โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน

SMART HYDROPONICS FARM CONTROLLED BY HMI AND WEB APLLICATION

ดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์
ปิยนันท์ ทัดเทียม
พรปวีณ์ รวมเกียรติขจร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน

SMART HYDROPONICS FARM CONTROLLED BY HMI AND WEB APLLICATION

ดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์

ปิยนันท์ ทัดเทียม

พรปวีณ์ รวมเกียรติชจร

i.b.00264652
i.
TB00030

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART HYDROPONICS FARM CONTROLLED BY HMI AND WEB APLLICATION

DAVIS PISITTIVITAYANON

PIYANAN TADTIEM

PORNPAWEE RAUMKEATKAJON

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน

SMART HYDROPONICS FARM CONTROLLED BY HMI AND WEB APLLICATION

ผู้จัดทำ นายดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์ 57010482

นายปิยนันท์ ทัดเทียม 57010775

นางสาวพรปวีณ์ รวมเกียรติขจร 57010839

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน

โดย

นายดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์ 57010482

นายปิยนันท์ ทัดเทียม 57010775

นางสาวพรปวีณ์ รวมเกียรติขจร 57010839

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบและพัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน Human Machine Interface (HMI) และเว็บแอพพลิเคชัน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการทำการเกษตรให้สอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศของรัฐบาลหรือไทยแลนด์ 4.0 และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด โดยการทำโรงเรือนอัตโนมัติแบบระบบปิด จำลองสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช โรงเรือนอัตโนมัติแบบระบบปิดสามารถควบคุมอุณหภูมิ ปริมาณแสง ปริมาณความเป็นกรดเบสของปุ๋ย และปริมาณความชื้นในอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถกำหนดค่าอุณหภูมิของโรงเรือน ปริมาณแสง ปริมาณความเป็นกรดเบสของปุ๋ย และปริมาณความชื้นในอากาศได้ผ่านทางหน้าจอแสดงผล Human Machine Interface (HMI) หรือผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันผ่านอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ เช่น สมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART HYDROPONICS FARM CONTROLLED BY HMI AND WEB APLLICATION

By

Mr. Davis Pisittivitayanon 57010482

Mr. Piyanan Tadtiem 57010775

Ms. Pornpawee Raumkeatkajon 57010839

Advisor

Asst.Prof.Dr. Noppadol Maneerat

Acadamic Year 2017

ABSTRACT

This thesis presents about design and development of smart hydroponics farm which controlled by Human Machine Interface (HMI) and web application. The aim is to develop a farming system with the government or Thailand 4.0. Including environment controlled by major factors such as temperature, intensity of light, acid-base of the fertilizer and humidity in the air which affect the growth of plants in the optimal condition. The growth of plants influenced by major factors for maximize the efficiency of each plants species in the closed semi-automatic system. Environment is simulated to suit the growth of plants. Closed automatic system can control the temperature, amount of light, acid-base of the fertilizer and the humidity in the air. These factors affect the growth of plants in the optimal condition can be determined and show the value through Human Machine Interface (HMI) display or web applications on device that can connect to the internet, such as smartphones, computer.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องโรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำ อีกทั้งแนวคิดและตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ อย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดจนกระทั่งโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีในการทำโครงงานครั้งนี้

ขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ โดยเปิดโอกาสให้คณะผู้จัดทำสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ได้อย่างง่าย และสะดวก

