เครื่องรดน้ำอัตโนมัติ
Automatic sprinkler control

โดย

นายคชา ประดิษฐ

นายจิรศักดิ์ พิมพ์โสดา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พิมพ์บาร์โค้ดย่อแล้ว

เครื่องรดน้ำอัตโนมัติ

Automatic sprinkler control

T143897

โดย

นายคชา ประดิษฐ 55010119

นายจิรศักดิ์ พิมพ์โสดา 55010186

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. กฤษณ์ วงรุจิระ

b. 12807783

i. ....

เลขหมู่..........

เลขทะเบียน 143897

วัน.เดือน.ปี 04 ต.ค. 2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(................)

อาจารย์ที่ปรึกษา

../06/59

วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(................)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

13/06/59

วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้มีการแก้ไขเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องรดน้ำอัตโนมัติ

Automatic sprinkler control

ผู้จัดทำ

1.	นายคชา	ประดิษฐ	55010119
2.	นายจิรศักดิ์	พิมพ์โสดา	55010186

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. กฤษณ์ วงรุจิระ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการสร้าง และทดสอบเครื่องรดน้ำอัตโนมัติ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และเพื่อนร่วมกลุ่ม T108 ที่ให้คำแนะนำแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหา ตลอดจนตรวจทาน และช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ และคอยช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ เพื่อสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติที่สามารถควบคุมผ่านระบบ Internet จนประสบความสำเร็จมา ณ ที่นี้ด้วย

นายคชา ประดิษฐ
นายจิรศักดิ์ พิมพ์โสดา
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรดน้ำอัตโนมัติ

Automatic sprinkler control

โดย

นายคชา ประดิษฐ
นายจิรศักดิ์ พิมพ์โสดา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เครื่องรดน้ำอัตโนมัติจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการออกแบบ การสร้าง การทดสอบ เรื่องของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมและความชื้นในดิน ปริญญานิพนธ์นี้เราได้เอาความรู้ทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบการสร้างและการตัดสินใจ ภาพรวมของปริญญานิพนธ์นี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นเรื่องเกี่ยวกับ Web server ในการรับข้อมูลจาก client แล้วนำมาแสดงบน Web browser ในเรื่องของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศบริเวณโดยรอบ อีกส่วนคือเรื่องของระบบรดน้ำที่จะทำงานอัตโนมัติตามคำสั่งที่เราตั้งไว้ เช่น จะรดน้ำเมื่อความชื้นในดินต่ำ จะหยุดรดน้ำเมื่อความชื้นในดินสูง เป็นต้น เมื่อนำทั้งสองส่วนมาประยุกต์เข้าด้วยกันทำให้ได้ระบบรดน้ำอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้ตามความต้องการของเรา

Abstract

Automatic sprinkler control thesis is a project aiming to study designing, building, testing about environment temperature and soil humidity. With the thesis, we can obtain the knowledge by using engineering principles applied in the design, creation and decision making.

This thesis is separated in 2 parts. First, is about web server receive data from client to show in web browser about environment temperature and soil humidity from this area. Another important part is automatic system to control sprinklers in this area from command. We can control sprinklers in your home like you water plants by yourself. Automatic sprinkler control is a new way for people who busy or farmer because it very easy to use and far command.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญรูป	v
สารบัญตาราง	viii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU devkit	2
2.2 หลักการทำงานของ DHT22	4
2.3 หลักการทำงานของ Soil Moisture Sensor	6
2.4 หลักการทำงานรีเลย์	7
2.5 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	9
2.6 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	13
2.7 หลักการโซล่าเซลล์	17
2.8 แบตเตอรี่	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้าง	20
3.1 ขั้นตอนการสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติ	20
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	22
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	26
3.4 กระบวนการทำงานของระบบ	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 ผลของอุณหภูมิที่เก็บได้จากพื้นที่รดน้ำ	29
4.2 ผลของความชื้นในอากาศที่เก็บได้จากพื้นที่รดน้ำ	30
4.3 ผลของการส่งข้อมูลขึ้น server	31
4.4 ผลการทำงานของ server	32
4.3 ผลการสั่งเปิด/ปิดวาล์วไฟฟ้าผ่าน server	34
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุปผล	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก ก	38
ภาคผนวก ข	43
ภาคผนวก ค	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป **หน้า**

รูปที่ 2.1 รูปบอร์ด Node MCU Development Kit V2 และ Node MCU V1 3

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของตัวบอร์ด Node MCU 4

รูปที่ 2.3 DHT22 5

รูปที่ 2.4 รูปแสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าไอซีทั้งหมด 5 ไบต์ (40 บิต) สองไบต์แรกสำหรับความชื้น สองไบต์ต่อมาสำหรับอุณหภูมิ และไบต์สุดท้ายเป็น checksum หรือ parity bits 6

รูปที่ 2.5 แสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าจากไอซีและความกว้างของช่วง LOW และ HIGH 6

รูปที่ 2.6 Soil moisture sensor 7

รูปที่ 2.7 Relay 9

รูปที่ 2.8 BASIC COIL FUNTION 10

รูปที่ 2.9 SOLENOID COIL ขณะที่ไม่มีการจ่ายไฟ 10

รูปที่ 2.10 หน้าที่พื้นฐานของวาล์ว 10

รูปที่ 2.11 วาล์ว 2 ทาง 11

รูปที่ 2.12 แบบปกติปิด: ไม่มีการจ่ายไฟ 11

รูปที่ 2.13 แบบปกติปิด: มีการจ่ายไฟ 11

รูปที่ 2.14 ลักษณะวาล์วปกติจะปิดอยู่เมื่อจ่ายไฟเข้าไปวาล์วจะเปิด 12

รูปที่ 2.15 แบบปกติเปิด: ไม่มีการจ่ายไฟ 12

รูปที่ 2.16 แบบปกติเปิด: มีการจ่ายไฟ 12

รูปที่ 2.17 ลักษณะวาล์วปกติจะเปิดอยู่เมื่อจ่ายไฟเข้าไปวาล์วจะปิด 12

รูปที่ 2.18 รูปโซลินอยด์วาล์ว 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า	17
รูปที่ 2.20 เซลล์แสงอาทิตย์	18
รูปที่ 2.21 แบตเตอรี่	19
รูปที่ 3.1 รูปแผนผังการควบคุม	20
รูปที่ 3.2 แผนผัง communication ของพื้นที่รดน้ำ	21
รูปที่ 3.3 แผนผัง communication ในส่วนการรดน้ำ	22
รูปที่ 3.4 ภาพ Node MCU V2	23
รูปที่ 3.5 DHT22	23
รูปที่ 3.6 Soil moisture sensor	24
รูปที่ 3.7 Relay	24
รูปที่ 3.8 โซลินอยด์วาล์ว	25
รูปที่ 3.9 สายจั้ม	25
รูปที่ 3.10 ท่อ PCV สีฟ้า	26
รูปที่ 4.1 ผลการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ	29
รูปที่ 4.2 ผลการเก็บความชื้นของอากาศ	30
รูปที่ 4.3 ภาพ serial monitor ฝั่ง client ที่แสดงว่าส่งข้อมูลไปยัง server	31
รูปที่ 4.4 ภาพวงจรของฝั่ง client (ลูกข่าย)	32
รูปที่ 4.5 ภาพ serial monitor ฝั่ง server แสดงผลของข้อมูลที่ได้รับจากฝั่ง client	32
รูปที่ 4.6 ภาพตัวอย่าง Web browser	33
รูปที่ 4.7 วงจรทดลองแสดงผลการสั่งการผ่าน Web browser	33
รูปที่ 4.8 ผลการสั่งการผ่าน Web browser ให้ปิด relay	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.9 ผลการสั่งการผ่าน Web browser ให้เปิด relay	34
รูปที่ 4.10 สั่งให้วาล์วไฟฟ้าทำงานเมื่อความชื้นในดินต่ำ	34
รูปที่ 4.11 สั่งให้วาล์วไฟฟ้าหยุดทำงานเมื่อความชื้นในดินสูง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้กับค่าอุณหภูมิอ้างอิง 30

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบความชื้นที่เก็บได้กับค่าความชื้นอ้างอิง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการสื่อสารทางโทรคมนาคมนั้นมีความก้าวหน้าขึ้นไปมาก กลุ่มของเราจึงเล็งเห็นถึงจุดนี้จึงได้ใช้ประโยชน์จากจุดนี้เป็นหลักในการทำปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ ชิ้นงานของเราอาศัย wireless network เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้และระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยผ่าน Wi-Fi เป็นหลัก ทั้งนี้ปริญญานิพนธ์นี้สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานในแต่ละด้าน เช่น การใช้งาน ค่าใช้จ่าย และการเก็บรักษา เป็นต้น นอกจากนี้กลุ่มเราได้สนใจเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์อีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มจะมีบทบาทสำคัญมากในการดำเนินชีวิต จึงได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับปริญญานิพนธ์ เพื่อนำมาเพิ่มศักยภาพในการทำงานให้กับระบบรดน้ำอัตโนมัติ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างระบบควบคุมมาหนึ่งระบบที่สามารถช่วยลดภาระในการทำงานของคน
2. สามารถตอบโจทย์ในการใช้งาน โดยเกิดข้อผิดพลาดที่ตัวระบบให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. ระบบที่ทำออกมานั้นต้องไม่มีราคาที่แพงเกินไป

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติขึ้นมา 1 ระบบ ต้องสามารถควบคุมระบบรดน้ำอัตโนมัติ เช่น การสั่งให้รดน้ำเมื่อความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนด การสั่งให้หยุดรดน้ำเมื่อความชื้นในดินสูงกว่าที่กำหนด และสามารถสั่งการผ่าน smart phone ได้ เป็นต้น
2. Client สามารถส่งข้อมูลขึ้นไปยัง Server ได้ตามเวลาที่เรากำหนด แล้ว Server สามารถนำค่าที่ได้รับจาก Client นั้นขึ้นมาแสดงผลบนหน้า Web browser และสามารถอัพเดทข้อมูลใหม่ที่ได้รับมาจาก Client ซึ่งส่งมาตามเวลาที่เรากำหมด
3. กำหนดพื้นที่การใช้งานของระบบรดน้ำอัตโนมัติเพื่อให้เซนเซอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถตอบโจทย์การควบคุมการใช้งานในการทำเกษตรกรรม เช่น การรดน้ำในแปลงผักขนาดเล็ก ระบบน้ำหยด และการรดน้ำในสวนผลไม้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Node MCU devkit

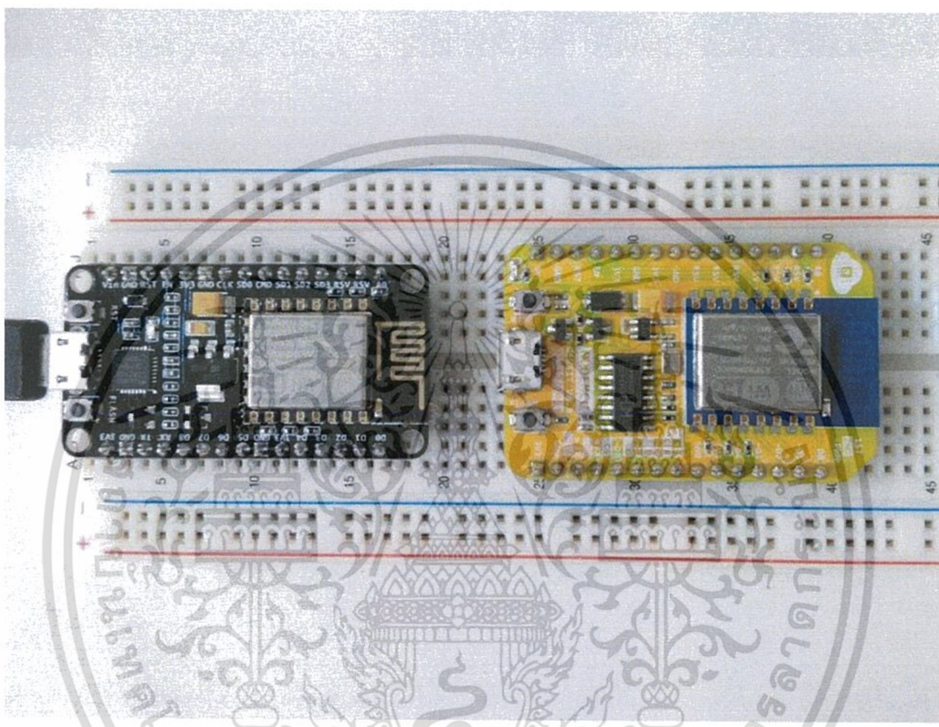
บอร์ดตัวนี้เป็นบอร์ดที่รวมเอา ESP8266 (ESP-12) + USB to Serial + Node MCU firmware เข้าไว้ด้วยกันทำให้การใช้งานง่ายไม่ต้องมีอุปกรณ์ต่อพ่วงเยอะและ GPIO เพิ่มเป็น 10 พอร์ทเพียงพอต่อการใช้งาน สำหรับ Node MCU devkit ที่ได้มาเป็นบอร์ดเปล่าๆ ใช้ AT Command ในการสั่งงานไม่อิสระเท่าไร แต่ทางผู้พัฒนา Board ก็มี Node MCU Firmware ให้คุณสามารถเขียน Lua ใส่ลงไปได้ ทำให้การใช้งานง่ายมากขึ้น ตัว devkit มี port GPIO มาให้อยู่ 10 port เป็นแบบ Digital และที่สำคัญมี Wi-Fi Serial มาให้ด้วยเพราะฉะนั้นขอให้มี Wi-Fi Router ต่ออินเตอร์เน็ตได้คุณก็สามารถสร้างโครงงาน Internet of Thing ได้ง่ายๆ ในบอร์ดเดียว

