็นเฉพาะจุด ไม่ครอบคลุมทั่วบริเวณกระถาง

## 5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

5.3.1 ทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าความชื้นที่วัดได้กับเครื่องมือวัดแบบสำเร็จรูปก่อนนำไปใช้งานจริง เพื่อดูค่าความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

5.3.2 พัฒนาตัวอุปกรณ์วัดความชื้นในดิน ทำการออกแบบวงจรด้วยตนเองให้เหมาะสำหรับใช้กับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

5.3.3 ทำการเปลี่ยนขนาดปั๊มให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และเปลี่ยนหัวเป็นแบบพ่นเพื่อให้สามารถให้ควบคุมความชื้นได้ทั่วทุกจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

[1] ศุภวัจน์ แก้วขาว. (2553). วิธีการให้น้ำสำหรับพืชสวนประดับ. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2565, จาก http://landhort.blogspot.com/2010/07/blog-post_56.html.

[2] ตุพร พิมพาเพชร. (2564). ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2565,
จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33764.

[3] กรมชลประทาน. (2554). คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์. กรุงเทพฯ: ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน.

[4] เอกรัฐ ชอุ่มเอี่ยด. (2561). บททดลองเสนอ: การควบคุมความชื้นในดินสำหรับโรงเรือนเมล่อน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 11(2), 269-278.

[5] วิชัย จันทร์ประทีป. (2561). การรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติโดยการควบคุมความชื้นในดิน (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] วีรกุล ธนากรวิเศษ. (2557). หุ่นยนต์วัดค่าความชื้นหน้าดินและอุณหภูมิบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] สุเจนต์ พรหมเหมือน. (2562). การพัฒนาระบบตรวจวัดความชื้นในดินด้วยเทคนิคความจุไฟฟ้าโดยใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ประจุแบตเตอรี่ (ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

[8] สมชาย ออนอาษา. (2543). สมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำป่าสัก อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ (รายงานผลการวิจัย). เพชรบูรณ์: ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

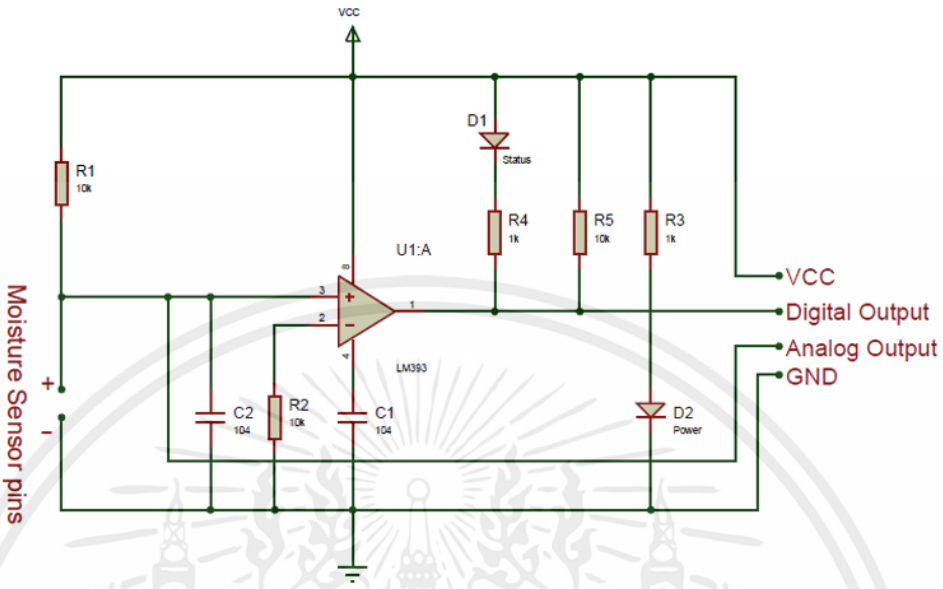
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## Soil Moisture Sensor Module




