

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่
SMART WATERING SYSTEM FOR LARGE AGRICULTURAL LAND PLOT



ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2563
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

SMART WATERING SYSTEM FOR LARGE AGRICULTURAL LAND PLOT



THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
2020

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปีการศึกษา 2563

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่

SMART WATERING SYSTEM FOR LARGE AGRICULTURAL LAND PLOT



อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่

ผู้จัดทำ

1. นางสาวศุภลักษณ์ สันติจิรกุล
2. นายศุภัทรวงศ์ เชียงมา
3. นายสพลเชษฐ์ ปานกล้า
4. นายสิทธิพล ทองทา



.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชาติ มานพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรุช จิรสวรรณกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่

นางสาวศุภลักษณ์	สันติจิรกุล
นายศุภพัทรวงศ์	เซ็งมา
นายสพลเชษฐ์	ปานกล้า
นายสิทธิพล	ทองทา
รศ.ดร.เฉลิมชาติ มานพ	อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.นิรุช จิรสวรรณกุล	อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและออกแบบแบบจำลองระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ เพื่อให้เกษตรกรในยุคปัจจุบันสามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า ทั้งยังลดเวลาและกำลังคนในการทำการเกษตร โดยมีการนำเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะมาประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลความชื้นของดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และลักษณะทางกายภาพภายในแปลงเพาะปลูก แล้วนำมาจัดทำระบบแสดงผลและจัดเก็บข้อมูลโดยแอปพลิเคชัน Blynk และระบบควบคุมและประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นของดินให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้และมีการใช้ปริมาณน้ำในการคงความชื้นของดินที่น้อยที่สุด มีเก็บข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำไปวิเคราะห์ใช้งานต่อไปได้และสามารถสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพในแปลง เช่น สีของดิน สีของพืช ได้จากกล้องแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้เกษตรกรลดเวลาและกำลังคนในการดูแลรักษาแปลงเพาะปลูกโดยติดตามและควบคุมการทำงานได้จากทางไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Smart Watering System for Large Agricultural Land Plot

Miss Supalak Santijirakul
Mr. Supattarawong Sengma
Mr. Sapollachet Panklum
Mr. Sitthipon Thongta
Assoc. Prof. Dr. Chalermchat Manop Advisor
Asst. Prof. Dr. Nirudh Jirasuwankul Advisor

ABSTRACT

This thesis presents a study and design of the smart watering system model for large agricultural land plots so that today's farmers can cultivate efficiently and make the most of water resources while reducing time and reducing manpower. By applying intelligent agriculture technology to be applied to collect soil moisture, pH of water, water temperature and physical characteristics in the land plot and introduced to create a display and storage system by the Blynk application and the control system and processing by the ESP8266 microcontroller that can control soil moisture to the desired extent and use the least amount of water to maintain soil moisture. In addition, the required data was collected for further analysis and the physical characteristics of the plot, such as soil color, plant color can be observed from the camera, which is displayed through the application. This will allow farmers to reduce time and manpower in the maintenance of the cultivated fields. Because it can track and control work remotely via the Internet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT	II
สารบัญ.....	III
สารบัญรูป.....	V
สารบัญตาราง.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ.....	2
1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ.....	2
1.5 แผนการดำเนินโครงการ.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (INTERNET OF THINGS).....	5
2.1 อีเอสพี8266 (ESP8266).....	6
2.1 บอร์ด WEMOS D1 WiFi (WEMOS D1 ESP8266).....	7
2.2 ซีเอ็นซีชีลด์ (CNC SHIELD).....	8
2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR).....	9
2.4 ARDUINO IDE.....	13
2.5 BLYNK APPLICATION.....	15
2.6 โซลินอยด์วาล์ว (SOLINOID VALVE).....	17
2.7 แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน (LITHIUM ION BATTERIES).....	21
2.8 วงจรลดทอนแรงดันไฟฟ้า (BUCK CONVERTER).....	23
2.9 ปั๊มน้ำแรงดันกระแสตรง (DC PRESSURE WATER PUMP).....	25
2.10 รีเลย์ (RELAY).....	27
2.11 ความชื้นในดิน (SOIL MOISTURE).....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นแต่ได้ขออนุญาตจากสถาบันฯ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ	33
3.1	วิธีการดำเนินงาน	33
3.2	การออกแบบแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่	34
บทที่ 4	ผลการทดลอง	56
4.1	บทนำ	56
4.2	ผลการประดิษฐ์ชิ้นงานรทหุ่นยนต์สำหรับการเกษตร	56
4.3	ระบบควบคุมค่าความชื้นในดิน	58
4.4	การทดสอบการทำงานของระบบเกษตรอัจฉริยะ	60
4.5	ผลการทดสอบการทำงานของระบบเกษตรอัจฉริยะ	60
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	70
5.1	สรุปผลการทดลอง	70
5.2	สรุปผลการดำเนินงาน	70
5.3	วิจารณ์ผลการทดลอง	71
5.4	ปัญหาที่พบในระหว่างดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ	71
5.5	แนวทางการพัฒนา	71
เอกสารอ้างอิง		72
ภาคผนวก		74
	ภาคผนวก ก อุปกรณ์	75
	ภาคผนวก ข โปรแกรม ARDUINO สำหรับควบคุมความชื้น	89
	ภาคผนวก ค โปรแกรม ARDUINO สำหรับแสดงค่าความชื้น	100
	ภาคผนวก ง โปรแกรม ARDUINO สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-เบส	119
	ภาคผนวก จ บทความทางวิชาการ	125
ประวัติผู้เขียน		131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ESP8266	6
รูปที่ 2.2 บอร์ด WEMOS D1 WIFI.....	7
รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อ CNC SHIELD V3 เข้ากับบอร์ด ARDUINO.....	9
รูปที่ 2.4 สัญญาณกระตุ้นแบบพัลสเต็ม 1 เฟส	11
รูปที่ 2.5 สัญญาณกระตุ้นแบบพัลสเต็ม 2 เฟส	11
รูปที่ 2.6 สัญญาณกระตุ้นแบบฮาล์ฟสเต็ป	12
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด/ปิดโดยตรง	18
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด/ปิดทางอ้อม	19
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบผสม	20
รูปที่ 2.10 การต่ออนุกรมของแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนผ่านวงจรป้องกันการลัดวงจร.....	23
รูปที่ 2.11 วงจรลดทอนแรงดัน	25
รูปที่ 2.12 ป้อนน้ำกระแสตรง 12VDC.....	25
รูปที่ 2.13 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทความต้านทาน.....	28
รูปที่ 2.14 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทประจุ.....	29
รูปที่ 2.15 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ MAX6675	30
รูปที่ 2.16 เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย	31
รูปที่ 2.17 บอร์ดESP32-CAM ใช้งานกับกล้องOV2640	32
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1	33
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2	34
รูปที่ 3.3 โมเดลจำลองการทำงานของระบบรดน้ำ.....	35
รูปที่ 3.4 การออกแบบตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมรด.....	36
รูปที่ 3.5 แบบจำลองโครงสร้างของระบบให้น้ำอัจฉริยะ(ด้านหน้า)	36
รูปที่ 3.6 โมเดลสามมิติของล้อรถเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร.....	37
รูปที่ 3.7 โมเดลสามมิติเสาสำหรับรองรับคานน้ำ.....	37
รูปที่ 3.8 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและลำดับการทำงานของอุปกรณ์	38
รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ.....	39
รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ(ต่อ).....	40
รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบและกำหนดแปลงที่ความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด.....	41

รูปที่ 3.12 แสดงการกำหนดตำแหน่งของแปลงในรูปของ METRIX	42
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการทำงานการจัดลำดับแปลงสำหรับการรดน้ำ.....	43
รูปที่ 3.14 แสดงการกำหนดค่าของตัวแปร ZONE และ POSITION.....	44
รูปที่ 3.15 แผนภาพแสดงการกำหนดการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว.....	45
รูปที่ 3.16 แผนภาพแสดงการกำหนดจำนวนแปลงที่รดต้องเคลื่อนที่ผ่าน	46
รูปที่ 3.17 แผนภาพแสดงการทำงานของมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว	48
รูปที่ 3.18 แบบจำลองวงจรควบคุมการรดน้ำ	49
รูปที่ 3.19 พื้นที่การเกษตรจำลองที่ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้น	50
รูปที่ 3.20 ระบบสื่อสารและการส่งข้อมูล.....	51
รูปที่ 3.21 การส่งข้อมูลผ่าน SERIAL PORT	53
รูปที่ 3.22 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำ.....	54
รูปที่ 3.23 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ.....	55
รูปที่ 3.24 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและสังเกตการณ์ระยะไกล.....	55
รูปที่ 4.1 โครงสร้างด้านหน้าของรถ	56
รูปที่ 4.2 โครงสร้างด้านข้างของรถ	57
รูปที่ 4.4 กล่องรับค่าความชื้นและส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์	58
รูปที่ 4.5 กล่องเซิร์ฟเวอร์ประมวลผล.....	59
รูปที่ 4.6 การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน.....	60
รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงค่าความชื้นในดินภายในแอปพลิเคชันBLYNK.....	61
รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงผลค่าความชื้นในดินภายในแอปพลิเคชันBLYNK.....	62
รูปที่ 4.9 หน้าต่างแสดงผลกราฟค่าความชื้นในดินต่างและอุณหภูมิ.....	63
รูปที่ 4.10 หน้าต่างแสดงผลภาพจากกล้องวงจรปิดและควบคุมทิศทางภายในแอปพลิเคชันBLYNK	64
รูปที่ 4.11 ภาพแสดงตัวอย่างการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน.....	65
รูปที่ 4.12 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3165	65
รูปที่ 4.13 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6431	66
รูปที่ 4.14 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6527	66
รูปที่ 4.15 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3945	66
รูปที่ 4.16 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 2516	66
รูปที่ 4.17 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3166	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3165	67
รูปที่ 4.19	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6431	67
รูปที่ 4.20	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6527	68
รูปที่ 4.21	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3945	68
รูปที่ 4.22	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 2516	68
รูปที่ 4.23	กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3166	69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน.....	3
-----------------------------------	---



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกษตรกรรมในประเทศไทยนั้นมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจภายในประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ในประเทศประกอบอาชีพเกษตรกร โดยในปัจจุบันได้มีการทำเกษตรยุคใหม่ที่กำลังเป็นเทรนด์ไปทั่วโลก ซึ่งเต็มไปด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรมากมาย ซึ่งถูกนำมาใช้พัฒนาวิธีการทำการเกษตร อำนวยความสะดวกให้กับชีวิตของเกษตรกรยุคใหม่ (Smart Farmer) แทบทุกด้าน รวมถึงช่วยแก้ปัญหาทั้งด้านพื้นที่การเกษตรที่ลดลงเพราะการขยายตัวของสังคมเมือง สภาพดินฟ้าอากาศที่เอาน้ำเอานอนไม่ได้ จำนวนเกษตรกรที่น้อยลง ผลกระทบจากภัยพิบัติ ฯลฯ เพื่อให้พวกเขายังคงมีผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการบริโภคได้

โดยการทำเกษตรอัจฉริยะหรือ Smart Farm เป็นการใช้ประโยชน์จากการเก็บข้อมูลด้านการเกษตรต่าง ๆ ทั้ง สภาพดิน สภาพน้ำ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง พื้นที่เพาะปลูก สถานการณ์เจริญเติบโต ฯลฯ ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงปัญหาและความต้องการที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ช่วยหาแนวทางการทำการเกษตรที่เหมาะสม แม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุดให้กับเกษตรกร และแม้ความต้องการผลผลิตด้านการเกษตรจะเป็นที่ต้องการเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรโลก แต่ในทางกลับกัน จำนวนเกษตรกรปัจจุบันกลับลดน้อยลงเข้าไปทุกที ระบบอัตโนมัติต่าง ๆ จึงมีบทบาทที่สำคัญเพื่อช่วยให้เกษตรกรประหยัดเวลา ประหยัดแรงงานแต่ยังคงสร้างผลผลิตได้เท่าเดิมหรือมากขึ้นกว่าเดิม ในปัจจุบัน Internet of Thing (IoT) นั้นเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตในยุคปัจจุบันเป็นไปได้ง่าย การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวกและง่ายดาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้หลักการเกษตรอัจฉริยะหรือ Smart Farm ร่วมกับเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) เพื่อจัดทำแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ที่สามารถให้น้ำแก่พื้นที่เพาะปลูกได้โดยใช้รถในการเคลื่อนที่และให้น้ำในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก โดยใช้โทรศัพท์มือถือในการควบคุม แสดงข้อมูลต่าง ๆ เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในดิน และสังเกตการณ์พื้นที่เพาะปลูกได้ด้วยวิดีโอถ่ายทอดสด เพื่อให้สามารถติดตามค่าสถานะแวดล้อมและควบคุมระบบการทำงานได้จากระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะหรือ Smart Farm
- 1.2.2 เพื่อศึกษาและออกแบบระบบให้น้ำที่มีประสิทธิภาพจากปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 1.2.3 เพื่อศึกษาระบบควบคุมการให้น้ำในพื้นที่เพาะปลูกและสังเกตการณ์จากระยะไกลผ่านทางโทรศัพท์มือถือ
- 1.2.4 เพื่อเป็นแบบจำลองต้นแบบของระบบให้น้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรแปลงใหญ่

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

- 1.3.1 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 1.3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม Arduino และแอปพลิเคชัน Blynk
- 1.3.3 ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถระบบให้น้ำอัจฉริยะผ่านทางโทรศัพท์มือถือ
- 1.3.4 ออกแบบพาหนะจำลองของระบบให้น้ำอัจฉริยะ

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ

- 1.4.1 ศึกษาข้อมูลที่เป็นและรายละเอียดของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะ
- 1.4.2 ศึกษาหลักการควบคุมมอเตอร์เพื่อใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของแบบจำลอง
- 1.4.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อให้สามารถควบคุมมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนแบบจำลองและเพื่อให้สามารถแสดงค่าที่ต้องการได้
- 1.4.4 ศึกษาหลักการทำงานของมอเตอร์ปั้มน้ำและโซลินอยด์วาล์วเพื่อใช้ในการควบคุมปริมาณน้ำที่ให้แก่พื้นที่เพาะปลูก
- 1.4.5 ติดตั้งโมดูลเพื่อบันทึกค่าตัวแปรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่เพาะปลูก เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ในดิน
- 1.4.6 ศึกษาและจัดทำระบบสังเกตการณ์ด้วยวิดีโอถ่ายทอดสดและระบบควบคุมวิดีโอผ่านทางโทรศัพท์มือถือ
- 1.4.7 ออกแบบและจัดทำแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะ
- 1.4.8 ทดลอง บันทึกข้อมูลและปัญหา ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาและหาข้อสรุปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การนำไปแก้ไข

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4.9 แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1.4.10 จัดทำปฏิญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	ภาคการศึกษาที่ 1					ภาคการศึกษาที่ 2				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบให้น้ำอัจฉริยะ	←→									
2.วางแผนและออกแบบระบบให้น้ำอัจฉริยะ	←→									
3.จัดหาอุปกรณ์ และรวบรวมข้อมูล	←→									
4.เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมและแสดงผลของระบบให้น้ำอัจฉริยะ			←→							
5.ทดลองและบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง				←→						
6.หาแนวทางการแก้ปัญหาและปรับปรุงแก้ไข				←→						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการสอนเพื่อการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7.จัดทำรูปเล่ม นำเสนอโครงการภาค การศึกษาที่ 1				↔						
6.บันทึกข้อมูลปัญหาที่ เกิดขึ้นและหาแนว ทางการแก้ไขปัญหา					↔					
7.แก้ไขปัญหา ปรับปรุงและพัฒนา ระบบให้น้ำอัจฉริยะให้ มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น						↔				
8.การทดลองและเก็บ ค่าผลการทดลอง							↔			
9.จัดทำรูปเล่มปริญา นิพนธ์และนำเสนอ โครงการภาคการศึกษา ที่ 2									↔	

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 สามารถทำแบบจำลองรถขับเคลื่อนระบบให้น้ำอัจฉริยะต้นแบบได้
- 1.6.2 สามารถควบคุมแบบจำลองรถขับเคลื่อนระบบให้น้ำอัจฉริยะผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้
- 1.6.3 สามารถสังเกตการณ์พื้นที่เพาะปลูกโดยถ่ายทอดสดผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้
- 1.6.4 สามารถนำไปต่อยอดและปรับใช้ในพื้นที่เพาะปลูกได้จริง
- 1.6.5 ได้ความรู้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมและแสดงผล
- 1.6.6 เป็นต้นแบบให้แก่ผู้ที่สนใจการทำเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things)

Internet of Things คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ช่วยจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ

แนวคิดของ Internet of Things (Concept of Internet of Things) แนวคิดเดิมมาจาก Kevin Ashton บิดาแห่ง Internet of Things ในปี 1999 ในขณะที่ทำงานวิจัยอยู่ที่มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT เขาได้ถูกเชิญให้ไปบรรยายเรื่องนี้ให้กับบริษัท Procter & Gamble (P&G) เขาได้นำเสนอโครงการที่ชื่อว่า Auto-ID Center ต่อยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ที่ในขณะนั้นถือเป็นมาตรฐานโลกสำหรับการจับสัญญาณเซนเซอร์ต่าง ๆ (RFID Sensors) ว่าตัวเซนเซอร์เหล่านั้นสามารถทำให้มันพูดคุยเชื่อมต่อกันได้ผ่านระบบ Auto-ID ของเขา โดยการบรรยายให้กับ P&G ในครั้งนั้น Kevin ก็ได้ใช้คำว่า Internet of Things ในสไลด์การบรรยายของเขาเป็นครั้งแรก โดย Kevin นิยามเอาไว้ตอนนั้นว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถสื่อสารกันได้ก็ถือเป็น “internet-like” หรือพูดง่าย ๆ ก็คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สื่อสารแบบเดียวกันกับระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง โดยคำว่า “Things” ก็คือคำใช้แทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เหล่านั้น ต่อมาในยุคหลังปี 2000 มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกผลิตออกจัดจำหน่ายเป็นจำนวนมากทั่วโลก จึงเริ่มมีการใช้คำว่า Smart ซึ่งในที่นี้คือ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation ต่าง ๆ เหล่านี้ ล้วนถูกฝัง RFID Sensors เสมือนกับการเติม ID และสมอง ทำให้มันสามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งการเชื่อมต่อเหล่านั้นเองก็เลยมาเป็นแนวคิดที่ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นก็ย่อมสามารถสื่อสารกันได้ด้วยเช่นกัน โดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน นั่นแปลว่านอกจาก Smart Device ต่าง ๆ จะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้แล้ว ยังสามารถเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

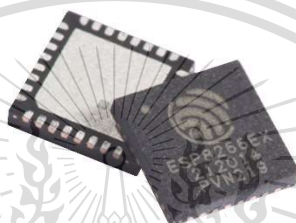
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1 อีเอสพี8266 (ESP8266)

2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของ ESP8266 (Information of ESP8266)

ESP8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Espressif (เซี่ยงไฮ้, ประเทศจีน) มีคุณสมบัติเด่นคือการเชื่อมต่อ Wi-Fi ที่มาพร้อมกับ Full TCP/IP Stack ตัวชิปมีราคาถูก อีกทั้งการเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หมายถึงสามารถเขียนโปรแกรมลงในตัวมันได้เลย ด้วยข้อดีต่าง ๆ ทั้งราคาถูก เขียนโปรแกรมได้ มีฟังก์ชัน Wi-Fi ติดมาพร้อม ทำให้ ESP8266 เป็นสิ่งที่ตอบสนองต่อการมาของยุค Internet of Things จึงทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย



รูปที่ 2.1 ESP8266

(แหล่งข้อมูล <http://fitrox.lnwshop.com/article/28/esp8266->)

โมดูล ESP8266 มีหลายรุ่น และมีรุ่นใหม่พัฒนาออกมาเรื่อย ๆ โดยโครงสร้างและขาที่ใช้งานก็จะมีลักษณะคล้ายกันคือ

GPIO0: เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ

GPIO15: เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน

CH_PD: หรือ EN: เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ ให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND

Reset: ต่อกับไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ โดยเมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อกับไฟ GND

VCC: เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6V

GND: ต่อกับไฟ 0V

GPIO: เป็นขาดิจิตอล INPUT/OUTPUT ทำงานที่ไฟ 3.3V

ADC: เป็นขา Analog INPUT รับแรงดันสูงสุด 1V ความละเอียด 10bit หรือ 1024 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

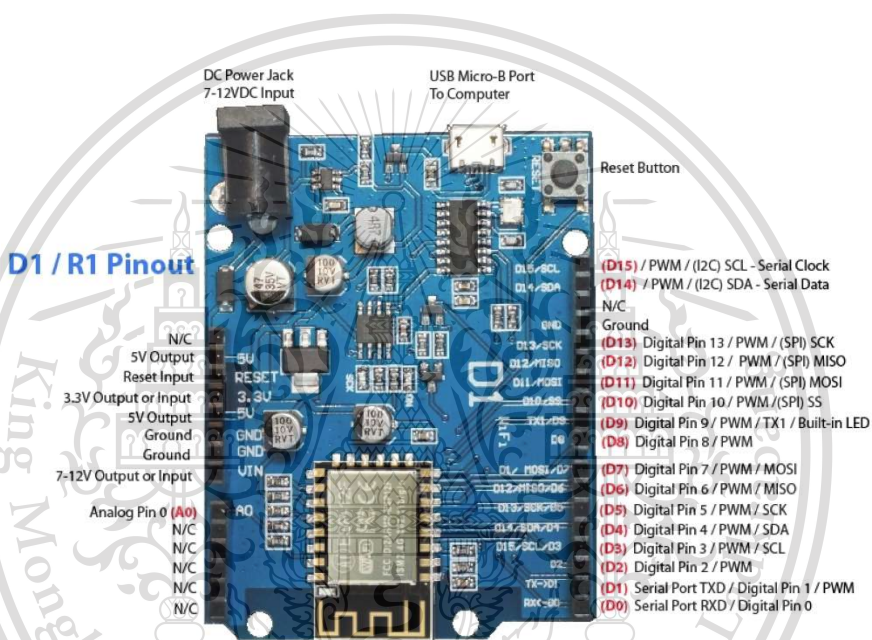
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1 บอร์ด WeMos D1 WiFi (WeMos D1 ESP8266)

2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบอร์ด Wemos D1 WiFi

WeMos D1 เป็นบอร์ดที่นำเอา Arduino UNO R3 กับ ESP8266 Wi-Fi มารวมกันในบอร์ด ๆ เดียวทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องต่อสายไฟเอง บอร์ดรุ่นนี้จะไม่มียา Sync. แคมมาให้เพราะผู้ใช้งานสามารถใช้งานสาย Micro USB Cable ที่ใช้กับมือถือ Android ทั่วไปได้เลยครับ ส่วนในการอัปโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ด เราสามารถใช้กับโปรแกรม Arduino IDE ได้เลย แต่จำเป็นต้องติดตั้ง USB Driver ก่อนการใช้งาน



รูปที่ 2.2 บอร์ด WeMos D1 WiFi

(แหล่งข้อมูล <https://medium.com/@kprappcompile/wemos-d1-wifi-cbc7e4de861>)

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับบอร์ด WeMos D1 WiFi

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์: ESP-8266EX
- จำนวนอินพุตเอาต์พุต (I/O pins): 11
- อินพุตอานาลอกจำนวน 1 ช่อง (รับแรงดันสูงสุด: 3.2 Vdc)
- ความเร็วสัญญาณนาฬิกา: 80MHz/160MHz
- หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash memory): 4M Bytes
- แรงดันไฟเลี้ยงที่จ่ายให้บอร์ด 9-24 Vdc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 ซีเอ็นซีชีลด์ (CNC Shield)

2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องซีเอ็นซี (Information about CNC machines)

เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) คือ เครื่องจักรกลแบบอัตโนมัติที่มีการทำงานด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยตัวเครื่องจะทำงานตามแบบที่เราได้จัดใส่โปรแกรมการทำงานเข้าไป และสามารถใช้ได้หลายภาษา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องจักรชนิดนี้กับงานโลหะที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำ หรือมีความซับซ้อนสูง โดยมีจุดประสงค์ในสร้างเครื่อง CNC ขึ้นมาเพื่อให้สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติในแบบรวดเร็ว แม่นยำ และสามารถทำงานในแบบที่ซับซ้อนได้ดี ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมมุมต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ทำให้ชิ้นงานออกมามีคุณภาพดี

2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี (Principle of CNC machine)

การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

- ระบบควบคุมการเคลื่อน (Movement)
- ระบบควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)

เครื่อง CNC มีระบบควบคุมที่ป้อนข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเครื่องผ่านแผงคีย์บอร์ด / แป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมและนำข้อมูลไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล โดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Motor) เพื่อให้แท่นเคลื่อนเคลื่อนที่ตามคำสั่ง เช่น เครื่อง CNC จะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่อยู่ 2 ตัว หรือ เครื่องกัด CNC จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว โดยระบบควบคุมอ่านโปรแกรมและเปลี่ยนรหัสโปรแกรมเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมมอเตอร์ แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ จึงส่งสัญญาณผ่านภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณต่อไปยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนตามที่โปรแกรมกำหนด ทั้งความเร็วและระยะทาง การเคลื่อนที่ของแท่นเคลื่อนจะถูกโปรแกรมล่วงหน้า เพื่อควบคุมเครื่อง CNC และมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ตรวจสอบตำแหน่งของแท่นเคลื่อนให้ระบบควบคุม เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Liner Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่อง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเคลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3 การใช้งาน CNC Shield สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อ CNC shield V3 เข้ากับบอร์ด Arduino

(แหล่งข้อมูล <https://www.myarduino.net/product/2064/cnc-shield-v3-for-arduino-uno>)

Arduino CNC Shield เป็น shield ที่ใช้ในการควบคุม Stepper motor ได้พร้อมกันถึง 4 ตัว สามารถต่อเข้ากับบอร์ด Arduino ที่มี Layout & Pin เป็นแบบ R3 ได้โดยตรง สามารถใช้งานได้กับไฟแรงดัน 12-36 Vdc สั่งการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ด้วยไดรเวอร์ A4988 / DRV8825 Stepper drivers

2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper motor)

2.3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน (Brushless DC motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่านเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ synchronous (AC Synchronous) สามเฟสหรือจะเป็นแบบ permanent magnet synchronous motor (PMSM) ซึ่งต้องใช้ไฟสามเฟสในการขับ ซึ่งในอดีตเราจะเห็นการใช้งานมอเตอร์ AC Synchronous นี้ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีแหล่งจ่ายไฟสามเฟส มอเตอร์เหล่านี้จะหมุนด้วยความเร็วที่เป็นจำนวนเท่า (หรือที่เรียกว่า ซิงค์) ของความถี่ของไฟสามเฟสที่จ่าย (เช่น 50 Hz) ข้อจำกัดในการปรับความเร็วรอบจึงทำให้มอเตอร์ประเภทนี้ไม่ถูกใช้งานมากนักในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปในครัวเรือน ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน เราสามารถควบคุมความเร็วรอบที่ค่าต่าง ๆ โดยไม่ต้องซิงค์กับ 50 Hz ได้ไม่ยาก ด้วยอุปกรณ์การขับที่เรียกว่า inverter ซึ่งทำงานโดยการรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมาสร้างเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสจ่ายให้กับมอเตอร์ ซึ่งจริง ๆ แล้ว DC มอเตอร์เองก็ใช้วิธีสลับทิศทางการจ่ายกระแส (commute) จากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจ่ายให้ขดลวดผ่าน Commutator ซึ่งใช้แปรงถ่านในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการอื่น ๆ หน้าที่นี้แต่ในกรณีของ BLDC จะออกแบบให้ขดลวดอยู่นิ่ง (stator) และมีแม่เหล็กถาวรหมุนได้ แล้วใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิธีการสลับทิศทางกระแสจ่ายให้ขดลวดด้วยวงจรไฟฟ้าแทนการใช้แปร่งถ่าน จึงกลายเป็นที่มาของชื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปร่งถ่าน

2.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Information about Stepper motor)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปร่งถ่าน (Brushless DC motor หรือ BLDC) ซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้น ขั้นละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวนั้น ๆ สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ป ๆ ได้ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิทัล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดร์ (Disk drive) ฯลฯ

2.3.3 การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

ในการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใด ๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้น ๆ เป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของสเต็ปเปอร์มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

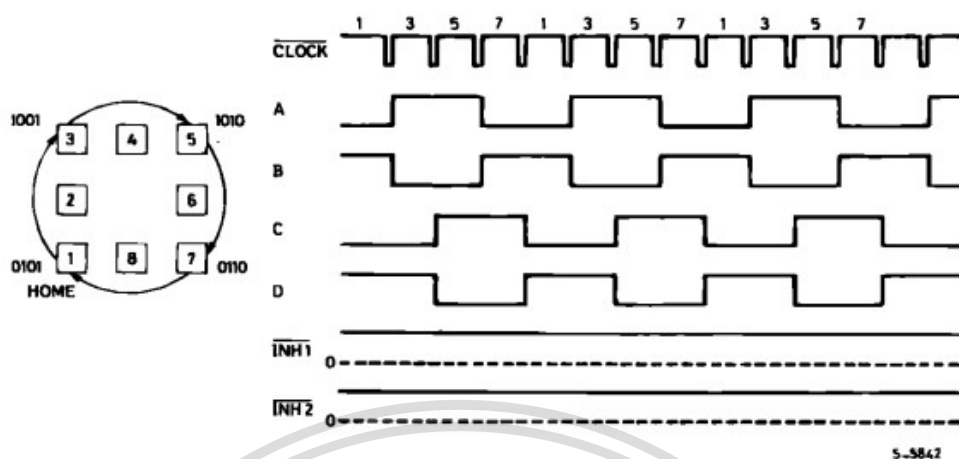
2.3.3.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีคือ

1. การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ (Wave) แสดงดังรูปที่ 2.4 จะเป็นการบ่อนกระแสไฟให้กับขดลวดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทีละขด โดยจะบ่อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวดจะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับเคลื่อนของมอเตอร์มีน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

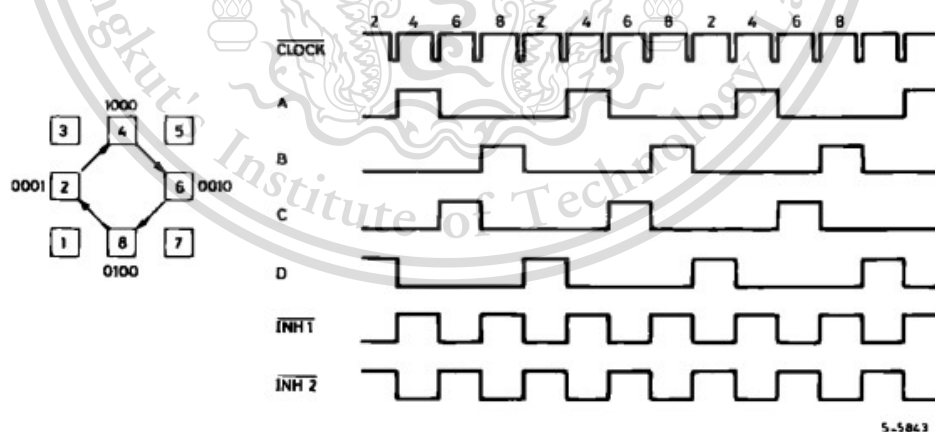
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.4 สัญญาณกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส

(แหล่งข้อมูลจาก <http://panmaneecnc.blogspot.com/2018/02/>)

2. การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์พร้อม ๆ กันไป และกระตุ้นเฟสเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับการกระตุ้นแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นเฟสแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส



รูปที่ 2.5 สัญญาณกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

(แหล่งข้อมูลจาก <http://panmaneecnc.blogspot.com/2018/02/>)