ข้อมูลสำคัญเชิงเทคนิคของบอร์ด Node MCU v2

- ใช้โมดูล ESP-12E (ESP8266 SoC chip) ของบริษัท AI Thinker (ในขณะที่ NodeMCU v1 ใช้โมดูล ESP12) มีขาเพิ่มมาอีก 6 ขาเมื่อเปรียบเทียบกับ ESP-12
- ใช้ชิป Flash ความจุ 32 Mbits (4 MBytes)
- มีขนาดแคบกว่า Node MCU v1 ดังนั้นเมื่อเสียบขาลงบนเบสบอร์ดจะมีช่องเหลือด้านข้าง ทำให้สะดวกในการต่อวงจรบนเบสบอร์ด
- มีวงจรควบคุมแรงดัน 3.3 V (@ 800 mA max.) บนบอร์ด ใช้ไอซีที่จ่ายกระแสได้มากกว่าบอร์ด Node MCU v1
- ใช้ชิป CP2102 ของ Silabs ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อ USB-to-Serial (แต่ NodeMCU v1 ใช้ชิป CH340G)
- มีขาสำหรับ SPI สำหรับต่อกับการ์ด SD (เพิ่มจากเดิมที่มีขาสำหรับ HSPI)
- มีขา GPIO3 / RXD0 และ GPIO1 / TXD0 ที่ต่อกับขา TXD และ RXD ของชิป CP2102 ตามลำดับ
- มีขา GPIO13/RXD2 และ GPIO15/TXD2 (ใช้เป็นพอร์ต Serial เพิ่มอีกหนึ่งชุด)
- ใช้คอนเนคเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง (VUSB) เท่ากับ +5 V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์ (แรงดัน VUSB ต่อผ่าน Schottky Diode 1N5819 ไปยัง VDD5V)
- สามารถจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง +5 V จากภายนอกได้ (ต่อเข้าที่ขา VDD 5 V)
- มีปุ่มกด RST (รีเซ็ตการทำงาน) และ Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)

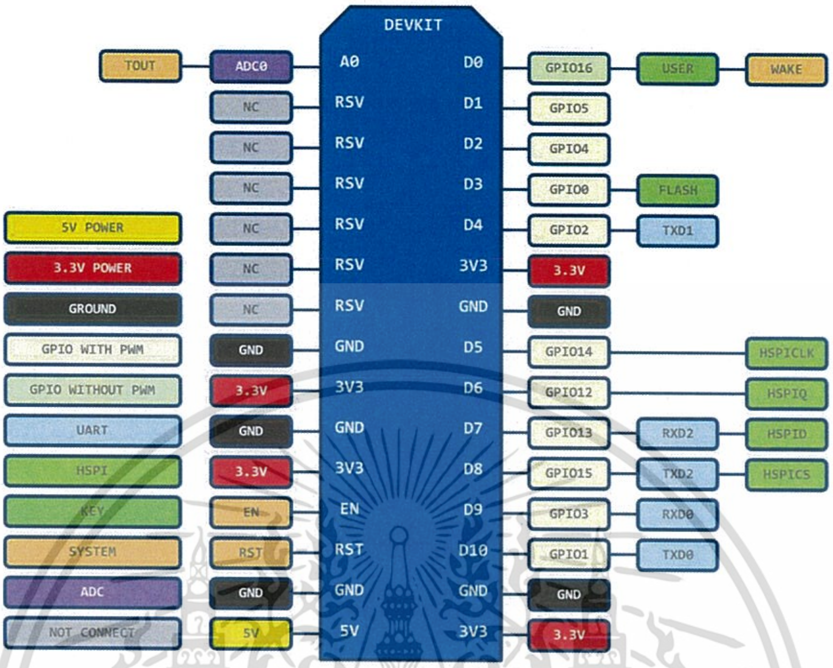
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบอนาล็อกสำหรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต)ที่อยู่ภายในชิป ผ่านวงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทาน 100k / 220k (ลดแรงดันอินพุตจาก 3.3 V ลงมาให้อยู่ในช่วง 0 – 1 V)



รูปที่ 2.1 รูปบอร์ด Node MCU Development Kit V2 และ Node MCU V1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของตัวบอร์ด Node MCU

2.2 หลักการทำงานของ DHT22

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นคือเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ/ความชื้น (Temperature Sensor / Humidity Sensor) คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิหรือความชื้นในบริเวณที่ใช้งานซึ่งเหมาะกับการใช้งาน เช่น ห้องควบคุมอุณหภูมิความชื้น อุตสาหกรรมอาหารห้องอบ ห้องแช่เย็น ห้องแลป ห้องควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ Clean Room Warehouse ปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้นทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์

ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง: 3.3 V ถึง 5.5 V DC (ดังนั้นจึงใช้ได้กับ 3.3 V และ 5 V)
- วัดอุณหภูมิได้ในช่วง: -40 to 80 ℃ (±0.5 ℃ accuracy)
- วัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง: 0 - 100 RH% (2 - 5% accuracy)
- อัตราการวัดสูงสุด: 0.5 Hz
- คอนเนคเตอร์แบบ 4 ขา (0.1" / 2.54 mm spacing)

  Pin 1 = VCC

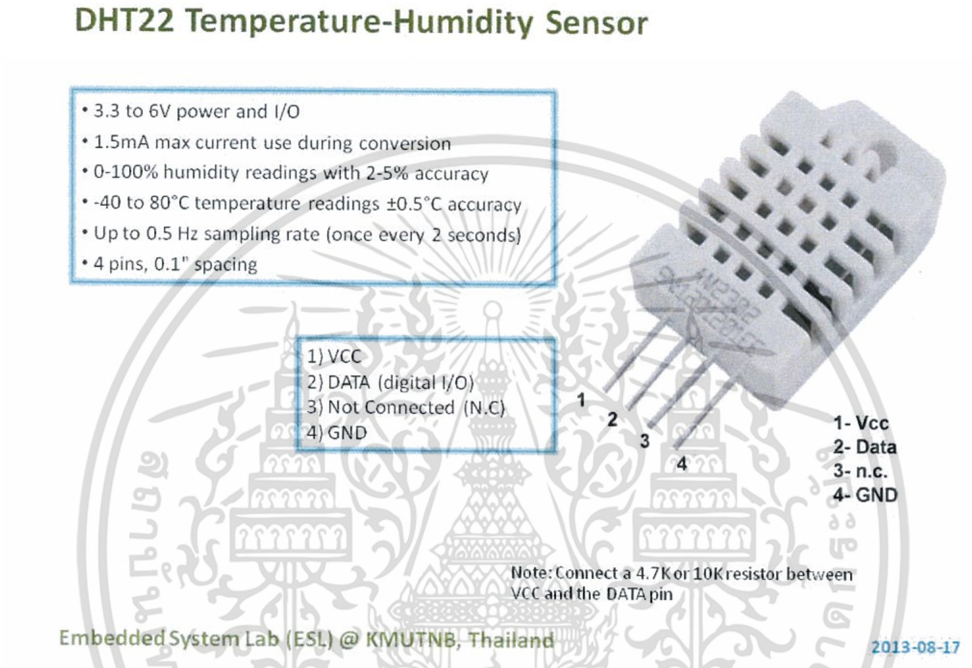
  Pin 2 = SDA (Serial data, bidirectional)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin 3 = N.C. (Not Connect)

Pin 4 = GND

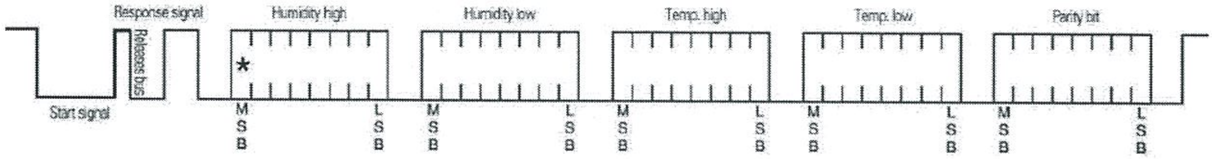
ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก DHT22 / AM2302 datasheet



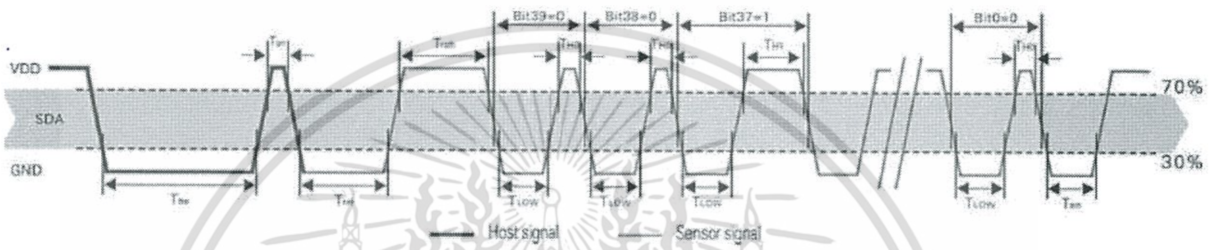
รูปที่ 2.3 DHT22

ในการอ่านข้อมูลจากไอซีนั้นจะใช้ขาสัญญาณเพียงเส้นเดียวคือ DATA (หรือ SDA) แบบสองทิศทาง และในสถานะปรกติสัญญาณ DATA จะเป็น HIGH ในการอ่านข้อมูลแต่ละครั้งไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องกำหนดให้ขา DATA เป็นเอาต์พุตและสร้างบิต START ซึ่งจะต้องเป็น LOW อย่างน้อย 800 μsec จากนั้นจึงให้เป็น HIGH อย่างน้อย 20 μsec หลังจากนั้นเป็นการรอการตอบกลับ (response) และจากไอซีขา DATA จะถูกต้องเปลี่ยนเป็นอินพุตเริ่มต้นของการตอบกลับ ไอซีจะดึงสัญญาณลงเป็น LOW และปล่อยให้เป็น HIGH ช่วงละ 80 μsec โดยประมาณ (เรียกว่า Response Bit) จากนั้นจึงจะเป็นการส่งข้อมูลทีละบิตรวม 40 บิต (ช่วง LOW ตามด้วยช่วง HIGH) ช่วง LOW ของแต่ละบิตจะกว้างเท่ากันแต่จะต่างกันในช่วง HIGH สำหรับบิตที่มีค่าเป็น 0 หรือ 1 (ใช้ความกว้างช่วง HIGH ในการจำแนกค่าของบิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปแสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าจากไอซีทั้งหมด 5 ไบต์ (40 บิต)
สองไบต์แรกสำหรับความชื้น สองไบต์ต่อมาสำหรับอุณหภูมิ
และไบต์สุดท้ายเป็น checksum หรือ parity bits



รูปที่ 2.5 แสดงลำดับของข้อมูลบิตในการอ่านค่าจากไอซีและความกว้างของช่วง LOW และ HIGH

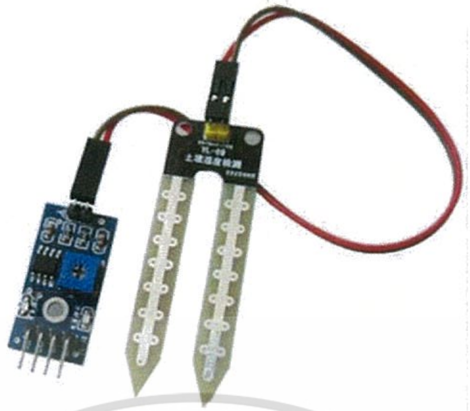
2.3 หลักการทำงานของ Soil Moisture Sensor

ใช้วัดความชื้นในดินหรือเป็นเซนเซอร์น้ำก็ได้ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้อนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้นหรือเลือกใช้สัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาจากโมดูล โดยสามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trimpot การใช้งานจะต้องเสียบแผ่น PCB สำหรับวัดลงดินเพื่อให้วงจรแบ่งแรงดันทำงานได้ครบวงจร จากนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยใช้ไอซีออฟแอมป์เบอร์ LM 393 เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบกันระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดินกับแรงดันที่วัดได้จากวงจรแบ่งแรงดัน ปรับค่าโดยใช้ Trimpot หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นของดินมีมากกว่าก็จะทำให้วงจรปล่อยลอจิก 1 ไปที่ขา D0 แต่หากความชื้นในดินมีน้อยลอจิก 0 จะถูกปล่อยไปที่ขา D0 ข่า A0 เป็นขาที่ต่อโดยตรงกับวงจรที่ใช้ ความชื้นในดินซึ่งให้ค่าแรงดันออกมาตั้งแต่ 0 – 5 V (ในทางอุดมคติ) โดยหากความชื้นในดินมีมากแรงดันที่ปล่อยออกไปก็จะน้อยตามในลักษณะของการแปรผันกลับ

2.3.1 การนำไปใช้งาน

นำไปใช้งานด้านการวัดความชื้นแบบละเอียดแนะนำให้ใช้งานขา A0 ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันที่ได้ซึ่งจะได้ออกมาใช้เปรียบเทียบค่าความชื้นได้ หากมีความชื้นน้อยแรงดันจะใกล้ 5V หากความชื้นมากแรงดันก็จะลดต่ำลง หากต้องการนำไปใช้ในโปรเจคที่ไม่ต้องใช้วัดละเอียด เช่น โปรเจครดน้ำต้นไม้ที่ใช้แค่วัดความชื้นระดับเท่าไรควรรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น สามารถนำขา D0 ต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์กำลัง เพื่อสั่งให้มอเตอร์หรือโซลินอยด์ทำงาน เมื่อความชื้นในดินมีมากพอจะปล่อยลอจิก 0 แล้วทรานซิสเตอร์จะหยุดนำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 Soil moisture sensor

2.4 หลักการทำงานของรีเลย์ (relay)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัด/ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าและการที่ relay ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่ต้องการ เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับ relay ทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิดและตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้ จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับ relay ก็จะเป็นไฟที่มาจากเพาเวอร์ของเครื่อง ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องก็จะทำให้ relay ทำงาน

2.4.1 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ relay ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย relay เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท คือ

- รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทรคเตอร์ (Contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง ขนาดใหญ่กว่า relay ทั่วไป
- รีเลย์ควบคุม (control relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปมีกำลังไฟฟ้าต่ำ เพื่อการควบคุมรีเลย์ หรือคอนแทรคเตอร์ขนาดใหญ่ control relay บางทีเรียกทั่วไป "relay"

2.4.2 ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของ relay สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือ ชนิดของ relay แบ่งตามลักษณะของคอยล์หรือแบ่งตามลักษณะการใช้งาน relay ดังต่อไปนี้