**รูปที่ ก.1** คุณสมบัติทั่วไปของ Soil Moisture Sensor Module (1)

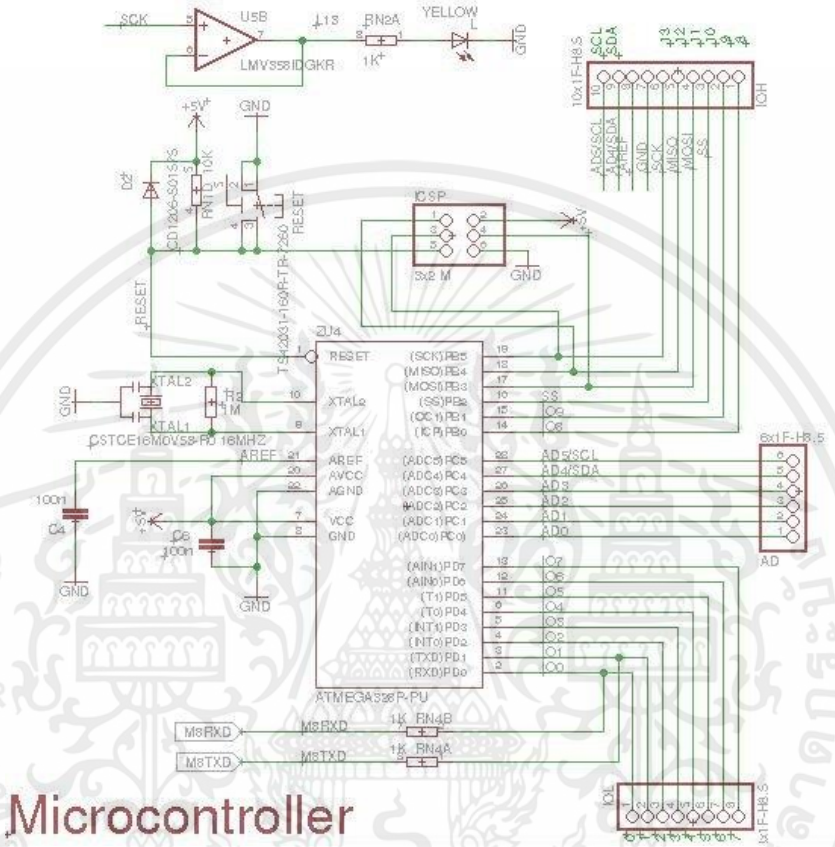
| Pin Name | Description |
|---|---|
| VCC | The Vcc pin powers the module, typically with +5V |
| GND | Power Supply Ground |
| DO | Digital Out Pin for Digital Output. |
| AO | Analog Out Pin for Analog Output |

**รูปที่ ก.2** คุณสมบัติทั่วไปของ Soil Moisture Sensor Module (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

# บอร์ด Arduino Uno R3




**รูปที่ ข.1** คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Uno R3 (1)

| Pin | Function | Type | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | NC | NC | Not connected |
| 2 | IOREF | IOREF | Reference for digital logic V - connected to 5V |
| 3 | Reset | Reset | Reset |
| 4 | +3V3 | Power | +3V3 Power Rail |
| 5 | +5V | Power | +5V Power Rail |
| 6 | GND | Power | Ground |
| 7 | GND | Power | Ground |
| 8 | VIN | Power | Voltage Input |
| 9 | A0 | Analog/GPIO | Analog input 0 /GPIO |
| 10 | A1 | Analog/GPIO | Analog input 1 /GPIO |
| 11 | A2 | Analog/GPIO | Analog input 2 /GPIO |
| 12 | A3 | Analog/GPIO | Analog input 3 /GPIO |
| 13 | A4/SDA | Analog input/I2C | Analog input 4/I2C Data line |
| 14 | A5/SCL | Analog input/I2C | Analog input 5/I2C Clock line |