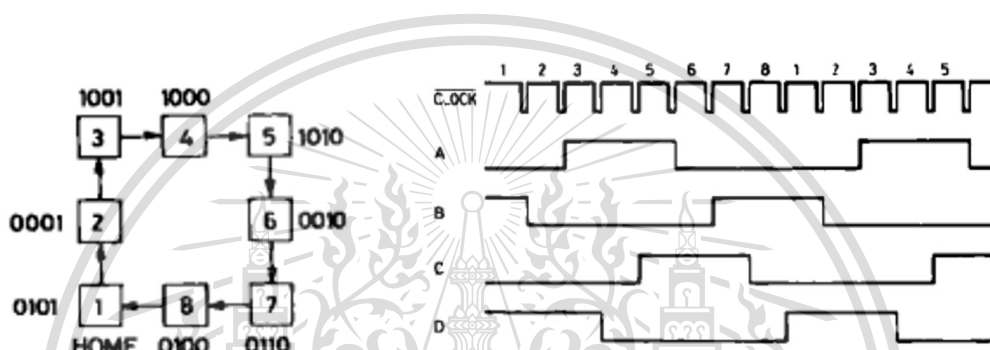
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.3.2 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือ One-Two phase Driver

คือการกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกัน แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้จะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของสเต็ปเท่ากับระยะของการกระตุ้นเพียงครั้งเดียวฟูลสเต็ปทั้ง 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนและตำแหน่งองศาต่อสเต็ปก็เป็น 2 เท่าของการกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 2.6 สัญญาณกระตุ้นแบบฮาล์ฟสเต็ป

(แหล่งข้อมูลจาก <http://panmaneecnc.blogspot.com/2018/02/>)

2.3.4 โปรแกรมในการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์หรือคือการควบคุมการจ่ายกระแสให้กับขาสัญญาณในแต่ละเฟส โดยสามารถกำหนดสถานะของขาสัญญาณได้ด้วยคำสั่ง `pinMode(pin,status)` โดยจะกำหนดให้แต่ละขามาสถานะเป็น OUTPUT เพื่อเตรียมส่งสัญญาณไปยังสเต็ปเปอร์มอเตอร์ และในการควบคุมการส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์แต่ละเฟสจะใช้คำสั่ง `digitalWrite(pin,status)` เพื่อกดหนดขาที่ต้องการจ่ายไฟเพื่อกระตุ้นเฟสนั้น ๆ และใช้การสลับเฟสเพื่อกระตุ้นให้มอเตอร์เหริยวนำและเคลื่อนที่ตามที่กำหนด

2.3.4.1 ตัวอย่างโปรแกรมกำหนดการเคลื่อนที่ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

กำหนดสถานะของขาสัญญาณแต่ละขา โดยจะประกอบด้วยขาสัญญาณระบุทิศทาง `dirPinX`, `dirPinY`, และ `dirPinZ` ในส่วนของขาสัญญาณควบคุมการหมุนของมอเตอร์ประกอบด้วยขา `stepPinX`, `stepPinY`, และ `stepPinZ`

```
pinMode(stepPinX,OUTPUT);
```

```
pinMode(dirPinX,OUTPUT);
```

```
pinMode(stepPinY,OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
pinMode(dirPinY,OUTPUT);
pinMode(stepPinZ,OUTPUT);
pinMode(dirPinZ,OUTPUT);
```

ควบคุมรอบการหมุนด้วยคำสั่ง digitalWrite() เพื่อกำหนดขาสัญญาณที่ต้องการส่งกระแสกระตุ้นเฟสไปในแต่ละเฟส และใช้คำสั่ง delay() หน่วงเวลาเพื่อกำหนดความเร็วในการหมุนของมอเตอร์

```
digitalWrite(dirPinX,LOW);
digitalWrite(dirPinY,LOW);
digitalWrite(dirPinZ,HIGH);
digitalWrite(stepPinX,HIGH);
digitalWrite(stepPinY,HIGH);
digitalWrite(stepPinZ,LOW);
delayMicroseconds(speed1);
digitalWrite(stepPinX,LOW);
digitalWrite(stepPinY,LOW);
digitalWrite(stepPinZ,HIGH);
delayMicroseconds(speed1);
```

2.4 Arduino IDE

2.4.1 โปรแกรม Arduino IDE

โปรแกรม Arduino IDE หรือย่อมาจาก Arduino Integrated Development Environment (IDE) เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนซอฟต์แวร์สำหรับแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์ส (Open-Source platforms) นี้ แพลตฟอร์ม Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมที่ออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้งานทั่วไป ได้แก่ หุ่นยนต์เทคโนโลยีการปรับปรุงบ้านคอมพิวเตอร์ที่สวมใส่ได้และแอปพลิเคชันอิเล็กทรอนิกส์ที่แปลกใหม่ Arduino IDE มีสภาพแวดล้อมที่อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์ใช้โปรแกรมเดี่ยวตั้งแต่ต้นจนจบ มันสามารถติดตามไฟล์หลาย ๆ ไฟล์ในโครงการซึ่งช่วยให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้นหรือ

เอกสารนี้เป็นโมดูลาร์เพื่อจัดการโครงการของพวกเขา IDE ยังรวบรวมรหัสตัวเองทำการดีบัก(Debug) พื้นฐานและส่ง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รหัสโดยตรงไปยังบอร์ด Arduino ซึ่งจะใช้ bootloader Arduino เพื่อเขียนโปรแกรมใหม่ลงในหน่วยความจำ

2.4.2 ภาษา C/C++

ภาษาซี (C) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมทั่วไป ถูกพัฒนาโดยเดนนิส ริตชี (Dennis Ritchie) เมื่อประมาณต้นปีค.ศ. 1970 เพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ แทนภาษาแอสเซมบลี ซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำที่สามารถกระทำในระบบฮาร์ดแวร์ได้ด้วยความรวดเร็ว แต่จุดอ่อนของภาษาแอสเซมบลีก็คือความยุ่งยากในการโปรแกรม ความเป็นเฉพาะตัว และความแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่อง ต่อมาถูกนำไปใช้ในระบบปฏิบัติการต่าง ๆ จนถูกใช้เป็นภาษาพื้นฐานสำหรับภาษาอื่น เช่น ภาษาจาวา (Java), ภาษาพีเอชพี (PHP), ภาษาซีชาร์ป (C#), ภาษาซีพลัสพลัส (C++), ภาษาเพิร์ล (Perl), ภาษาไพทอน (Python) หรือภาษารูบี้ (Ruby) ภาษาซีเป็นภาษาเขียนโปรแกรมระบบเชิงคำสั่ง (หรือเชิงกระบวนการ) ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้แปลด้วยตัวแปลโปรแกรมแบบการเชื่อมโยงที่ตรงไปตรงมา สามารถเข้าถึงหน่วยความจำในระดับล่าง ภาษา C แม้จะเป็นภาษาระดับสูง แต่ก็สามารถใช้เป็นภาษาเครื่องได้เป็นอย่างดี

ภาษาซีพลัสพลัส (C++) คือภาษา C programming language รุ่นใหม่ เป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ถูกพัฒนาโดย Dr.Bjarne Stroustrup ซึ่งเป็นนักวิจัยอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ Bell Labs ประเทศสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 ภาษา C++ เกิดจากแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพภาษา C โดยได้นำความสามารถของภาษา C มาพัฒนาให้เป็นโปรแกรมภาษาที่มีความเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) จากการพัฒนานี้ทำให้ทุกสิ่งที่ภาษา C ทำได้ ภาษา C++ ก็จะสามารถทำได้ แต่สิ่งที่ภาษา C++ ทำได้ภาษา C อาจจะทำไม่ได้คือภาษา C++ ถูกออกแบบมาสำหรับการทำงานภายใต้สิ่งแวดล้อมระบบปฏิบัติการ UNIX ด้วยภาษา C++ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การเขียนโปรแกรมเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ (reusability) ก็สามารทำได้ง่ายขึ้น

2.4.3 โครงสร้างของโปรแกรม Arduino IDE

ภาษาซีของโปรแกรม Arduino IDE จะจัดรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรม ออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชัน และเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า โปรแกรม โดยโครงสร้างในการเขียนโปรแกรมของ Arduino IDE นั้นทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ และมีโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino IDE นั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.3.1 Header ในส่วนนี้จะไม่มีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่างๆที่จะใช้ในโปรแกรม

2.4.3.2 `setup()` ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังคงจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา `{}` ที่ใช้เป็นตัวกำหนดของเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องทำให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

2.4.3.3 `loop()` เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม เช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน `setup()` โดยฟังก์ชัน `loop()` นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชัน `main()` นั่นเอง

2.5 BLYNK Application

ในยุคปัจจุบันอินเทอร์เน็ตมีบทบาทในชีวิตประจำวันและฝังตัวอยู่ในอุปกรณ์รอบตัวที่เราใช้กันประจำ ตัวอย่างเช่น Computer, Smartphone, Smart TV, Smart Plug, Smart Device สำหรับวัดสภาพแวดล้อม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ อีกมากมาย อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นล้วนสามารถสื่อสารกันอย่างเป็นระบบด้วยอินเทอร์เน็ตได้ทั้งสิ้น หรือสามารถเรียกรวม ๆ ว่าอุปกรณ์ IoT (Internet of Things) หากมองในส่วนของกลุ่มนักพัฒนาอุปกรณ์จำพวก บอร์ด NodeMCU, บอร์ด Raspberry Pi, หรือแม้กระทั่งบอร์ด Arduino ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ก็ถือว่าเป็นอุปกรณ์ IoT แทบทั้งสิ้น

หากเราต้องการจะเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่กล่าวมาาร่วมกัน จำเป็นต้องมีตัวกลางในการเชื่อมต่อ ซึ่งในกรณีที่เราจะทำการระบบ IoT อย่างใดอย่างหนึ่งจะต้องนำความรู้หลายส่วนมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ตัวอย่างเช่น การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ การส่งข้อมูลขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ การเขียนแอปพลิเคชันที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานกับตัวฮาร์ดแวร์ ซึ่งทั้งหมดนี้หากจะศึกษาจะใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นในบทความนี้เรากล่าวถึง BLYNK Platform ที่จะทำให้อุปกรณ์ IoT สามารถเชื่อมกันได้ง่าย

2.5.1 BLYNK Platform

BLYNK Platform เป็น Open Source แบบ GNU General Public License ที่เราสามารถนำไปใช้งานได้จริง สามารถนำไปต่อยอดเพื่อการค้า แก้ไขปรับปรุงโค้ดจากต้นฉบับ นำไปคัดลอก แจกจ่ายเผยแพร่ได้ ซึ่งออกแบบมาสำหรับงาน IoT ที่จะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อเข้ากับระบบผ่านไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อินเทอร์เน็ตได้โดยง่าย สามารถควบคุมการทำงานอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จากระยะไกลผ่าน Application บน Smartphone

2.5.2 องค์ประกอบของBLYNK platform

BLYNK ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนดังนี้

2.5.2.1 BLYNK App คือ แอปพลิเคชันที่ใช้งานบน Smartphone โดยจะมี Widgets ต่าง ๆ สำหรับการแสดงผลและการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

2.5.2.2 BLYNK Server คือ ตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมดสามารถใช้ BLYNK Cloud ของทาง BLYNK platform หรือตั้ง Server ส่วนตัวเองผ่าน Single Board computer เช่นบอร์ด Raspberry Pi หรือ บอร์ดอื่นๆ สามารถใช้งานได้เช่นกัน

2.5.2.3 BLYNK Libraries คือ ชุด Libraries สำหรับเรียกใช้งานคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุม BLYNK เพื่อการพัฒนาโปรแกรมบน platform ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

2.5.3 ฟังก์ชันคำสั่งที่สำคัญสำหรับใช้งานแอปพลิเคชัน BLYNK

2.5.3.1 ฟังก์ชันสำหรับการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์

- Blynk.begin(auth, ssid, pass) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าการเชื่อมต่อ Blynk เซิร์ฟเวอร์กับสัญญาณ Wi-Fi โดยที่ auth คือ Token ของเซิร์ฟเวอร์ Blynk สามารถขอรับได้จากการขอ Token จากแอปพลิเคชัน ssid คือ ชื่อของสัญญาณ WIFI ที่จะทำการเชื่อมต่อ และ pass คือ รหัสผ่านของสัญญาณ WIFI นั้น ๆ

- Blynk.connect() เป็นฟังก์ชันที่จะพยายามทำการเชื่อมต่อกับ Blynk เซิร์ฟเวอร์และส่งกลับค่า TRUE และจะส่งกลับค่า FALSE หากไม่มีการตอบสนองของเซิร์ฟเวอร์ใน 30 วินาที

- Blynk.connected() เป็นฟังก์ชันที่จะส่งกลับค่า TRUE หากฮาร์ดแวร์สามารถเชื่อมต่อกับ Blynk เซิร์ฟเวอร์ได้ และส่งกลับค่า FALSE หากไม่มีการตอบสนองของ Blynk เซิร์ฟเวอร์

- Blynk.disconnect() เป็นฟังก์ชันที่จะตัดการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์กับBlynkเซิร์ฟเวอร์

- Blynk.run() เป็นฟังก์ชันสำหรับควบคุมให้ Blynk ทำงานและมีการประมวลผล หรืออัปเดตข้อมูลกับเซิร์ฟเวอร์ โดยทั่วไปจะถูกเรียกใช้ภายใต้ฟังก์ชัน void loop()

2.5.3.2 ฟังก์ชันสำหรับควบคุมVirtual pins

- Blynk.virtualWrite(vPin, value) เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อส่งข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ไปยัง Virtual pin

- BlynkTimer เป็นคำสั่งสำหรับการกำหนดตัวแปรสำหรับนับเวลาหรือระยะเวลาในหน่วยมิลลิวินาที (milli-second) เพื่อให้สามารถกำหนดเวลาของการรับหรือส่งข้อมูลเป็นช่วง ๆ ได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- BLYNK_WRITE(vPIN) เป็นฟังก์ชันที่สร้างขึ้น โดยฟังก์ชันจะถูกเรียกใช้เมื่อมีการกดปุ่มหรือสวิตช์ของแอปพลิเคชันที่ขา Pin ที่เรากำหนดไว้ เพื่อส่งคำสั่งภายในฟังก์ชันไปยังบอร์ด

- BLYNK_READ(vPIN) เป็นฟังก์ชันที่สร้างขึ้นเพื่อจะรับค่าของขา Virtual Pin เพื่อส่งกลับไปยังเซิร์ฟเวอร์

- Blynk.notify เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับแสดงข้อความบนแอปพลิเคชันตามที่เรากำหนด

2.5.3.3 ฟังก์ชันสำหรับควบคุมขานาฬิกาและขาดีจิตอล

Library ของ Blynk สามารถใช้งานคำสั่งพื้นฐานในการควบคุมสัญญาณ input-output ของขานาฬิกาและดีจิตอลได้ โดยคำสั่งที่ใช้งานได้มีดังนี้

- digitalWrite

- digitalWrite

- analogRead

- analogWrite

การใช้งานนั้นไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมฮาร์ดแวร์พื้นฐาน เช่น LED, รีเลย์และเซนเซอร์อนาล็อก เพียงเลือกขาตอบสนองภายในแอปพลิเคชัน Blynk ให้ถูกต้อง

2.6 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ ระบบวาล์วที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการควบคุมการเปิด/ปิดวาล์ว โดยใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวด เพื่อบังคับควบคุมแท่งเหล็กที่ทำหน้าที่เป็นลิ้นวาล์วในการเปิดหรือปิด เพื่อให้ น้ำ, อากาศ, ก๊าซ ฯลฯ ไหลผ่าน โซลินอยด์วาล์วที่ทำงานด้วยไฟฟ้ามีทั้งชนิด 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะโซลินอยด์วาล์วชนิด 2/2 ซึ่งใช้ในการควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วของเหลวและก๊าซเท่านั้น ส่วนวาล์วชนิด 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 โดยส่วนใหญ่จะใช้งานกับระบบนิวเมติกส์(Pneumatic System) และ ระบบไฮดรอลิก(Hydraulic System)

2.6.1 ชนิดของโซลินอยด์วาล์ว

โดยทั่วไปแล้วผู้ผลิตส่วนใหญ่จะมีการระบุชนิดของโซลินอยด์วาล์วให้อยู่ในรูปแบบของชุดตัวเลขเช่น 2/2, 4/2 หรือ 5/2 นั้น เพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบเกี่ยวกับชนิดและรูปแบบของวาล์วควบคุมของไหลรุ่นนั้นๆ ว่ามีคุณสมบัติและการทำงานอย่างไร ซึ่งชุดตัวเลขดังกล่าวจะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. ตัวเลขชุดแรกที่อยู่ด้านหน้า (ก่อนเครื่องหมายทับ /) จะเป็นตัวเลขที่ระบุว่าวาล์ว

ควบคุมของไหลตัวนั้น มีจำนวนทางเข้า/ออกกี่รู หรือเรียกสั้นๆว่า port ยกตัวอย่างเช่น วาล์วควบคุมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ไหลชนิด 3/2 way ก็ จะหมายความว่า วาล์วควบคุมของไหลตัวนี้มีพอร์ตสำหรับนำของเหลวเข้าหรือจ่ายของเหลวออก (Inlet+Outlet) ได้ 3 ports นั้นเอง

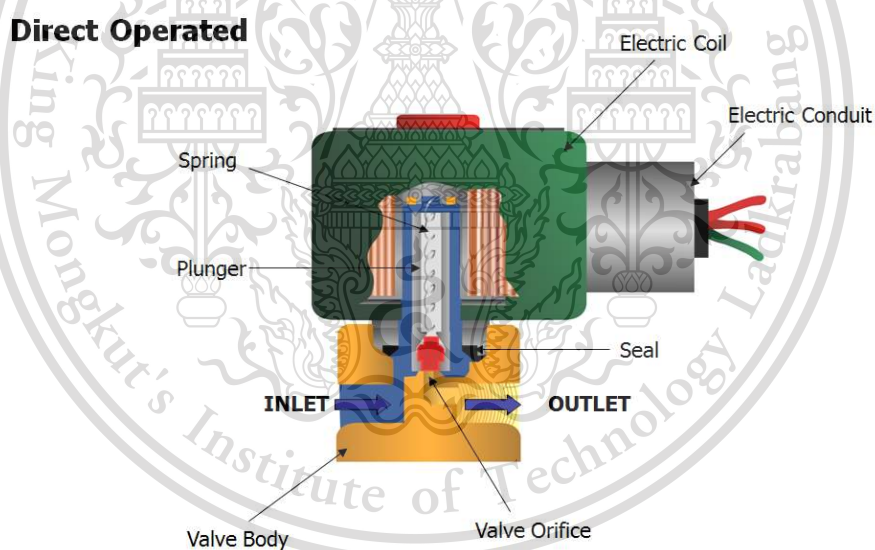
2. ตัวเลขชุดที่สองอยู่ด้านหลัง (หลังเครื่องหมายทับ /) จะเป็นตัวเลขที่บอกถึงจำนวนสถานะ(Status) หรือ จำนวนตำแหน่ง(Position) ของวาล์ว เช่น วาล์ว 2/2 หมายความว่าวาล์วมี 2 พอร์ต และมี 2 สถานะคือ เปิดและปิดเป็นต้น

2.6.2 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วชนิด 2/2

โซลินอยด์วาล์วชนิด 2/2 มีการควบคุมการทำงานให้เปิด/ปิดได้ด้วยทั้ง 3 ระบบดังนี้

1. ระบบเปิดปิดโดยตรง (Direct Acting หรือ Direct Operated)

ระบบเปิดปิดโดยตรงของโซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดโดยตรงนั้น มีทางเข้าหนึ่งทาง และ ทางออกหนึ่งทาง พุน (Plunger) ซึ่งมีซีล อยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่ เปิดและ ปิด รูทางผ่าน (Orifice) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้า หรือ ตัดไฟฟ้าออกจากคอยล์



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด/ปิดโดยตรง

(แหล่งข้อมูลจาก <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/>)

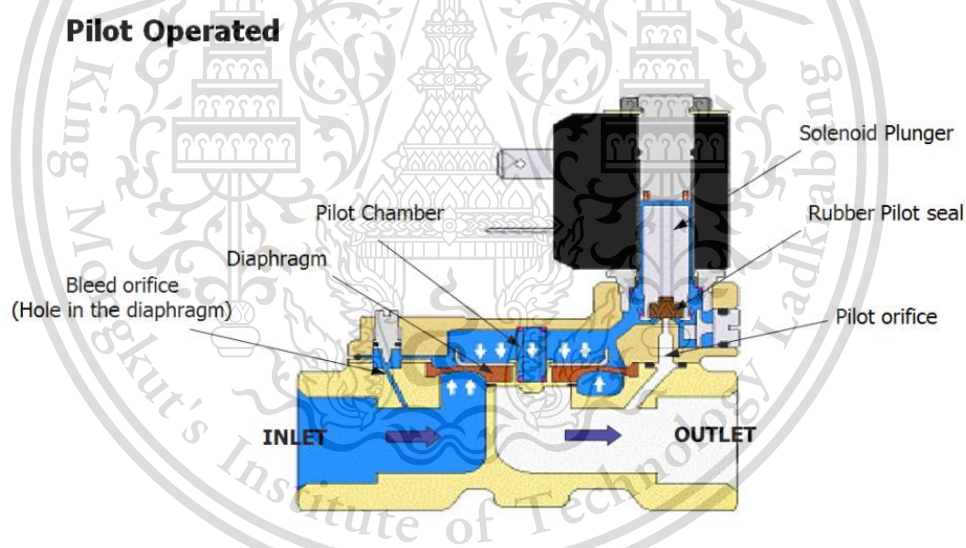
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Indirect Acting หรือ Pilot Operated)

ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Pilot control) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดทางอ้อมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทาง และ ทางออกหนึ่งทาง รูทางผ่านหลัก (Main orifice) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นผิวด้านบน และด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) เกิดการเสียสมดุล ในขณะที่ยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหล จะมีความดันส่งไปทั้งในช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่นไดอะแฟรม และในขณะเดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นผิวด้านล่าง แต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวรอบ ๆ รูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบน เมื่อต้องการให้วาล์วเปิด โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์ พุน (Plunger) ของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยกเปิดและระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของไดอะแฟรมทิ้งออกไปทางรู (Orifice) ย่อยของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วย ยังส่งผลให้เกิดการเสียสมดุลของแผ่นไดอะแฟรมจนเกิดการเคลื่อนที่เปิดรูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไปได้



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด/ปิดทางอ้อม

(แหล่งข้อมูลจาก <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/>)

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบเปิดปิดทางอ้อม ความดันของขาเข้าและขาออกจำเป็นต้องมีความแตกต่างกันในค่าหนึ่งตามที่กำหนดของผู้ผลิต (Minimum- differential pressure) เพื่อให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าวาล์วที่ทำงานในระบบเปิด/ปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์วาล์วที่ทำงานด้วยระบบเปิด/ปิดโดยตรงมาเป็นตัวช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้อง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

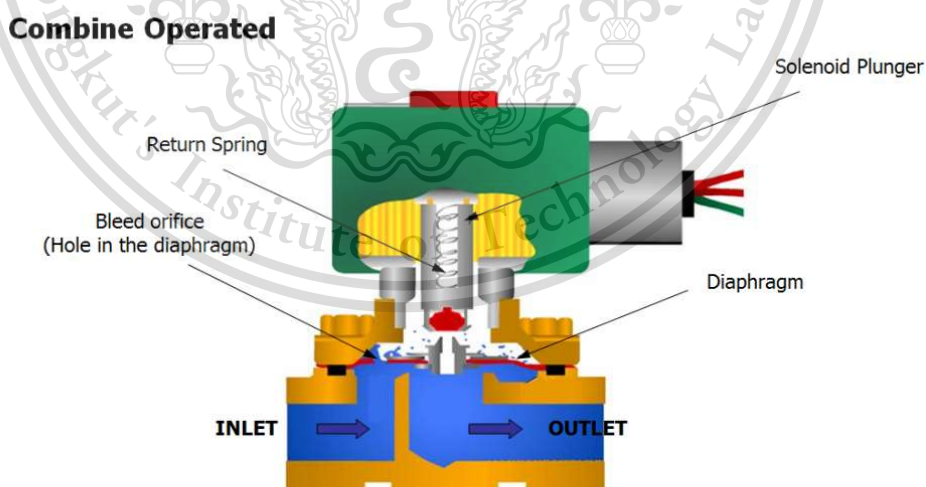
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตามและ เพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการสึกหรออย่างรวดเร็วของแผ่นไดอะแฟรม

ควรรอกแบบการใช้งานโดยคำนึงถึงค่า Kv (อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดัน ต่างศักย์ 1 bar) ตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้นมีค่าไม่เกินค่า Kv ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากความดันของขาเข้าในขณะที่ วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหลไหลออกทางขาออกโดยอิสระ (free outlet) จะต้องมีการจำกัดอัตราการไหล ของขาออกเพื่อรักษาให้ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออกไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่นไดอะแฟรมจะเกิดการกระแทกกับปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรงเมื่อปิดวาล์ว ทำให้แผ่นไดอะแฟรมสึกหรอและเสียหายอย่างรวดเร็ว

3. ระบบลูกผสม (Combined Acting หรือ Combine Operated)

โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบลูกผสมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลัก (Orifice) ซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้นเป็นการผสมผสานทั้งการทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบนและด้านล่าง ของแผ่นไดอะแฟรมเสียดุลรวมกับแรงที่พุ่ง (Plunger) ของโซลินอยด์ตัวช่วยออกแรงยกแผ่นไดอะแฟรมโดยตรงด้วย การทำงานหลักๆของแผ่นไดอะแฟรมนั้นเหมือนกับโซลินอยด์วาล์วระบบเปิด/ปิดทางอ้อมแต่จะต่างกันตรงที่แม้ว่าจะมีความดันขาเข้าเพียงน้อยนิดวาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วยแรงยกของพุ่ง (Plunger)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วระบบผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (แหล่งข้อมูลจาก <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/>)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วชนิดระบบลูกผสม นอกจากข้อยกเว้นที่วาล์วชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีความต่างศักย์ของความดันระหว่างขาเข้าและขาออกก็สามารถควบคุมการเปิด/ปิดได้แล้ว ข้อควรระวังอื่น ๆ จะเหมือนกับวาล์วระบบเปิด/ปิดทางอ้อมทุกประการ

2.7 แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน (Lithium Ion Batteries)

2.7.1 ข้อมูลเกี่ยวกับแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) หรือตัวย่อคือ “Li-Ion” เป็นแบตเตอรี่คุณภาพสูง ชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Rechargeable Battery) หรือใช้ซ้ำได้ เริ่มออกจำหน่ายครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) โดยบริษัท SONY โดยในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องมีการเก็บพลังงานไฟฟ้า อาทิเช่น หุ่นยนต์ดูดฝุ่น หุ่นยนต์เข็ดกระจก นอกจากนี้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนยังเป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ทำให้อุปกรณ์ที่เคยมีขนาดใหญ่มีขนาดเล็กลงและน้ำหนักเบา พกพาสะดวก รวมถึงมีระยะเวลาใช้งานก่อนจะประจุไฟใหม่นานมากขึ้น แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนมีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด และรถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีความพยายามนำแบตเตอรี่ชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ด้านอวกาศ ด้านการทหาร ด้านการไฟฟ้าและสาธารณสุขโลก

2.7.2 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน

แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้

2.7.2.1 ขั้วไฟฟ้า ได้แก่ ขั้วแคโทด(Cathode) และขั้วแอโนด(Anode)

ความสามารถในการกักเก็บพลังงานของแบตเตอรี่โดยเฉพาะแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนจะขึ้นอยู่กับชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ทำขั้วแคโทดและขั้วแอโนดเป็นสำคัญ โดยวัสดุต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการกักเก็บพลังงานได้แตกต่างกัน

1. วัสดุสำหรับทำขั้วแคโทด(Cathode) ในปัจจุบันมี 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุประเภทเลเยอร์ (Layered structure) เช่น LiCoO_2 วัสดุประเภทสปินเนล (Spinel structure) เช่น LiMn_2O_4 และวัสดุประเภทโอลิวีน (Olivine structure) เช่น LiFePO_4 วัสดุทำขั้วแคโทดของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนที่ใช้ในอุปกรณ์พกพาส่วนใหญ่จะใช้วัสดุ LiCoO_2 เพราะโคบอลต์เป็นธาตุที่มีปริมาณน้อย ราคาสูง และไม่ปลอดภัย ส่วนงานที่ต้องการความปลอดภัยสูงและใช้วัสดุปริมาณมาก เช่น รถยนต์พลังงานไฟฟ้า การเก็บพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน จะใช้วัสดุประเภทสปินเนล คือ

LiMn_2O_4 ซึ่งเป็นวัสดุที่มีราคาถูกกว่าและปลอดภัยกว่า LiCoO_2 (เนื่องจากใช้แมงกานีสเป็นธาตุหลักแทนโคบอลต์) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่มีข้อเสียในเรื่องโครงสร้างที่ซับซ้อน มีกลไกการเปลี่ยนเฟส

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะใช้งานของวัสดุที่ซับซ้อน และไม่เสถียรเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูง (เกินกว่า 50 องศาเซลเซียส) ในขณะที่วัสดุประเภทโอลิวิน LiFePO_4 ถึงแม้มีความสามารถในการเก็บพลังงานได้น้อยกว่าทั้งสปีเนลและเลเยอร์ แต่เป็นวัสดุที่มีราคาถูกเพราะธาตุเหล็กหาง่ายและราคาถูกกว่าโคบอลต์มาก และยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความเสถียรมากที่อุณหภูมิสูง และมีความปลอดภัยสูง วัสดุ LiFePO_4 เหมาะสำหรับใช้งานในอุปกรณ์ที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น รถยนต์พลังงานไฟฟ้า หรือต้องการวัสดุปริมาณมากแต่ราคาไม่แพง เช่น สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน และสำหรับงานใหญ่อื่นๆ

2. วัสดุที่ใช้ทำขั้วแอโนด(Anode) ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุประเภทคาร์บอน เช่น แกรไฟต์ โดยเมื่อประจุไฟ ลิเทียมไอออนจะเข้าไปอัดตัวอยู่ในโครงสร้างของแกรไฟต์ในรูปของสารประกอบ Li_xC_6 ซึ่งมีความปลอดภัยสูงกว่าการใช้โลหะลิเทียมทำขั้วไฟฟ้าโดยตรง นอกจากวัสดุประเภทคาร์บอน วัสดุอื่นๆ ก็สามารถนำไปใช้ทำขั้วแอโนด เช่น Li_xSi , Li_xGe และวัสดุที่มีขนาดระดับนาโนเมตร เช่น ซิลิคอนนาโนไวร์ (silicon nanowires) ได้ค้นพบว่าเหมาะสำหรับทำขั้วแอโนด เนื่องจากมีความสามารถในการรับลิเทียมไอออนมากกว่าแกรไฟต์กว่า 10 เท่า แต่วัสดุนี้มีข้อเสียคือการขยายตัวอย่างมากเมื่อถูกอัดลิเทียมไอออนเข้าไปในโครงสร้าง ซึ่งส่งผลให้วัสดุมีโอกาสเสื่อมสภาพและเสียหายได้ง่าย ทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง ส่วนวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ทำขั้วแอโนดได้คือ วัสดุ $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่มีการหดหรือขยายตัวเมื่อถูกอัดลิเทียมไอออนเข้าไปในโครงสร้าง ส่งผลให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่ทำจากวัสดุนี้ยาวนาน แต่วัสดุชนิดนี้มีข้อเสียคือมีความสามารถในการอัดลิเทียมไอออนได้น้อยเมื่อเทียบกับสารประกอบโลหะของลิเทียมดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของวัสดุที่ทำขั้วแอโนด ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นและแบตเตอรี่มีขนาดและน้ำหนักที่มากขึ้นด้วย

2.7.2.2 แผ่นกั้นในแบตเตอรี่ (Separator)

มีหน้าที่ช่วยป้องกันกระแสลัดวงจรโดยทำให้ขั้วแคโทดไม่สัมผัสกับขั้วแอโนด

2.7.2.3 อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)

เป็นสารละลายที่มีเกลือของลิเทียมผสมอยู่ เป็นตัวนำที่ยอมให้ไอออนผ่านแต่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนไหลผ่าน ดังนั้นจึงเป็นตัวนำไอออนิกส์ที่ดีแต่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนิกส์ที่ไม่ดี

2.7.2.4 ตัวรับกระแส (Current collector)