- รีเลย์กระแส (Current relay) คือ relay ที่ทำงานโดยใช้กระแส มี 2 แบบ คือ กระแสขาด (Under- current) และกระแสเกิน (Over current)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ relay ที่ทำงานโดยใช้แรงดัน มี 2 แบบ คือ แรงดันขาด (Under-voltage) และแรงดันเกิน (Over voltage)

● รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ relay ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับ relay ชนิดอื่นจึงทำงาน

● รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ relay ที่รวมเอาคุณสมบัติของ relay ชนิดอื่นเข้าด้วยกัน คือ Current relay และ Voltage relay

● รีเลย์เวลา (Time relay) คือ relay ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

a) - รีเลย์กระแสเกินแบบเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ relay ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

b) - รีเลย์กระแสเกินแบบทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือ relayที่ทำงานทันที เมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่ตั้งไว้

c) - รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ relay ที่เวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น

d) - รีเลย์แบบอินเวอร์สดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ relay ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

● รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ relay ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

● รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือ relay ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทางมี 2 แบบ คือ กำลังมีทิศ (Directional power) และกระแสมีทิศ (Directional current)

● รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) มีแบบต่างๆ ดังนี้

a) - รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)

b) - อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)

c) - โมห์รีเลย์ (Mho relay)

d) - โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)

e) - โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)

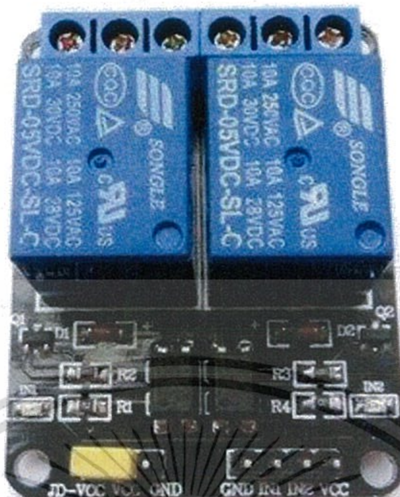
f) - ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

● รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ relay ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

● รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ relay ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

● บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay) คือ relay ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้ relay ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 Relay

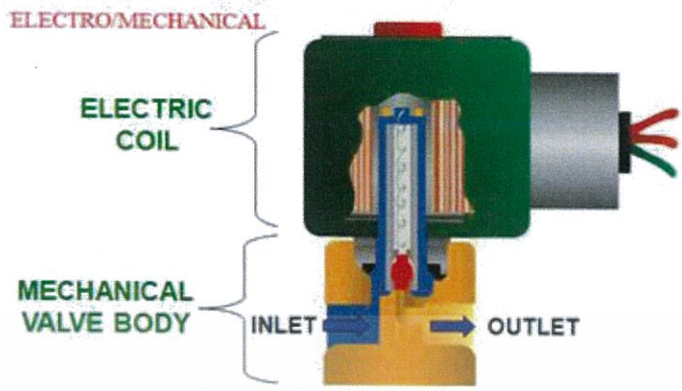
2.5 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

วาล์วควบคุมทิศทางลมโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัว เมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ ปิด/เปิดวาล์ว เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูด disc ของวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิทซ์ตัดกระแสไฟฟ้า disc ของวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม

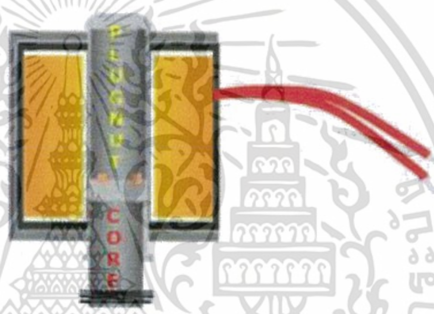
2.5.1 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์วเป็นการรวมกันของ 2 รูปแบบการทำงาน คือ Solenoid (Electro-magnetic) coil จะเป็นตัวทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก และเหนี่ยวนำให้ plunger เคลื่อนที่ขึ้นลง Valve ตัววาล์วจะมีรู orifice ที่มี disc คอยปิดและเปิดให้ของเหลวไหลผ่านวาล์ว

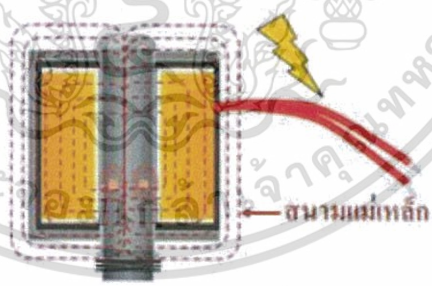
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 BASIC COIL FUNCTION



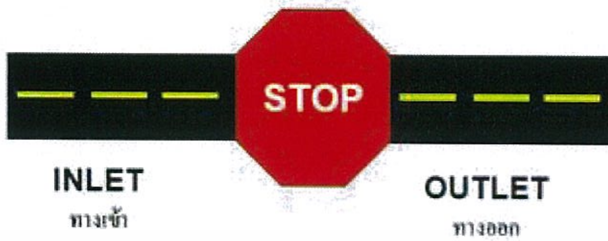
รูปที่ 2.9 SOLENOID COILขณะที่ไม่มีการจ่ายไฟ



รูปที่ 2.10 หน้าที่พื้นฐานของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 วาล์ว 2 ทาง



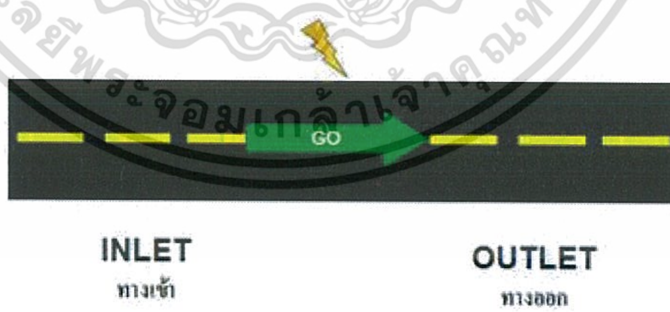
รูปที่ 2.11 วาล์ว 2 ทาง

การทำงานของวาล์ว 2 ทางมี 2 แบบ คือ

2.5.2.1 NORMALLY CLOSED APPLICATION(NC)

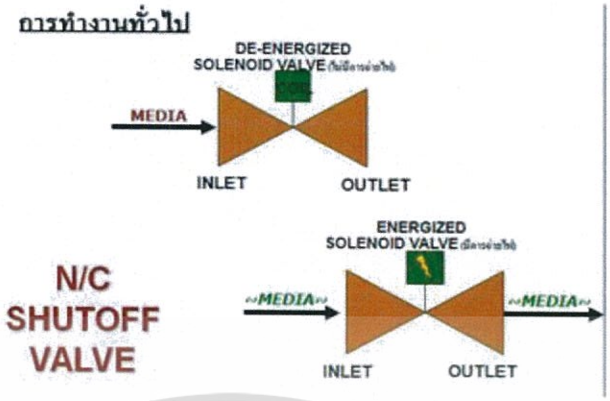
แบบปกติปิด: ไม่มีการจ่ายไฟ

รูปที่ 2.12 แบบปกติปิด: ไม่มีการจ่ายไฟ



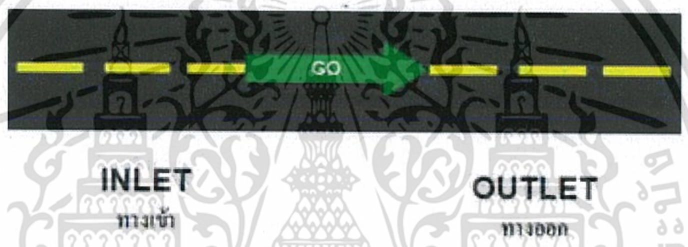
รูปที่ 2.13 แบบปกติปิด: มีการจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

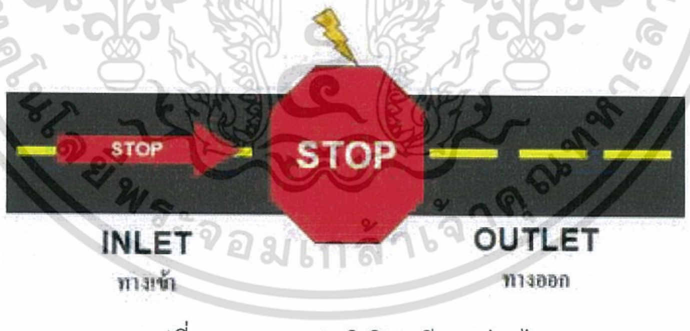


รูปที่ 2.14 ลักษณะวาล์วปกติจะปิดอยู่เมื่อจ่ายไฟเข้าไป วาล์วจะเปิด

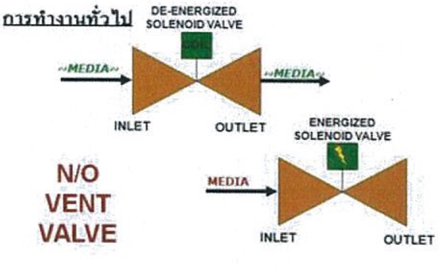
2.5.2.2 NORMALLY OPEN APPLICATION (NO)



รูปที่ 2.15 แบบปกติเปิด: ไม่มีการจ่ายไฟ



รูปที่ 2.16 แบบปกติเปิด: มีการจ่ายไฟ



รูปที่ 2.17 ลักษณะวาล์วปกติจะเปิดอยู่เมื่อจ่ายไฟเข้าไป วาล์วจะปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18 รูปโซลินอยด์วาล์ว

2.6 หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงหรือหม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานจากวงจรไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกวงจร โดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปกติจะใช้เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงสูงและไฟฟ้าแรงต่ำ หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์หลักในระบบส่งกำลังไฟฟ้า

2.6.1 โครงสร้าง

หม้อแปลงแบ่งออกตามการใช้งานของระบบไฟฟ้ากำลังได้ 2 แบบ คือ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 1 เฟส และหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส แต่ละชนิดมีโครงสร้างสำคัญประกอบด้วย

- ขดลวดตัวนำปฐมภูมิ (Primary Winding) ทำหน้าที่รับแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทำหน้าที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ขั้วต่อสายไฟ (Terminal) ทำหน้าที่เป็นจุดต่อสายไฟกับขดลวด
- แผ่นป้าย (Name Plate) ทำหน้าที่บอกรายละเอียดหม้อแปลง
- อุปกรณ์ระบายความร้อน (Coolant) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับขดลวด เช่น อากาศ พัดลม น้ำมัน หรือใช้ทั้งพัดลมและน้ำมันช่วยระบายความร้อน เป็นต้น
- โครง (Frame) หรือตัวถังของหม้อแปลง (Tank) ทำหน้าที่บรรจุขดลวด แกนเหล็กรวมทั้งการติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงขนาดใหญ่
- สวิตช์และอุปกรณ์ควบคุม (Switch Controller) ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า และมีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำขดลวดหม้อแปลง โดยทั่วไปทำมาจากสายทองแดงเคลือบน้ำยาฉนวนมีขนาดและลักษณะลวดเป็นทรงกลมหรือแบน ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลงลวดเส้นใหญ่จะมีความสามารถในการจ่ายกระแสได้มากกว่าลวดเส้นเล็ก หม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้ลวดถักแบบตีเกลียว เพื่อเพิ่มพื้นที่สายตัวนำให้มีทางเดินของกระแสไฟมากขึ้น สายตัวนำที่ใช้พันขดลวดบนแกนเหล็กทั้งขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ อาจมีแทปแยก (Tap) เพื่อแบ่งขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (ในหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้การเปลี่ยนแทปด้วยสวิตช์อัตโนมัติ)

2.6.1.1 ฉนวน

สายทองแดงจะต้องผ่านการเคลือบน้ำยาฉนวน เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดลัดวงจรถึงกัน การพันขดลวดบนแกนเหล็ก จึงควรมีกระดาษอาบน้ำยาฉนวนคั่นระหว่างชั้นของขดลวด และคั่นแยกระหว่างขดลวดปฐมภูมิกับทุติยภูมิ ในหม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้กระดาษอาบน้ำยาฉนวน พันรอบสายตัวนำก่อนพันเป็นขดลวดลงบนแกนเหล็ก นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันชนิดที่เป็นฉนวน และระบายความร้อนให้กับขดลวดอีกด้วย

2.6.1.2 แกนเหล็ก

แผ่นเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลง จะมีส่วนผสมของสารกึ่งตัวนำซิลิกอน เพื่อรักษาความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวด แผ่นเหล็กแต่ละชั้นเป็นแผ่นเหล็กบางเรียงต่อกันหลายชิ้น ทำให้มีความต้านทานสูง และช่วยลดการสูญเสียบนแกนเหล็กที่ส่งผลให้เกิดความร้อน หรือที่เรียกว่า “กระแสไหลวนบนแกนเหล็ก” โดยทำแผ่นเหล็กให้เป็นแผ่นบางหลายแผ่นเรียงซ้อนประกอบขึ้นเป็นแกนเหล็กของหม้อแปลง ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น แผ่นเหล็กแบบ Core และแบบ Shell

2.6.1.3 ขั้วต่อสายไฟ

โดยทั่วไปหม้อแปลงขนาดเล็ก จะใช้ขั้วต่อไฟฟ้าต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้แผ่นทองแดง (Bus Bar) และบุชชิ่งกระเบื้องเคลือบ (Ceramic) ต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก

2.6.1.4 แผ่นป้าย

แผ่นป้ายจะติดไว้ที่ตัวถังของหม้อแปลง เพื่อแสดงรายละเอียดหม้อแปลง อาจเริ่มจากชื่อบริษัทผู้ผลิต ชนิด รุ่น ขนาดของหม้อแปลง ขนาดกำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านรับไฟฟ้า ด้านจ่ายไฟฟ้า ความถี่ใช้งาน วงจรขดลวด ลักษณะการต่อใช้งาน ข้อควรระวัง อุณหภูมิ มาตรฐานการทดสอบ และอื่นๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 หลักการทำงาน

กฎของฟาราเดย์ (Faraday’s Law) กล่าวไว้ว่า เมื่อขดลวดได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้ขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็ก ตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ และทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดนี้