**รูปที่ ข.2** คุณสมบัติของบอร์ด Arduino Uno R3 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pin | Function | Type | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | D0 | Digital/GPIO | Digital pin 0/GPIO |
| 2 | D1 | Digital/GPIO | Digital pin 1/GPIO |
| 3 | D2 | Digital/GPIO | Digital pin 2/GPIO |
| 4 | D3 | Digital/GPIO | Digital pin 3/GPIO |
| 5 | D4 | Digital/GPIO | Digital pin 4/GPIO |
| 6 | D5 | Digital/GPIO | Digital pin 5/GPIO |
| 7 | D6 | Digital/GPIO | Digital pin 6/GPIO |
| 8 | D7 | Digital/GPIO | Digital pin 7/GPIO |
| 9 | D8 | Digital/GPIO | Digital pin 8/GPIO |
| 10 | D9 | Digital/GPIO | Digital pin 9/GPIO |
| 11 | SS | Digital | SPI Chip Select |
| 12 | MOSI | Digital | SPI1 Main Out Secondary In |
| 13 | MISO | Digital | SPI Main In Secondary Out |
| 14 | SCK | Digital | SPI serial clock output |
| 15 | GND | Power | Ground |
| 16 | AREF | Digital | Analog reference voltage |
| 17 | A4/SD4 | Digital | Analog input 4/I2C Data line (duplicated) |
| 18 | A5/SD5 | Digital | Analog input 5/I2C Clock line (duplicated) |