เป็นโลหะตัวนำทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนไหลผ่านออกสู่วงจรภายนอก และเกิดการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ต่างๆ

2.7.3 การใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน

ต้องการการให้แบตเตอรี่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 12V จะสามารถทำได้โดยการนำ

แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนชนิด 18650 จ่ายแรงดันที่ 3.7V มาต่ออนุกรมการ 3 ก้อน โดยผ่านวงจรป้องกัน

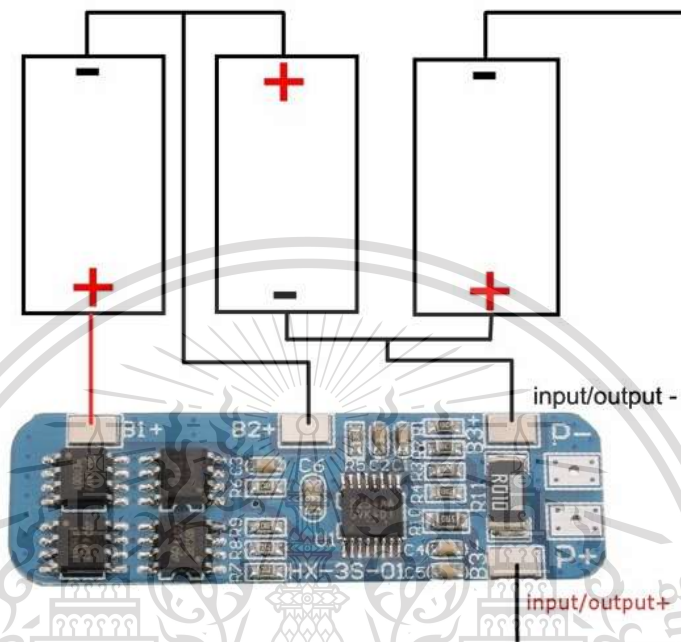
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การลัดวงจรของแบตเตอรี่และป้องกันกระแสเกิน ซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนชนิด 18650 แต่ละก่อนจะมีความจุ 2200 mAh และมีการต่อวงจรของแบตเตอรี่และ IC ป้องกันการลัดวงจรดังนี้



รูปที่ 2.10 การต่ออนุกรมของแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนผ่านวงจรป้องกันการลัดวงจร (แหล่งข้อมูลจาก <https://www.ab.in.th>)

2.8 วงจรลดทอนแรงดันไฟฟ้า (Buck converter)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของวงจรลดทอนแรงดันไฟฟ้า (Theory of Buck converter)

2.8.1 วงจร Buck Converter หรือ วงจร Step down converter

เป็นวงจรที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างของวงจรจะประกอบด้วยสวิตช์ที่สามารถสั่งให้ "ON" หรือ "OFF" ได้ทุกขณะตามความต้องการในทางปฏิบัติสวิตช์ที่ใช้ในวงจรจริงคืออุปกรณ์สวิตช์ซึ่งเช่น BJT, MOSFET นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆอีก เช่น Condenser, Inductance, และ Diode เป็นต้น

2.8.2 ส่วนประกอบของวงจรลดทอนแรงดัน (Buck converter complement)

วงจรลดทอนแรงดันประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

1. MOSFET เป็นทรานซิสเตอร์ ที่ใช้อิทธิพลสนามไฟฟ้าในการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า

โดยใช้ออกไซด์ของโลหะในการทำส่วน GATE นิยมใช้ในวงจรดิจิทัล โดยนำไปสร้างลอจิกเกตต่างๆ เพราะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนช่องทางใดๆ มีขนาดเล็กโดยที่ MOSFET แบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- nMOS (negative MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท NPN เมื่อมีความต่างศักย์เป็นบวกสัญญาณไฟฟ้าจะไหลจาก source ไป drain ได้

- pMOS (positive MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท PNP เมื่อมีความต่างศักย์ต่ำหรือเป็นลบสัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้

2. Gating block เป็นสัญญาณกระตุ้นให้ MOSFET ทำงาน โดยที่สัญญาณจะอยู่ในค่า 0 กับ 1

3. Capacitor หรือ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สะสมหรือเก็บประจุไฟฟ้า เปรียบเทียบเหมือนแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ที่ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้า

4. Inductor หลักการทำงานของตัวเหนี่ยวนำใช้หลักการสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าในขดลวด ซึ่งจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้น

5. Diode เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้วคือขั้ว p และขั้ว n ที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า มันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม

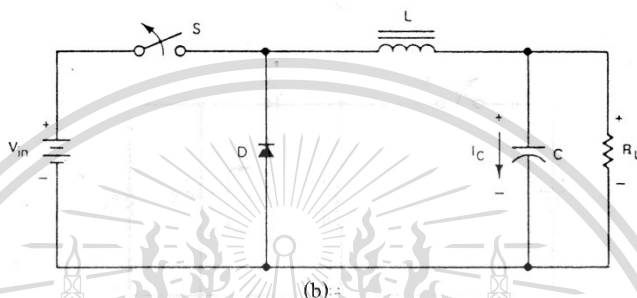
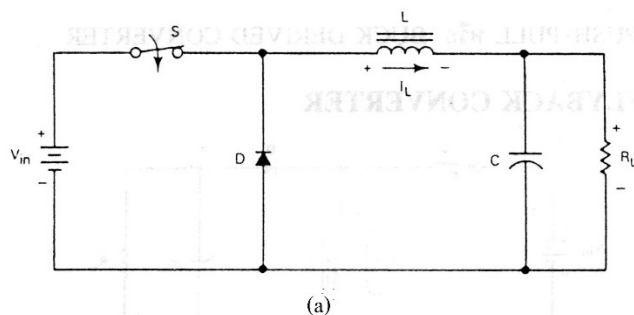
2.8.3 หลักการทำงานของวงจรลดทอนแรงดัน

วงจร Buck converter แสดงดังรูปที่ 2.11 โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อสวิตช์ S ปิด วงจร (รูปที่ 2.11 a) กระแสจะไหลผ่านขดลวด L และไหลลง RL ตามทิศทางดังรูปสิ่งเกิดไดโอด D ขณะนี้ได้รับไบแอสกลับ จนกระทั่งสวิตช์ S เปิดวงจร (รูปที่ 2.11 b) เกิดการยุบตัวของสนามแม่เหล็กเกิดพลังงานทำให้ขณะนี้ไดโอด D ได้รับไบแอสตรงนำกระแสในทิศทางเดิมเกิดแรงดันตกคร่อม RL โดยมีขั้วเหมือนกับอินพุตจากการทำงานของวงจรจะพบว่า ถ้าสวิตช์ S มีการปิด-เปิดวงจรอย่างต่อเนื่องจะทำให้กระแสที่เอาต์พุตมีแนวโน้มที่จะไหลได้ต่อเนื่องในส่วนของไดโอด D ในวงจรมันโดยทั่วไปจะเรียกว่า "Free-Wheeling Diode" หรือ "Flywheel Diode"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.11 วงจรลดทอนแรงดัน

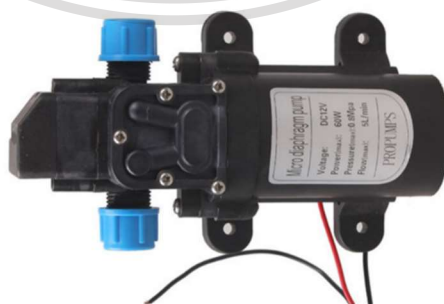
(a) เมื่อสวิตช์ปิดวงจร

(b) เมื่อสวิตช์เปิดวงจร

(แหล่งข้อมูลจาก <https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/converter/>)

2.9 ปั้มน้ำแรงดันกระแสตรง (DC Pressure water pump)

เป็นปั้มน้ำที่จะเพิ่มแรงดันน้ำปลายทางให้แรงขึ้นมีหน่วยแรงดันเป็นบาร์(bars) นิยมใช้กับการเพิ่มความแรงของน้ำเช่นล้างรถ ระบบสปริงเกอร์พ่นน้ำ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้การสูบน้ำขึ้นที่สูงก็ได้เช่นกันเพราะแรงดันน้ำที่ปลายทางที่สูบน้ำจากปั้มสูง



รูปที่ 2.12 ปั้มน้ำกระแสตรง 12VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (แหล่งข้อมูลจาก <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/>)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.9.1 สวิตช์ความดัน (Pressure switch)

สวิตช์ความดัน หรือ Pressure Switch คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบเมื่อความดันเกิดความเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับความดันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นิยมใช้มากในระบบควบคุมความดันของหม้อไอน้ำ ปั๊มลม ไฮดรอลิก เป็นต้น ถือว่าเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยชนิดหนึ่งออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความดันในระบบและส่งเอาต์พุตออกมาเมื่อถึงค่าความดันที่ตั้งไว้ (Set point) สวิตช์ความดันจะทำงานโดยการใช้ความดันระบบกับไดอะแฟรมหรือลูกสูบ เพื่อสร้างแรงเปรียบเทียบกับพิกัดสปริงอัดช่วงก่อนหน้าสวิตช์ความดันใช้สำหรับตรวจจับการมีอยู่ของความดันของเหลว Pressure Switch ส่วนใหญ่จะใช้ไดอะแฟรมหรือส่วนเซนเซอร์ การเคลื่อนที่ของเซนเซอร์จะใช้เปิดหน้าสัมผัสสวิตช์ 1 อันหรือมากกว่า เพื่อใช้ระบุสัญญาณเตือนหรือเริ่มต้นการดำเนินการควบคุม สวิตช์ความดันจะมีการออกแบบส่วนการตรวจจับหรือเซนเซอร์ที่แตกต่างกัน แบบที่พบบ่อยที่สุดคือ แบบไดอะแฟรมและลูกสูบลม โดยคุณสมบัติและความสามารถที่แม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของสวิตช์ความดัน โดยสวิตช์ความดัน หรือ Pressure Switch จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

Pressure Switch แบบ Electromechanical ที่พบส่วนมากจะประกอบด้วยส่วนของการตรวจจับและสวิตช์ไฟฟ้าแบบ snap-action สามารถใช้ส่วนตรวจจับได้หลายประเภท แต่มีสิ่งหนึ่งที่เหมือนกัน คือ สิ่งนี้เคลื่อนที่เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันในระบบ โดยการเคลื่อนที่ของมันส่งผลโดยตรงต่อการเปิดและการปิดของหน้าสัมผัสของสวิตช์แบบ snap-action

2. Solid state Pressure Switch

Pressure Switch แบบ Solid State อาจมีจุดสวิตช์อย่างน้อยหนึ่งจุด สวิตช์นี้ไม่เพียงแต่เปิดและปิดวงจรสวิตช์ความดันเท่านั้น แต่ยังรวมถึงจอแสดงผลดิจิทัล และให้เอาต์พุตแบบอนาล็อกและดิจิทัล รุ่นที่มีในปัจจุบันส่วนใหญ่สามารถตั้งโปรแกรมได้อย่างสมบูรณ์และสามารถเชื่อมต่อกับ PLC หรือคอมพิวเตอร์ได้ สวิตช์ความดันแบบโซลิดสเตต มีพิกัดแรงดันการทำงานและการตอบสนองความถี่ที่หลากหลาย มีความทนทานต่อการกระแทกและการสั่นสะเทือน มีความแม่นยำถึง $\pm 0.25\%$ เมื่อเปรียบเทียบกับ Pressure Switch แบบ Electromechanical แล้ว Pressure Switch แบบ Solid State มีอายุการใช้งานนานกว่ามาก

2.9.2 หลักการทำงานของปั๊มน้ำและสวิตช์ความดัน

การทำงานของปั๊มน้ำกระแสดตรง คือ เมื่อเปิดสวิตช์การทำงานของเครื่อง ถ้าแรงดันน้ำในท่อนั้นมีความดันต่ำกว่าที่กำหนด Pressure Switch ก็จะต่อวงจรไฟฟ้าผ่านไปยังมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนและไปขับให้ปั๊มน้ำทำงานตามไปด้วยและเมื่อแรงดันน้ำในท่อนั้นมีความดันสูงตามพิกัดที่กำหนด

Pressure Switch ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หยุดทำงานและปั๊มน้ำก็จะหยุดทำงานด้วย การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของปั้มน้ำจะทำงานสลับกันไปเช่นนี้ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ ดังนั้นถ้าต้องการให้ปั้มน้ำหยุดทำงานจะต้องปิดสวิตช์ควบคุมการทำงาน

2.10 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

2.10.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของรีเลย์

ภายในโครงสร้างของรีเลย์จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญดังนี้

1. ขดลวด 1 ชุด ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. หน้าสัมผัส โดยที่ในหน้าสัมผัส 1 ชุด จะประกอบไปด้วย หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally close หรือ N.C) ซึ่งในภาวะปกติ ขา N.C จะต่อเข้ากับขารวม (COM) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally open หรือ N.O) โดยที่ขา N.O จะต่อเข้ากับขารวม (COM) เมื่อขดลวดมีแรงดันตกคร่อม หรือกระแสไหลผ่านในปริมาณที่เพียงพอ

2.10.2 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือนิยมเรียกกันว่าคอนแทคเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ขนาดใหญ่

2.11 ความชื้นในดิน (Soil moisture)

2.11.1 ความสำคัญของความชื้นในดิน

ความชื้นในดินมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการควบคุมความชื้นของ

ดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละชนิด สามารถทำได้ด้วยการใช้เซนเซอร์เข้ามาช่วย
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาด้านงาน ไม่นอนุญาตให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ตรวจวัด หากความชื้นในดินต่ำ สามารถเปิด/เพิ่มการให้น้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับดิน และหากความชื้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

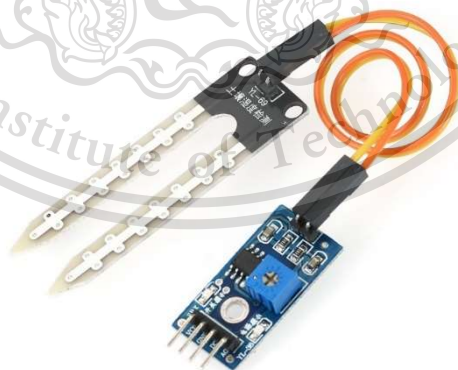
ในดินสูง สามารถปิด/ลดการให้น้ำ หรือเปิดแสลมพรางแสงเพื่อให้แดดเข้าถึง หรือเปิดพัดลมเพื่อช่วยลดความชื้นภายในโรงเรือน ความชื้นในดินก็จะลดลงด้วยเช่นกัน

2.11.2 ระดับของความชื้นในดิน

ปริมาณของความชื้นในดินสามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ และแบ่งได้ 5 ช่วงดังนี้

1. ความชื้นในช่วง (80% - 100%) เป็นสภาวะอันตรายต่อพืช ถ้ามีความชื้นสูงในระดับนี้เป็นเวลานาน มีโอกาสสูงมากที่จะทำให้รากเน่า หรือเกิดเชื้อราขึ้นได้
2. ความชื้นในช่วง (70% - 79%) เป็นสภาวะดินแฉะ หากไม่ควบคุมให้ดี หรือปล่อยเป็นเวลานานก็อาจเข้าสู่สภาวะ อันตรายได้
3. ความชื้นในช่วง (50% - 69%) เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อพืช เนื่องจากพืชจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้
4. ความชื้นในช่วง (40% - 49%) เป็นสภาวะแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้
5. ความชื้นในช่วง (0% - 39%) เป็นสภาวะวิกฤติ สามารถทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้

2.11.3 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทความต้านทาน (Resistor soil moisture sensor)



รูปที่ 2.13 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทความต้านทาน

(แหล่งข้อมูลจาก <https://www.ab.in.th/product/115/soil-moisture-sensor-module>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดค่าความชื้นของดิน ณ จุดนั้น ๆ โดยจะต้องเสียบแผ่น PCB สำหรับวัดค่าความชื้นลงในดิน จากนั้นใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ IC รุ่น LM393 เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดินกับแรงดันที่วัดได้จากวงจรแบ่งแรงดัน หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นของดินมีค่ามากกว่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน จะส่งค่าลอจิก 1 ไปที่ขาดีจิตอลของบอร์ด หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นของดินที่ค่าน้อยกว่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน จะส่งค่าลอจิก 0 ไปที่ขาดีจิตอลของบอร์ด

2.11.4 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทประจุ (Capacitive soil moisture sensor)



รูปที่ 2.14 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทประจุ
(แหล่งข้อมูลจาก <https://www.spmicrotech.com>)

เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทประจุเป็นเซนเซอร์ที่พัฒนามาจากเซนเซอร์วัดความชื้นประเภทความต้านทานเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานและลดการเกิดสนิม โดยใช้หลักการตรวจสอบประจุของวัสดุ หากวัดค่าประจุได้มีค่ามากแสดงว่ามีความชื้นของวัสดุมาก แผ่นเซนเซอร์จึงไม่ต้องสัมผัสกับดินโดยตรงทำให้มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นและวัดความชื้นได้แม่นยำยิ่งขึ้น

2.11.5 โปรแกรมสำหรับสั่งงานเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

เซนเซอร์วัดความชื้นในดินที่ผ่าน IC เปรียบเทียบแรงดันแล้ว สัญญาณที่ได้เป็นค่าอนาล็อกสามารถเชื่อมต่อกับขาอนาล็อก (A0) ของบอร์ดได้โดยตรง ด้วยการใช้คำสั่ง `analogRead(A)` เพื่ออ่านค่าสัญญาณที่ขาอนาล็อก จากนั้นนำค่าสัญญาณที่อ่านได้ช่วง 0 – 1023 ไปแปลงช่วงของค่าโดยใช้ฟังก์ชัน `map()` โดยฟังก์ชันนี้จะแปลงช่วงค่าจากสัญญาณที่อ่านได้จาก 0 – 1023 เป็นช่วงค่า 0 – 100 ขึ้นอยู่กับการกำหนดช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.11.5.1 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมการวัดความชื้น

โดยกำหนดให้ตัวแปร moisture เป็นจำนวนเต็มเพื่ออ่านค่าจากขานาล็อก จากนั้นใช้ ฟังก์ชันmap() เพื่อเปลี่ยนค่าช่วงสัญญาณที่อ่านได้จาก 0 – 1023 ไปเป็น 0 – 100 กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์

```
int moisture = analogRead(A);
moisture=map(moisture,0,1023,0,100);
```

2.12 อุณหภูมิ (Temperature)

การปลูกพืชเพื่อให้ผลผลิตที่มีคุณภาพภาพนั้นอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิในการเจริญแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชแต่ละชนิดจะเรียกว่าอุณหภูมิคาร์ดินัล(cardinal temperature) ดังนั้นการควบคุมระดับอุณหภูมิในการทำการทำการเกษตรจึงมีความสำคัญอย่างมากในการควบคุมคุณภาพและให้ผลผลิตอย่างมั่นคง

2.12.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ MAX6675(Thermocouple temperature sensor)



รูปที่ 2.15 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ MAX6675

(แหล่งข้อมูลจาก <https://www.arduino4.com/product/400/max6675-k-type-thermocouple-module-with-temperature-sensor-probe->)

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในโรงงานอุตสาหกรรมหรือเทอร์โมคัปเปิล สำหรับวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-800 องศาเซลเซียส โดยใช้ไฟแรงดันที่ 3.0-5.0V โดยแปลงสัญญาณจากโมดูลMAX6675เพื่อเอกสารนี้เป็นแปลงสัญญาณเป็นดิจิตอลและมีความละเอียดในการวัดอุณหภูมิที่ 0.25 องศาเซลเซียสซึ่งประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความเป็นกรด-ต่างของน้ำ (pH)

ความเป็นกรด-ต่างของน้ำมีผลกระทบต่อการดูดซึมธาตุอาหารของพืช หากน้ำที่พืชได้รับมีความเป็นกรดอ่อนจะส่งผลให้แต่สามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดีขึ้นแต่หากน้ำที่พืชได้รับมีความเป็นกรดที่สูงเกินไปจะส่งผลให้รากของพืชถูกกัดกร่อนและตายเช่นเดียวกับความเป็นกรด-ต่างในดิน ดังนั้นในระบบเกษตรอัจฉริยะ (smart farm) การควบคุมตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

2.15.1 เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ต่าง (Liquid pH value detection sensor)



รูปที่ 2.16 เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ต่างของสารละลาย

(แหล่งข้อมูลจาก <https://scidle.com/es/como-usar-un-sensor-de-ph-con-arduino/>)

เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ต่างใช้เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ต่างของสารละลาย โดยใช้ไฟแรงดัน 5V เพื่อใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-ต่างของน้ำที่ใช้ในระบบฟาร์มอัจฉริยะ สัญญาณที่ส่งออกมาเป็น Analog 0-1023 และแปลงสัญญาณให้เป็นค่าความเป็นกรด-ต่างในช่วง 0-14 pH มีความละเอียดในการวัดอยู่ที่ 0.1 pH

2.13 กล้องวงจรปิด (Camera)

ระบบเกษตรอัจฉริยะการติดตั้งกล้องวงจรปิดนอกจากเพื่อใช้งานในด้านความปลอดภัยแล้วยังสามารถใช้เพื่อการตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของผลผลิตและตรวจสอบแมลงรบกวน จึงมีการ

นำกล้องมาใช้ในระบบเกษตรอัจฉริยะเพื่อให้สามารถจัดการกับพื้นที่การเกษตรได้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ประมวลผลผ่านบอร์ด ESP32-CAM ซึ่งเป็นบอร์ดที่สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลกล้องขนาดเล็ก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.17 บอร์ดESP32-CAM ใช้งานกับกล้องOV2640
(แหล่งข้อมูลจาก <https://www.robotsiam.com>)

ESP32-CAM เป็นบอร์ดESP32 ที่รองรับการใช้งานโมดูลกล้อง OV2640 ซึ่งเป็นกล้องขนาดเล็กที่มีความละเอียด 2 ล้านพิกเซล เหมาะสำหรับการใช้งานในการถ่ายภาพ ถ่ายทอดสดและส่งสัญญาณทางระบบเครือข่าย เป็นการทำงานแบบStation mode (STA) ซึ่งเป็นโหมดการทำงานที่กำหนดให้ESP32 ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ และรับส่งข้อมูลโดยใช้ESP32 เป็นเซิร์ฟเวอร์โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

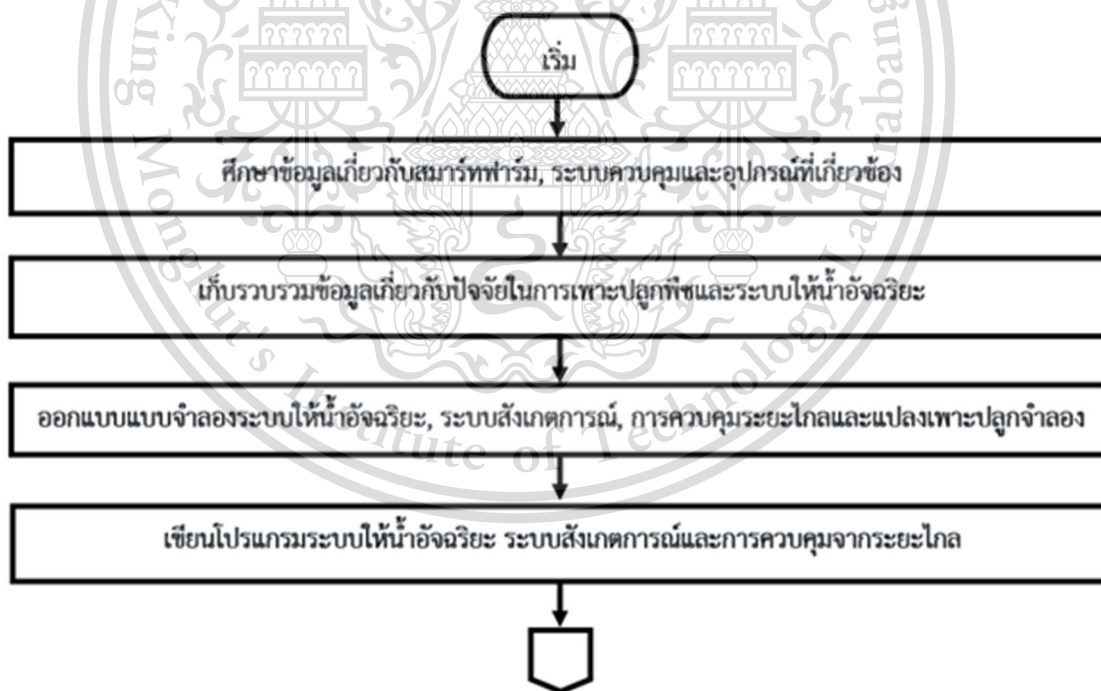
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ

การออกแบบระบบขับเคลื่อน และระบบรดน้ำต้นไม้จะต้องมีความสัมพันธ์ร่วมกันสามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบได้ โดยการออกแบบให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถส่งข้อมูลเพื่อสื่อสารกันได้ โดยส่งข้อมูลในแต่ละส่วนไปยังเซิร์ฟเวอร์ และใช้เซิร์ฟเวอร์ในการสั่งการทำงานด้วยเช่นกัน การออกแบบระบบจ่ายน้ำให้ทำงานอย่างสอดคล้องกับความชื้นของดินในแต่ละพื้นที่ผ่านการวัดค่าของเซนเซอร์ และการออกแบบตัวรถเพื่อให้รถสามารถระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตัวเองได้ และเคลื่อนที่สอดคล้องกันกับข้อมูลที่ได้รับมาจากระบบ

3.1 วิธีการดำเนินงาน

ภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้วางแผนไว้เป็นไปตามแผนภาพดังต่อไปนี้



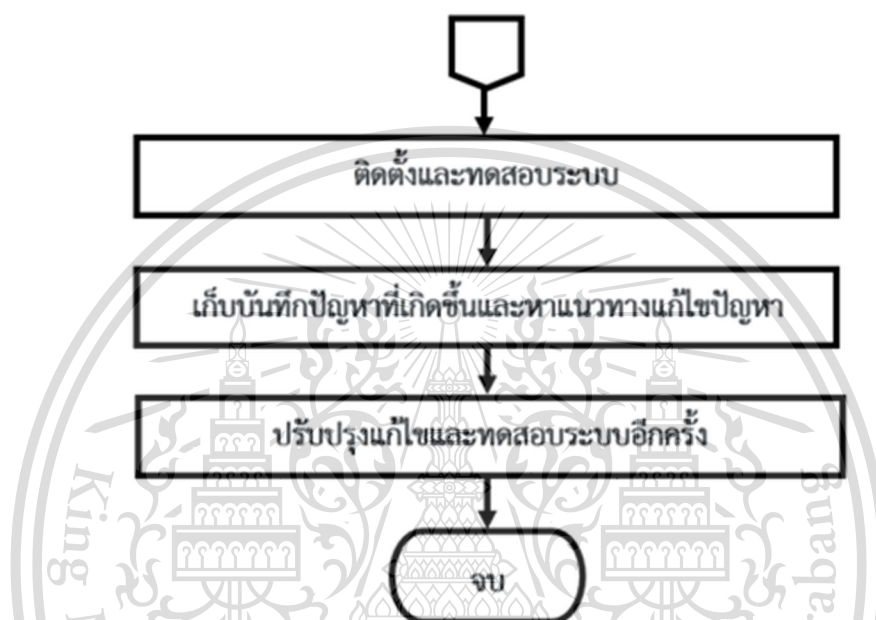
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.1 เป็นขั้นตอนการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 โดยเริ่มตั้งแต่ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ตฟาร์มและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับระบบควบคุมต่าง ๆ จากนั้นจึงเก็บรวบรวมข้อมูล, ป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการเพาะปลูกพืชและระบบให้น้ำอัจฉริยะจากนั้นจึงทำการออกแบบแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะ, แปลงเพาะปลูกจำลองและเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2

จากรูปที่ 3.2 เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 โดยเริ่มตั้งแต่การติดตั้งระบบที่ได้ทำการออกแบบและเขียนโปรแกรมไว้ จากนั้นทดสอบระบบและบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและหาแนวทางแก้ไขปัญหา จากนั้นจึงทำการแก้ไขปัญหา ปรับปรุงและทดสอบระบบอีกครั้งเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและเสถียรภาพในการทำงาน

3.2 การออกแบบแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรแปลงใหญ่

3.2.1 การออกแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะ

1. หัวฉีดพ่นหมอกและป้อนน้ำ

การออกแบบระบบจ่ายน้ำครอบคลุมพื้นที่แปลงเกษตรจำลองขนาด 2.16 m^2
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เนื่องจากรัศมีการกระจายน้ำของหัวพ่นหมอกมีระยะประมาณ 7.5 cm และพื้นที่สำหรับแปลงเกษตรจำลองมีความกว้าง 60 cm จึงใช้หัวพ่นหมอกขนาด 0.1 mm จำนวน 4 หัว ซึ่งจะทำให้น้ำมีการกระจายครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ ทั้งนี้หัวฉีดพ่นหมอกสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ โดยมีขนาดตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.6 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่พืชแต่ละชนิดต้องการ



รูปที่ 3.3 โมเดลจำลองการทำงานของระบบรดน้ำ

หัวพ่นหมอกขนาด 0.1 mm มีอัตราการไหลที่ 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง ทำการติดตั้งหัวพ่นหมอกจำนวน 4 หัวทั้งสองฝั่งของตัวรถ ทั้งหมด 8 หัว ซึ่งจะต้องใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาด 14.4 ลิตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ดังนั้นจึงเลือกใช้ ปั๊มน้ำ DC 12V 3A ซึ่งมีอัตราการไหลอยู่ที่ 240 ลิตรต่อชั่วโมง โดยปั๊มน้ำ DC 12V เป็นปั๊มที่จ่ายแรงดันได้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการใช้งาน และไม่ใช้พลังงานมากไป นอกจากนี้การใช้ปั๊มน้ำ DC นั้นยังตอบรับในด้านการพัฒนาต่อยอดในอนาคต หากต้องการระบบรดน้ำในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นก็สามารถเพิ่มจำนวนหัวพ่นหมอก หรือหัวจ่ายประเภทอื่น ๆ ที่มีการกระจายของน้ำแตกต่างกันได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนปั๊มน้ำ

2.การออกแบบโครงสร้างภายในตัวรถ

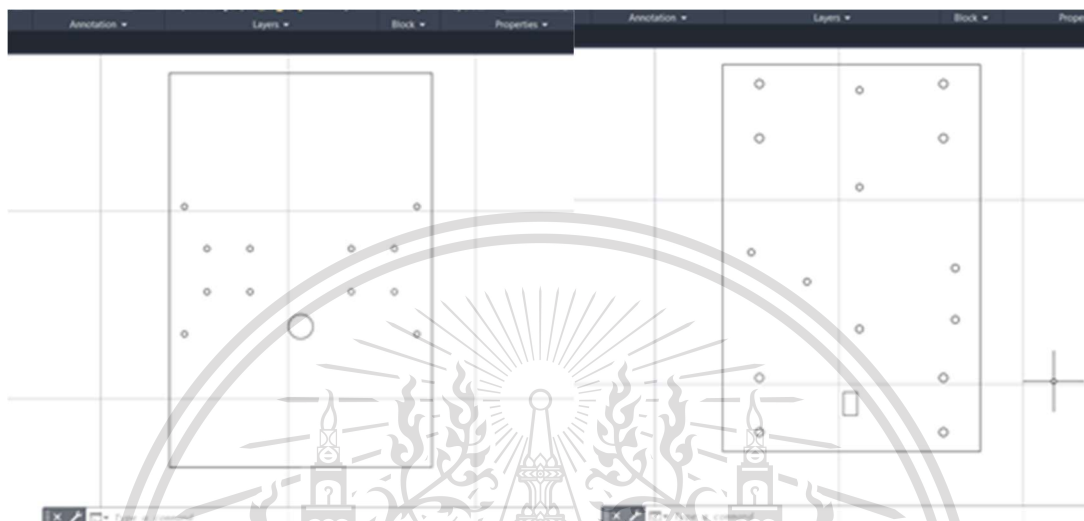
การออกแบบตัวรถได้ออกแบบให้รถมีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด $14 \times 21 \times 7.62$ เซนติเมตร โดยใช้วัสดุในการประกอบตัวรถเป็นอะคริลิกใสความหนา 3 มม. เมื่อนำมาประกอบแล้ว จากนั้นนำซิลิโคนใสกั้นน้ำฉีดอัดตามบริเวณรอยต่อต่าง ๆ ของตัวรถ เพื่อป้องกันละอองน้ำและความชื้นที่อาจส่งผลกระทบต่อวงจรภายใน โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตัวรถจะประกอบด้วย บอร์ด WeMos D1