คำอธิบาย : เมื่อขดลวดปฐมภูมิได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น ตามกฎของฟาราเดย์ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวด พื้นที่แกนเหล็กและความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้มีเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กนี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ เส้นแรงแม่เหล็กเกือบทั้งหมดจะอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็ก ผ่านขดลวดจะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมินี้

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

- ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม
- กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA 20 V / 5 V คือ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

2.6.3 ประเภทของหม้อแปลง

หม้อแปลงอาจแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามพิกัดกำลัง ระดับแรงดันไฟฟ้า และจุดประสงค์เป็นต้น การใช้งานสำหรับในประเทศไทยอาจจะแบ่งได้ดังนี้

2.6.3.1 หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer)

เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงาน ในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA

2.6.3.2 หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)

เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง

2.6.3.3 หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer)

เป็นหม้อแปลงที่ไม่ได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

การจำแนกหม้อแปลงตามขนาดกำลังไฟฟ้ามีดังนี้

- ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์
- ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก
- ขนาด 1 kVA - 1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน และที่พักอาศัย
- ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปเป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลัง ในสถานีไฟฟ้าย่อยการผลิตและจ่ายไฟฟ้า

นอกจากนี้หม้อแปลงยังสามารถจำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

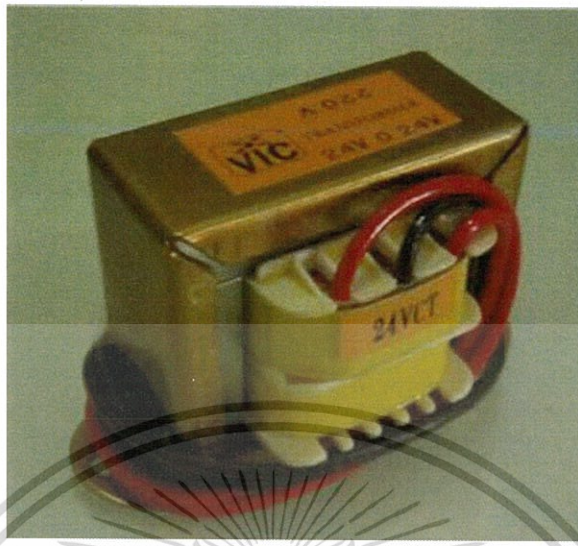
- หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ
- หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่าปฐมภูมิ
- หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ
- หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน (Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบเท่ากับขดลวดปฐมภูมิ

2.6.5 การหาขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้วของหม้อแปลงมีความสำคัญ เพื่อจะนำหม้อแปลงมาต่อใช้งานได้อย่างถูกต้อง การหาขั้วหม้อแปลงมีหลักการทดสอบ โดยการต่อขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิอนุกรมกัน ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขั้วเสริมกัน (Additive Polarity) หรือขั้วหักล้างกัน (Subtractive Polarity) ถ้าขั้วเสริมกัน เครื่องวัดจะอ่านค่าได้มากกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลง แต่ถ้าขั้วหักล้างกัน เครื่องวัดจะอ่านค่าได้น้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลง การหาขั้วหม้อแปลงมีความสัมพันธ์ระหว่างขั้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านสูงและแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านต่ำ เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับขั้ว H1 และ H2 ส่วนขดลวดที่เหลือคือขั้ว X1 และ X2 สิ่งที่ควรรู้ในการทดสอบคือ อัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิ และเพื่อความปลอดภัยไม่ควรจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าทดสอบเกินกว่าขนาดของขดลวดแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ เช่น หม้อแปลง 480 / 120จะมีอัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิเท่ากับ 4 ดังนั้นหากจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า 120 V ให้กับขดลวดปฐมภูมิ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ 120 / 4 เท่ากับ 30 V ซึ่งจะไม่ทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า

2.7 หลักการโซล่าเซลล์ (solar cell) หรือเซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่แปลงพลังงานแสง หรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก นั่นก็คือคุณสมบัติของสาร เช่น ค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแส เป็นต้น จะเปลี่ยนไปเมื่อมีแสงตกกระทบ โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอก และเมื่อต่อโหลดให้จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านโหลด

2.7.1 หลักการทำงาน

โฟโตโวลตาอิกเป็นสาขาของเทคโนโลยีและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงสว่าง แม้ว่ามันมักจะถูกนำมาใช้เฉพาะ เพื่ออ้างถึงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงแดดก็ตาม เซลล์นั้นๆ สามารถถูกอธิบายว่าเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ได้ แม้ว่าแหล่งกำเนิดแสงไม่จำเป็นต้องเป็นดวงอาทิตย์ (เช่น แสงตะเกียงหรือไฟเทียม เป็นต้น) ในกรณีดังกล่าว เซลล์นั้นบางครั้งจะถูกใช้เป็นตัวตรวจจับแสง (photo detector) เช่น ตัวตรวจจับแสงอินฟราเรด เพื่อตรวจจับแสงหรือรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ ที่อยู่ในทัศนวิสัย หรือใช้วัดความเข้มของแสง เป็นต้น เซลล์แสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ในอุปกรณ์หลากหลาย เช่น เครื่องชาร์จพกพาที่ทำจาก monocrystalline แบบนี้การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ photovoltaic (PV) cell ต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน 3 อย่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143897

A. การดูดซึมของแสงเพื่อสร้างคู่อิเล็กตรอน โฮล หรือ เอ็กซิตอน อย่างใดอย่างหนึ่ง

B. การแยกต่างหากของตัวขนส่งประจุที่ต่างชนิดกัน

C. การสกัด การแยกออกจากกันของตัวขนส่งเหล่านั้นออกไปยังวงจรภายนอก

ในทางตรงกันข้ามตัวสะสมความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะจ่ายความร้อนโดยการดูดซับแสงแดด เพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ความร้อนโดยตรง หรือใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยอ้อมอย่างใดอย่างหนึ่ง “ A monocrystalline solar cell ” ในทางตรงกันข้าม “ Photoelectrochemical cell ” หมายถึง อย่างใดอย่างหนึ่งว่าเป็นชนิดหนึ่งของเซลล์สุริยะ (เช่น ที่พัฒนาโดย AE Becquerel และ Modern dye-sensitized solar cells) หรือเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่แยกน้ำโดยตรง ให้เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน โดยการใช้พลังงานส่องสว่างจากดวงอาทิตย์เท่านั้น เซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ ชุดถูกประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อทำเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงแดดหลายๆ เซลล์รวมเข้ามาเป็นกลุ่มๆ ทุกกลุ่มวางตัวเป็นหนึ่งแผง เรียกว่าแผงโซล่าเซลล์หนึ่งแผงหรือ " หนึ่งโมดูลของเซลล์แสงอาทิตย์" ซึ่งจะแตกต่างจาก "โมดูลความร้อนแสงอาทิตย์" หรือ "แผงน้ำร้อนแสงอาทิตย์" พลังงานไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นจากโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งถูกเรียกว่าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นตัวอย่างของการนำพลังงานจากดวงอาทิตย์ มาใช้ในกลุ่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ แผงที่เชื่อมต่อกันเรียกว่า "อาเรย์"

รูปที่ 2.20 เซลล์แสงอาทิตย์

2.8 แบตเตอรี่ (Battery)

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ที่มีขั้วบวก (cathode) และขั้วลบ (anode) ขั้วที่มีเครื่องหมายบวกจะมีพลังงานศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขั้วที่มีเครื่องหมายลบ ขั้วที่มีเครื่องหมายลบคือแหล่งที่มาของอิเล็กตรอน ที่เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก แล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้ จะไหลและส่งมอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อแบตเตอรี่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก สารอิเล็กโทรไลต์มีความสามารถที่จะเคลื่อนที่ โดยทำตัวเป็นไอออน ยอมให้ปฏิกิริยาทางเคมีทำงาน แล้วเสร็จในขั้วไฟฟ้าที่อยู่ห่างกัน เป็นการส่งมอบพลังงานให้กับวงจรภายนอก การเคลื่อนไหวของไอออนเหล่านั้นที่อยู่ในแบตเตอรี่ ที่ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากแบตเตอรี่เพื่อปฏิบัติงาน ในอดีตคำว่า "แบตเตอรี่" หมายถึงเฉพาะอุปกรณ์ ที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ แต่การใช้งานได้มีการพัฒนาให้รวมถึงอุปกรณ์ ที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวแบตเตอรี่ปฐมภูมิจะถูกใช้เพียงครั้งเดียวหรือ "ใช้แล้วทิ้ง" วัสดุที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรในช่วงปล่อยประจุออก (discharge) ตัวอย่างที่พบบ่อย คือ แบตเตอรี่อัลคาไลน์ ที่ใช้สำหรับไฟฉาย เป็นต้น และอีกหลายอุปกรณ์พกพาแบตเตอรี่ทุติยภูมิ (แบตเตอรี่ประจุใหม่ได้) สามารถ discharge และ charge ได้หลายครั้งในการนี้องค์ประกอบเดิมของขั้วไฟฟ้า สามารถเรียกคืนสภาพเดิมได้โดยกระแสย้อนกลับ เช่น แบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่ใช้ในยานพาหนะ และแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่ใช้สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาเป็นต้น แบตเตอรี่มาในหลายรูปทรงและหลายขนาด จากเซลล์ขนาดเล็กที่ให้พลังงานกับเครื่องช่วยฟังและนาฬิกาข้อมือ ตลอดจนถึงแบตเตอรี่แบงค์ที่มีขนาดเท่าห้อง ที่ให้พลังงานเตรียมพร้อมสำหรับชุมสายโทรศัพท์ ศูนย์ข้อมูล และคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.21 แบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

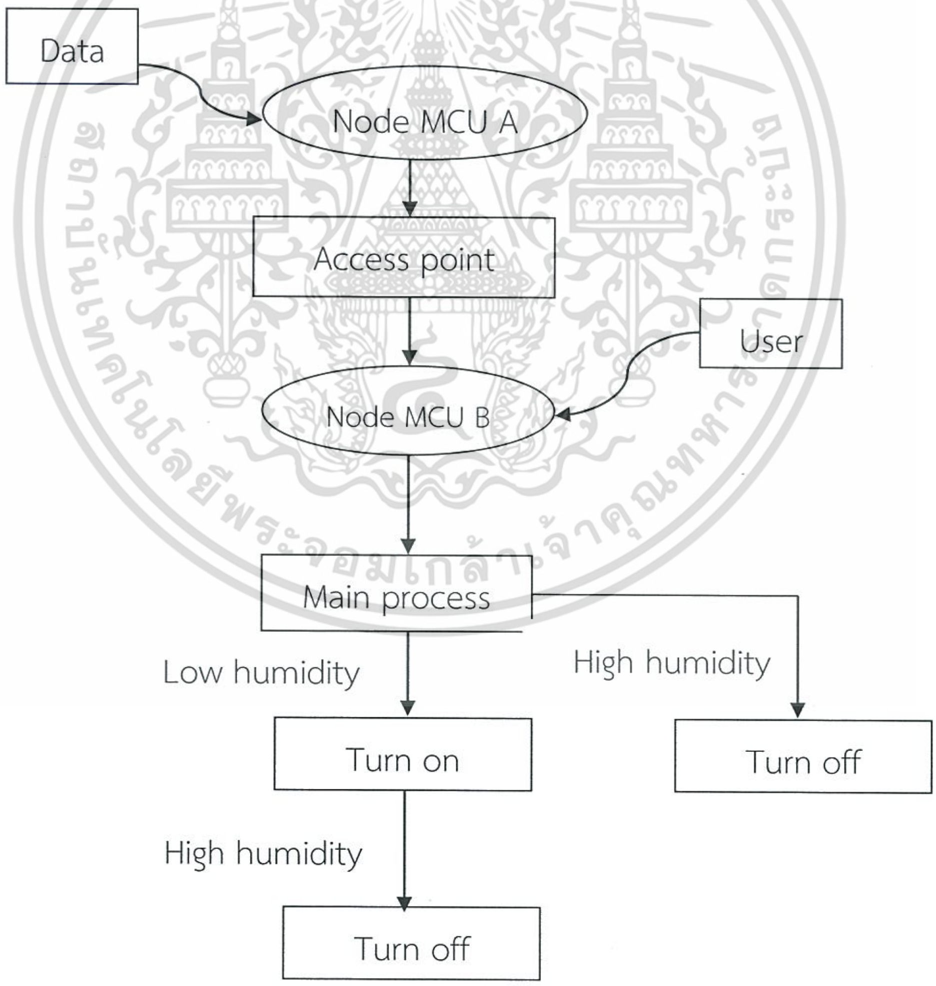
ขั้นตอนการออกแบบและสร้าง

3.1 ขั้นตอนการสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติ

การสร้างระบบรดน้ำอัตโนมัติ ออกแบบโดยเน้นความสำคัญไปที่การทำงานของระบบ network สามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

3.1.1 โครงสร้าง

เพื่อตอบรับกับปัญหาเรื่องระยะทาง ระหว่างปั๊มน้ำกับพื้นที่รดน้ำ จึงต้องแบ่งระบบให้เป็น 2 ส่วน เพื่อที่จะแก้ปัญหาเรื่องของระยะทางในการสั่งการ โดยส่วนแรกนั้นจะอยู่ที่ปั๊มน้ำและอีกส่วนจะอยู่ที่พื้นที่รดน้ำ ดังนั้นจึงใช้ network Wi-Fi เพื่อเป็นกลางในการสื่อสารระหว่าง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.1 รูปแผนผังการควบคุม