**รูปที่ ข.3** คุณสมบัติทั่วไปของ บอร์ด Arduino Uno R3 (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค
# โปรแกรมควบคุมการทำงานและการแสดงผล

```
#include <ThreeWire.h>
#include <RtcDS1302.h>
#include <SimpleDHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>


#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial DebugSerial(2, 3); // RX, TX


int pinDHT11 = 13;
SimpleDHT11 dht11(pinDHT11);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

ThreeWire myWire(4,5,2); // IO, SCLK, CE
RtcDS1302<ThreeWire> Rtc(myWire);

int time_hr = 0;
int time_min = 0;

int sensorValue0 = 0 ;
int sensorValue1 = 0 ;
int sensorValue2 = 0 ;
int sensorValue3 = 0 ;

float voltage0 = 0 ;
float voltage1 = 0 ;
float voltage2 = 0 ;
float voltage3 = 0 ;

void setup (){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DebugSerial.begin(9600);
Serial.begin(9600);

  pinMode(8, OUTPUT);
 // pinMode(9, OUTPUT);
  //pinMode(10, OUTPUT);
 //  pinMode(11, OUTPUT);
Serial.begin(9600);

   Serial.print("compiled: ");
   Serial.print(__DATE__);
   Serial.println(__TIME__);

   Rtc.Begin();

   RtcDateTime compiled = RtcDateTime(__DATE__, __TIME__);
   printDateTime(compiled);
   Serial.println();

   if (!Rtc.IsDateTimeValid())
   {
      // Common Causes:
      //    1) first time you ran and the device wasn't running yet
      //    2) the battery on the device is low or even missing

      Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
      Rtc.SetDateTime(compiled);
   }

   if (Rtc.GetIsWriteProtected())
   {
      Serial.println("RTC was write protected, enabling writing now");
      Rtc.SetIsWriteProtected(false);
   }

   if (!Rtc.GetIsRunning())
   {
      Serial.println("RTC was not actively running, starting now");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Rtc.SetIsRunning(true);
    }

    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
    if (now < compiled)
    {
        Serial.println("RTC is older than compile time!  (Updating DateTime)");
        Rtc.SetDateTime(compiled);
    }
    else if (now > compiled)
    {
        Serial.println("RTC is newer than compile time. (this is expected)");
    }
    else if (now == compiled)
    {
        Serial.println("RTC is the same as compile time! (not expected but all is fine)");
    }
}
void loop(){
Readsensor();
Control();
timer ();
Readsensor2();


}

void Control()
{


     if (voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40)  //1
     {
      digitalWrite(8, 1);
      digitalWrite(9, 1);
      digitalWrite(10, 1);
      digitalWrite(11, 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 return  voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if (voltage0<40&&voltage1<40&&voltage2<40&&voltage3<40)   //2
 {
 digitalWrite(8, 0);
 digitalWrite(9, 0);
 digitalWrite(10, 0);
 digitalWrite(11, 0);
 return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
 }
  else if ( voltage0<40&&voltage1<40&&voltage2<40&&voltage3>40)    //3
 {
 digitalWrite(8, 0);
 digitalWrite(9, 0);
 digitalWrite(10, 0);
 digitalWrite(11, 1);
 return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
 }
  else if ( voltage0<40&&voltage1<40&&voltage2>40&&voltage3<40)     //4
 {
 digitalWrite(8, 0);
 digitalWrite(9, 0);
 digitalWrite(10, 1);
 digitalWrite(11, 0);
 return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
 }
 else if ( voltage0<40&&voltage1<40&&voltage2>40&&voltage3>40)      //5
 {
 digitalWrite(8, 0);
 digitalWrite(9, 0);
 digitalWrite(10, 1);
 digitalWrite(11, 1);
 return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
 }
  else if ( voltage0<40&&voltage1>40&&voltage2<40&&voltage3<40)     //6
 {
 digitalWrite(8, 0);
 digitalWrite(9, 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 0);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0<40&&voltage1>40&&voltage2<40&&voltage3>40)     //7
{
digitalWrite(8, 0);
digitalWrite(9, 1);
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 1);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0<40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3<40)     //8
{
digitalWrite(8, 0);
digitalWrite(9, 1);
digitalWrite(10, 1);
digitalWrite(11, 0);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0<40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40)      //9
{
digitalWrite(8, 0);
digitalWrite(9, 1);
digitalWrite(10, 1);
digitalWrite(11, 1);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1<40&&voltage2<40&&voltage3<40)      //10
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 0);
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 0);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1<40&&voltage2<40&&voltage3>40)     //11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 0);
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 1);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1<40&&voltage2>40&&voltage3<40)     //12
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 0);
digitalWrite(10, 1);
digitalWrite(11, 0);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1<40&&voltage2>40&&voltage3>40)       //13
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 0);
digitalWrite(10, 1);
digitalWrite(11, 1);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2<40&&voltage3<40)        //14
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 1);
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 0);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
}
 else if ( voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2<40&&voltage3>40)        //15
{
digitalWrite(8, 1);
digitalWrite(9, 1);
digitalWrite(10, 0);
digitalWrite(11, 1);
return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      }
       else if ( voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3<40)          //16
      {
      digitalWrite(8, 1);
      digitalWrite(9, 1);
      digitalWrite(10, 1);
      digitalWrite(11, 0);
      return voltage0>40&&voltage1>40&&voltage2>40&&voltage3>40 ;
      }




}

void Readsensor2()
{
  // start working...
  //Serial.println("=================================");
  //Serial.println("Sample DHT11...");

  // read without samples.
  byte temperature = 0;
  byte humidity = 0;
  int err = SimpleDHTErrSuccess;
  if ((err = dht11.read(&temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTErrSuccess) {
    Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.println(err);delay(1000);
    return;
  }


    lcd.begin();

  // Turn on the blacklight and print a message.
  lcd.backlight();
  lcd.print("tempature  "); lcd.print((int)temperature);
  lcd.setCursor(0, 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.print("humidity  ");
  lcd.print((int)humidity);
  delay(1000);
}

void Readsensor(){

   sensorValue0 = analogRead(A0);
   voltage0 = map(sensorValue0, 0, 1024, 100, 0);
  Serial.println(voltage0);



   sensorValue1 = analogRead(A1);
   voltage1 = map(sensorValue1, 0, 1024, 100, 0);
  Serial.println(voltage1);
   delay(1000);

    sensorValue2 = analogRead(A2);
   voltage2 = map(sensorValue2, 0, 1024, 100, 0);
  Serial.println(voltage2);
   delay(1000);

    sensorValue3 = analogRead(A3);
   voltage3 = map(sensorValue3, 0, 1024, 100, 0);
  Serial.println(voltage3);
   delay(1000);
}

 void timer ()
{
    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

    printDateTime(now);
    Serial.println();

    if (!now.IsValid())
    {
        // Common Causes:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        //    1) the battery on the device is low or even missing and the power line was
disconnected
        Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
    }

    delay(10); // ten seconds
}

#define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0]))

void printDateTime(const RtcDateTime& dt)
{
    char datestring[20];

    snprintf_P(datestring,
            countof(datestring),
            PSTR("%02u/%02u/%04u %02u:%02u:%02u"),
            dt.Month(),
            dt.Day(),
            dt.Year(),
            dt.Hour(),
            dt.Minute(),
            dt.Second() );
    Serial.print(datestring);
    time_hr = dt.Hour();
    time_min = dt.Minute();

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้