WiFi, บอร์ด CNC-Sheild, บอร์ด ESP8266 ติดตั้งชนิดละ 1 บอร์ด, แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน(Li-ion) ขนาด 9A จำนวน 2 ชุด, รีเลย์ 2 channel active low จำนวน 1 ชุด นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่

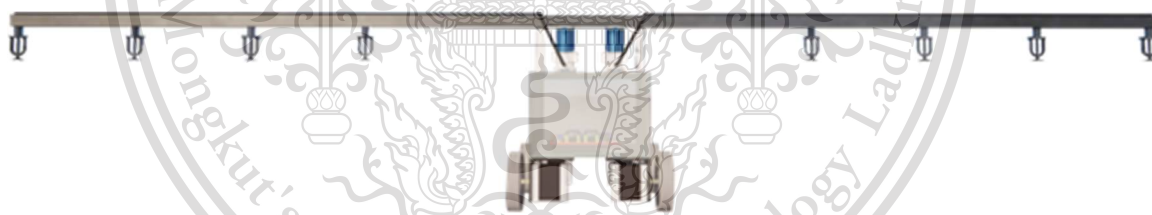
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จำเป็นต้องติดตั้งอยู่ด้านนอกตัวรถประกอบด้วย โซลีนอยด์วาล์ว 12VDC จำนวน 2 ตัว และ Step Moter จำนวน 4 ตัว โดยสามารถกำหนดให้รถขับเคลื่อนได้ทั้งล้อหน้าและล้อหลัง มีการออกแบบจุดที่ใช้สำหรับยึดอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านโปรแกรมAutoCAD บริเวณชิ้นส่วนตัวรถด้านบนและด้านล่างดังนี้



รูปที่ 3.4 การออกแบบตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมรถ



รูปที่ 3.5 แบบจำลองโครงสร้างของระบบให้น้ำอัจฉริยะ(ด้านหน้า)

3.การออกแบบโครงสร้างภายนอกตัวรถ

นอกจากนี้การออกแบบโครงสร้างภายนอกตัวรถ ได้แก่ เสาค้ำเพื่อรองรับคานอลูมิเนียม และล้อรถจำนวน 4 ล้อ โดยสร้างชิ้นงานผ่านเครื่องพิมพ์ 3D โดยสามารถสร้างโมเดลผ่านโปรแกรมสร้างสามมิติต่าง ๆ เช่น Fusion 360 ซึ่งทำให้ชิ้นงานที่ได้จะมีความแข็งแรงสูงและได้สัดส่วนตรงตามโมเดลที่เราต้องการ และออกคำสั่งควบคุมเครื่องพิมพ์ 3D ด้วยโปรแกรม PrusaSlider ล้อที่ออกแบบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 โมเดลสามมิติของล้อรถเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร



รูปที่ 3.7 โมเดลสามมิติเสาสำหรับรองรับคานน้ำ

3.2.2 การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

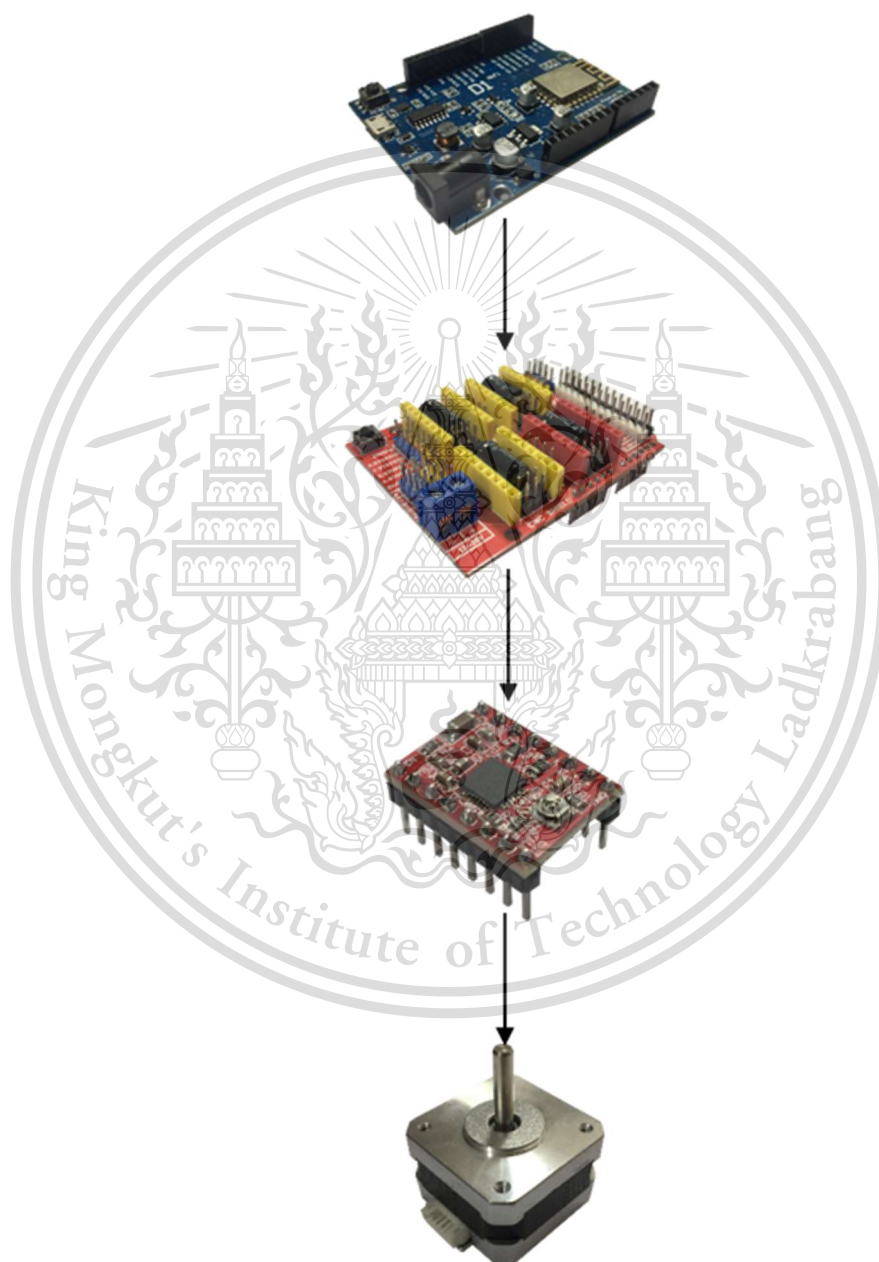
การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ ออกแบบโดยขับเคลื่อน 2 ล้อ ด้วย สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor) ขนาด 12V ที่เคลื่อนที่ 2 ทิศทางคือเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Move Forward) และเคลื่อนที่ถอยหลัง (Move Backward) มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบเป็นสเต็ป ๆ แต่รอบการเคลื่อนที่ของรถจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางประมาณ 60 cm. และมีการตรวจสอบตำแหน่งของรถว่าเคลื่อนที่ไปอยู่ในตำแหน่งของพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 ในการควบคุมเพราะขาของบอร์ด Wemos D1 ถูกออกแบบมาให้สวมกับ CNC shield ได้ และสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผ่านทางเครือข่ายไร้สายได้โดยมีบอร์ด ESP8266 ติดตั้งมาด้วย การป้อนสัญญาณเพื่อควบคุมมอเตอร์จะต้องป้อนสัญญาณให้กับ Driver A4988 ผ่านทางบอร์ด CNC shield

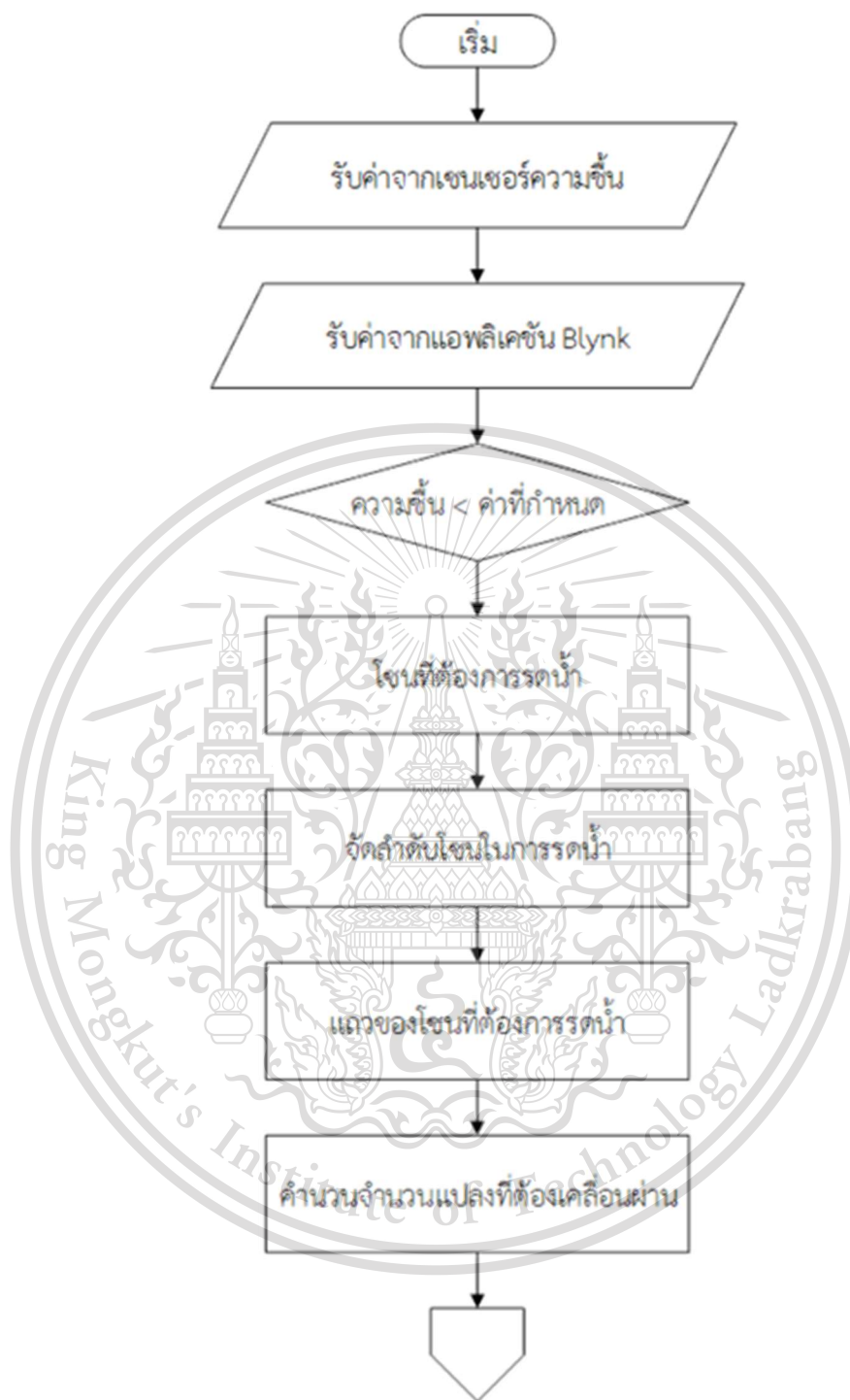


รูปที่ 3.8 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและลำดับการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

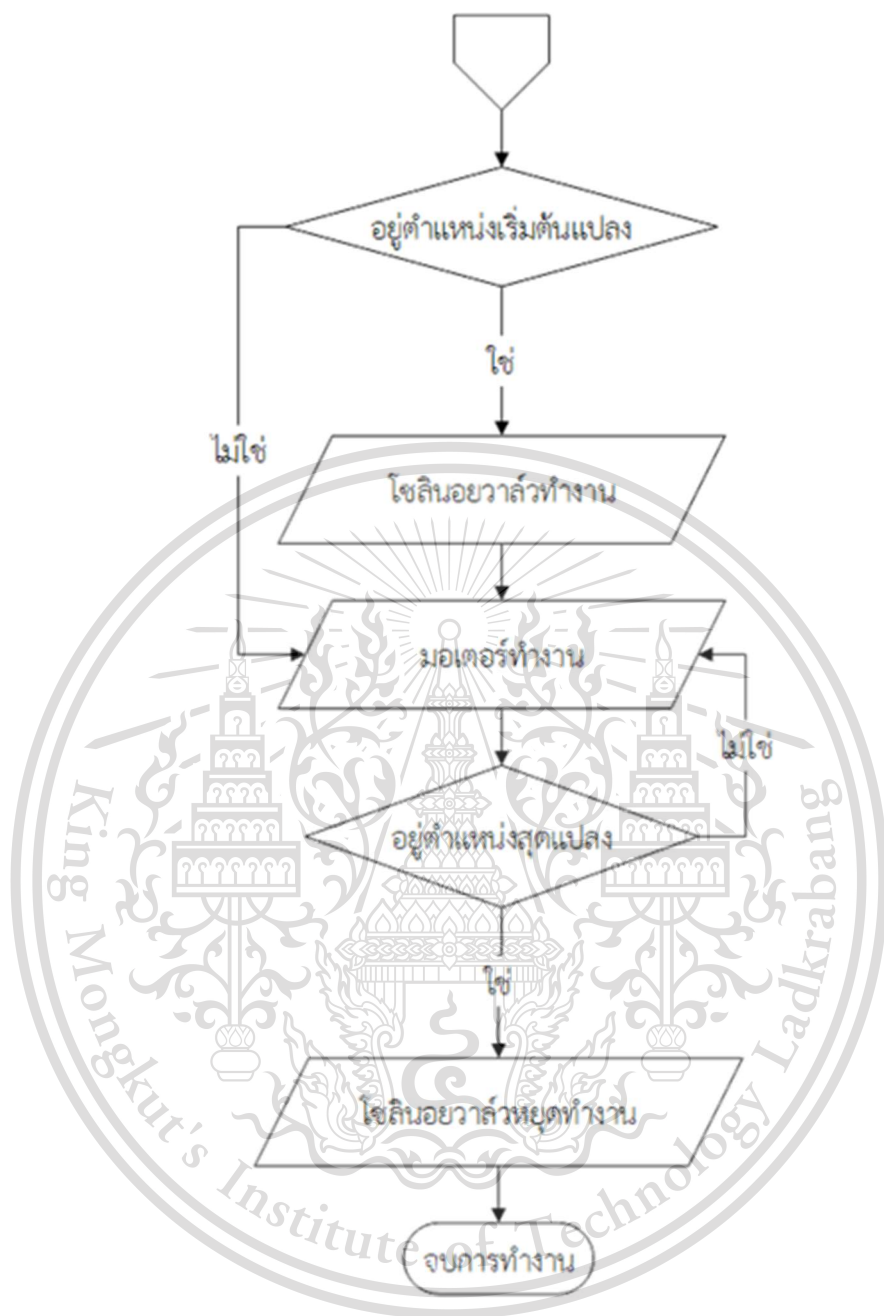


รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

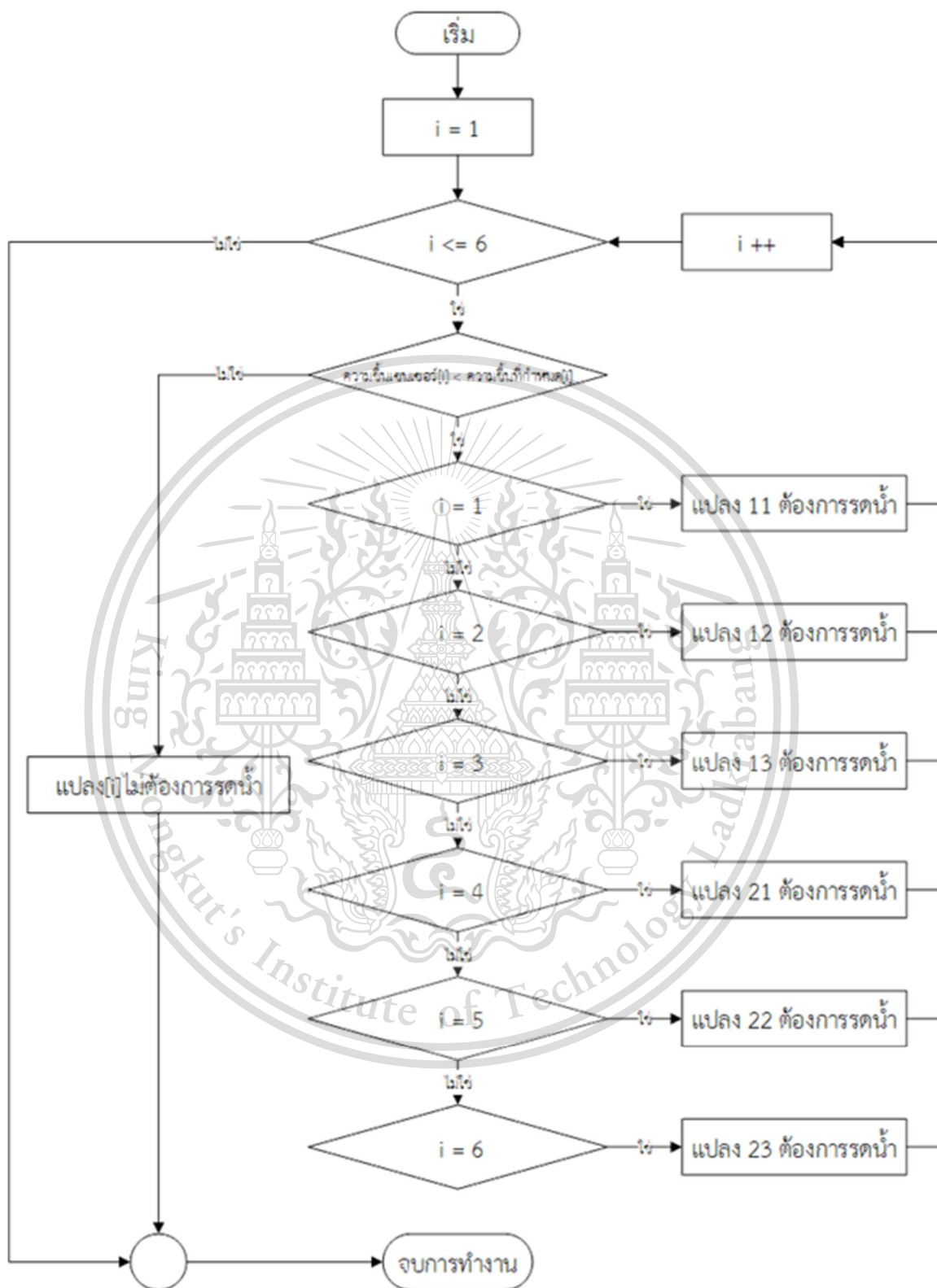


รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ(ต่อ)

จากรูปแผนภาพที่ 3.9 - 3.10 แสดงการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ การควบคุมระบบขับเคลื่อนรถจะเริ่มต้นจากการรับค่าความชื้นจากเซนเซอร์วัดความชื้นแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกป้อนจากแอปพลิเคชัน Blynk การกำหนดพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ การจัดลำดับเอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบและกำหนดแปลงที่ความถี่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.11 เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบความชื้นที่ได้รับจากเซนเซอร์กับความชื้นที่กำหนดค่าผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk แล้วนำค่าของตำแหน่งที่มีความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้มาเก็บในตัวแปรข้อมูลชนิดอาร์เรย์ ขนาด 7 ตัวแปร และระบุตำแหน่งของพื้นที่ที่ความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ โดยการระบุตำแหน่งจะระบุอยู่ในรูป Matrix ดังนี้

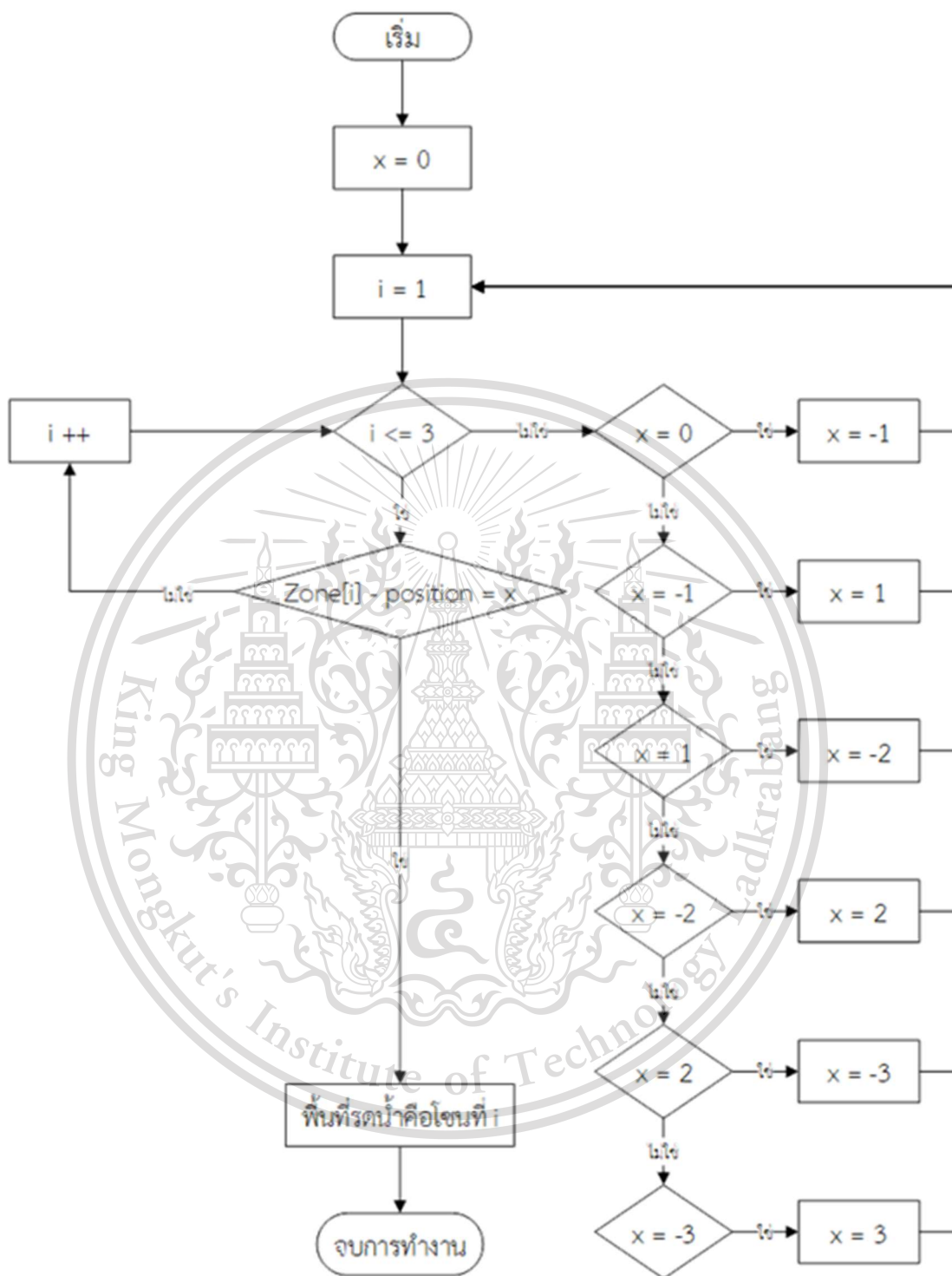
	1	2	3
1	11	12	13
2	21	22	23

รูปที่ 3.12 แสดงการกำหนดตำแหน่งของแปลงในรูปของ Matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการทำงานการจัดลำดับแปลงสำหรับการรถม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

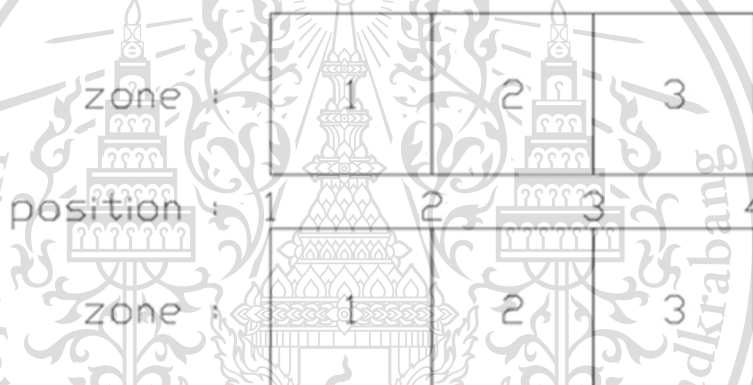
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.13 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ที่ถูกออกแบบมาให้รถเคลื่อนที่ไปทำการรดน้ำในพื้นที่(zone)ที่ใกล้ที่สุดก่อน เมื่อเสร็จสิ้นในพื้นที่นั้นแล้วจึงทำการรดน้ำในพื้นที่ที่มีระยะทางใกล้ที่สุดกับจุดสุดท้ายที่รถอยู่ และเมื่อทำงานเสร็จสิ้นในพื้นที่ที่ต้องการรดน้ำแล้วแล้วรถจะหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่ไปตำแหน่งอื่น ซึ่งเป็นการออกแบบให้รถประหยัดพลังงาน โดยลำดับความสำคัญของแปลงจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่รถอยู่(position) เป็นไปตามสมการดังนี้

$$x = \text{zone} - \text{position}$$

x จะมีทั้งค่าบวกและค่าลบ สำหรับพื้นที่ใกล้ที่สุดจะมีค่าที่สุดเท่ากับ 0 ซึ่งคือตำแหน่งที่รถหยุดตรงกับแปลงที่ต้องการรดน้ำ และเมื่อรถเคลื่อนที่รดน้ำไปแล้วแต่พื้นที่นั้นยังคงมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าที่กำหนด ผู้จัดทำจึงเรียงลำดับความสำคัญระยะทางเป็นดังนี้ 0,-1,1,-2,2,-3,3 ตามลำดับ ดังนั้นพื้นที่ตามลำดับระยะทาง(areazone) จะมีค่าเท่ากับ zone ที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งรถมากที่สุด

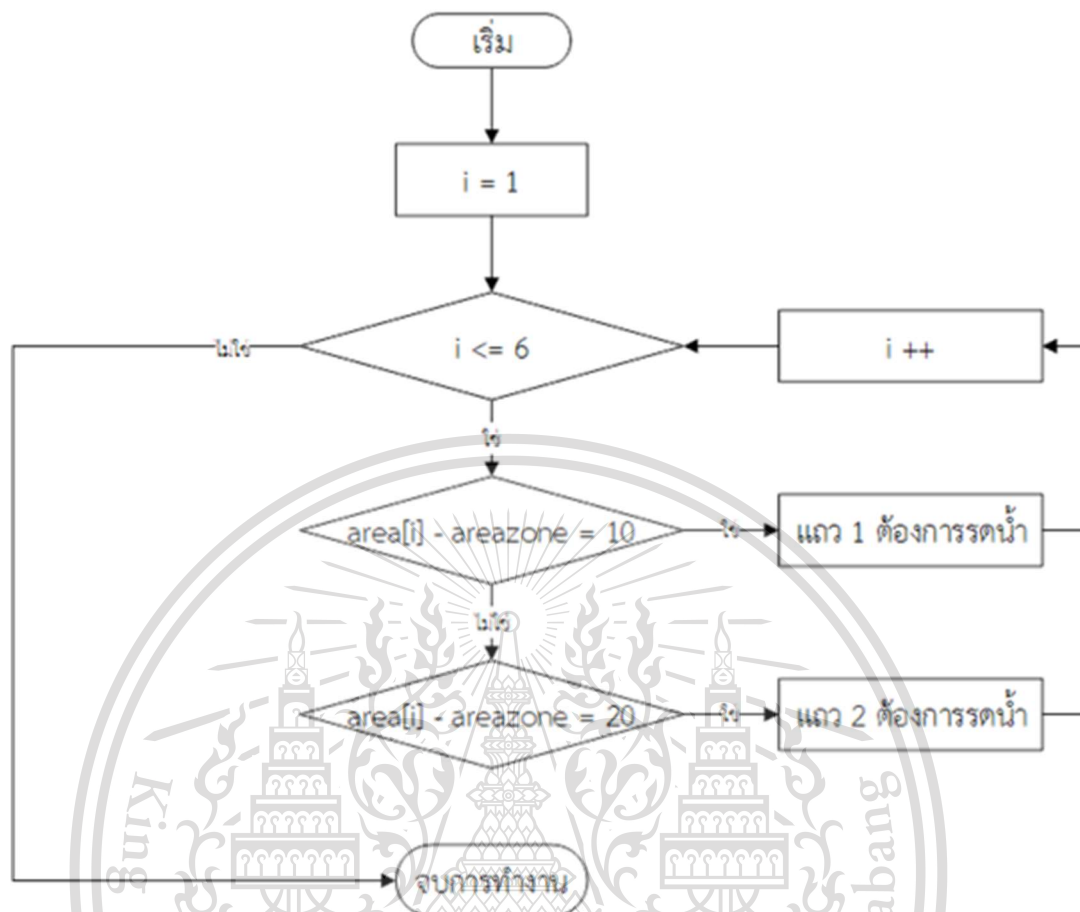


รูปที่ 3.14 แสดงการกำหนดค่าของตัวแปร zone และ position

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.15 แผนภาพแสดงการกำหนดการทำงานของโซลินอยด์ว่าลั่ว

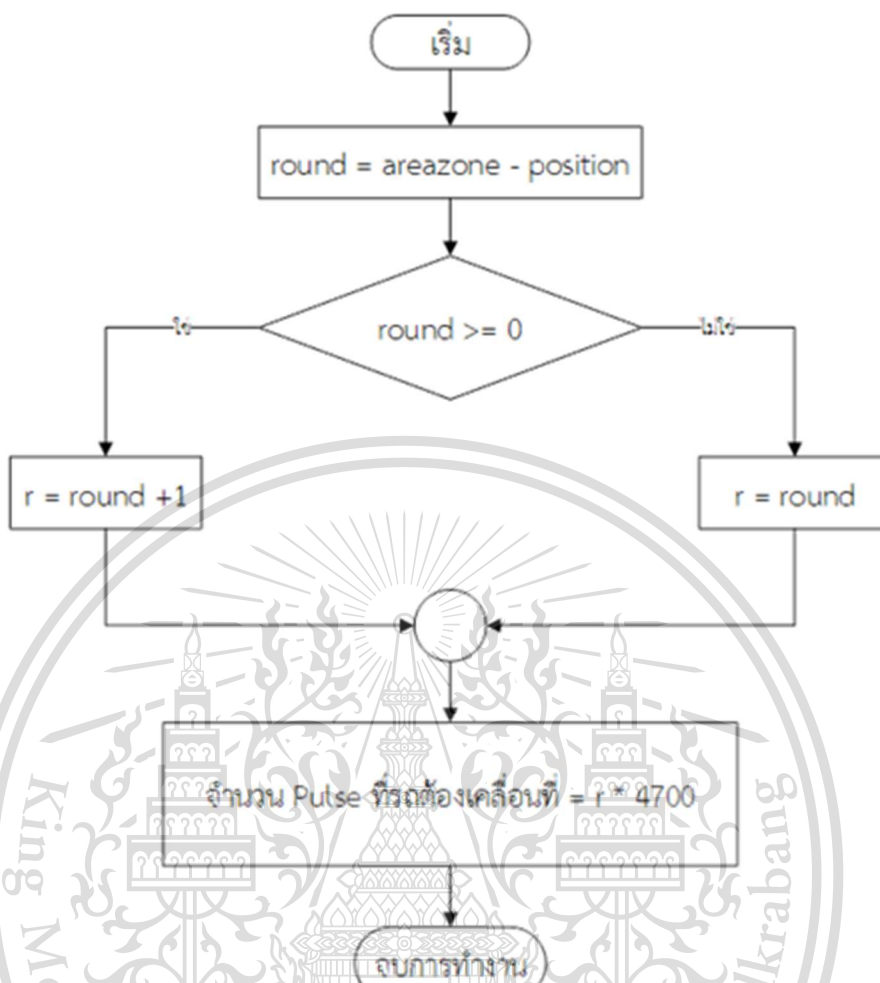
แบบจำลองนี้มีแปงอยู่จำนวน 2 แถวคือแถบบนและแถวล่าง ซึ่งจะควบคุมโซลินอยด์ว่าลั่วในการเปิดปิดน้ำ โดยการใช้เลขระบุแถวของ Matrix โดยการระบุแถวเป็นไปตามสมการดังนี้