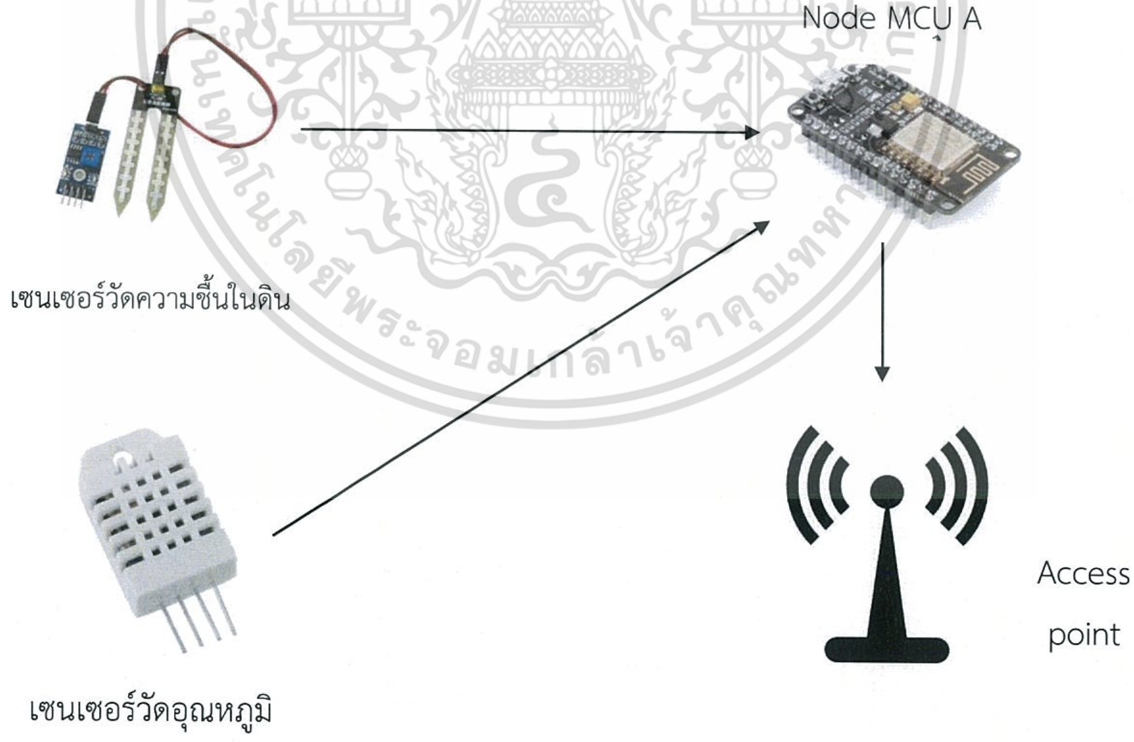
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ระบบควบคุม

เราได้สร้างระบบควบคุมขึ้นมา โดยให้มี Node MCU 2 ตัว เป็นหลักแล้วแบ่งตามหน้าที่ได้ดังนี้ Node MCU A และ Node MCU B (ชื่อสมมุติเพื่อใช้แยก Node MCU ทั้ง 2 ในการเรียกใช้) เป็นตัวแปรที่สำคัญในการควบคุมระบบโดยกำหนด Node MCU A จะทำหน้าที่เป็น client และ Node MCU B จะทำหน้าที่เป็น server เพื่อที่สามารถส่งข้อมูลและรับข้อมูลในระบบเดียว หลังจากนั้นทำการสร้าง Web browser ที่มีฐานข้อมูลจาก sever (Node MCU B) เพื่อแสดงผลที่ได้รับมา และยังสามารถสั่งการโดยระบบไร้สาย (wireless) เพื่อเพิ่มระยะทางการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับ server นอกจากนี้เรายังเพิ่มระบบการทำงานอีกอย่าง เพื่อความสมบูรณ์ในการควบคุมนั้นคือ ระบบการวัดอุณหภูมิและความชื้นของบริเวณโดยรอบ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการสั่งการรดน้ำและดูสภาพอากาศรอบๆ บริเวณนั้นได้ โดยเราสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนดังภาพข้างล่างนี้

โดยในส่วนของฝั่งพื้นที่รดน้ำจะทำงานดังนี้

1. Node MCU A เชื่อมต่อกับ access point เพื่อรอส่งข้อมูลไปหา Node MCU B
2. เซนเซอร์วัดความชื้นในดินอ่านค่าความชื้นในดิน และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิอ่านค่าอุณหภูมิที่อยู่รอบๆ แล้วส่งข้อมูลไปที่ Node MCU A
3. Node MCU A ส่งข้อมูลไปที่ Node MCU B โดยผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วย Wi-Fi
4. เมื่อส่งข้อมูลสำเร็จ จะมีการส่งข้อมูลที่เก็บมาใหม่ต่อไปเป็นชุดๆ ตามเวลาที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.2 แผนผัง communication ของพื้นที่รดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

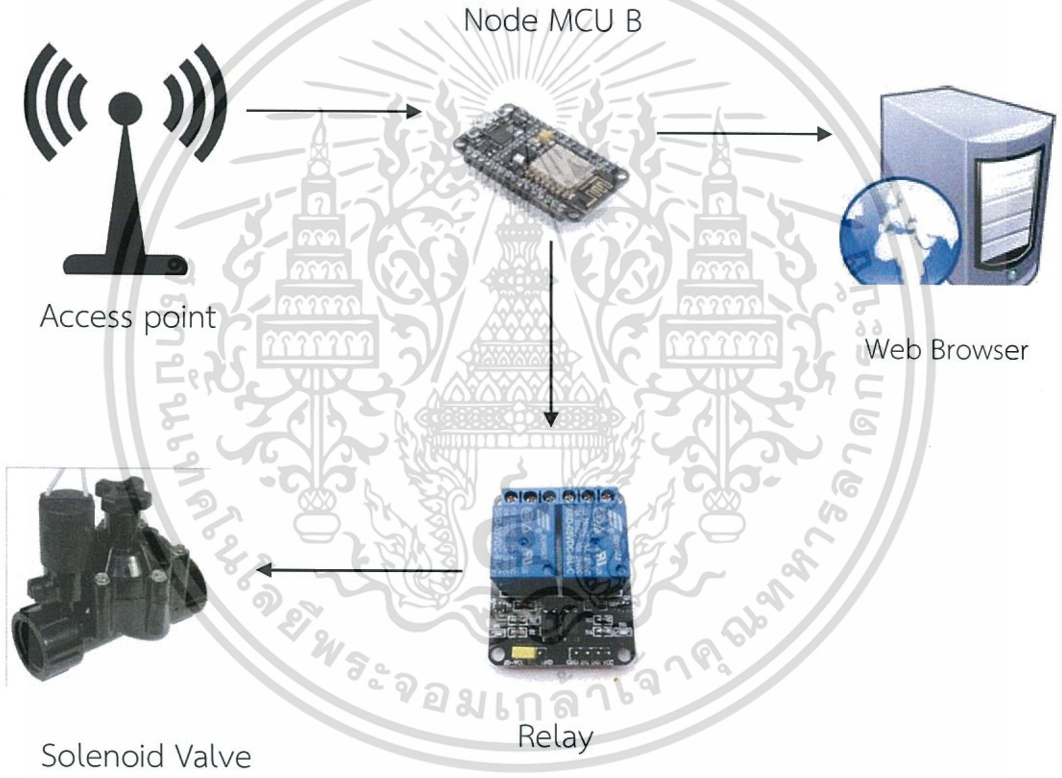
การทำงานของฝั่งควบคุมการรดน้ำ

1. Node MCU B เชื่อมต่อกับ access point เพื่อรอรับข้อมูลจาก Node MCU A

2. เมื่อได้รับข้อมูลจาก NodeMCU A ฝั่ง Node MCU B (server) ก็จะทำการเก็บข้อมูล จากนั้นนำค่าที่เก็บมาได้แสดงบน Web browser

3. เมื่อได้ค่าความชื้นในดินน้อยกว่าที่ตั้งค่า Node MCU B จะสั่งให้รีเลย์ทำงาน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โซลินอยด์วาล์ว โซลินอยด์วาล์วจะดึง disc ของวาล์วขึ้น เพื่อเปิดทางให้น้ำไหลออกมา

4. เมื่อได้ค่าความชื้นในดินมากกว่าที่ตั้งค่า Node MCU B ก็จะสั่งให้รีเลย์หยุดทำงาน เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โซลินอยด์วาล์ว สปริงจะดัน disc ของวาล์วลง เพื่อปิดทางไหลออกของน้ำ



รูปที่ 3.3 แผนผัง communication ของฝั่งควบคุมการรดน้ำ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

มาจากคำสองคำบวกกันคือ ไมโคร กับ คอนโทรลเลอร์ ไมโครแปลว่า เล็กๆ ส่วนคอนโทรลเลอร์แปลว่า ระบบควบคุม เมื่อรวมสองคำเข้าด้วยกันก็แปลว่า ระบบควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งเทียบได้กับระบบคอมพิวเตอร์หนึ่งชุด กล่าวคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวบรวมระบบประมวลผล CPU (Central Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory)และพอร์ต (I/O Port) ไว้ในโมดูลเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากไมโครโปรเซสเซอร์ ตรงที่ไมโครโปรเซสเซอร์ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์

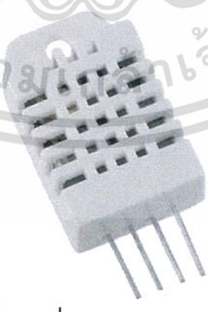
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำ และพอร์ตอินเตอร์เฟสนอก เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็ก มีความยืดหยุ่น และความสามารถสูง จึงนิยมฝังไว้ในอุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้น เช่น ทีวี เครื่องซักผ้า มือถือ รีโมท กล่อง ECU รถยนต์ เครื่องบิน หรือแม้กระทั่งบางส่วนของยานอวกาศในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Node MCU V2 ในการทำงานครั้งนี้

รูปที่ 3.4 ภาพ Node MCU V2

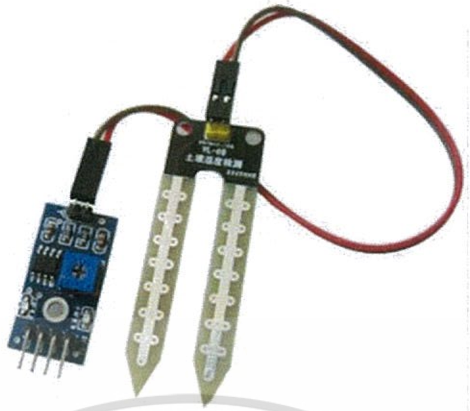
3.2.2 Sensor

คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง และการสัมผัส เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำระบบ sensor มาใช้บนโทรศัพท์มือถือในหลายรูปแบบ เช่นระบบตรวจจับความเลื่อนไหว(G-sensor) ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ(Accelerometer Sensor) เซนเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ(Orientation Sensor) เซนเซอร์ตรวจวัดระดับเสียง(Sound Sensor) ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก(Magnetic Sensor) ตรวจจับแสงสว่างสำหรับการปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ(Light Sensor) และระบบ เปิด/ปิด หน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู(Proximity Sensor) เป็นต้น ซึ่งเรามักพบคุณสมบัติเหล่านี้ได้กับโทรศัพท์มือถือแบบ smart phone ทั้งในระบบ iOs และ Android OS เราต้องการที่จะวัดอุณหภูมิและความชื้นในดิน ดังนั้นเราจึงได้เลือกใช้ DHT22 และ Soil moisture sensor ในการทำงานครั้งนี้



รูปที่ 3.5 DHT22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 Soil moisture sensor

3.2.3 Relay

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่ใช้งานนั้นก็ต้องจ่ายไฟให้ตามที่ค่ากำหนดมาจากโรงงาน เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับ relay จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามเมื่อไม่ได้จ่ายไฟให้ หน้าสัมผัสจะคลายออกจากกัน จึงกลายเป็นวงจรเปิด ส่วน relay ที่เราเลือกใช้ในการทำงานครั้งนี้ต้องการไฟฟ้าที่มีแรงดันขั้นต่ำ 3.3 V แต่จะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันที่ 5 V

รูปที่ 3.7 relay

3.2.4 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับ Relay ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็ก ที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกัน ทำให้ครบวงจรทำงานเมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งเดิม จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์วาล์ว จะนำมาใช้ในการเลื่อน disc วาล์วของระบบนิวแมติกส์การ ปิด/เปิด การจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของ Solenoid โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ในงานชิ้นนี้ใช้แบบเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)

รูปที่ 3.8 โซลินอยด์วาล์วที่ใช้

3.2.5 สายจั้ม

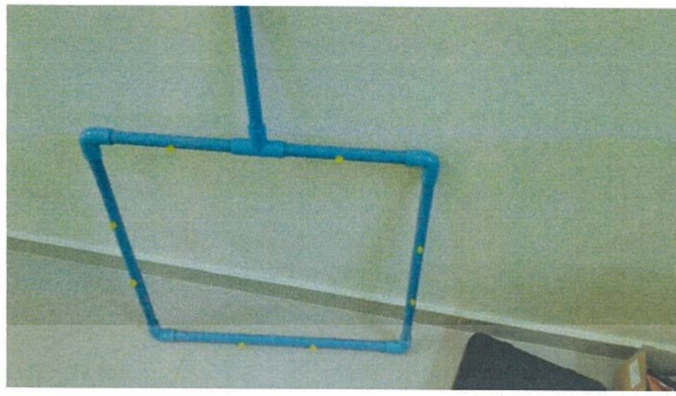
ตัวกลางในการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า และเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญจะขาดไม่ได้สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อที่จะจ่ายไฟไปยังทุกส่วนของวงจร เพื่อให้มันสามารถทำงานได้ในระยะทางที่ห่างกัน ในปัจจุบันก็มีหลากหลายขนาด ให้เลือกใช้ตามที่เหมาะสมขอบเขตของงาน

รูปที่ 3.9 สายจั้ม

3.2.6 ท่อน้ำ

สิ่งที่เราใช้ลำเลียงน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เพื่อความสะดวกสบายในการลำเลียงน้ำ และไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำในระบบของเรา ในงานของเรานั้นเป็นงานที่ต้องการรดน้ำเราจึงได้เลือกใช้ท่อ PVC สีฟ้าที่ราคาถูกและหาซื้อง่าย สามารถทนทานต่อแรงดันน้ำ ที่สำคัญไม่เกิดสนิม จึงไม่ต้องสงสัยเรื่องความสะอาดของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ท่อ PCV. สีฟ้า

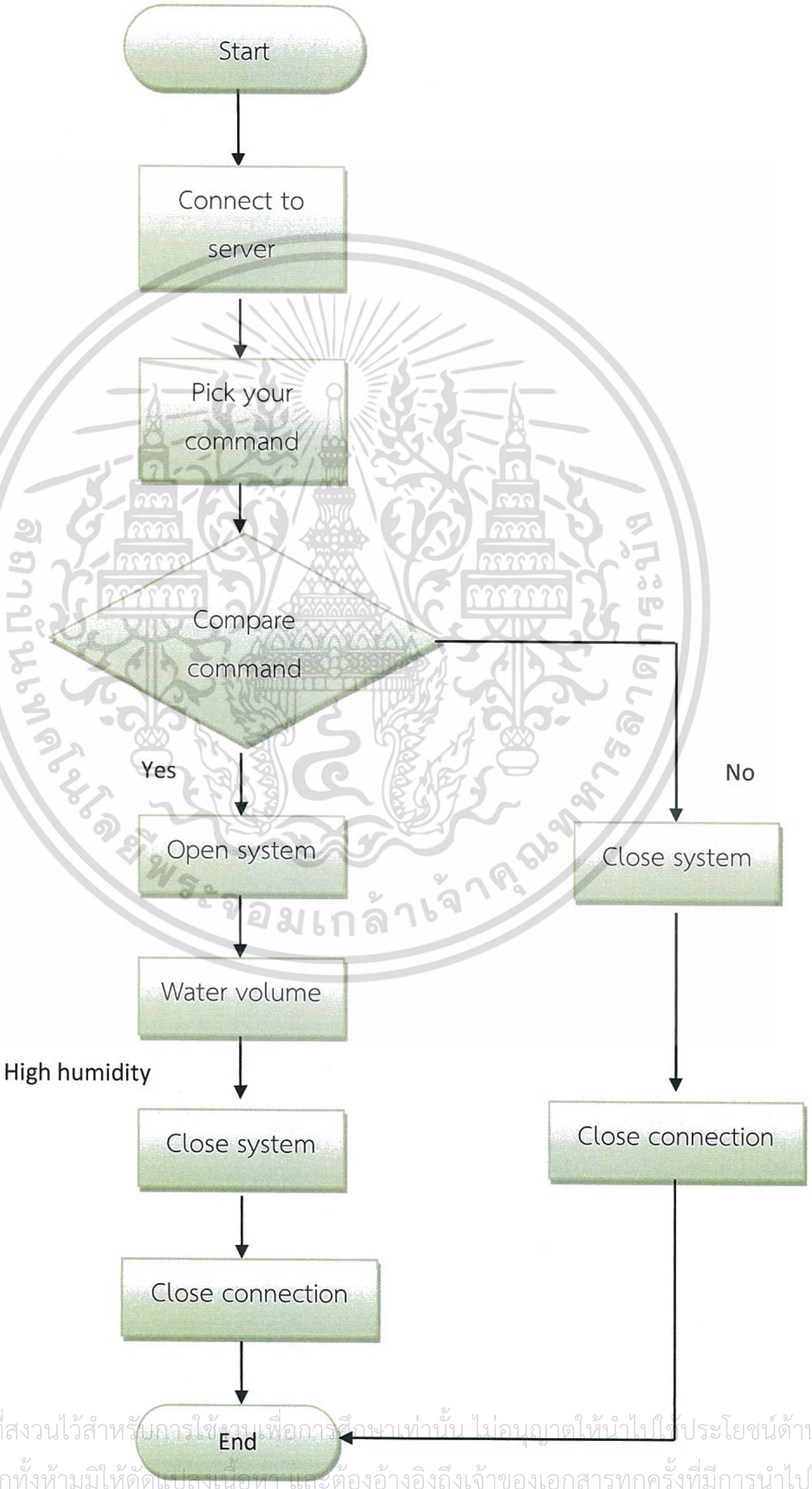
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

การจัดเก็บผลโดยนำไปใช้งานจริง สั่งการให้รดน้ำได้จริงผ่าน internet โดยให้ Node MCU A อยู่พื้นที่รดน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและความชื้นในดิน โดยการทดสอบเราจะใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน 3 ตัว เพื่อวัดค่าความชื้นในดิน 3 ระดับ โดยระดับที่หนึ่งจะวัดบนพื้นดิน เพื่อวัดในพื้นที่ส่วนบนพื้นดินอยู่ใกล้ๆ กับต้นไม้ ตัวที่สองจะวัดต่ำจากระดับพื้นดินลงไปประมาณ 20 เซนติเมตร และตัวที่สามจะวัดต่ำจากระดับบนพื้นดินลงไปประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อดูว่าค่าความชื้นในดินที่อยู่ระดับเดียวกับรากของต้นพืชมีค่ามากเกินไปหรือป่าว เพราะถ้าความชื้นมากไปนั้นคือมีน้ำอยู่มาก จึงทำให้รากของพืชเน่าเสียได้ ในแต่ละค่าความชื้นของดินนั้นส่งผลกับต้นพืชแตกต่างกันออกไป เพราะพืชแต่ละชนิดต้องการค่าความชื้นในดินที่แตกต่างกันออกไป หลังจากนั้นส่งค่าที่วัดได้ไปหา Node MCU B (server) เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับมาเข้าไปยังฐานข้อมูลของ server แล้วนำค่าที่เก็บไว้แสดงขึ้นบน Web browser ในขั้นถัดไปเป็นการสั่งการของ server ให้รดน้ำหรือไม่รดน้ำ ซึ่งแบ่งการควบคุมออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบอัตโนมัติที่จะทำงานสัมพันธ์กับค่าความชื้นในดินแบบแปรผกผัน ค่าความชื้นน้อยจะเปิดวาล์วให้น้ำไหลออกมา ค่าความชื้นมากจะปิดวาล์วเพื่อไม่ให้น้ำไหลออกมา ส่วนอีกแบบจะเป็นการสั่งการด้วยมือว่าจะ ปิด/เปิด วาล์วตอนไหน ไม่ได้สนค่าความชื้นในดินเหมือนกับแบบอัตโนมัติ แต่จะเป็นการตัดสินใจของผู้ใช้งานโดยดูค่าความชื้นในดินบน Web browser ประกอบการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

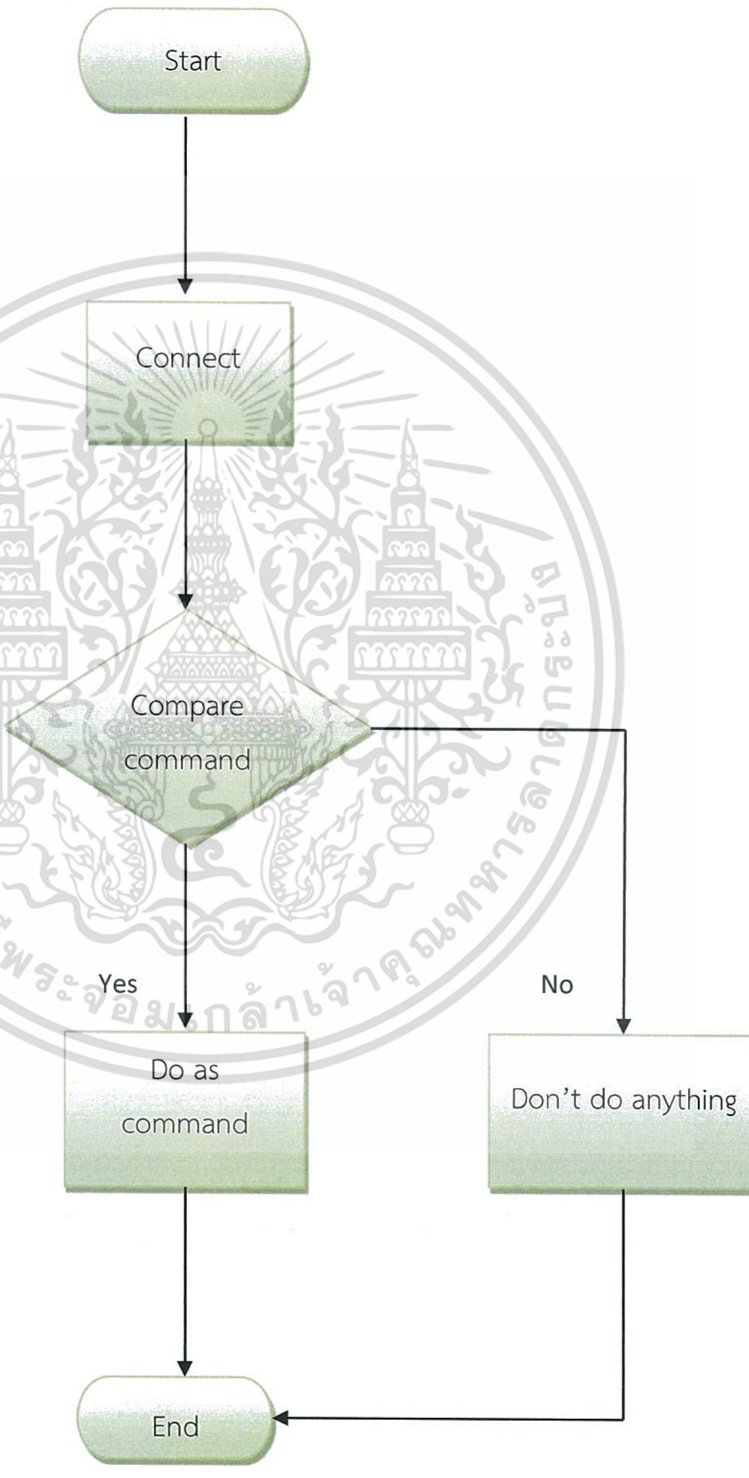
3.4 กระบวนการทำงานของระบบ

กระบวนการทำงานของผู้ใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทำงานของการรดน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

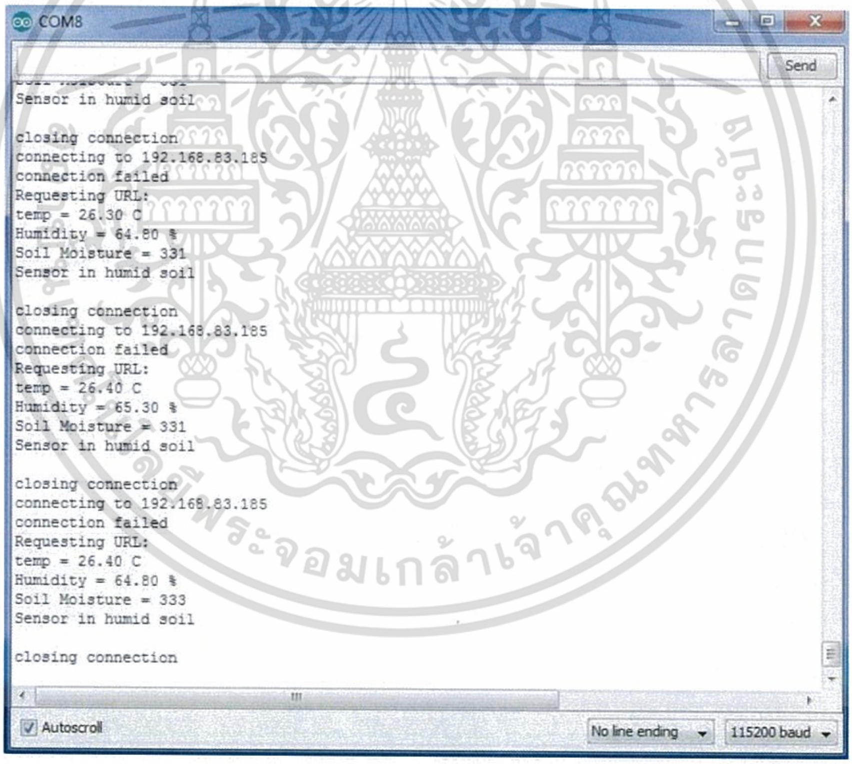
บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองเราได้แบ่งการเก็บผลออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลของอุณหภูมิที่เก็บได้จากพื้นที่รดน้ำ

ในการทำงานของระบบเราคำนึงถึงอุณหภูมิโดยรอบของพื้นที่รดน้ำ เพื่อใช้เป็นเหตุผลประกอบว่า วันนี้จะฝนตกหรือไม่ โดยเราแสดงผลการส่งค่าอุณหภูมิขึ้นไปยัง server ผ่านทาง serial monitor ของ Arduino ได้ดังแสดงตามรูปที่ 4.1 แล้วนำค่าอุณหภูมิที่ server เก็บมาได้คำนวณหาค่าความผิดพลาดเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิกับค่าอ้างอิง ตามตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ

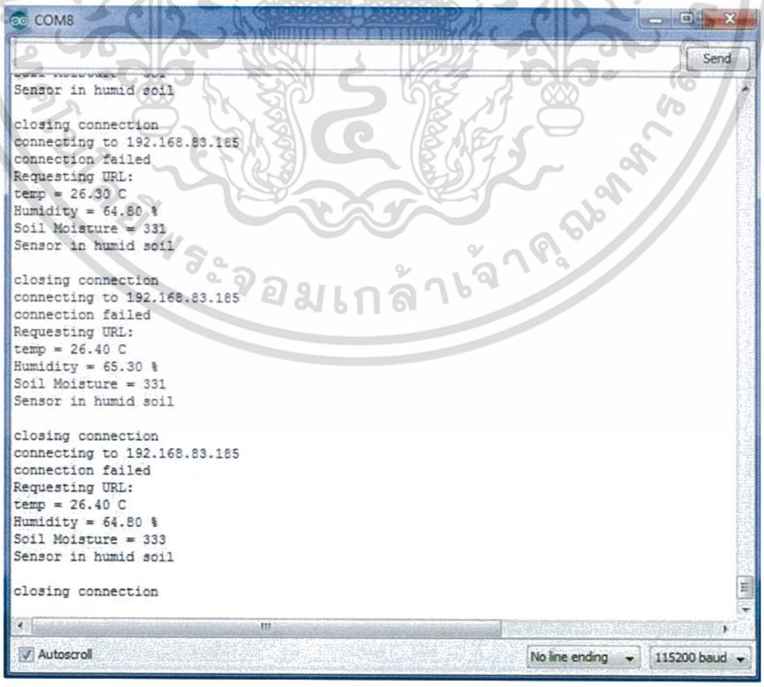
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดได้กับค่าอุณหภูมิอ้างอิง