- 1) ทำการรดน้ำในพื้นที่โซนนั้นในแถวที่ 1 เมื่อ
 $area[i] - areazone = 10$; i มีค่า 1 ถึง 6
- 2) ทำการรดน้ำในพื้นที่โซนนั้นในแถวที่ 2 เมื่อ
 $area[i] - areazone = 20$; i มีค่า 1 ถึง 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.16 แผนภาพแสดงการกำหนดจำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน

จากรูปที่ 3.16 การคำนวณจำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน จะคำนวณจากตำแหน่งของแปลงตำแหน่งสุดท้ายที่รถหยุด ทิศทางในการหมุนสามารถระบุได้จากสมการคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน} = \text{ตำแหน่งแปลง} - \text{ตำแหน่งของรถ}$$

จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านจะเป็นจำนวนเต็ม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

1) จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านที่เป็นจำนวนเต็มศูนย์และจำนวนเต็มบวก จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าน้อยกว่าที่ต้องเคลื่อนที่ไปอยู่ 1 แปลง ฉะนั้นต้องทำการบวกจำนวนแปลงเข้าไปอีก 1 แปลง และมีทิศทางไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน = จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน + 1
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านที่เป็นจำนวนเต็มลบ จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านมีค่าเท่ากับจำนวนแปลงที่ได้จากการคำนวณ และมีทิศทางไปข้างหลัง

จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน = จำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่าน

ในการขับเคลื่อนมอเตอร์จะต้องส่งสัญญาณ pulse สั่งให้เสตีปมอเตอร์เคลื่อนที่โดยจำนวน pulse ในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับความยาวของแปลงและจำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านซึ่งจำนวน pulse ของการเคลื่อนที่ผ่าน 1 แปลงสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{จำนวน pulse ของการเคลื่อนที่ 1 แปลง} = \frac{\text{ความยาวของแปลง}}{2\pi r} \times 3200$$

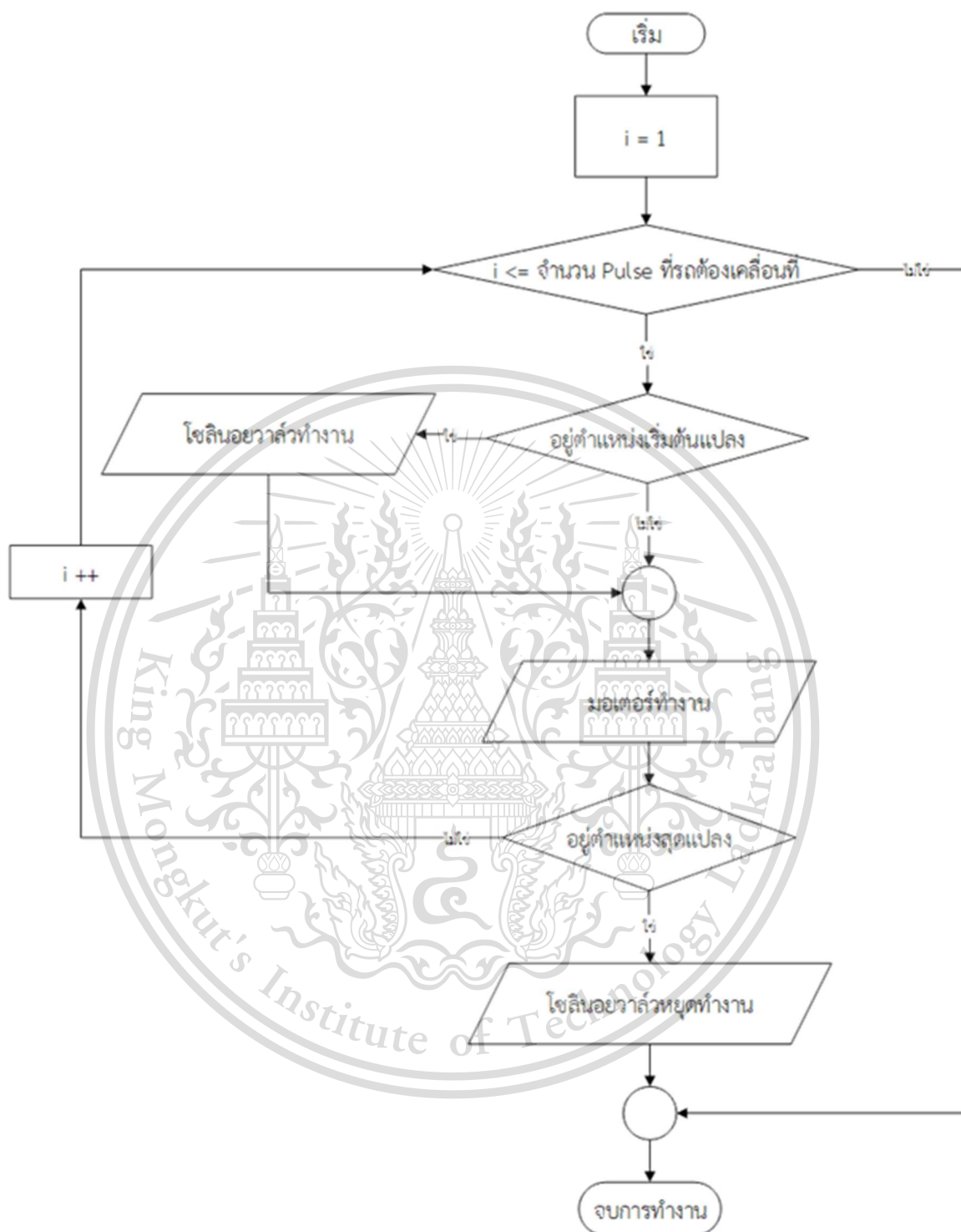
โดย r คือ รัศมีของล้อ

ในการเคลื่อนที่ของรถจะอาศัยสัญญาณในการทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่ไปยังแปลงที่ต้องการนั้นสามารถคำนวณจำนวน pulse ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ให้รถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้จากการนำจำนวนแปลงที่รถต้องเคลื่อนที่ผ่านคูณกับจำนวน pulse ของการเคลื่อนที่ 1 แปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.17 แผนภาพแสดงการทำงานของมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

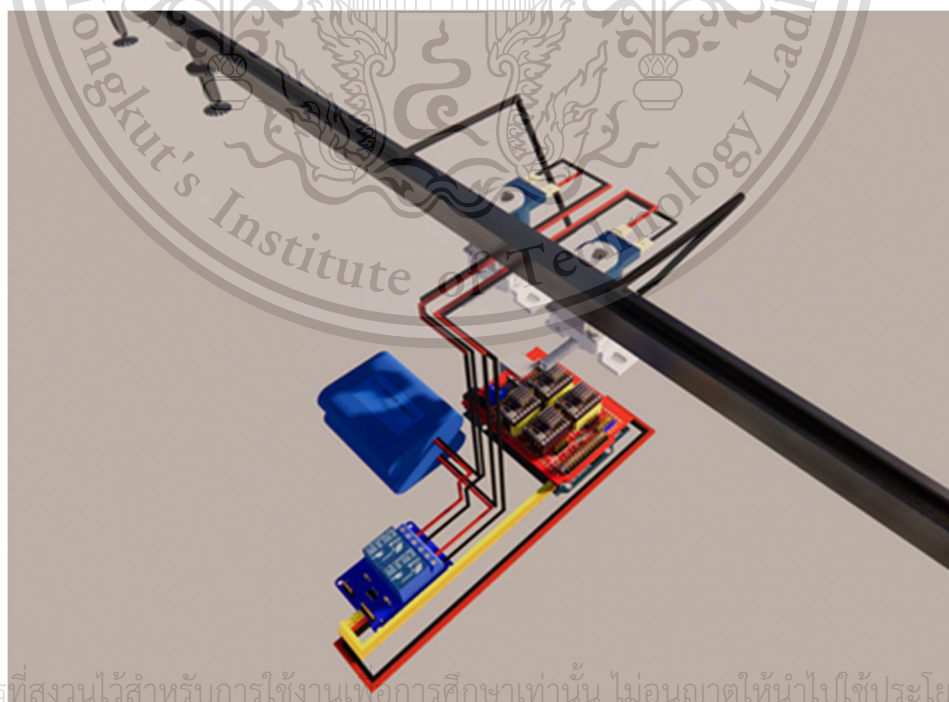
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยในระหว่างการเคลื่อนที่ของรถนั้น จะมีคำสั่งคอยตรวจสอบตำแหน่งรถอยู่ทุก ๆ สัญญาณ pulse เพื่อคอยตรวจสอบตำแหน่งว่ารถนั้นเคลื่อนที่ถึงจุดเริ่มต้นแปลงที่ต้องการรถน้ำแล้วหรือไม่ ถ้าใช่จะทำการสั่งการเปิดโซลินอยด์วาล์วและเคลื่อนที่ต่อไปจนสิ้นสุดความยาวแปลง และทำการสั่งปิดโซลินอยด์วาล์ว

3.2.3 การออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำ

ในการออกแบบระบบควบคุมการให้น้ำจะทำงานสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถ โดยในแต่ละพื้นที่จะมีการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นเอาไว้ และให้ผู้ใช้งานกำหนดความชื้นของดินที่เหมาะสมได้ผ่านแอปพลิเคชัน หากมีความชื้นของดินต่ำกว่าจุดที่ตั้งไว้ บอร์ด ESP8266 แต่ละจุดจะส่งสัญญาณมายังเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางและรถจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกระบุมาจากเซนเซอร์ โดยจะมีการตรวจสอบตัวแปร “areazone” ให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันกับพื้นที่ที่เซนเซอร์ระบุสัญญาณมา จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะส่งสัญญาณกระตุ้นให้โซลินอยด์วาล์วทำงานผ่านการตรวจสอบตัวแปร “role” เพื่อตรวจสอบเช็คว่าจะต้องเปิดวาล์วที่ฝั่งใด

การใช้โซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมระบบน้ำมีความสำคัญอย่างมากในการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำ เพื่อให้สอดคล้องกับการตรวจวัดความชื้น โดยใช้โซลินอยด์วาล์วกระแสตรง 12VDC ที่สามารถรองรับแรงดันน้ำได้ 0.01 Mpa และการใช้โซลินอยด์วาล์วขนาด 12 VDC สามารถจ่ายไฟผ่านแบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออนขนาด 12V

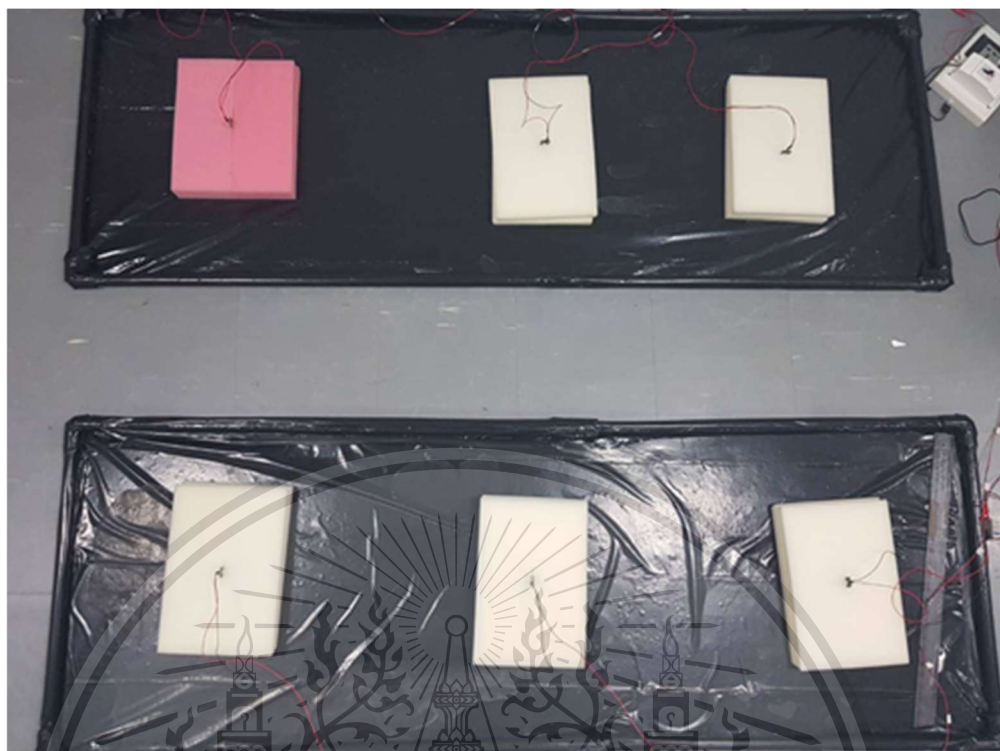


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 แบบจำลองวงจรควบคุมการรดน้ำ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



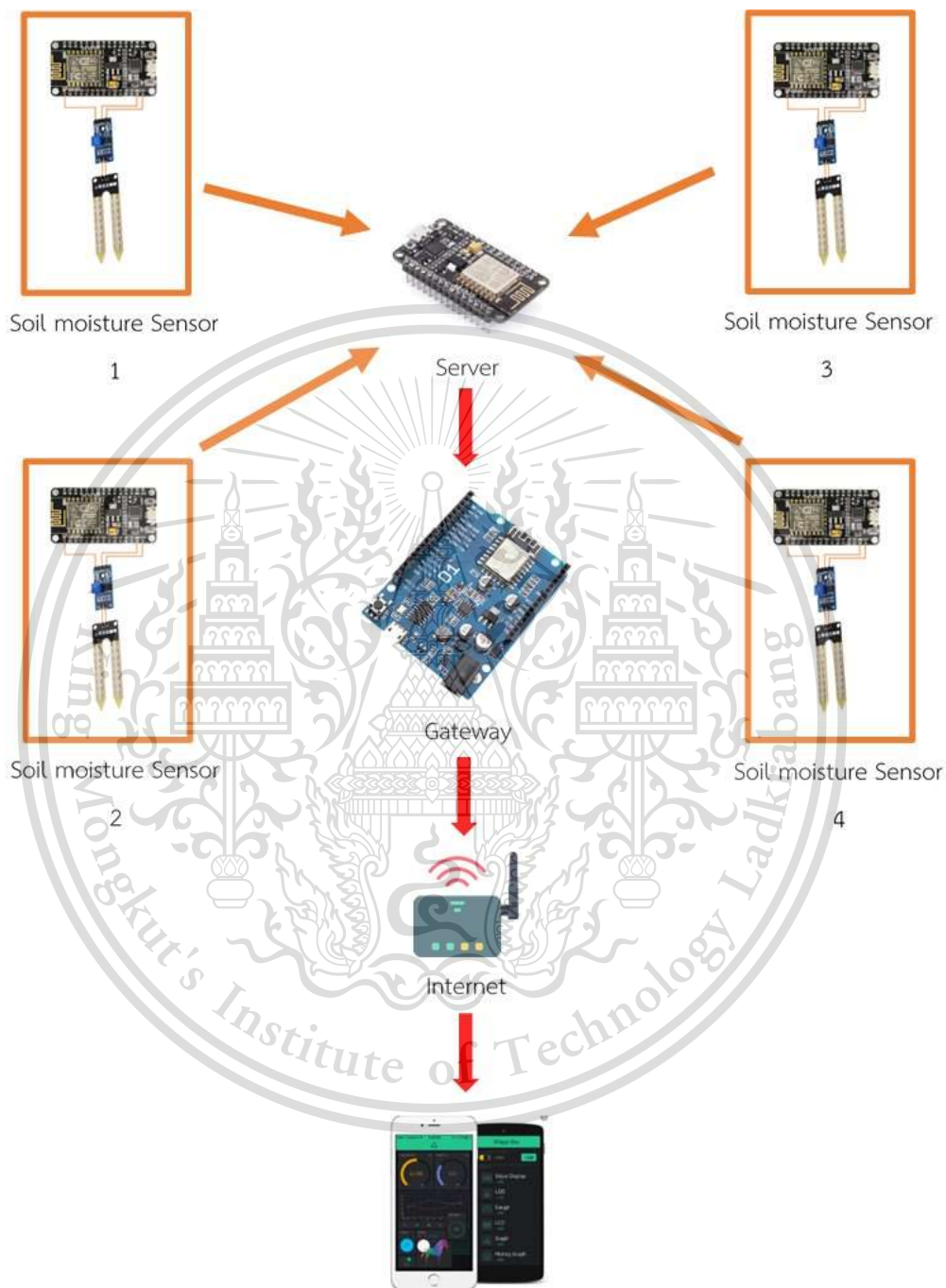
รูปที่ 3.19 พื้นที่การเกษตรจำลองที่ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.4 การออกแบบระบบสื่อสารและส่งข้อมูล



รูปที่ 3.20 ระบบสื่อสารและการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. การสื่อสารระหว่าง Client กับ Server

เนื่องด้วยจุดประสงค์ของการทำโครงการนี้นั้นเป็นการใช้งานกับเกษตรแปลงใหญ่ที่มีพื้นที่กว้างและห่างกันมาก การให้อุปกรณ์แต่ละตัวเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ทำให้เลือกใช้การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ด้วย ESP-MESH Protocol ในการรับค่าความชื้นในดินในแต่ละแปลงและส่งออกไปยังอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตและสามารถส่งข้อมูลในระยะไกลได้ นอกจากนี้หากมีอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งเสียหายอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ก็ยังสามารถรับส่งข้อมูลต่อไปได้ โดยกำหนดให้ ESP8266 ที่รับค่าความชื้นในดินแต่ละแปลงจำลองเป็น Client Node และกำหนดให้ ESP8266 ที่เก็บค่าความชื้นของทุก ๆ แปลงจำลองเป็น Server Node โดย Client Node แต่ละตัวจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลความชื้นในดินที่อ่านได้ในแต่ละแปลงให้กับ Server Node โดยการใช้ ESP-MESH ในการรับส่งข้อมูล และข้อมูลที่ส่งออกจาก Client Node นั้นจะถูกส่งในรูปแบบของข้อความ Json และ Server Node จะรับค่าในรูปแบบของข้อความ Json เช่นกัน

โดยการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์แบบ ESP-MESH นั้น จะส่งโดยใช้การเชื่อมต่อด้วย Soft AP ระหว่าง Node แต่ละตัว ดังนั้น ESP8266 แต่ละตัวจะทำงานในโหมด Access Point Mode (AP) และ Station Mode (STA) ในเวลาเดียวกัน กล่าวคืออุปกรณ์แต่ละตัวจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นและทำหน้าที่รออุปกรณ์ตัวอื่น ๆ เข้ามาเชื่อมต่อด้วยเช่นกัน

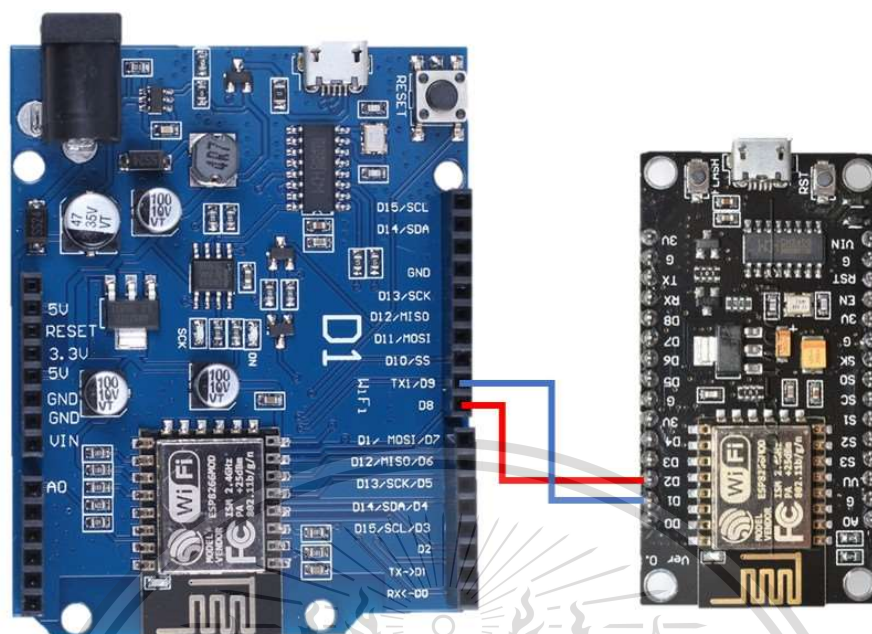
2. การสื่อสารระหว่าง Server กับ Gateway

เนื่องจากจุดประสงค์ส่วนหนึ่งของโครงการนี้คือการแสดงผลและควบคุมการทำงานผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Client แต่ละตัวไปแสดงผล แต่เราไม่สามารถนำข้อมูลที่ Server รวบรวมนำไปใช้ได้เนื่องจากการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือนั้นจำเป็นต้องเชื่อมต่อ Wi-Fi จากภายนอก แต่ตัว Server นั้นได้เชื่อมต่อกับ Soft AP ภายใน Mesh อยู่แล้ว จึงไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ภายนอกได้อีก เราจึงกำหนดให้ ESP8266 ที่รับค่าความชื้นในดินจากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Server โดยผ่านทาง Serial Port ว่าเป็น Gateway Node โดยการส่งข้อมูลผ่าน Serial Port นั้นในขั้นนี้ได้กำหนดให้ Wemos D1 เป็นตัว Gateway Node และ ESP8266 เป็น Server Node และส่งผ่าน Port ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.21 การส่งข้อมูลผ่าน Serial Port

แต่เนื่องจากการส่งข้อมูลผ่าน Serial Port โดยให้ชนิดของข้อมูลเป็นข้อความ (String) ทำให้เกิดความผิดพลาด อาทิเช่น ข้อความที่ส่งมาไม่ครบ ทำให้เลือกใช้การส่งข้อมูลเป็นชนิดจำนวนเต็ม (int) 8 หลัก โดย 4 หลักแรกเป็น ID ของ Client Node และ 4 หลักหลังเป็นเป็นค่าความชื้นในดินของพื้นที่แต่ละแปลง

3.2.5 การออกแบบอื่นๆ

1. การออกแบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ

เพื่อเป็นการตรวจสอบเช็คอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการรดน้ำจึงได้มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (K-Type Thermocouple (MAX6675) Module with Temperature Sensor Probe) และส่งค่าอุณหภูมิของน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางเพื่อแสดงค่าในแอปพลิเคชันรวมถึงบันทึกค่าเป็นกราฟเพื่อบันทึกค่าข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.22 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำ

2. การออกแบบเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบสของน้ำ

เพื่อเป็นการตรวจสอบเช็คค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำที่ใช้ในการรดน้ำจึงได้มีการติดเซนเซอร์วัดค่า pH (pH Sensor Module) และส่งค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำไปยังเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางเพื่อแสดงค่าในแอปพลิเคชันรวมถึงบันทึกค่าเป็นกราฟเพื่อบันทึกค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำโดยจะมีการสุ่มตัวอย่างข้อมูลและเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-เบสที่วัดได้เพื่อความแม่นยำที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.23 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ

3. การออกแบบการเฝ้าสังเกตการณ์ระยะไกล

เพื่อการสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพของแปลงเพาะปลูก เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์จึงได้มีการติดตั้งบอร์ด ESP-32 CAM พร้อมกล้อง OV2640 ไว้กับแบบจำลอง โดยมีการติดตั้ง stepper motor 28byj-48 ไว้กับบอร์ด ESP-32 CAM เพื่อควบคุมทิศทางในการสังเกตการณ์ในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก โดยสามารถควบคุมและสังเกตการณ์ระยะไกลผ่านทางแอปพลิเคชันได้



รูปที่ 3.24 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและสังเกตการณ์ระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

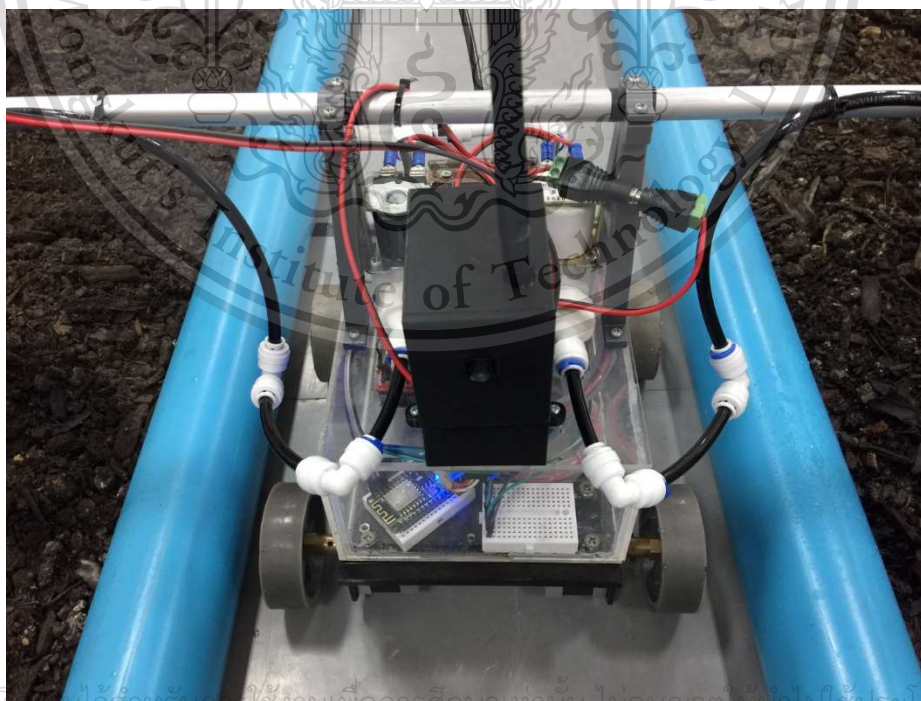
4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการดำเนินการออกแบบและสร้างรถหุ่นยนต์การเกษตรอัจฉริยะและผลการทดสอบระบบการทำงาน โดยการทดลองเป็นการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของรถหุ่นยนต์ ที่จะควบคุมค่าความชื้นในดิน ทดสอบการวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ทดสอบการทำงานของกล่องวงจรปิดและการวัดค่าอุณหภูมิ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนที่ค่าความชื้นในดินแตกต่างกันคือ 20 30 และ 40 ตามลำดับและเก็บผลการทดลองแสดงในรูปของกราฟภายในแอปพลิเคชัน

4.2 ผลการประดิษฐ์ชิ้นงานรถหุ่นยนต์สำหรับการเกษตร

4.2.1 โครงสร้างภายนอก

โครงสร้างภายนอกตัวรถออกแบบให้ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 4 ตัว เคลื่อนที่สองทิศทางคือ เคลื่อนไปข้างหน้าและถอยหลัง มีคานอลูมิเนียมยื่นออกจากด้านข้างตัวรถสำหรับจ่ายน้ำ ด้านหน้าตัวรถมีการติดตั้งกล่องที่สามารถหมุนได้ 180 องศา

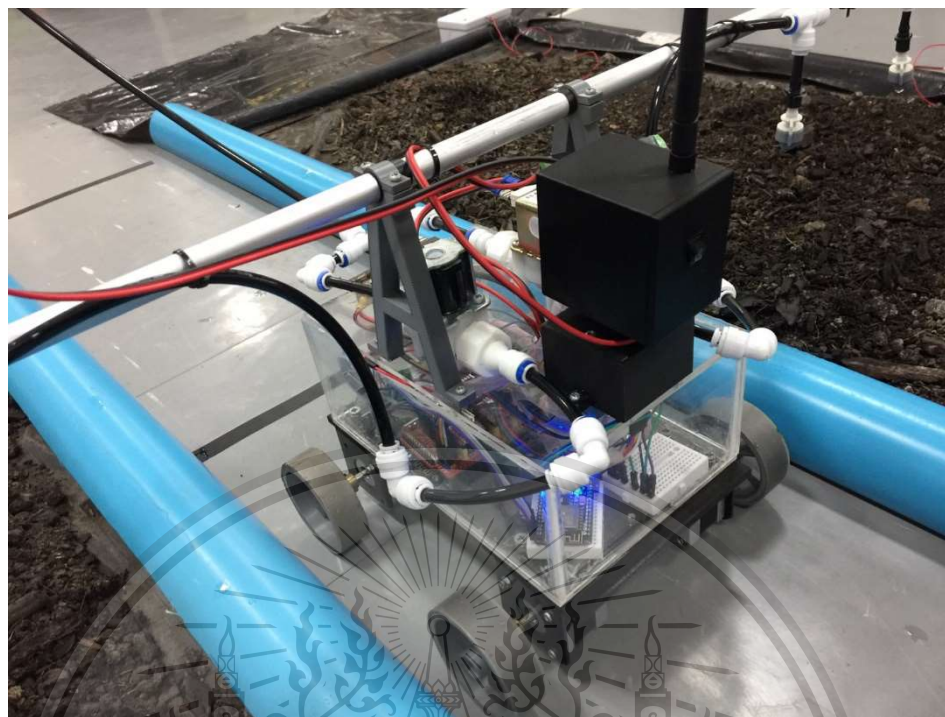


รูปที่ 4.1 โครงสร้างด้านหน้าของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 โครงสร้างด้านข้างของรถ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

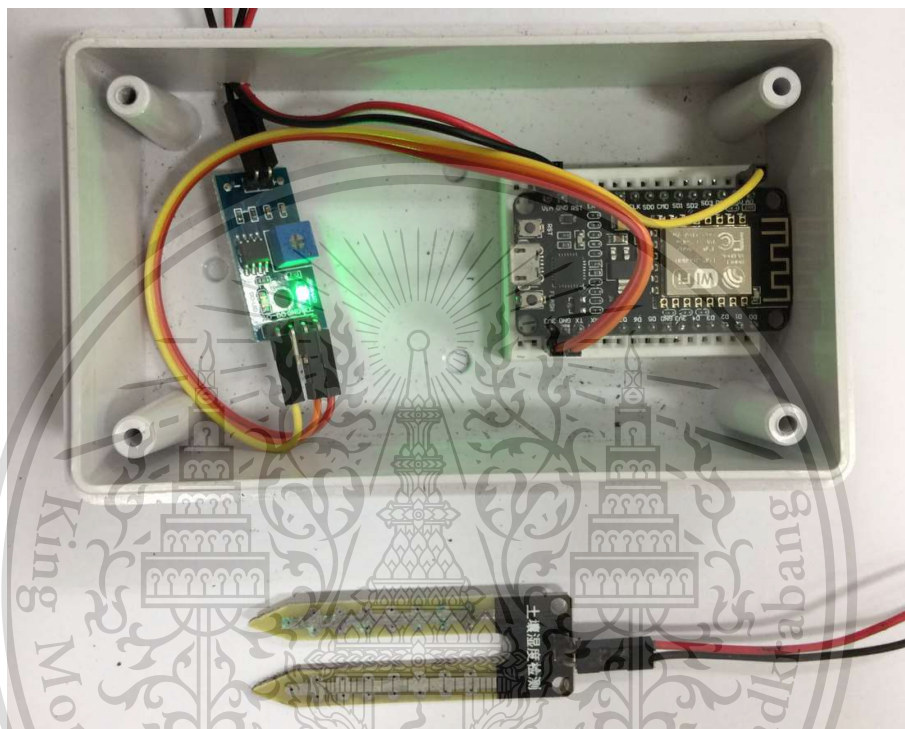
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 ระบบควบคุมค่าความชื้นในดิน

ระบบควบคุมค่าความชื้นในดินโดยจะทำการกำหนดค่าความชื้นที่ต้องการควบคุมภายในแอปพลิเคชันBlynk ซึ่งเมื่อกำหนดค่าความชื้นแล้วระบบจะควบคุมค่าความชื้นให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนด

4.3.1 อุปกรณ์วัดค่าความชื้น



รูปที่ 4.4 กล่องรับค่าความชื้นและส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 4.4 ระบบควบคุมความชื้นในดินมีการใช้งานเซนเซอร์วัดความชื้นในดินเชื่อมต่อกับกล่องประมวลผลส่งข้อมูลจำนวน 6 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- บอร์ด ESP8266 NodeMCU จำนวน 1 บอร์ด
- เซนเซอร์วัดความชื้นในดินประเภทตัวต้านทาน จำนวน 1 ตัว
- วงจรปรับเทียบแรงดัน IC LM2935 จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2 อุปกรณ์ประมวลผลและส่งข้อมูล



รูปที่ 4.5 กล่องเซิร์ฟเวอร์ประมวลผล

จากรูปที่ 4.5 แสดงภาพของกล่องเซิร์ฟเวอร์สำหรับรับสัญญาณจากESP8266แต่ละโหนดโดยทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์หลักในการรับค่าและส่งสัญญาณเพื่อแสดงในแอปพลิเคชัน โดยภายในกล่องจะประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- บอร์ด ESP8266 ทำหน้าที่เป็นServer จำนวน 1 บอร์ด
- บอร์ดWemos D1 ทำหน้าที่เป็นGateway จำนวน 1 บอร์ด
- โมดูล pH meter จำนวน 1 โมดูล

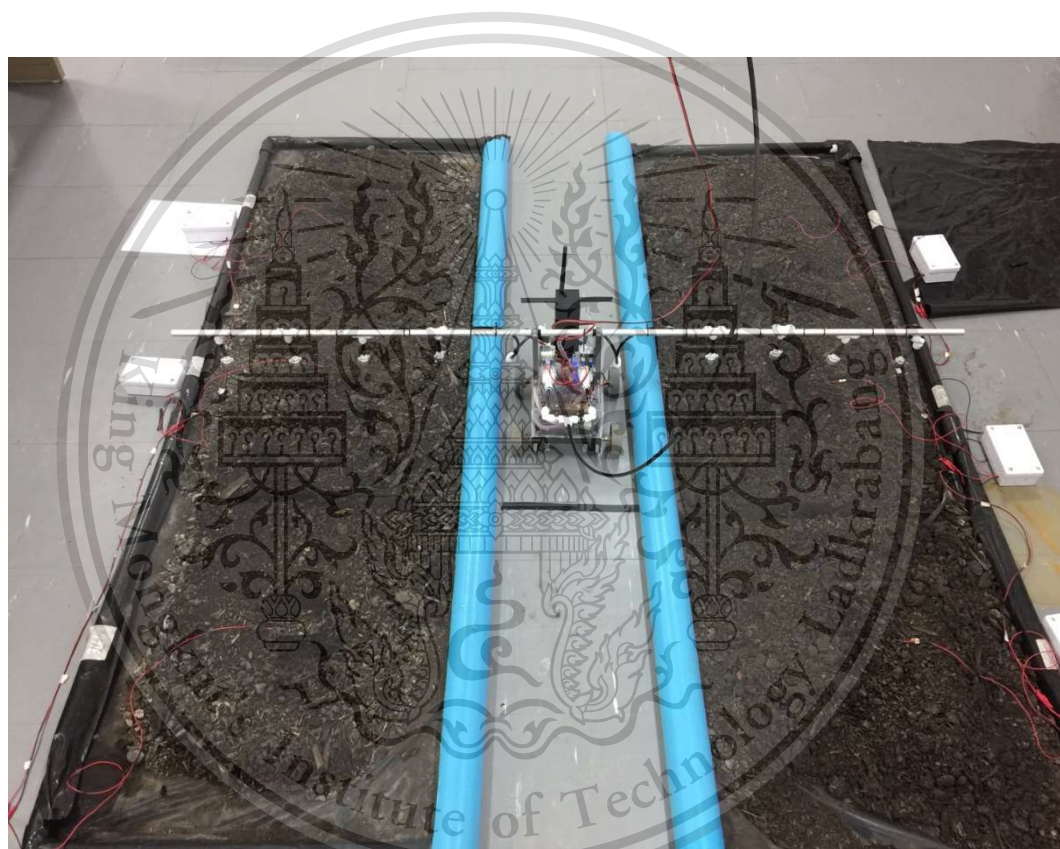
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การทดสอบการทำงานของระบบเกษตรอัจฉริยะ

ในส่วนของการทดสอบการทำงานจะเป็นการทดสอบเพื่อควบคุมค่าความชื้นในดินให้ดินในบริเวณที่ต้องการจะควบคุมความชื้นมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนดคือ ความชื้นของดินจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 80% ของค่าที่กำหนด หากความชื้นต่ำกว่า 80% ของค่าที่กำหนดจะสั่งการทำงานให้รถหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น ๆ และทำการรดน้ำบริเวณนั้น ๆ จนกว่าค่าความชื้นในดินจะมีค่าสูงกว่า 120% ของค่าความชื้นที่กำหนดรถจึงจะหยุดการรดน้ำและจดจำตำแหน่งสุดท้ายที่รถอยู่เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานในรอบถัดไป โดยการทดสอบจะเปิดระบบการทำงานเป็นเวลา 3 วันในแต่ละค่าความชื้น



รูปที่ 4.6 การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน

4.5 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเกษตรอัจฉริยะ

4.5.1 ผลการจัดทำแอปพลิเคชันระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะ

จากการออกแบบระบบในบทที่ 3 ทำให้ระบบสามารถเกษตรอัจฉริยะสามารถสังเกตการณ์และควบคุมพื้นที่การเกษตรได้จากระยะทางไกลผ่านแอปพลิเคชัน BLYNK ซึ่งได้ผลการ

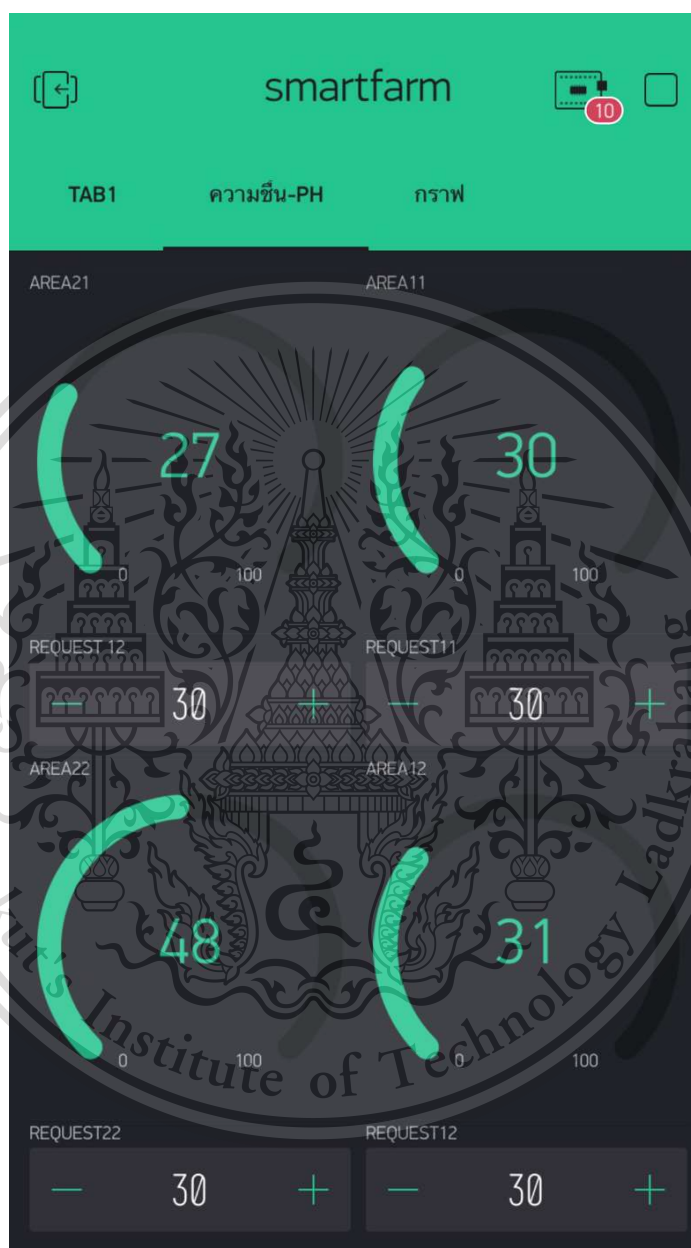
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5.2 ผลการเก็บข้อมูลและแสดงผลการทดลองผ่านแอปพลิเคชัน

1) หน้าต่างแสดงค่าความชื้นในดินขณะนั้นทั้ง 6 พื้นที่



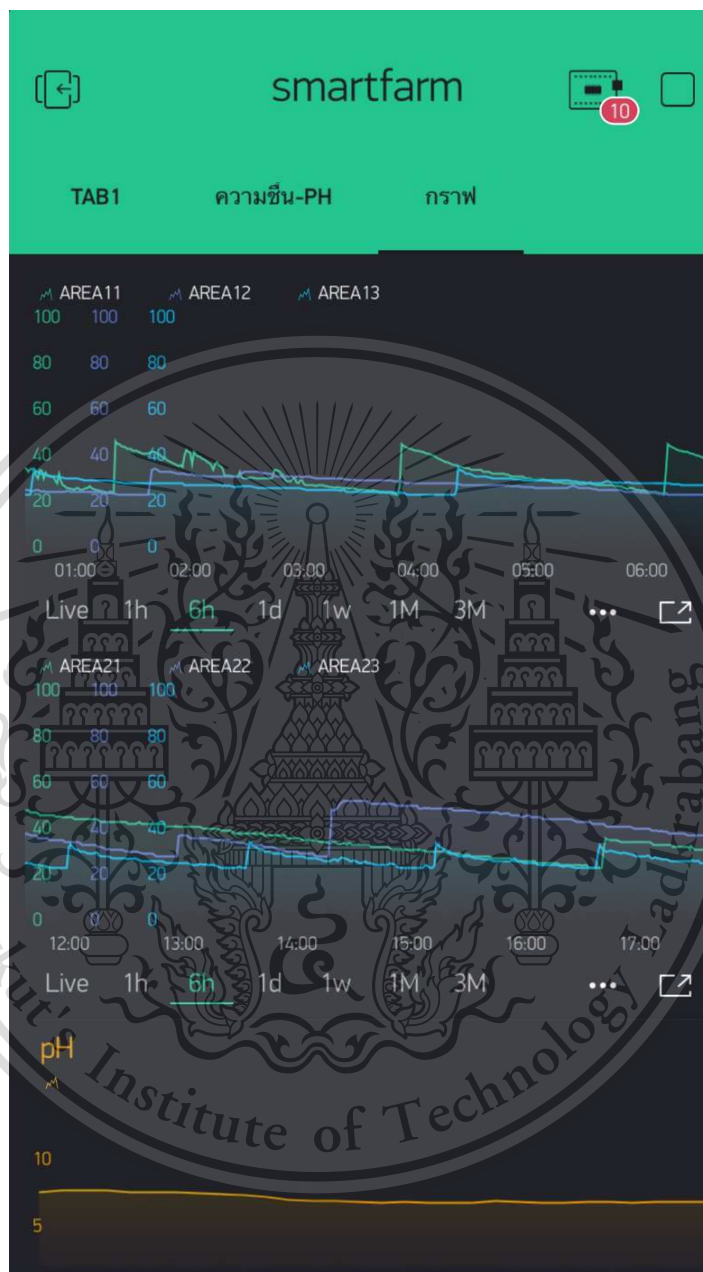
รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงค่าความชื้นในดินภายในแอปพลิเคชันBLYNK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) หน้าต่างแสดงกราฟการเก็บข้อมูลความชื้นในดินทั้ง 6 พื้นที่



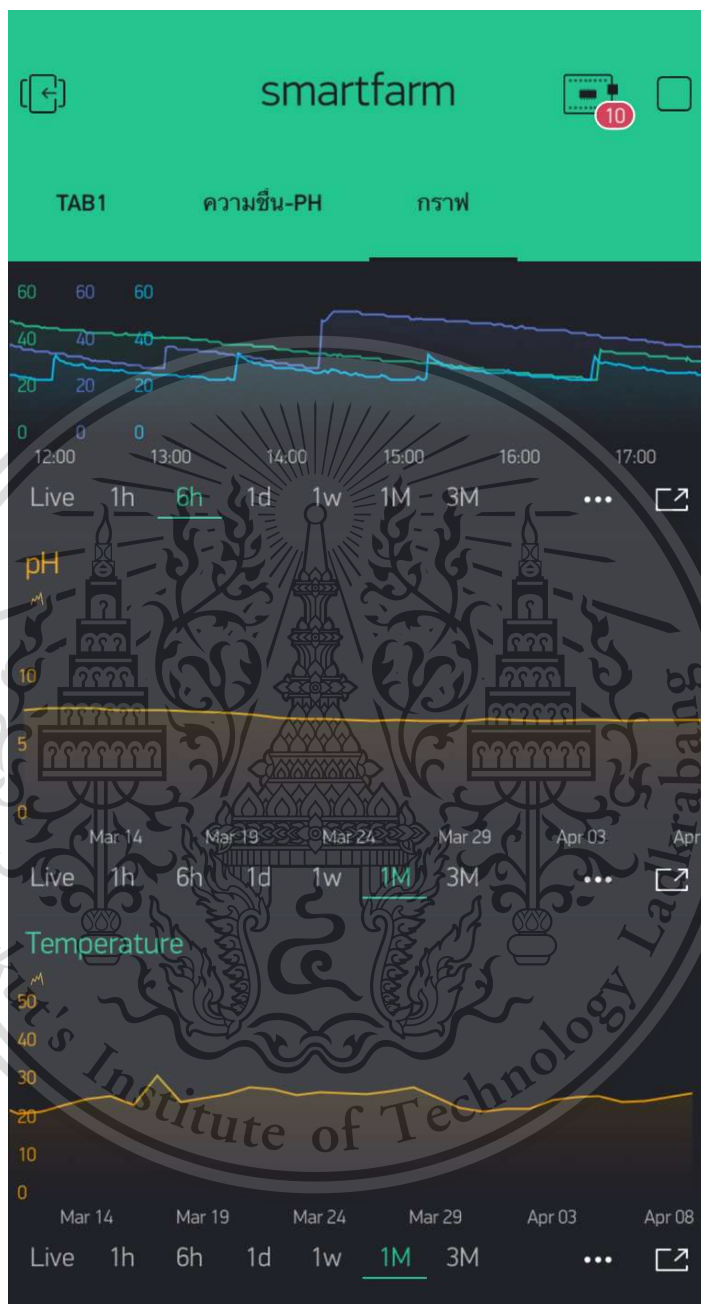
รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงผลค่าความชื้นในดินภายในแอปพลิเคชันBLYNK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3) หน้าต่างแสดงกราฟการเก็บข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ



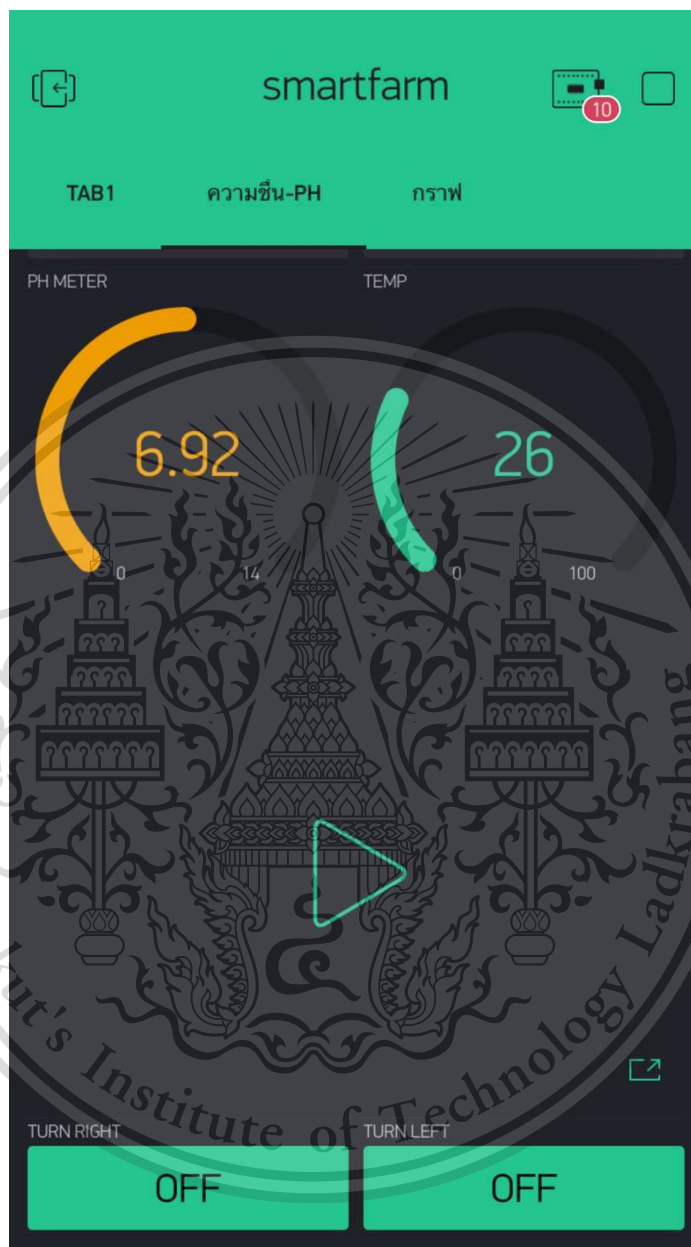
รูปที่ 4.9 หน้าต่างแสดงผลกราฟค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4) หน้าต่างควบคุมทิศทางและสั่งการทำงานกล้องวงจรปิด



รูปที่ 4.10 หน้าต่างแสดงผลภาพจากกล้องวงจรปิดและควบคุมทิศทางภายในแอปพลิเคชันBLYNK

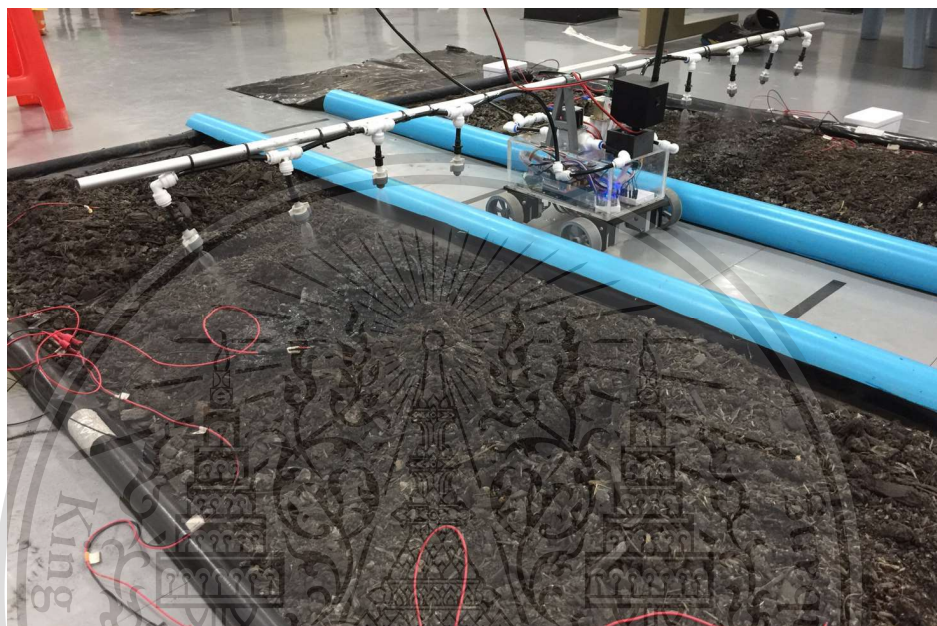
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5.3 ผลการทดสอบควบคุมความชื้นในดิน

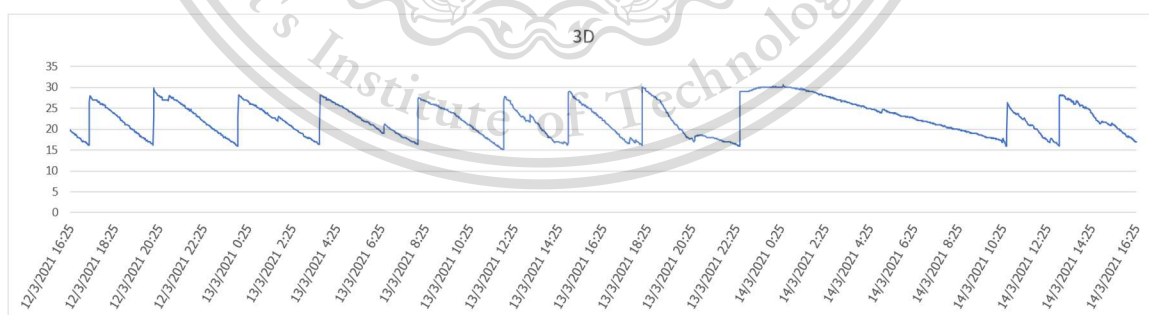
ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถควบคุมความชื้นในดินได้ และแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของแปลงเกษตรทดลองได้ ซึ่งสามารถเก็บผลการทดสอบในรูปของกราฟความชื้นเทียบกับเวลาที่เปิดการทำงานเป็นเวลา 3 วันได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.11 ภาพแสดงตัวอย่างการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน

4.5.3.1 ผลการทดสอบเก็บค่าความชื้นในดินที่ค่า 20

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3165



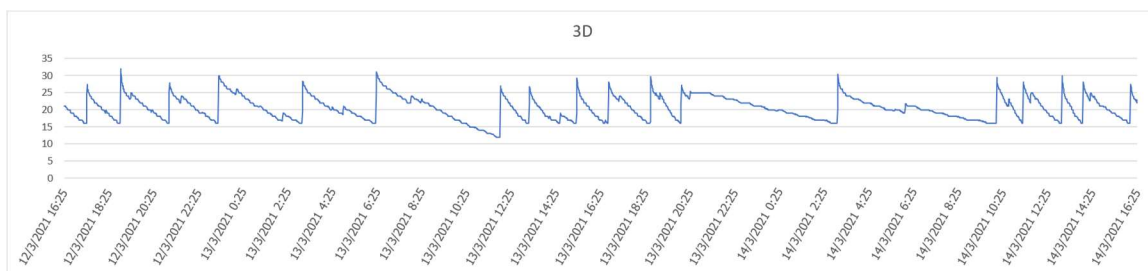
รูปที่ 4.12 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

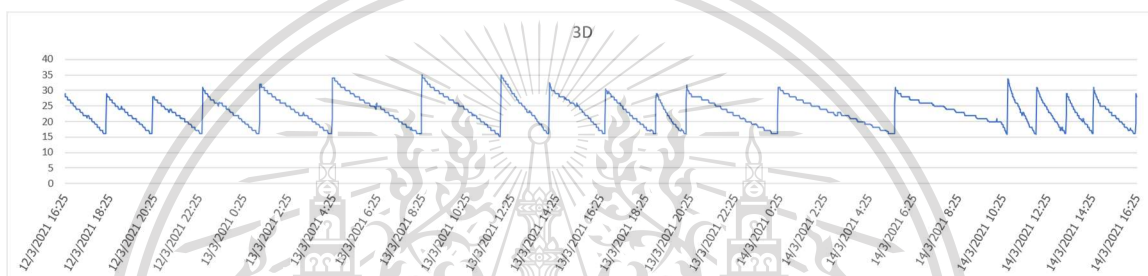
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 6431



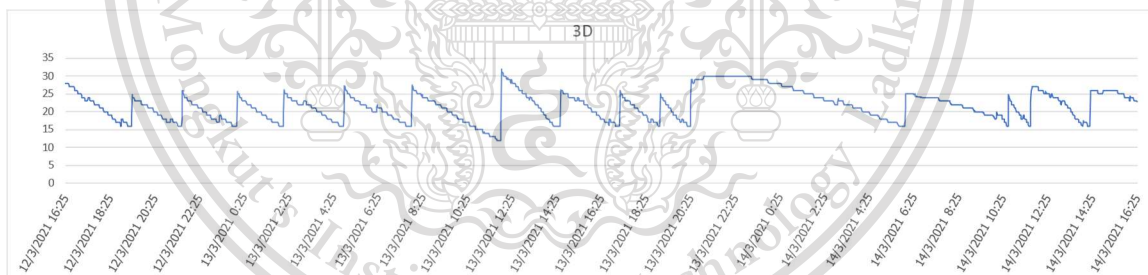
รูปที่ 4.13 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6431

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 6527



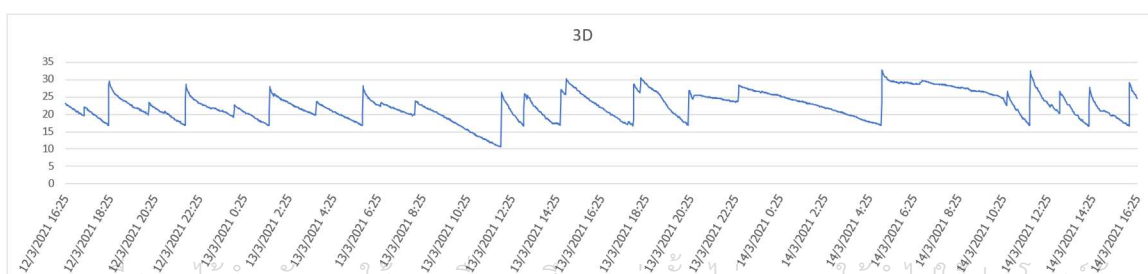
รูปที่ 4.14 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6527

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3945



รูปที่ 4.15 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3945

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 2516



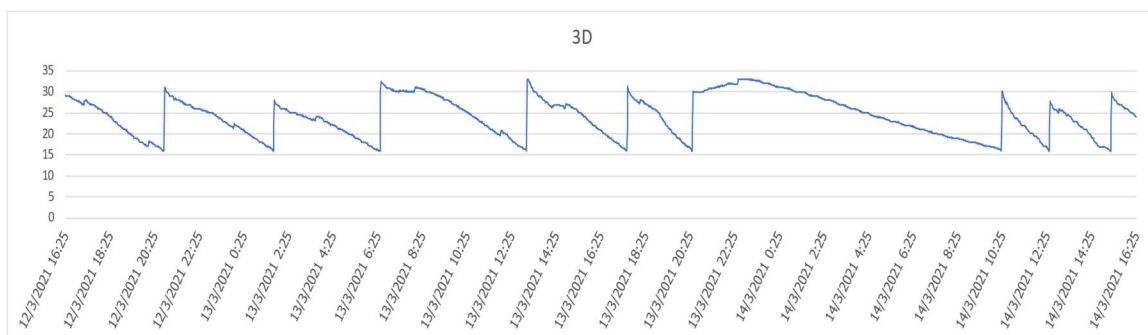
รูปที่ 4.16 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 2516

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

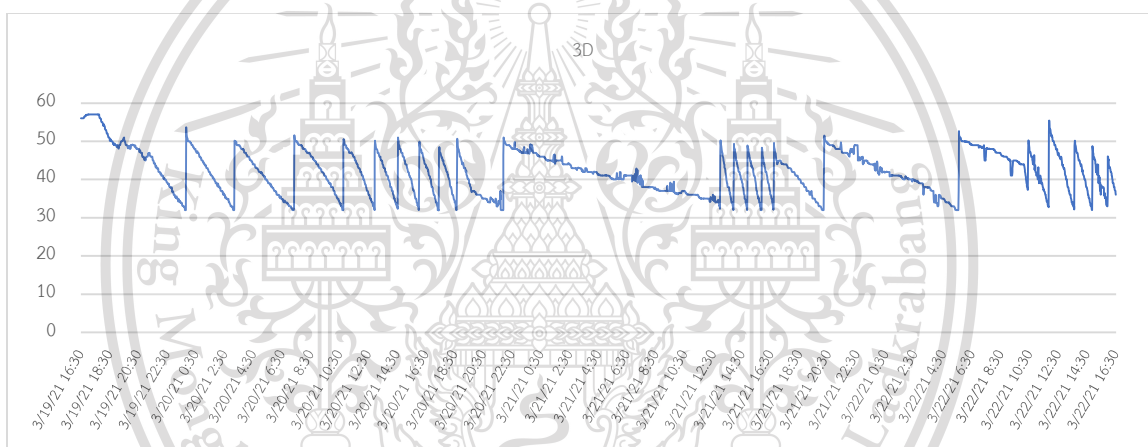
- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3166



รูปที่ 4.17 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3166

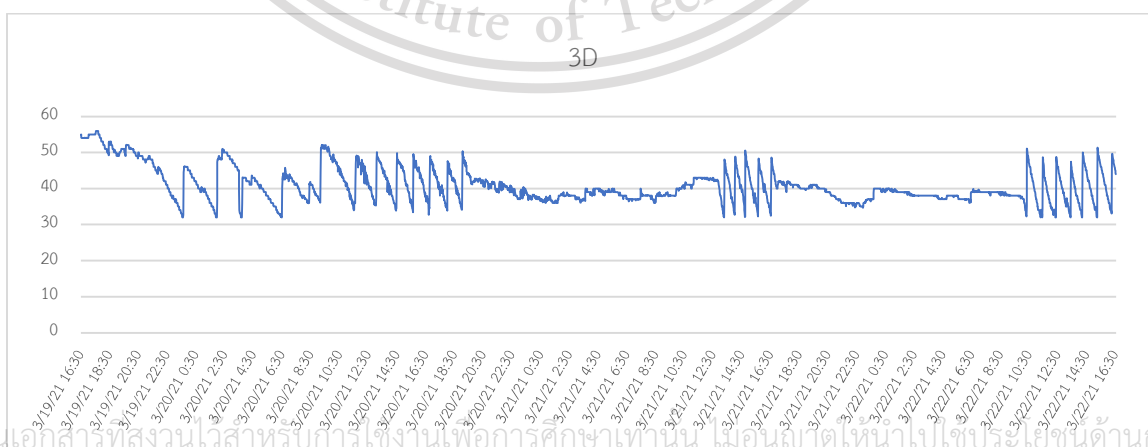
4.5.3.2 ผลการทดสอบเก็บค่าความชื้นในดินที่ค่า 40

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3165



รูปที่ 4.18 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3165

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 6431



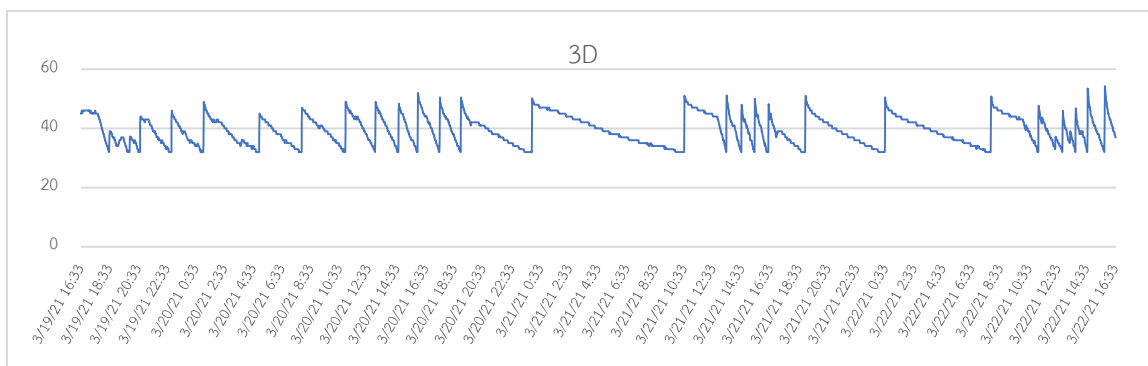
รูปที่ 4.19 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6431

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในเชิงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีมติให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

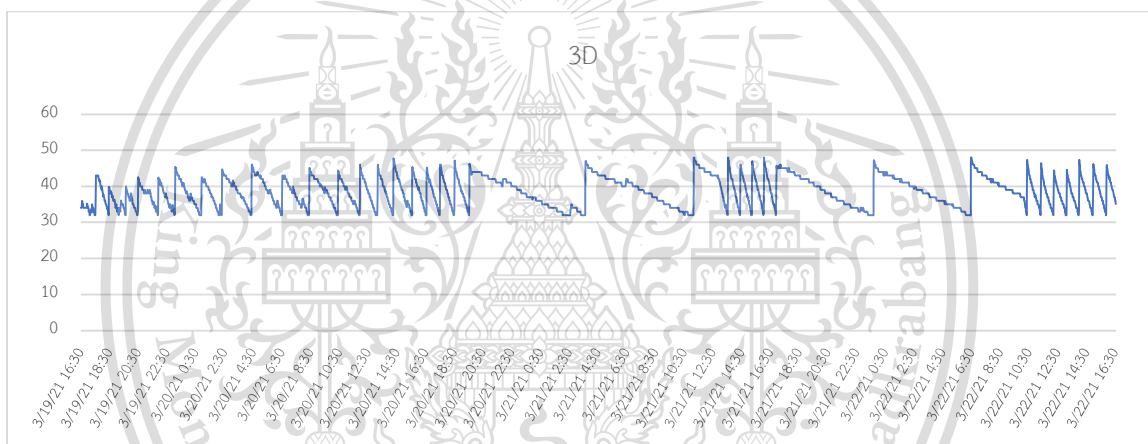
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 6527