วันที่	อุณหภูมิที่วัดได้(°C)	อุณหภูมิที่ใช้อ้างอิง (°C)	เปอร์เซ็นความผิดพลาด (%)
26/10/2015	30.5	31	1.61
27/10/2015	27.2	28	2.86
28/10/2015	26.4	27	2.22
29/10/2015	28.3	29	2.41
30/10/2015	29.4	30	2

4.2 ผลของความชื้นในอากาศที่เก็บได้จากพื้นที่รดน้ำ

ผลของความชื้นในอากาศก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัย ในการวิเคราะห์สภาพอากาศบริเวณรอบๆ ว่าเป็นอย่างไร เช่น มีฝนตกหรือไม่ มีหมอกลงหรือไม่ แดดจัดหรือไม่ เป็นต้น ซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการวิเคราะห์ โดยเราแสดงผลของการส่งค่าความชื้นในอากาศไปยัง server ผ่านทาง serial monitor ของ Arduino ได้ดังแสดงตามรูปที่ 4.2 แล้วนำค่าความชื้นในอากาศที่ server เก็บมานั้นคำนวณหาค่าความผิดพลาดเพื่อเป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของตัวเซนเซอร์วัดความชื้นกับค่าอ้างอิง ตามตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการเก็บความชื้นของอากาศ

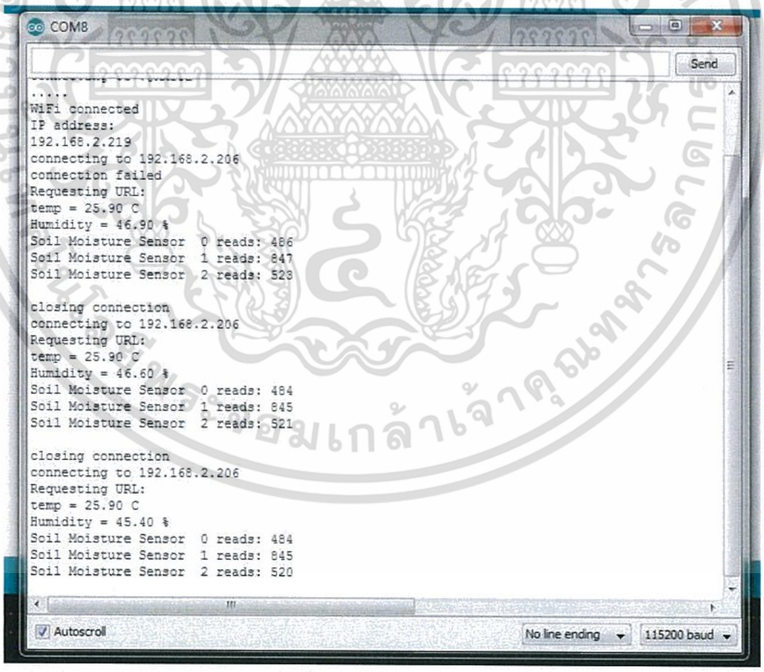
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบความชื้นที่เก็บได้กับค่าความชื้นอ้างอิง

วันที่	ความชื้นที่เก็บได้ (%)	ความชื้นที่ใช้อ้างอิง (%)	เปอร์เซ็นความผิดพลาด(%)
26/10/2015	68.72	67.52	1.78
27/10/2015	65.65	64.30	2.10
28/10/2015	64.80	63.54	1.98
29/10/2015	66.33	65.46	1.33
30/10/2015	67.40	66.64	1.14

4.3 ผลของการส่งข้อมูลขึ้น server

จากผลการทดลองที่ 4.1 และ 4.2 นั้นเรานำการส่งข้อมูลทั้งสองแบบมาประยุกต์ใช้โดยนำมารวมกันแล้วส่งข้อมูลไป server โดยเราแสดงผลผ่านทาง serial monitor ของ Arduino ดังแสดงตามรูปที่ 4.3



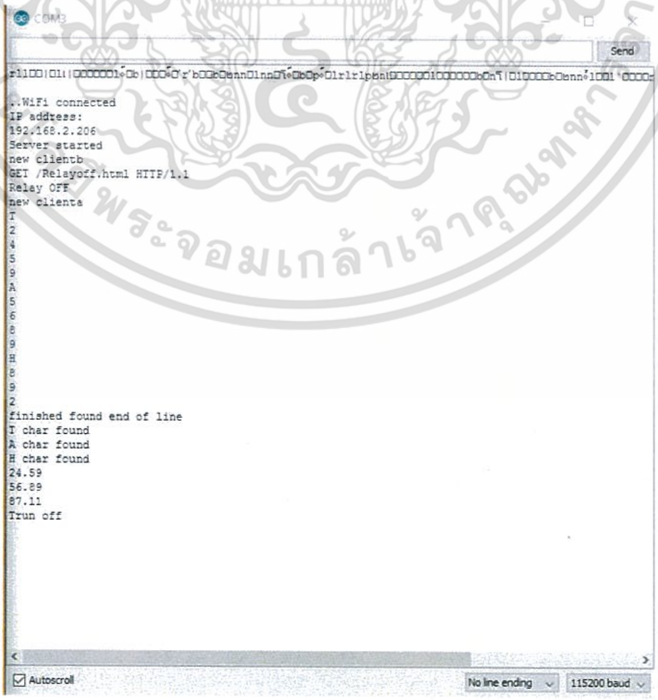
รูปที่ 4.3 ภาพ serial monitor ฝั่ง client ที่แสดงว่าส่งข้อมูลไปยัง server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ภาพวงจรของฝั่ง client (ลูกข่าย)

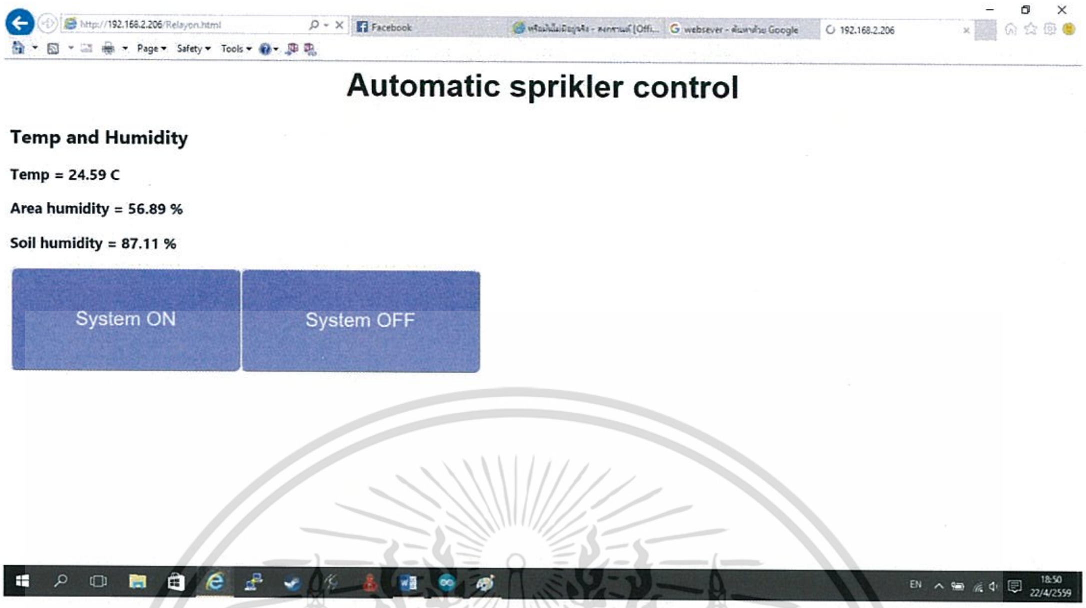
4.4 ผลการทำงานของ server

เราแสดงผลของการรับข้อมูลของ server ที่ได้รับมาจาก client โดยแสดงผลผ่านทาง serial monitor ของ Arduino ดังแสดงตามรูปที่ 4.5 พร้อมทั้งนำค่าที่ได้รับไปแสดงขึ้น Web browser ได้ดังแสดงตามรูปที่ 4.6 และแสดงผลการทำงานของ server ที่สั่งการไปยังวาล์วไฟฟ้า (หรือการทำงานของ relay) ดังแสดงตามรูปที่ 4.7 ถึง 4.9



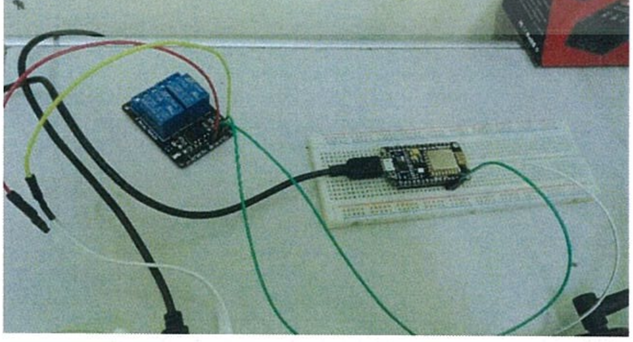
รูปที่ 4.5 ภาพ serial monitor ฝั่ง server แสดงผลของข้อมูลที่ได้รับจากฝั่ง client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



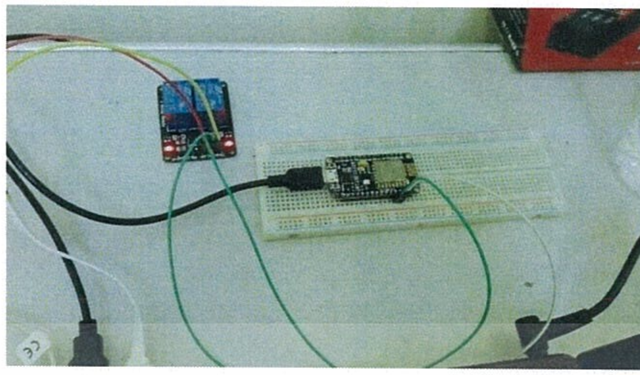
รูปที่ 4.6 ภาพตัวอย่าง Web browser

รูปที่ 4.7 วงจรทดลองแสดงผลการสั่งการผ่าน Web browser



รูปที่ 4.8 ผลการสั่งการผ่าน Web browser ให้ปิด relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลการสั่งการผ่าน Web browser ให้เปิด relay

4.5 ผลการสั่ง เปิด/ปิด วาล์วไฟฟ้าผ่าน server

ผลสำเร็จในการควบคุมวาล์วไฟฟ้าผ่านทาง server โดยการ เปิด/ปิด วาล์วไฟฟ้า จะใช้ค่าความชื้นในดินมาเป็นตัวตัดสินใจในการ เปิด/ปิด วาล์วไฟฟ้า ดังแสดงตามรูปที่ 4.10 และ 4.11

รูปที่ 4.10 สั่งให้วาล์วไฟฟ้าทำงานเมื่อความชื้นในดินต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 สั่งให้วาล์วไฟฟ้าหยุดทำงานเมื่อความชื้นในดินสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองการทำปริญญานิพนธ์เครื่องรดน้ำอัตโนมัติ (automatic sprinkler control) เป็นการทดลองการอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศและอุณหภูมิ เพื่อเอาค่าเหล่านี้ไปเก็บไว้ที่ server และเอาค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไปใช้ในการปิด-เปิดวาล์วไฟฟ้าเพื่อรดน้ำต้นไม้ ซึ่งเราใช้ Node MCU จำนวน 2 ตัว Node MCU ตัวแรกเป็นลูกข่ายเพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศและอุณหภูมิ แล้วนำข้อมูลที่ได้ส่งไปที่ Node MCU ตัวที่สองเพื่อนำค่าที่ได้ไปเก็บไว้ที่ Web browser และใช้ในการควบคุมวาล์วไฟฟ้า โดยจะสั่งการได้ 2 แบบคือ

1. ปิด-เปิดโดยใช้มือ โดยที่เราเข้าไปที่ Web browser แล้วทำการปิดหรือเปิดตามที่เราต้องการ

2. ปิด-เปิดอัตโนมัติโดยใช้ความชื้นในดินเป็นตัวควบคุม ถ้าในดินมีความชื้นน้อยกว่าที่ตั้งค่า วาล์วก็จะทำงานและถ้าในดินมีความชื้นมากกว่าที่ตั้งค่า วาล์วก็จะหยุดทำงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เพิ่มขอบเขตในการทำงานให้ชัดเจน เช่น หนึ่งระบบทำงานได้อย่างประสิทธิภาพ 2 ตารางเมตร เป็นต้น

5.2.1 ควรศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในการทำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ

5.2.3 หาสถานที่ที่เหมาะสมในการทดสอบ

5.2.4 ควรศึกษาหาข้อมูลในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ThaiEasyElec.
http://thaieasyelec.com

MINDPHP.
http://www.mindphp.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โค้ดส่วนของการเก็บอุณหภูมิและเปิดปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "DHT.h"
#define DHTTYPE DHT22
#define DHTPIN D3
#define In1 D4
#define Relay1 D1
#define Relay2 D2
const char* ssid = "T108";
const char* password = "FABBAABBAF";


//const char* host = "data.sparkfun.com";
const char* host = "192.168.83.185";

//const char* streamId = "....................";
//const char* privateKey = "....................";
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE,15);
WiFiServer server(80);
void setup() {
Serial.begin(115200);
delay(10);

dht.begin();
pinMode(Relay1, OUTPUT);
pinMode(Relay2, OUTPUT);
digitalWrite(Relay1,LOW);
digitalWrite(Relay2,LOW);
pinMode(In1, INPUT);
Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay(500);
Serial.print(".");
}

Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

int value = 0;

void loop() {
 delay(10000);
 ++value;

 Serial.print("connecting to ");
 Serial.println(host);

 // Use WiFiClient class to create TCP connections
 WiFiClient client;
 constinthttpPort = 8000;
  if (!client.connect(host, httpPort)) {
  Serial.println("connection failed");
  //return;
}


// We now create a URI for the request
/*
String url = "/input/";
url += streamId;
url += "?private_key=";
url += privateKey;
url += "&value=";
url += value;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*/

Serial.print("Requesting URL: ");
// Serial.println(url);

// This will send the request to the server
String req = client.readStringUntil('\r');
Serial.println(req);
client.flush();