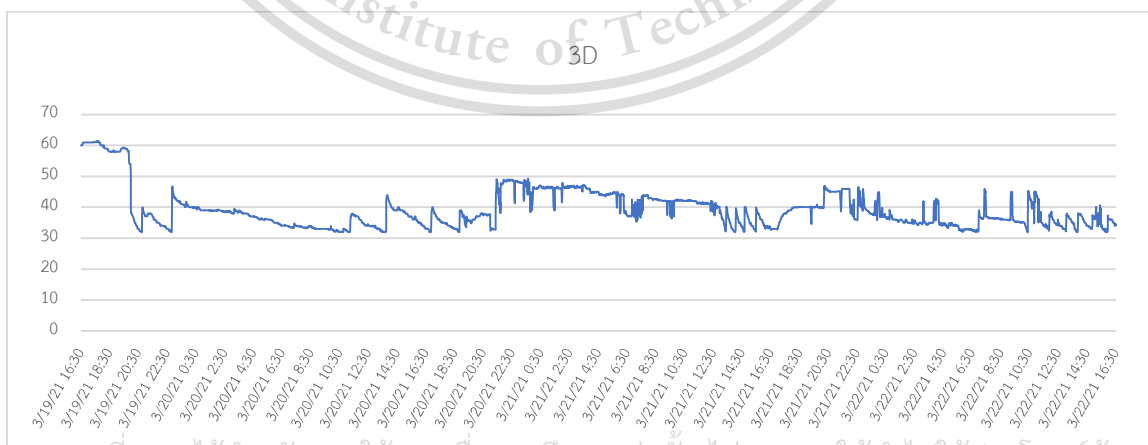
รูปที่ 4.20 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 6527

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3945



รูปที่ 4.21 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3945

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 2516



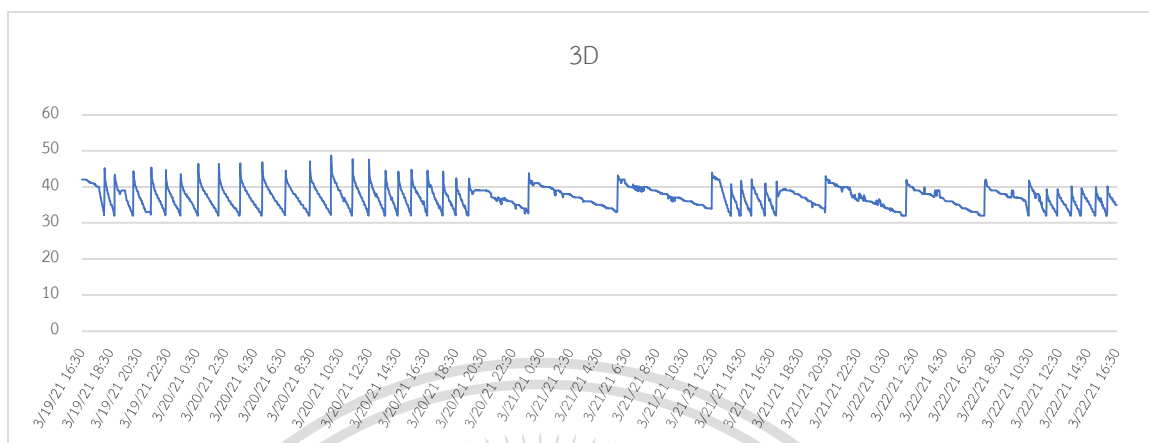
รูปที่ 4.22 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 2516

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- กราฟการเก็บค่าความชื้นในดินของบอร์ด 3166



รูปที่ 4.23 กราฟค่าความชื้นในดินเทียบกับเวลาของบอร์ด 3166

จากรูปกราฟที่ 4.12 ถึง 4.23 แสดงผลการทดสอบระบบควบคุมความชื้นในดินพบว่า แอปพลิเคชัน BLYNK สามารถเก็บข้อมูลและแสดงผลการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างได้แม่นยำ แต่ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการทำงานของระบบควบคุมความชื้นคือเซนเซอร์วัดความชื้นที่เกิดการเสื่อมสภาพหลังจากใช้งานไประยะหนึ่ง โดยซึ่งส่งผลให้ค่าความชื้นในดินที่เซนเซอร์วัดนั้นมีความแปรปรวนจึงทำให้ระบบควบคุมความชื้นทำงานได้ผิดพลาดในบางครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิจัย ทดลองและพัฒนาระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่แล้วนั้น หลังจากได้ทำการทดลองจริง โดยการจำลองแปลงเกษตรภายในห้องปิดที่ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ผลต่างๆ แยกเป็นแต่ละส่วนดังนี้

5.1.1 ระบบควบคุมความชื้นของดิน

ระบบควบคุมความชื้นของดินนี้ถูกออกแบบให้วัดค่าความชื้นของดินและแสดงผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 1 ชุด ต่อ 1 แปลง โดยการทดลองควบคุมความชื้นของดิน ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยทำงานร่วมกับหัวพ่นน้ำและปั้มน้ำ ระบบสามารถควบคุมความชื้นของดินให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้

5.1.2 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งรถ

ระบบควบคุมสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติหรือควบคุมด้วยตัวเองได้ โดยการเลือกฟังก์ชันการทำงานแบบอัตโนมัติสามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ และสามารถกำหนดความชื้นของดินในแต่ละแปลงให้มีความแตกต่างตามความต้องการได้ ในส่วนการทำงานแบบกำหนดเองจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถเองได้และสามารถควบคุมการเปิดและปิดโซลินอยด์วาล์วได้ โดยความเร็วในการตอบสนองการสั่งการควบคุมจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณอินเทอร์เน็ท

5.1.3 ส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูล

การแสดงผลของค่าความชื้น อุณหภูมิ และค่า pH สามารถแสดงผลเป็นค่าตัวเลขและกราฟข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ได้เป็นอย่างดี และสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ .CSV เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานได้ต่อ โดยการส่งข้อมูลผ่านทางอีเมลที่ได้ลงทะเบียนไว้

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่สามารถควบคุมความชื้นของดินในแปลงต่างๆ ซึ่งสามารถช่วยเกษตรกรในการประหยัดน้ำที่ต้องใช้ในการรดน้ำ ความชื้นในแปลงเกษตร และแสดงค่าปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดเบสและอุณหภูมิของน้ำ และเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันเพื่อแสดงและเก็บข้อมูลเพื่อให้เกษตรกรทราบถึงคุณภาพของตัวแปรที่จะมีผลต่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การเจริญเติบโตของพืช ซึ่งค่าที่ได้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ .csv ซึ่งมีการระบุเวลาและวันที่ของค่าอย่างชัดเจนเพื่อการเรียกดูย้อนหลัง อีกทั้งเกษตรกรสามารถควบคุมสั่งการทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้งานระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ พบว่าในการใช้งานจริงต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ทนทานต่อฝุ่นและน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ได้เป็นอย่างดี

5.4 ปัญหาที่พบในระหว่างดำเนินโครงการและข้อเสนอแนะ

5.4.1 เซนเซอร์วัดความชื้น ไม่สามารถใช้งานในระยะยาวได้ เนื่องจากแท่งอิเล็กโทรดที่ใช้ในการวัดความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรดสองข้าง ไม่ทนทานต่อการกัดกร่อน ควรเลือกใช้เซนเซอร์ที่แท่งอิเล็กโทรดมีความสามารถทนการกัดกร่อนได้ดี และมีการป้องกันวงจรจากความชื้นและน้ำ

5.4.2 การเคลื่อนที่ของรถใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อน ซึ่งต้องขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อไปพร้อมกัน ทำให้เมื่อติดตั้งมอเตอร์ไม่ตรงทำให้การเคลื่อนที่ของรถไม่ตรงด้วย ควรออกแบบและหาวิธีติดตั้งมอเตอร์หรือเพิ่มระบบควบคุมทิศทางเข้าไป จะทำให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้ในทิศทางที่ต้องการมากขึ้น

5.5 แนวทางการพัฒนา

โครงการวิจัยนี้สามารถพัฒนาและเพิ่มความสามารถในการทำงานให้มากขึ้นได้ ดังนี้

5.5.1 การเพิ่มความสามารถในการระบุตำแหน่งด้วย GPS เพื่อเพิ่มความแม่นยำของตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของรถ

5.5.2 การพัฒนาระบบควบคุมทิศทางของรถ เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้ตามความต้องการมากขึ้น โดยการควบคุมมอเตอร์ และการเลือกลักษณะของล้อ

5.5.3 พัฒนาให้สามารถแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อสะดวกต่อการดูแล และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และจัดการต่อไป

5.5.4 พัฒนาการให้สามารถอัดประจุไฟฟ้าอัตโนมัติได้ เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีระพงษ์ เผือกอุย;/และคนอื่นๆ, “ระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตรทฤษฎีใหม่,” **ปฏิญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2560S
- [2] กชกร กิตติพงษ์พัฒนา;/และคนอื่นๆ, “ระบบจัดการพลังงานในฟาร์มอัจฉริยะ,” **ปฏิญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2558
- [3] ยงยุทธ แสงฉวี;/และคนอื่นๆ, “ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับปลูกสตอเบอร์รี่ในโรงเรือนปิด,” **ปฏิญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2560
- [4] "เทคโนโลยี Internet of Things และนโยบาย Thailand 4.0," คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, **เอกสารวิชาการ**, 2560, หน้า 2
- [5] "สรุปสาระสำคัญโครงการตามนโยบายสำคัญ (Agenda) 15 โครงการ," กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, **เอกสารวิชาการ**, 2561, หน้า 1
- [6] DevBun, “Internet Of Things (IoT) คืออะไร มาหาคำตอบกัน,”
[ออนไลน์]: [https://blog.sogoodweb.com/Internet-of-Things-\(IoT\)](https://blog.sogoodweb.com/Internet-of-Things-(IoT))
- [7] อนุรักษ์ ศฤงคารภานิจิต, “ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช,”
[ออนไลน์]: http://www.arcims.tmd.go.th/Research_files/ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช.pdf
- [8] ara Santos, “ESP-MESH with ESP32 and ESP8266: Getting Started,”
[ออนไลน์]: <https://randomnerdtutorials.com/esp-mesh-esp32-esp8266-painlessmesh/>
- [9] “ESP8266 MQTT Mesh,”
[ออนไลน์]: <https://www.arduino.cc/esp8266-mqtt-mesh/>
- [10] “รู้จักกับ ESP8266,”
[ออนไลน์]: <http://fitrox.lnwshop.com/article/28/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [11] “ESP8266__Datasheet,”
[ออนไลน์]: <https://components101.com/ESP8266-NodeMCU-Datasheet.pdf>
- [12] “การใช้งานบอร์ด WeMos D1 ESP8266 และตัวอย่างการทำให้เป็น Webserver ผ่าน WiFi,”
[ออนไลน์]: <http://www.iot.codemobiles.com/article/20/>
- [13] “WeMos D1 R2 V2.1.0 WiFi UNO Based ESP8266,”
[ออนไลน์]: <https://www.robotsiam.com/product/136/>
- [14] Harshvardhan Mishra , “Blynk Tutorials | Blynk IoT Platform | How To use Blynk,”
[ออนไลน์]: <https://iotbyhvm.ooo/blynk-tutorials-blynk-iot-platform-how-to-use-blynk/>
- [15] “ภูมิอากาศและอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช,”
[ออนไลน์]: <https://www.plookphak.com/effect-of-temperature-on-plants/>
- [16] “Arduino® IDE คืออะไร,”
[ออนไลน์]: <https://www.netinbag.com/th/internet/what-is-an-arduinoreg-ide.html>
- [17] ณรงค์ บวบทอง, “สตีปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR),”
[ออนไลน์]: http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/15-stepper_motor.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

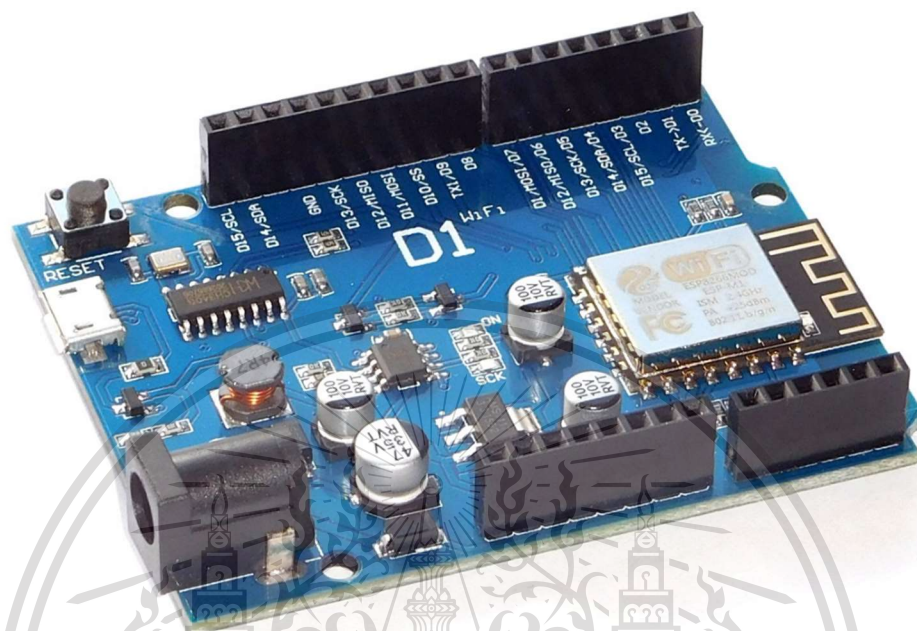


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Wemos D1 R1 Board



Microcontroller	ESP8266 Tensilica 32-bit
Serial to USB Converter	CH340G
Operating Voltage	3.3V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Digital I/O Pins	11
PWM I/O Pins (Shared with Digital I/O)	10
Analog Input Pins	1 (10-bit)
DC Current per I/O Pin	12mA (Max)
Hardware Serial Ports	1
Flash Memory	4 MBytes
Instruction RAM	64 KBytes
Data RAM	96 KBytes
Clock Speed	80MHz
Network	IEEE 802.11 b/g/n WiFi

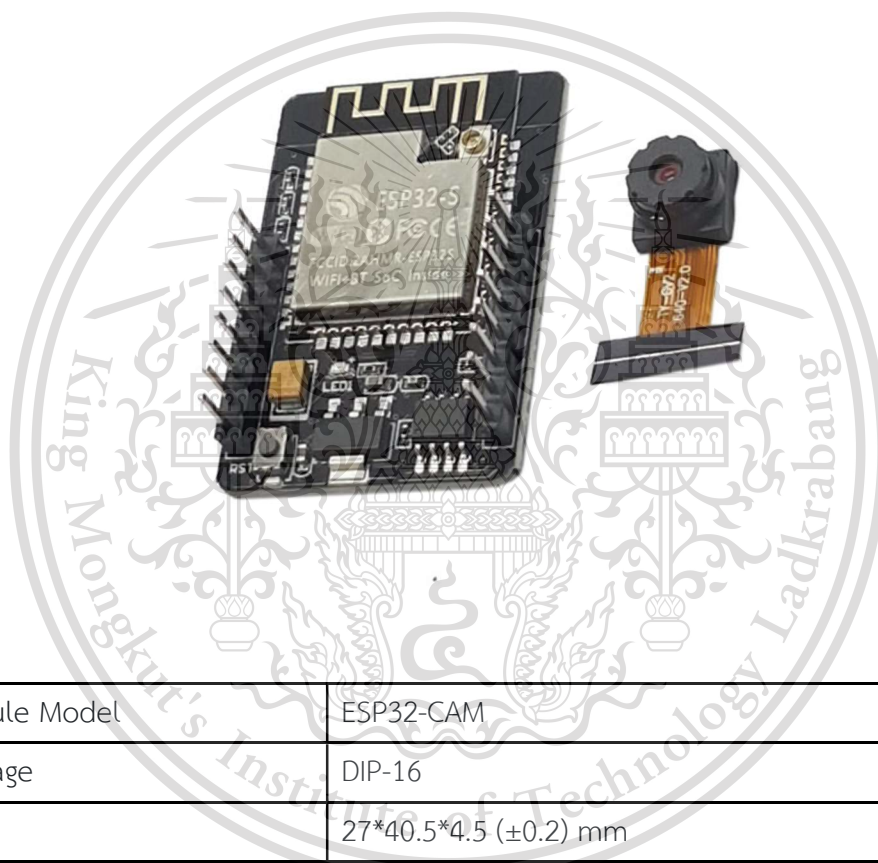
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Built-in LED	Attached to digital pin 13
USB Connector Style	Micro-B Female
Board Dimensions (PCB)	69 x 53mm (2.7 x 2.1")

ESP-32 CAM Module



Module Model	ESP32-CAM
Package	DIP-16
Size	27*40.5*4.5 (±0.2) mm
SPI Flash	Default 32Mbit
RAM	520KB SRAM+4M PSRAM
Bluetooth	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Support interface	UART, SPI, I2C, PWM
Support TF card	Maximum support 4G
IO port	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมั่วแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

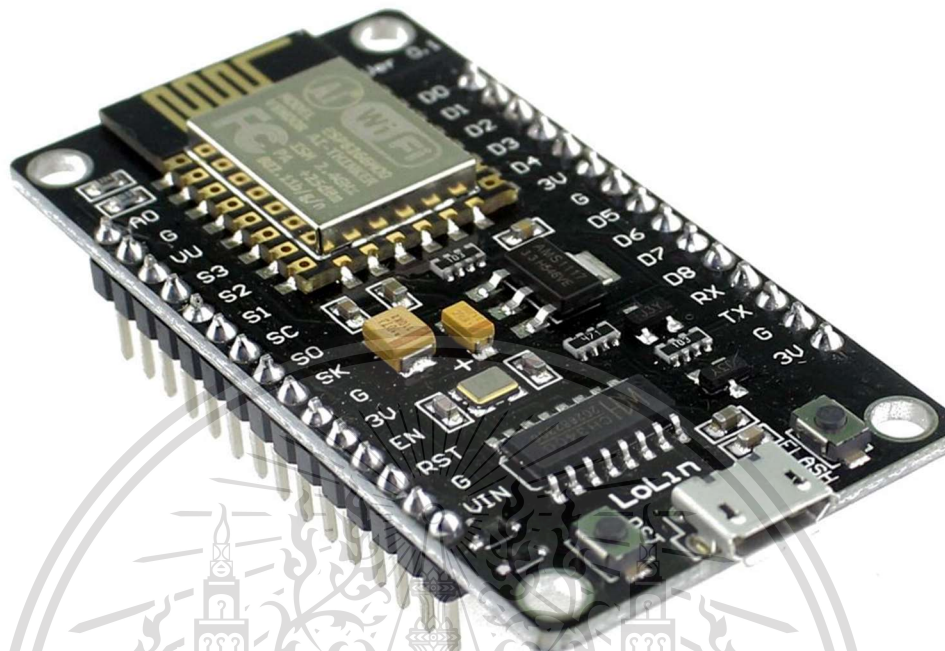
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

UART Baudrate	Default 115200 bps
Image Output Format	JPEG (OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
Spectrum Range	2412~2484MHz
Antenna	Onboard PCB antenna, gain 2dBi
Transmit Power	802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps) 802.11b: 14±2 dBm (@54Mbps) 802.11b: 13±2 dBm (@MCS7)
Receiving Sensitivity	CCK, 1 Mbps : ~90dBm CCK, 11 Mbps : ~85dBm 6 Mbps (1/2 BPSK): ~88dBm 54 Mbps (3/4 64-QAM): ~70dBm MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): ~67dBm
Power Dissipation	Turn off the flash lamp:180mA@5V Turn on the flash lamp and turn on the brightness to the maximum:310mA@5V Deep-sleep: Minimum power consumption can be achieved 6mA@5V Modern-sleep: Minimum up to 20mA@5V Light-sleep: Minimum up to 6.7mA@5V
Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Power Supply Range	5V
Operating Temperature	~20°C ~85°C
Storage Environment	~40°C ~90°C, <90%RH
Weight	10g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

ESP8266



Specifications & Features

- Microcontroller: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- Operating Voltage: 3.3V
- Input Voltage: 7-12V
- Digital I/O Pins (DIO): 16
- Analog Input Pins (ADC): 1
- UARTs: 1
- SPIs: 1
- I2Cs: 1
- Flash Memory: 4 MB
- SRAM: 64 KB
- Clock Speed: 80 MHz

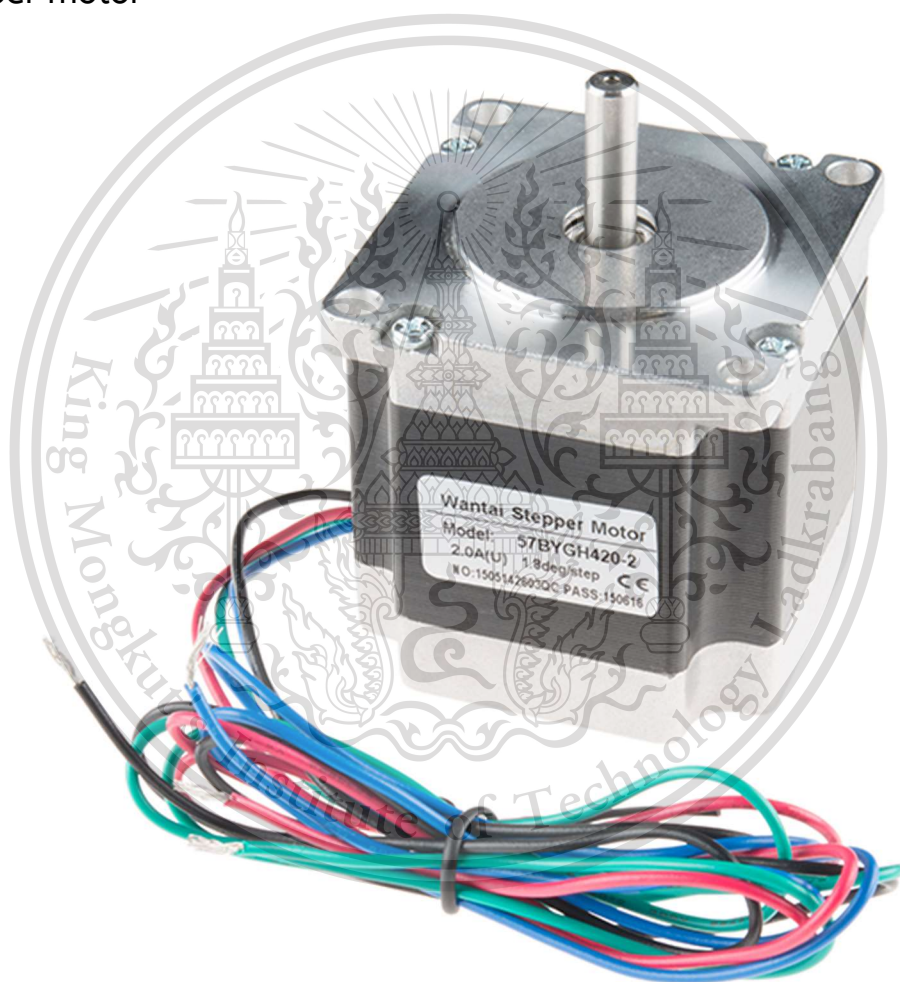
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย
 - USB-TTL based on CP2102 is included onboard, Enabling Plug n Play ระเบียบด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

- PCB Antenna
- Small Sized module to fit smartly inside your IoT projects

อุปกรณ์อื่นๆ

Stepper motor



Mosaic Part No.	STEPMOT-1
Manufacturer Part No.	42BYG228
Size	NEMA 17

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Drive system	Unipolar
Step angle	1.8° full step 0.9° half-step
Phase/Windings	4/2
Voltage & Current	12V at 400 mA
Resistance per Phase	30 ohms
Inductance per Phase	23 mH
Holding Torque	2000 g-cm
Detent Torque	220 g-cm max
Weight	0.24 kg (0.5 lbs.)
Max continuous power	5 W
Rotor Inertia	22 g-cm ²
Bearings	Ball
Leads	18 in. 26 AWG UL 1007
Insulation resistance	>100 MΩ at 500VDC
Dielectric strength	500V 50Hz/minute
Mounting hole space diagonal	1.73 in.
Mounting screws	3 mm dia. 0.5 mm pitch
Shaft diameter	0.197 in. (5 mm)
Motor footprint	1.7 in. × 1.7 in.
Motor height	1.5 in.
Ambient temperature	-10°C to +55°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Pump

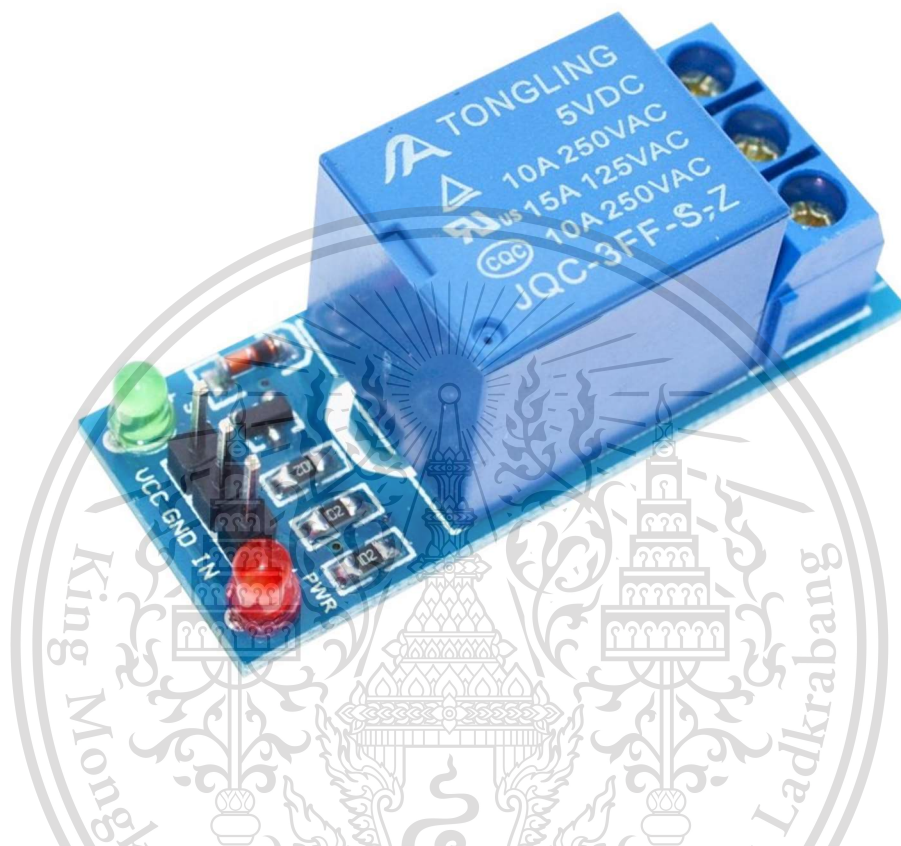


MODEL NUMBER	SLV10-AB41
PUMP DESIGN	Positive Displacement Pump
MOTOR	Permanent Magnet
VOLTAGE	12VDC Nominal
PRESSURE SWITCH	Factory Set @ 40PSI Shut-Off, Turn on 25 + 5 PSI
LIQUID TEMPERATURE	110 Degrees Fahrenheit (43 Degrees Centigrade) Max
PRIME	Self-Priming Up to 2.5 Ft. Vertical
PORTS	3/8" Barb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Relay



	+5 Logic Compatible	
Logic Input	Logic High	> 4.2V
	Logic Low	< 4.0V
	Drive Current	5mA (typical)
Vcc	Typical	5V
Contact Rating	DC	15V @ 10A (Tested to 15V @ 6A)
	115VAC	10A
	250VAC	10A
Dimensions	L x W x H	43 x 18 x 20mm (1.7 x 0.71 x 0.79")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Solenoid Valve



Model	12V DC 1/2" Solenoid Valve
Rated Operating Voltage (VDC)	12
Rated Current (mA)	600
Operation Mode	Normally Closed
Power Consumption (Watt)	8
Pressure	0.02- 0.8Mpa
Energized forms	Intermittent
Inlet and outlet Dimeter	Hose barbs for 1/2" (outer diameter) hose
Dimensions (mm) LxWxH	Body: 84 x 57mm (L x H) Coil size: 34 x 23mm (W x H)
Weight (gm)	100
Max fluid temperature	100Â°C
Shipment Weight	0.12 kg
Shipment Dimensions	10 x 8 x 5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Capacitive Soil Moisture Sensor



Technical specifications

Soil moisture	
Measuring principle	Capacitive
Measuring range	0...100% WVC (Volumetric Water Content)
Resolution	0.1%
Accuracy (@ 23 °C)	± 3 % between 0 and 0.57 m ³ /m ³ (standard mineral soil up to 5 mS/cm)
Sensor operating temperature	-40...+60 °C
Soil temperature	
Sensor	NTC 10 kΩ @ 25°C
Measuring range	-40...+60°C
Resolution	0.1°C
Accuracy	± 0.5°C
Long-term stability	0.1°C / year
Power supply	5...30 Vdc
Consumption	2 mA average @ 12 Vdc (20 mA approx. @ 12 Vdc during the 100 ms measurement duration; a measurement per second is carried out.)
Output	RS485 with MODBUS RTU protocol
Materials	Handle: thermoplastic material and epoxy resin Electrodes: epoxy glass, thickness 2 mm
Connection	Fixed cable with open wires at the end, length 5 or 10 m standard
Protection degree	IP 67
Weight	150 g approx. (including the 5 m cable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Water pH value detection sensor

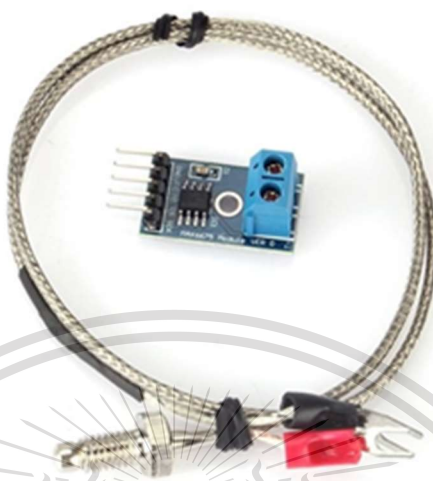


Heating Voltage (V)	5±0.2
Working Current (mA)	5 to 10
Detection Concentration Range	PH0-14
Detection Range of Temperature (°C)	0 to 60
Response Time (s)	≤5
Stability Time (s)	≤60
Power Consumption (W)	≤0.5
Operating Temperature (°C)	-10 to 50
Working Humidity (%RH)	95
PCB Size (L x W) mm	42 x 32
Height (mm)	16
Weight (gm)	20
Shipment Weight	0.022 kg
Shipment Dimensions	8 × 4 × 2.5 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Thermocouple temperature sensor MAX6675



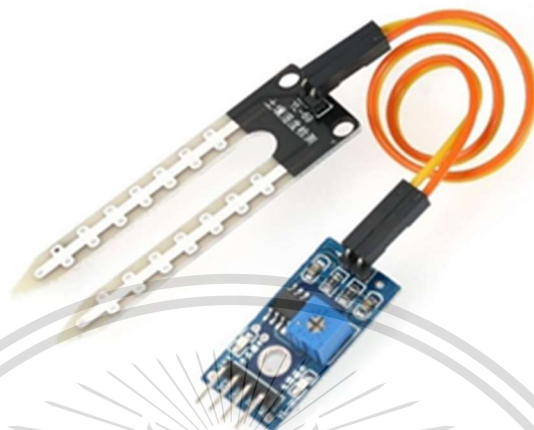
Specification

- Operating voltage: 3.0 ~ 5.5V
- Internal integrated cold junction compensation circuit
- With a simple three serial interface
- Temperature signal can be converted into 12-bit digital.
- Temperature resolution of 0.25 Degree
- Cold junction compensation range: -20 ~ +80 Degree,
- Embedded thermocouple break detection circuitry.
- Using SPI 3 wire communication
- K-type temperature probe
- Type K temperature range 0-800 degrees