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

client.print("Temp = ");
client.print(String(t)+" C\r\n");
client.print("Humidity = ");
client.print(String(h)+" %\r\n");
delay(10);

Serial.print("temp = ");
Serial.print(String(t)+" C\r\n");
Serial.print("Humidity = ");
Serial.print(String(h)+" %\r\n");

delay(10);

intsensorPin = A0;
int moisture = analogRead(sensorPin);
int relay1 = D1;
int relay2 = D2;
Serial.print("Soil Moisture = ");
Serial.println(moisture);
  if(analogRead(sensorPin)>1000){
  Serial.println("Sensor in Air"); //เซนเซอร์อยู่ในอากาศ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
if(analogRead(sensorPin)>600 &&analogRead(sensorPin) <1000){
Serial.println("Sensor in dry soil"); //เซนเซอร์อยู่ในดินที่แห้ง
digitalWrite(relay1, 0);
digitalWrite(relay2, 0);
delay(1000);
}
if(analogRead(sensorPin)>300 &&analogRead(sensorPin) <600){
Serial.println("Sensor in humid soil"); //เซนเซอร์อยู่ในดินที่ชื้น
digitalWrite(relay1, 1);
digitalWrite(relay2, 1);
delay(1000);
}
if(analogRead(sensorPin)<300){
Serial.println("Sensor in humid water"); //เซนเซอร์อยู่ในดินที่เปียก
}
//delay(1000);


// Read all the lines of the reply from server and print them to Serial
 while(client.available()){
 String line = client.readStringUntil('\r');
Serial.print(line);
}

Serial.println();
Serial.println("closing connection");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โค้ดส่วนของการเก็บอุณหภูมิและส่งไฟยัง sever

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "DHT.h"
#define DHTTYPE DHT22
#define DHTPIN D3
#define In1 D4
//#define  D5
//#define  D6
//#define  D7
const char* ssid     =".@KMITL";
const char* password = "0847978332";



//const char* host = "data.sparkfun.com";
const char* host = "192.168.2.206";
const char* streamId   = "....................";
const char* privateKey = "....................";
const byte sensor = A0;
const byte addressA = D5; // low-order bit
const byte addressB = D6;
const byte addressC = D7; // high-order bit
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE,15);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WiFiServer server(80);
WiFiClient client;


void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  dht.begin();
  Serial.println ("Starting multiplexer test ...");
  pinMode (addressA, OUTPUT);
  pinMode (addressB, OUTPUT);
  pinMode (addressC, OUTPUT);


  pinMode(In1, INPUT);
  pinMode(D3,OUTPUT);
  digitalWrite(D3,LOW);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);


  WiFi.begin(ssid, password);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  }

int value = 0;
int readSensor (const byte which)
  {
  // select correct MUX channel
  digitalWrite (addressA, (which & 1) ? HIGH : LOW);  // low-order bit
  digitalWrite (addressB, (which & 2) ? HIGH : LOW);
  digitalWrite (addressC, (which & 4) ? HIGH : LOW);  // high-order bit
  // now read the sensor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  return analogRead (sensor);
  }  // end of readSensor
void loop() {
  delay(10000);
  ++value;

  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);

  // Use WiFiClient class to create TCP connections
  WiFiClient client;
  const int httpPort = 8080;
  if (!client.connect(host, httpPort)) {
    Serial.println("connection failed");
   // return;
  }


  // We now create a URI for the request
  /*
  String url = "/input/";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
url += streamId;
url += "?private_key=";
url += privateKey;
url += "&value=";
url += value;
*/

Serial.print("Requesting URL: ");
// Serial.println(url);

// This will send the request to the server
 String req = client.readStringUntil('\r');
Serial.println(req);
client.flush();

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

client.print("T");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
client.print(String(t));

client.print("A");

client.print(String(h));

delay(10);


Serial.print("temp = ");

Serial.print(String(t)+" C\r\n");

Serial.print("Humidity = ");

Serial.print(String(h)+" %\r\n");

delay(10);


for (byte i = 0; i < 1; i++)

 {


 //client.print ("Soil Moisture Sensor  ");

 //client.print (i);

 client.print ("H");

 client.print (readSensor (i));

 Serial.print ("Soil Moisture Sensor H");

 Serial.println (readSensor (i));

 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  for (byte i = 1; i < 2; i++)
  {
  client.print ("M");
  client.print (readSensor (i));
  Serial.print ("Soil Moisture Sensor M");
  Serial.println (readSensor (i));
  }
  for (byte i = 2; i < 3; i++)
  {
  client.print ("L");
  client.println (readSensor (i));
  Serial.print ("Soil Moisture Sensor L");
  Serial.println (readSensor (i));
  }
 delay (30000);

/*

 int sensorPin = A0;
 int64_t wait= 1000;
 //int  Y = 1024-X;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//int  Z = Y/1024;

//int  S = X*100;

 int moisture = analogRead(sensorPin);

//Serial.print("Soil Moisture = ");

//Serial.println(moisture);




// Serial.print();

if(analogRead(sensorPin)>1000){

  Serial.println("Sensor in Air");  //เซนเซอร์อยู่ในอากาศ

}

if(analogRead(sensorPin)>600 && analogRead(sensorPin) <1000){

  Serial.println("Sensor in dry soil");  //เซนเซอร์อยู่ในดินที่แห้ง

  digitalWrite(relay1, 0);

  digitalWrite(relay2, 0);

  delay(1000);

}

if(analogRead(sensorPin)>300 && analogRead(sensorPin) <600){

  Serial.println("Sensor in humid soil");  //เซนเซอร์อยู่ในดินที่ชื้น

  digitalWrite(relay1, 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(relay2, 1);
    delay(1000);
  }
  if(analogRead(sensorPin)<300){
    Serial.println("Sensor in humid water");  //เซนเซอร์อยู่ในดินที่เปียก
  }
  //delay(1000);
*/

  // Read all the lines of the reply from server and print them to Serial
  while(client.available()){
    String line = client.readStringUntil('\r');
    Serial.print(line);
  }

  Serial.println();
  Serial.println("closing connection");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โค้ดส่วนของsever

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ESP8266WiFi.h>
//#define SERVER_PORT 8000    //กำหนด Port ใช้งาน

/*const char* ssid = "thetexs";       //กำหนด SSID
const char* password = "texs357951"; //กำหนด Password*/
const char* ssid = ".@KMITL";       //กำหนด SSID
const char* password = "0847978332"; //กำหนด Password
/*const char* ssid = "Anunda_2nd_floor";       //กำหนด SSID
  const char* password = "anunda795"; //กำหนด Password*/
WiFiServer servera(8080); //สร้าง object server และกำหนด port
WiFiServer serverb(80);

//char *inputString = "empty";        // a string to hold incoming data
String inputString = "";
boolean stringComplete = false;  // whether the string is complete
const char* stringOne = "T";
const char* stringTwo = "A";
const char* stringthree = "H";
const char* stringfour = "M";
const char* stringfive = "L";
String temp = "0000";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String Hem = "0000";
String Hem1 = "0000";
String Hem2 = "0000";
String Hem3 = "0000";
int s;
float k;
float n;
int s1;
float k1;
float n1;
int s2;
float k2;
float n2;
int s3;
float k3;
float n3;
int s4;
float k4;
float n4;
int Relay1 = D2;
int Relay2 = D3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*int k = 0;
  int g = 0;
  int h = 0;
  int j = 0; */
void setup()
{
  Serial.begin(115200);   //เปิดใช้ Serial
  pinMode(Relay1, OUTPUT);
  pinMode(Relay2, OUTPUT);
  Serial.println("");
  Serial.println("");
  WiFi.begin(ssid, password); //เชื่อมต่อกับ AP
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)  //รอการเชื่อมต่อ
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("WiFi connected");   //แสดงข้อความเชื่อมต่อสำเร็จ
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());     //แสดงหมายเลข IP
  servera.begin();              //เริ่มต้นทำงาน TCP Server
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  serverb.begin();
  Serial.println("Server started");      //แสดงข้อความ server เริ่มทำงาน
  //inputString.reserve(200);
  //ESP.wdtDisable();          //ปิด watch dog Timer

}

void loop()
{
  WiFiClient clienta = servera.available();  //รอรับ การเชื่อมต่อจาก Client
  WiFiClient clientb = serverb.available();
  if (clienta)        //ตรวจเช็คว่ามี Client เชื่อมต่อเข้ามาหรือไม่
  {
    Serial.println("new clienta");   //แสดงข้อความว่ามี Client เชื่อมต่อเข้ามา

    while (!stringComplete) {

      char inChar = (char)clienta.read(); //อ่าน Data จาก Buffer
      // add it to the inputString:
      //Serial.write(inChar);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if ( isalpha(inChar) || isdigit(inChar) ) {
    Serial.println(inChar);
    inputString += inChar;
    // if the incoming character is a newline, set a flag
    // so the main loop can do something about it:
  }
  if (inChar == '\n') {
    stringComplete = true;
  }
} // while
Serial.println("finished found end of line");


//Serial.println(inputString[i]);
if ( inputString[0] == stringOne[0] ) {
  Serial.println("T char found");
  for ( int i = 0; i < 6; i++) {
    if ( inputString[i + 1] != '\n' ) {
      temp[i] = inputString[i + 1];
      s = temp.toInt();
      k = s;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        n = k / 100;
      }
    }//for
  }//if
  else {
    Serial.println("not found T");
  }
  if ( inputString[5] == stringTwo[0]) {
    Serial.println("A char found");
    for ( int i = 5; i < 10; i++) {
      if (inputString[i + 1] != '\n') {
        Hem[i - 5] = inputString[i + 1];
        s1 = Hem.toInt();
        k1 = s1;
        n1 = k1 / 100;
      }
    }
  }
  else {
    Serial.println("not found A");
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ( inputString[10] == stringthree[0]) {
  Serial.println("H char found");
  for ( int i = 10; i < 15; i++) {
    if (inputString[i + 1] != '\n') {
      Hem1[i - 10] = inputString[i + 1];
      s2 = Hem1.toInt();
      k2 = s2;
      n2 = k2 / 1024 * 100;
    }
  }
}
else {
  Serial.println("not found H");
}
/*  if ( inputString[15] || inputString[14] == stringfour[0]) {
  Serial.println("M char found");
  for ( int i = 14; i < 19; i++) {
    if (inputString[i + 1] != '\n') {
      Hem2[i - 14] = inputString[i + 1];
      s3 = Hem2.toInt();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        k3 = s3;
        n3 = k3 / 1024 * 100;
      }
    }
  }
  else {
    Serial.println("not found M");
  }
  if ( inputString[19] || inputString[18] == stringfive[0]) {
    Serial.println("L char found");
    for ( int i = 18; i < 23; i++) {
      if (inputString[i + 1] != '\n') {
        Hem3[i - 18] = inputString[i + 1];
        s4 = Hem3.toInt();
        k4 = s4;
        n4 = k4 / 1024 * 100;
      }
    }
  }
  else {
    Serial.println("not found L");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
*/

    inputString = "";
    stringComplete = false;
    Serial.println(n);
    Serial.println(n1);
    Serial.println(n2);
 /*  Serial.println(n3);
    Serial.println(n4);*/
    if ( n2 >= 60.00)
    {
      Serial.println("Trun off");
      digitalWrite(Relay1, 1);          //ให้ LED ดับ
      digitalWrite(Relay2, 1);
    }
   else
    {
      Serial.println("Trun on");
      digitalWrite(Relay1, 0);          //ให้ LED ดับ
      digitalWrite(Relay2, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  }
  if (clientb) {
    Serial.println("new clientb");   //แสดงข้อความว่ามี Client เชื่อมต่อเข้ามา
    String req = clientb.readStringUntil('\r');
    Serial.println(req);
    clientb.flush();
    if (req.indexOf("/Relayoff") != -1)        //ตรวจสอบว่า data ที่เข้ามามี
ข้อความ"/Relayoff"
    {
      digitalWrite(Relay1, 1);          //ให้ LED ดับ
      digitalWrite(Relay2, 1);
      Serial.println("Relay OFF");
    }
    else if (req.indexOf("/Relayon") != -1)     //ตรวจสอบว่า data ที่เข้ามามี
ข้อความ"/Relayon"
    {
      digitalWrite(Relay1, 0);          //ให้ LED ติด
      digitalWrite(Relay2, 0);
      Serial.println("Relay ON");
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
clientb.flush();
String web = "HTTP/1.0 200 OK\r\nContent-Type: text/html\r\n\r\n";
web += "<html>\r\n";
web += "<META HTTP-EQUIV=\"Refresh\" CONTENT=\"5\"/>";
web += "<head>\r\n";
web += "</head>";
web += "<style>\r\n";
web += ".button-red,.button-blue\r\n";
web += "{color: white;\r\n";
web += "border-radius: 9px;\r\n";
web += "font-family:Arial;\r\n";
web += "font-size:25px;\r\n";
web += "padding:50px 80px;\r\n";
web += "}\r\n";
web += ".button-red:hover:active,.button-blue:hover:active\r\n";
web += "{position:relative;top:3px;color: yellow;}\r\n";
web += ".button-red {background: rgb(202, 60, 60);}\r\n";
web += ".button-blue {background: rgb(100,116,255);}\r\n";
web += "h1{color:black;font-family:Arial;font-size:40px;text-align:center;}\r\n";
web += "</style>\r\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
web += "<body>";
web += "<h1>Automatic sprikler control</h1>";
web += "<h2>Temp and Humidity</h2>";
web += "<div id=\"temp_humi\">";
web += "<h3>Temp = " ;
web += n;
web += " C \r\n";
web += "<h3>Area humidity = " ;
web += n1;
web += " % \r\n";
web += "<h3>Soil humidity = " ;
web += n2;
web += " % \r\n";
/* web += "<h3>Soil humidity level 2 = " ;
web += n3;
web += " % \r\n";
web += "<h3>Soil humidity level 3 = " ;
web += n4;
web += " % \r\n"; */
web += "</p>\r\n";
web += "<a href=\"/Relayon.html\">";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    web += "<button class=\"button-blue\">System ON</button>";

    web += "<a href=\"/Relayoff.html\">";

    web += "<button class=\"button-blue\">System OFF</button></p>";

    web += "</a>";

    web += "</div>";

    web += "</body>";

    web += "</html>";

    clientb.print(web);


    return;

  }

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้