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Soil Moisture Sensor



Specification

- Operating voltage: 3.3V~5V.
- Adjustable sensitivity (shown in blue digital potentiometer adjustment)
- Dual output model, analog output more accurate.
- A fixed bolt hole for easy installation.
- With power [indicator](#) (red) and digital switching output indicator (green).
- Having LM393 comparator chip, stable.
- Panel PCB Dimension: 3cm x 1.5cm.
- Soil Probe Dimension: 6cm x 2cm.
- Cable Length: 21cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับควบคุมความชื้น

```

#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LySUq";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
const int stepPinX = D2;
const int dirPinX = D5;
const int stepPinY = D3;
const int dirPinY = D6;
const int stepPinZ = D4;
const int dirPinZ = D7;
#define relay1 D0
#define relay2 D1
int area[7];
int Humid_A[7];
int humidityrequest[7];
int areazone;
int zone1, zone2, zone3;
long position1;
int position2, speed1, direct, round1, option, mfor, mback;
int role[3];
int r, l, field;
int Timer1, Timer2, TimerOnOff ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
    pinMode(stepPinX,OUTPUT);
    pinMode(dirPinX,OUTPUT);
    pinMode(stepPinY,OUTPUT);
    pinMode(dirPinY,OUTPUT);
    pinMode(stepPinZ,OUTPUT);
    pinMode(dirPinZ,OUTPUT);
    pinMode(relay1,OUTPUT);
    pinMode(relay2,OUTPUT);
    digitalWrite(relay1,HIGH);
    digitalWrite(relay2,HIGH);
    field = 9300;
    position1 = field;
    position2 = 1;
    speed1 = 300;
}

void loop()
{
    if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
        { ESP.restart(); }
    Blynk.run();
    if (Blynk.connected())
        { areaRequest();
          if(option == 1)
            { if((TimerOnOff == 1)||((Timer1 == 1)||((Timer2 == 1)))
              { auTo(); } } }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    if(option == 2)
    { maNual(); } }
}

```

```
BLYNK_CONNECTED()
```

```
{ Blynk.syncAll(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V1)
```

```
{ humidityrequest[1] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V2)
```

```
{ humidityrequest[2] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V3)
```

```
{ humidityrequest[3] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V4)
```

```
{ humidityrequest[4] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V5)
```

```
{ humidityrequest[5] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V6)
```

```
{ humidityrequest[6] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V20)
```

```
{ option = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V21)
```

```
{ mfor = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V22)
```

```
{ mback = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V31)
```

```
{ Humid_A[1] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V32)
```

```
{ Humid_A[2] = param.asInt(); }
```

```
BLYNK_WRITE(V33)
```

```
{ Humid_A[3] = param.asInt(); }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

BLYNK_WRITE(V34)
  { Humid_A[4] = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V35)
  { Humid_A[5] = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V36)
  { Humid_A[6] = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V40)
  { Timer1 = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V41)
  { Timer2 = param.asInt(); }
BLYNK_WRITE(V50)
  { TimerOnOff = param.asInt(); }

```

```

void auTo()
{
  Blynk.syncAll();
  calZone();
  calculateAreazone();
  calRole();
  round1 = areazone - position2;
  if(round1 >= 0 && areazone != 0)
  { direct = 1;
    r = round1 + 1;
    for(i=1;i<=(field*r);i++)
    { ESP.wdtFeed();
      if(position1 % field == 0)
      { solidNoid(); }
      moveForward();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    { solidNoid(); }
  }
  position2 = position2 + r;
  ESP.wdtEnable(WDTO_8S);
}
if(round1 <= -1 && areazone != 0)
{ direct = -1;
  r = abs(round1);
  position2 = position2 - r;
  for(i=1;i<=(field*r);i++)
  { ESP.wdtFeed();
    if(position1 % field == 0)
    { solidNoid(); }
    moveBackward();
    if(position1 % field == 0)
    { solidNoid(); }
  }
  ESP.wdtEnable(WDTO_500MS);
}
delay(800);
}

```

```

void maNual()
{
  while(mfor == 1)
  { ESP.wdtFeed();
    moveForward();
    Blynk.run();
    BLYNK_WRITE(V21);

```

```

    ESP.wdtEnable(WDTO_15MS); }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

while(mback == 1)
{
  ESP.wdtFeed();
  moveBackward();
  Blynk.run();
  BLYNK_WRITE(V22);
  ESP.wdtEnable(WDTO_15MS); }
}

```

```

void moveForward()
{
  digitalWrite(dirPinX,LOW);
  digitalWrite(dirPinY,LOW);
  digitalWrite(dirPinZ,HIGH);
  digitalWrite(stepPinX,HIGH);
  digitalWrite(stepPinY,HIGH);
  digitalWrite(stepPinZ,LOW);
  delayMicroseconds(speed1);
  digitalWrite(stepPinX,LOW);
  digitalWrite(stepPinY,LOW);
  digitalWrite(stepPinZ,HIGH);
  delayMicroseconds(speed1);
  position1++;
}

```

```

void moveBackward()
{
  digitalWrite(dirPinX,HIGH);
  digitalWrite(dirPinY,HIGH);
  digitalWrite(dirPinZ,LOW);
  digitalWrite(stepPinX,HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

digitalWrite(stepPinY,HIGH);
digitalWrite(stepPinZ,LOW);
delayMicroseconds(speed1);
digitalWrite(stepPinX,LOW);
digitalWrite(stepPinY,LOW);
digitalWrite(stepPinZ,HIGH);
delayMicroseconds(speed1);
position1--;
}

```

```

int calZone()
{
  zone1 = 0; zone2 = 0; zone3 = 0;
  for(i=1;i<=6;i++)
  { if(area[i]%10==1)
    zone1 = 1;
    else if(area[i]%10==2)
      zone2 = 1;
      else if(area[i]%10==3)
        zone3 = 1; }
}

```

```

int calRole()
{
  role[1]=0; role[2]=0;
  for(i=1;i<=6;i++)
  { if(area[i]-areazone == 10)
    role[1] = 1;
    if(area[i]-areazone == 20)
      role[2] = 1; } }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

int calculateAreazone()
{
    if(zone1 == 1 && 1-position2 == -1)
        areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == -1)
        areazone = 2;
    else if(zone3 == 1 && 3-position2 == -1)
        areazone = 3;
    else if(zone1 == 1 && 1-position2 == 0)
        areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == 0)
        areazone = 2;
    else if(zone3 == 1 && 3-position2 == 0)
        areazone = 3;
    else if(zone1 == 1 && 1-position2 == 1)
        areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == 1)
        areazone = 2;
    else if(zone3 == 1 && 3-position2 == 1)
        areazone = 3;
    else if(zone1 == 1 && 1-position2 == -2)
        areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == -2)
        areazone = 2;
    else if(zone3 == 1 && 3-position2 == -2)
        areazone = 3;
    else if(zone1 == 1 && 1-position2 == 2)
        areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == 2)
        areazone = 2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

else if(zone3 == 1 && 3-position2 == 2)
    areazone = 3;
else if(zone1 == 1 && 1-position2 == -3)
    areazone = 1;
    else if(zone2 == 1 && 2-position2 == -3)
        areazone = 2;
        else if(zone3 == 1 && 3-position2 == -3)
            areazone = 3;
            else if(zone1 == 1 && 1-position2 == 3)
                areazone = 1;
                else if(zone2 == 1 && 2-position2 == 3)
                    areazone = 2;
                    else if(zone3 == 1 && 3-position2 == 3)
                        areazone = 3;
                        else
                            areazone = 0;
}

void solidNoid()
{
    if(direct == 1 && (position1/field) == areazone)
    { if(role[1] == 1)
        digitalWrite(relay1,LOW);
        else
        digitalWrite(relay1,HIGH);
        if(role[2] == 1)
        digitalWrite(relay2,LOW);
        else
        digitalWrite(relay2,HIGH); }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

{ if(role[1] == 1)
  digitalWrite(relay1,LOW);
  else
  digitalWrite(relay1,HIGH);
  if(role[2] == 1)
  digitalWrite(relay2,LOW);
  else
  digitalWrite(relay2,HIGH); }
else
{ digitalWrite(relay1,HIGH);
  digitalWrite(relay2,HIGH); }
}

void areaRequest()
{
  for(i=1;i<=6;i++)
  { if(Humid_A[i]<0.8*humidityrequest[i])
    { if(i==1)area[i]=11;
      if(i==2)area[i]=12;
      if(i==3)area[i]=13;
      if(i==4)area[i]=21;
      if(i==5)area[i]=22;
      if(i==6)area[i]=23; }
    if(Humid_A[i]>0.9*humidityrequest[i])
    { area[i]= 0; }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ค

โปรแกรม Arduino สำหรับแสดงค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 11

```

int S = 1;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "XcWqkbn3PuiaYvywJx3oSxJr7uUlhlnw";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V31,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 12

```

int S = 2;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "SlooFrFyNRHfgDJfym0C_RlKMZwCZ2Mx";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V32,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 13

```

int S = 3;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "b8fQITlwjl3gzKgVA4v54mULJWV7l4lu";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V33,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 21

```

int S = 4;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "6yPpkOqyBtDpgLmCaYMSx9GF-7j6cc3";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V34,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 22

```

int S = 5;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "d3AluGjkABTHIY-T36bIRdMiJe_DXgR0";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V35,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดและแสดงค่าความชื้น แปลง 23

```

int S = 6;

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
char auth[] = "6OFZq91RomlG0Q8hpQEb0cDjNc9vYeAz";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";
#define samplingInterval 20
#define printInterval 500
#define ArrayLenth20
int Humid_A[7];
int humidArray[ArrayLenth];
int humidArrayIndex=0;
static unsigned long samplingTime;
static unsigned long printTime;
WidgetBridge bridge(V40);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.honey.co.th", 8080);
  Humid_A[S]=100;
  samplingTime = millis();
  printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  { ESP.restart(); }
  Blynk.run();
  Humid_A[S] = map(analogRead(A0),0,1024,100,0);
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { humidArray[humidArrayIndex++]= Humid_A[S];
    if(humidArrayIndex==ArrayLenth)
    humidArrayIndex=0;
    Humid_A[S] = averagearray(humidArray, ArrayLenth);
    samplingTime=millis();
  }
  if(millis() - printTime > printInterval)
  { Blynk.virtualWrite(V1,Humid_A[S]);
    bridge.virtualWrite(V36,Humid_A[S]);
  }
}

BLYNK_CONNECTED()
{ Blynk.syncAll();
  bridge.setAuthToken("SZNW8OF7YzoieFCv_3124qwq5W6LYSUq");
}

double averagearray(int* arr, int number)
{
  int i;
  int max,min;
  double avg;
  long amount=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(number<=0)
{ Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
  return 0; }
if(number<5)
  { for(i=0;i<number;i++)
    { amount+=arr[i]; }
    avg = amount/number;
    return avg;
  }
else
  { if(arr[0]<arr[1])
    min = arr[0];max=arr[1];
    else
    min=arr[1];max=arr[0];
    for(i=2;i<number;i++)
    { if(arr[i]<min)
      { amount+=min;
        min=arr[i]; }
      else
      { if(arr[i]>max)
        { amount+=max;
          max=arr[i]; }
        else
          amount+=arr[i];
        }
      }
    }
  }
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ง
โปรแกรม Arduino สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-เบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดความเป็นกรดเบส

```
#include <SoftwareSerial.h>

#define SensorPin A0
#define Offset 0.00
#define LED 13
#define samplingInterval 20
#define printInterval 800
#define ArrayLenth40
int pHArray[ArrayLenth];
int pHArrayIndex=0;
SoftwareSerial UnoSerial(3, 2);

void setup(void)
{
  pinMode(LED,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  UnoSerial.begin(57600);
}

void loop(void)
{
  static unsigned long samplingTime = millis();
  static unsigned long printTime = millis();
  static float pHValue,voltage;
  if(millis()-samplingTime > samplingInterval)
  { pHArray[pHArrayIndex++]=analogRead(SensorPin);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    voltage = avergearray(pHArray, ArrayLenth)*5/1024;
    pHValue = 3.5*voltage+Offset;
    samplingTime=millis();
}
if(millis() - printTime > printInterval)
{
    digitalWrite(LED,digitalRead(LED)^1);
    printTime=millis();
    UnoSerial.print(pHValue);
    UnoSerial.print("\n");
}
}
}

double avergearray(int* arr, int number)
{
    int i;
    int max,min;
    double avg;
    long amount=0;
    if(number<=0)
    {
        Serial.println("Error number for the array to avraging!/n");
        return 0;
    }
    if(number<5)
    {
        for(i=0;i<number;i++)
        {
            amount+=arr[i];
        }
        avg = amount/number;
        return avg;
    }
    else
    {
        if(arr[0]<arr[1])

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

else
    min=arr[1];max=arr[0];
for(i=2;i<number;i++)
{ if(arr[i]<min)
  { amount+=min;
    min=arr[i]; }
  else
  { if(arr[i]>max)
    { amount+=max;
      max=arr[i]; }
    else
      amount+=arr[i];
  }
}
avg = (double)amount/(number-2);
}
return avg;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรม Arduino สำหรับวัดอุณหภูมิและแสดงค่า

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>

BlynkTimer timer;
#include <max6675.h>

int thermoDO = D8;
int thermoCS = D7;
int thermoCLK = D6;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
SoftwareSerial NodeSerial(D2, D3); // RX | TX
char auth[] = "Q0BJHeV5uQad3rOoeRNAy8bnsP0yTZiA";
char ssid[] = "KMITL-WIFI";
char pass[] = "";

void setup()
{
  pinMode(D2, INPUT);
  pinMode(D3, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  NodeSerial.begin(57600);
  Serial.println();
  Serial.println("NodeMCU/ESP8266 Run");
  Blynk.begin(auth,ssid,pass, "blynk.honey.co.th",8080);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void loop()
{
  while (NodeSerial.available() > 0)
  { float pHValue = NodeSerial.parseFloat();
    if (NodeSerial.read() == '\n')
    { Serial.println(pHValue);
      Blynk.virtualWrite(V7, pHValue);
    }
  }
  Blynk.run();
  timer.run();
  temperaTure();
  delay(1000L);
}

void temperaTure()
{
  Blynk.virtualWrite(V10,thermocouple.readCelsius());
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่

SMART WATERING SYSTEM FOR LARGE AGRICULTURAL LAND PLOT

นางสาวศุภลักษณ์ สันติจิรกุล, นายศุภทรวงศ์ เช็งมา, นายสพลเชษฐ์ ปานกล้า, นายสิทธิพล ทองทา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-mail: sapollachet@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาและออกแบบแบบจำลองระบบรดน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ เพื่อให้เกษตรกรในยุคปัจจุบันสามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่า ทั้งยังลดเวลาและลดกำลังคนในการทำการเกษตร โดยมีการนำเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะมาประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลความชื้นของดิน ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และลักษณะทางกายภาพภายในแปลงเพาะปลูก แล้วนำมาจัดทำระบบแสดงผลและจัดเก็บข้อมูลโดยแอปพลิเคชัน Blynk และระบบควบคุมและประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นของดินให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้และมีการใช้ปริมาณน้ำในการคงความชื้นของดินที่น้อยที่สุด มีเก็บข้อมูลที่ต้องการเพื่อนำไปวิเคราะห์ใช้งานต่อไปได้และสามารถสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพในแปลง เช่น สีของดิน สีของพืชได้จากกล้องแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้เกษตรกรลดเวลาและกำลังคนในการดูแลรักษาแปลงเพาะปลูก โดยติดตามและควบคุมการทำงานได้จากทางไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ต

คำสำคัญ : เกษตรแปลงใหญ่อัจฉริยะ, ระบบรดน้ำอัจฉริยะ, ความชื้นในดิน

Abstract

This thesis presents a study and design of the smart watering system model for large agricultural land plots so that today's farmers can cultivate efficiently and make the most of water resources while reducing time and reducing manpower. By applying intelligent agriculture technology to be applied to collect soil moisture, pH of water, water temperature and physical characteristics in the land plot and introduced to create a display and storage system by the Blynk application and the control system and processing by the ESP8266 microcontroller that can control soil moisture to the desired extent and use the least amount of water to maintain

soil moisture. In addition, the required data was collected for further analysis and the physical characteristics of the plot, such as soil color, plant color can be observed from the camera, which is displayed through the application. This will allow farmers to reduce time and manpower in the maintenance of the cultivated fields. Because it can track and control work remotely via the Internet.

Keyword: Smart irrigation, Internet of Thing, Soil moisture sensor

1. บทนำ

ในปัจจุบันการทำเกษตรยุคใหม่ที่กำลังเป็นเทรนด์ไปทั่วโลก ซึ่งเต็มไปด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตรมากมาย โดยการทำการเกษตรอัจฉริยะหรือ Smart Farm เป็นการใช้ประโยชน์จากการเก็บข้อมูลด้านการเกษตรต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาและความต้องการที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่เพื่อช่วยหาแนวทางการทำการเกษตรที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้หลักการเกษตรอัจฉริยะร่วมกับเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) เพื่อจัดทำแบบจำลองระบบให้น้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ที่สามารถให้น้ำแก่พื้นที่เพาะปลูกได้โดยอัตโนมัติในการเคลื่อนที่และให้น้ำในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก โดยใช้โทรศัพท์มือถือในการควบคุมและสังเกตการณ์พื้นที่เพาะปลูก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีโครงข่ายสรรพสิ่ง (Internet of Things)

[1]เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่างๆ เข้าด้วยกัน อันเป็นผลให้ระบบต่าง ๆ สามารถ ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติทั้งยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 ทฤษฎีสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor)

[2]สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกน ได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่องแต่มีลักษณะเป็นสเต็ปโดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2องศา แล้วแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่ นำมอเตอร์ไปใช้ จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ

2.3 ทฤษฎีเกษตรแปลงใหญ่

[3]เกษตรแปลงใหญ่ คือ วิธีการหนึ่งในการเพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขันของหน่วยผลิตด้วยการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการบริหารความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างต้นทุนการผลิตกับปริมาณการผลิต/ขนาดการผลิต เพื่อให้เกิดการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ซึ่งจะเกิดขึ้นได้โดยการผลักดันให้เกษตรกรรวมกลุ่มการผลิต การจัดหาปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพดี (พันธุ์พืช ปุ๋ย เครื่องจักรกลทางการเกษตร และเทคโนโลยีสมัยใหม่) การจัดการด้านการตลาดและห่วงโซ่อุปทาน รวมทั้ง มีการบริหารจัดการฟาร์มที่ดี เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของธุรกิจ

3.1 การออกแบบหัวฉีดพ่นน้ำและบ่มน้ำ

หัวฉีดพ่นน้ำมีรัศมีการกระจายประมาณ 7.5 cm. พื้นที่ของแปลงจำลองมีความกว้าง 60 cm. จะต้องใช้หัวพ่นน้ำครอบคลุมพื้นที่จำนวน 4 หัว โดยหัวพ่นน้ำมีอัตราการไหลที่ 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง จึงเลือกบ่มน้ำกระแสน้ำขนาด 12 โวลต์ 3 แอมแปร์ อัตราการไหลที่ 240 ลิตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 1 โมเดลจำลองการทำงานของระบบรดน้ำ

3.2 การออกแบบโครงสร้างตัวรถ

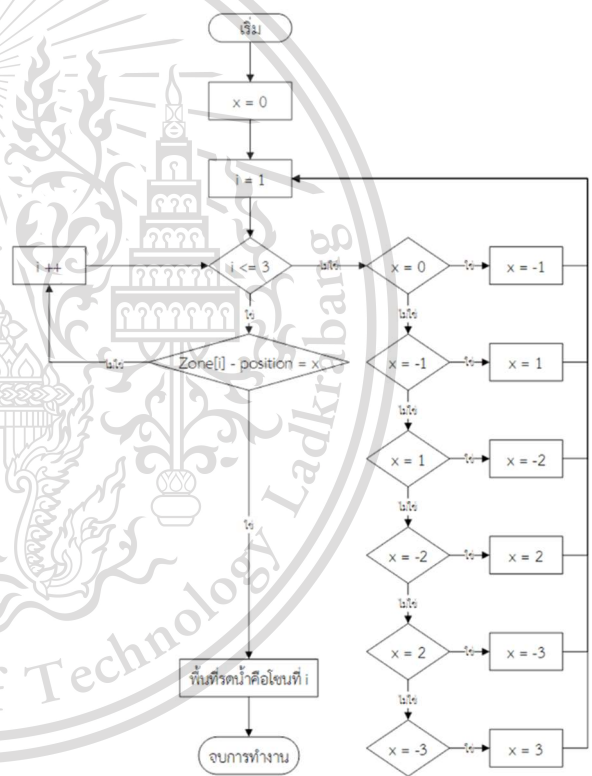


รูปที่ 2 แบบจำลองโครงสร้างของระบบให้น้ำอัจฉริยะ

ขนาดของตัวรถ 14×21×7.62(ก×ข×ต) ทำจากอะคริลิกใส ส้อมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 cm. ขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์สามมิติ เสารองรับคานมีความสูง 10 cm. ขึ้นรูปจากเครื่องพิมพ์สามมิติ

3.3 การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

ขับเคลื่อน 2 ล้อ ด้วยสเต็ปมอเตอร์ขนาด 12 โวลต์ เคลื่อนที่ได้ 2 ทิศทาง คือเคลื่อนที่ไปข้างหน้า(Move Forward)และเคลื่อนที่ถอยหลัง (Move Backward) จะใช้การควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 เนื่องจากสามารถสวมกับ CNC shield ในการควบคุมมอเตอร์ได้โดยไม่ต้องใช้สายไฟในการเชื่อมต่อ CNC shield จะทำหน้าที่เชื่อมต่อ WeMos D1 เข้ากับ Driver A4988 ที่จะใช้ควบคุมมอเตอร์ โดยอาศัยสัญญาณ pulse จาก WeMos D1 ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ทได้



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงการทำงานของลำดับการรดน้ำ

จากรูปที่ ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ที่ถูกออกแบบมาให้รถเคลื่อนที่ไปทำการรดน้ำในพื้นที่(zone)ที่ใกล้ที่สุดก่อน เมื่อเสร็จสิ้นในพื้นที่นั้นแล้วจึงทำการรดน้ำในพื้นที่ที่มีระยะทางใกล้ที่สุดกับจุดสุดท้ายที่รถอยู่ และเมื่อทำงานเสร็จสิ้นที่พื้นที่ที่ต้องการรดน้ำแล้วแล้วรถจะหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่ไปตำแหน่งอื่น x จะมีทั้งค่าบวกและค่าลบ สำหรับพื้นที่ที่ใกล้ที่สุดจะมีค่าที่สุกว่ากับ 0 ซึ่งคือตำแหน่งที่รถหยุดตรงกับแปลงที่ต้องการรดน้ำ และเมื่อรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่าย หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

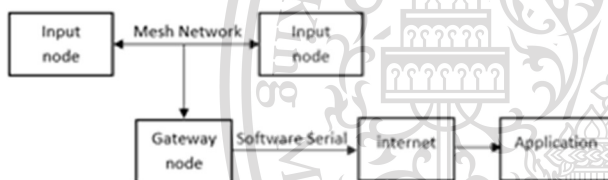
เคลื่อนที่ร่อนน้ำไปแล้วแต่พื้นที่นั้นยังคงมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าที่กำหนด ผู้จัดทำจึงเรียงลำดับความสำคัญระยะทางเป็นดังนี้ 0,-1,1,-2,2,... ตามลำดับ

3.4 การออกแบบการเฝ้าสังเกตการณ์ระยะไกล

การสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพของแปลงเพาะปลูก เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์จึงได้มีการติดตั้งบอร์ด ESP-32 CAM พร้อมกล้อง OV2640 ไว้กับแบบจำลอง โดยมีการติดตั้ง stepper motor ไว้กับบอร์ด ESP-32 CAM เพื่อควบคุมทิศทางในการสังเกตการณ์ในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก โดยสามารถควบคุมและสังเกตการณ์ระยะไกลผ่านทางแอปพลิเคชันได้

3.5 การออกแบบระบบสื่อสารและส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลความชื้นในดินของพื้นที่แต่ละแปลงนั้น จะส่งผ่าน ESP-MESH Protocol เนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตและสามารถส่งข้อมูลในระยะไกลได้ นอกจากนี้หากมีอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งเสียหาย อุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ก็ยังสามารถรับส่งข้อมูลต่อไปได้



รูปที่ 4 แผนภาพการทำงานของระบบสื่อสารและส่งข้อมูล

4. การแสดงผลข้อมูล

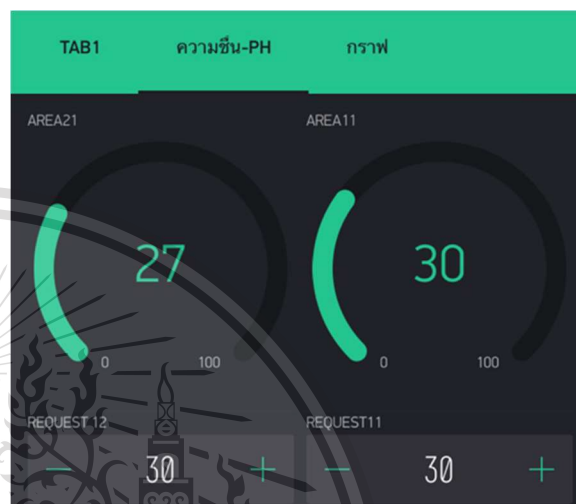
ผลจากการดำเนินการออกแบบและสร้างรถหุ่นยนต์การเกษตรอัจฉริยะและผลการทดสอบระบบการทำงานการควบคุมค่าความชื้นในดิน การวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ การทำงานของกล้องวงจรปิดและเก็บผลการทดลองแสดงในรูปแบบของกราฟภายในแอปพลิเคชัน



รูปที่ 5 การทดสอบการทำงานของระบบควบคุมความชื้นในดิน

4.1 การแสดงผลค่าความชื้น

ความชื้นของแต่ละแปลง ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ จะแสดงผลแบบเรียลไทม์ในรูปแบบของเกจวัด และการป้อนความชื้นที่ต้องการจะป้อนในรูปแบบของตัวเลขเท่านั้นหรือสามารถเพิ่มพื้นที่ละหนึ่ง โดยการกดที่เครื่องหมายบวกและลดลงทีละหนึ่งโดยกดเครื่องหมายลบ



รูปที่ 6 หน้าต่างแสดงค่าความชื้นในดินภายในแอปพลิเคชัน BLYNK

4.2 การเก็บค่าความชื้นในรูปแบบของกราฟ

ความชื้นของแต่ละแปลง ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของกราฟ ที่จะบันทึกค่าทุก ๆ 1 นาที สามารถดูกราฟย้อนหลังได้ภายในแอปพลิเคชันหรือดึงข้อมูลออกมาใช้งานในรูปแบบของไฟล์ .csv

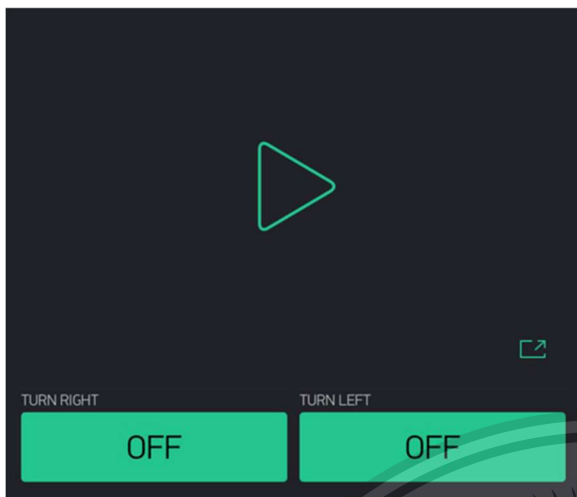


รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าความชื้น

4.2 การแสดงผลและการควบคุมวิดีโอถ่ายทอดสด

การแสดงผลถ่ายทอดสดจะแสดงผลในแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถควบคุมการหมุนของตัวกล้องให้หมุนในทิศทางที่ต้องการ โดยการกดปุ่มหมุนซ้ายหรือหมุนขวาแล้วปล่อย ในการถ่ายทอดสดสามารถใช้งานจากอินเทอร์เน็ตได้จากทั่วโลก ได้ แต่จะมีความล่าช้าของภาพประมาณ 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 หน้าต่างแสดงวิถีได้อายุทอดสดและควบคุมทิศทาง

5.สรุป

จากการออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบรถน้ำอัจฉริยะสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ เพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างระบบรถน้ำสำหรับเกษตรแปลงใหญ่ โดยสรุปผลแยกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

5.1 ระบบควบคุมความชื้นของดิน

ระบบควบคุมความชื้นของดินนี้ถูกออกแบบให้วัดค่าความชื้นของดินและแสดงผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 1 ชุด ต่อ 1 แปลง โดยการทดลองควบคุมความชื้นของดิน ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยทำงานร่วมกับหัวพ่นน้ำและปั้มน้ำ ผลการทดสอบระบบสามารถควบคุมความชื้นของดินให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้

5.2 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งรถ

ระบบควบคุมสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติหรือควบคุมด้วยตัวเองได้ โดยการเลือกฟังก์ชันการทำงานแบบอัตโนมัติสามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ และสามารถกำหนดความชื้นของดินในแต่ละแปลงให้มีความแตกต่างตามความต้องการได้ ในส่วนการทำงานแบบกำหนดเองจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถเองได้และสามารถควบคุมการเปิดและปิดโซลินอยด์ว่าล้าได้ โดยความเร็วในการตอบสนองการสั่งการควบคุมจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณอินเทอร์เนต

5.3 ส่วนแสดงผลและเก็บข้อมูล

การแสดงผลของค่าความชื้น อุณหภูมิ และค่า pH สามารถแสดงผลเป็นค่าตัวเลขและกราฟข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ได้เป็นอย่างดี และสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบของ

ไฟล์ .CSV เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานได้ต่อ โดยการส่งข้อมูลผ่านทางอีเมลที่ใต้ลงทะเบียนไว้

เอกสารอ้างอิง

[1]สำนักงาน กสทช. (2560), เทคโนโลยี **Internet of Things** และนโยบาย **Thailand 4.0**, หน้า 2, สืบค้นวันที่ 9 เมษายน 2564 จาก www.nbt.go.th/getattachment/Services/quarter2560/ปี-2560/ไตรมาส-3-ปี-2560/เอกสารแนบ.pdf.aspx

[2]ณรงค์ บวบทอง, **สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)**, หน้า 1, สืบค้นวันที่ 9 เมษายน 2564 จาก http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/15-stepper_motor.pdf

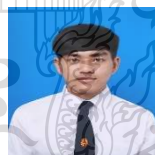
[3]กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2561), สรุปสาระสำคัญโครงการตามนโยบายสำคัญ (Agenda) 15 โครงการ, หน้า 1, สืบค้นวันที่ 9 เมษายน 2564 จาก www.opsmoac.go.th/uttaradit-dwl-files-401291791049

ประวัติผู้เขียน



นางสาวศุภลักษณ์ สันติจิรกุล

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายศุภทรวงศ์ เซ็งมา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายสพลเชษฐ์ ปานกล้า

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



นายสิทธิพล ทองทา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ชื่อ-นามสกุล สพลเชษฐ์ ปานกล้า
วัน เดือน ปีเกิด 13 สิงหาคม 2541
ที่อยู่ 189/2 หมู่ 5 ต.ท่าอุเทน อ.ท่าอุเทน
จ.นครพนม 48120

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนปิยะมหาราชาลัย
จ.นครพนม

ปีการศึกษา 2563

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ชื่อ-นามสกุล สิทธิพล ทองทา
วัน เดือน ปีเกิด 11 มีนาคม 2542
ที่อยู่ 299/51 หมู่ 7 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ชัยภูมิ 36000

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2559

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

ปีการศึกษา 2563

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.