ผู้จัดทำ

ดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์

ปิยนันท์ ทัดเทียม

พรปวีณ์ รวมเกียรติขจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
1.3 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีของปริญญานิพนธ์	4
2.1 Hydroponics	4
2.1.1 ประวัติความเป็นมา	4
2.1.2 รูปแบบการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์	5
2.1.3 ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	6
2.2 ผักสลัดกรีนโอ๊ค	10
2.3 เซนเซอร์	11
2.3.1 เซนเซอร์วัดค่า pH	11
2.3.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	11
2.3.3 เซนเซอร์วัดระยะทาง	12
2.3.4 เซนเซอร์วัดแสง	12
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.4.1 Arduino UNO R3	12
2.4.2 ESP8266	14
2.5 อุปกรณ์แสดงผล	15
2.5.1 Human Machine Interface (HMI)	15
2.5.2 แอลอีดี	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5.3 รีเลย์	17
2.5.4 ปั๊มรีดท่อ	18
2.5.5 ปั๊มไดอะแฟรม	19
2.5.6 ปั๊มน้ำ DC 24V รุ่น 1100GPH ประเภทปั๊มจุ่มแช่น้ำ	19
2.5.7 หัวพ่นหมอก	20
2.5.8 พัดลมระบายอากาศ	20
2.6 เว็บแอพพลิเคชัน	20
2.6.1 NETPIE (Network Platform for Internet of Everything)	21
2.7 แหล่งจ่ายไฟ	22
2.7.1 Power Supply	22
2.7.2 Boost Converter	22
2.7.3 Buck Converter	23
บทที่ 3 โครงสร้างและการออกแบบ	24
3.1 การออกแบบด้านโครงสร้าง	24
3.1.1 รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	24
3.1.2 ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	24
3.1.3 โครงนอก	25
3.1.4 ตู้ควบคุม	25
3.2 การออกแบบวงจรควบคุมภายในตู้ควบคุม	26
3.2.1 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์	26
3.2.2 การเชื่อมต่อระหว่าง ESP8266 กับเซนเซอร์	26
3.2.3 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์	27
3.2.4 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์ควบคุมอุปกรณ์	27
3.3 การติดตั้งตู้ควบคุม เซนเซอร์ และอุปกรณ์การทำงาน	28
3.3.1 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีและเซนเซอร์ภายในโรงเรือน	28
3.3.2 การติดตั้งตู้ควบคุม	28
3.4 Flowchart การทำงานของระบบในโรงเรือน	29
3.4.1 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่า pH	29
3.4.2 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ	30
3.4.3 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้น	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4.4 Flowchart การทำงานของระบบในโรงเรือน	32
บทที่ 4 ผลการทดลอง	33
4.1 ผลการดำเนินงาน	33
4.1.1 ผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ชุดพ่นหมอก	33
4.1.2 ผลการทดลองการควบคุมความชื้นโดยใช้พัดลมดูดอากาศ	34
4.1.3 ผลการทดลองการควบคุมค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายปุ๋ย	35
4.1.4 ผลการทดลองการควบคุมความสว่างของแสง	36
4.1.5 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของพืช	36
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	39
5.1 สรุปผลของการปฏิบัติงาน	39
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	39
5.3 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าและพัฒนา	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก การเชื่อมต่อและการเข้าใช้งานเว็บแอพพลิเคชัน	44
ภาคผนวก ข โปรแกรมควบคุมการทำงาน	47
ประวัติผู้เขียน	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ย่านความถี่ต่างๆ ที่พืชต้องการ	7
2.2 ผักกาดขาวโคกาเนะ	10
2.3 เซนเซอร์วัดค่า pH	11
2.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	11
2.5 เซนเซอร์วัดระยะทาง	12
2.6 เซนเซอร์วัดแสง	12
2.7 Arduino UNO R3	13
2.8 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino	13
2.9 Layout & Pin out Arduino Board (Model : Arduino UNO R3)	13
2.10 โมดูล Wi-Fi (Model : ESP8266)	14
2.11 โครงสร้างและขาที่ใช้งานมีลักษณะของโมดูล ESP8266	15
2.12 Human Machine Interface (HMI)	15
2.13 แอลอีดี (LED)	16
2.14 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟชนิดต่างๆ	16
2.15 8 Channels Relay Module	17
2.16 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์	17
2.17 ปั๊มรีดท่อ	18
2.18 หลักการทำงานของปั๊มรีดท่อ	18
2.19 ปั๊มไดอะแฟรม	19
2.20 ปั๊มน้ำ DC 24V รุ่น 1100GPH ประเภทปั๊มจุ่มน้ำแช่น้ำ	20
2.21 หัวพ่นหมอก	20
2.22 พัดลมระบายอากาศ	20
2.23 เครือข่าย NETPIE	21
2.24 Power Supply	22
2.25 DC Boost Converter	23
2.26 Buck Converter	23
3.1 รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	24
3.2 ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	25
3.3 โครงนอก	25
3.4 วงจรภายในตู้ควบคุม	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 วงจรการเชื่อมต่อระหว่าง Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์	26
3.6 วงจรการเชื่อมต่อระหว่าง ESP8266 กับเซนเซอร์	26
3.7 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์	27
3.8 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์ควบคุมอุปกรณ์	27
3.9 ภายในของโรงเรือน	28
3.10 ด้านหน้าของโรงเรือน	28
3.11 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่า pH	29
3.12 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ	30
3.13 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้น	31
3.14 Flowchart การทำงานของระบบโรงเรือน	32
4.1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36
4.2 การเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ได้รับแสงจากหลอดไฟแอลอีดี	36
4.3 ผักสลัดกรีนโอ๊คพร้อมจำหน่ายของ GREEN BOX Hydroponics Farm ระยะเวลา 40 วัน	37
4.4 ต้นกล้าอายุ 15 วัน ที่นำมาปลูกภายในโรงเรือน	38
4.5 ต้นกล้าอายุ 30 วัน ที่นำมาปลูกภายในโรงเรือน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองเมื่อมีการใช้งานชุดพ่นหมอก	33
4.2 ผลการทดลองเมื่อใช้พัดลมขนาด 2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว	34
4.3 ผลการทดลองเมื่อใช้พัดลมขนาด 5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว	34
4.4 ค่า pH ในช่วงก่อนเปิดใช้งานปั๊มรีดท่อ	35
4.5 ค่า pH หลังจากใช้งานปั๊มรีดท่อ	35
4.6 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 15 วัน	37
4.7 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 30 วัน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยมีรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องด้วยประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และประชาชนส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรกว่าครึ่งประเทศ ดังนั้นผลผลิตทางการเกษตรจึงเป็นผลกำไรทางด้านการค้าที่สำคัญ แต่ปัญหาหลักของเกษตรกรคือ เชื้อราที่เกิดขึ้นเนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกมีความชื้นและอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการลดลงของผลิตภัณฑ์

ผู้พัฒนาจึงได้คิดค้นระบบโรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน Human Machine Interface (HMI) และเว็บแอพพลิเคชัน ที่สามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณความเป็นกรดเบสของสารละลายปุ๋ยขึ้นมา เพื่อเป็นการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพันธุ์ของพืชที่ต้องการปลูก คือ อุณหภูมิ แสง ปริมาณน้ำ ปริมาณความเป็นกรดเบสของสารละลายปุ๋ย โดยการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดระดับ และเซนเซอร์วัดค่า Potential of Hydrogen ion (pH) ไว้บริเวณแปลงไฮโดรโปนิกส์ รวมทั้งเพื่อปรับปรุงวิธีการทางด้านเกษตรกรรมให้ก้าวตามทันนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาล ซึ่งสามารถนำผลงานนี้ไปต่อยอดได้อีกหลายทาง และเพื่อแก้ไขปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงานของมนุษย์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนในการจ้างแรงงาน โดยนำค่าที่เซนเซอร์วัดได้มาแสดงผลและสามารถป้อนคำสั่งควบคุมระบบผ่านหน้าจอ HMI หรือผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันผ่านอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ เช่น สมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมระบบผ่าน Human Machine Interface (HMI) และเว็บแอพพลิเคชัน มีไมโครคอนโทรลเลอร์คือ Arduino UNO R3 เป็นส่วนควบคุมการทำงานอัตโนมัติของรีเลย์ ซึ่งใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ ปั๊มรีดท่อ, เครื่องสูบน้ำ, โซลินอยด์วาล์ว, ชุดพ่นหมอก และพัดลมดูดอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งยังเป็นส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แสดงผลคือ หน้าจอ HMI ทั้งนี้หน้าจอ HMI เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อควบคุมการทำงานของรีเลย์ระยะใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของซอร์ฟแวร์เว็บแอพพลิเคชัน มีไมโครคอนโทรลเลอร์คือ ESP8266 ซึ่งเป็นโมดูล Wi-Fi ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบกับเว็บแอพพลิเคชัน เพื่อการแสดงผลและควบคุมการทำงานของรีเลย์ด้วยมือแบบระยะไกล รวมทั้งมีระบบการลงบันทึกข้อมูลเพื่อตรวจสอบสถานะของระบบย้อนหลังผ่านทางเว็บแอพพลิเคชัน

1.3 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อพัฒนาระบบการทำการเกษตรให้สอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศของรัฐบาลหรือไทยแลนด์ 4.0 โดยพัฒนาให้เกิดการทำการเกษตรที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม

2. เพื่อพัฒนาให้ง่ายต่อการควบคุมสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

3. เพื่อพัฒนาระบบการทำการเกษตรที่ควบคุมและดูแลได้ด้วยจำนวนคนที่น้อยที่สุด

4. เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

5. เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ได้จริง

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำ

1. วางแผนระยะเวลาการดำเนินงานและสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

2. ทดลองการใช้งานเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดระดับ และเซนเซอร์วัดค่า pH

3. เชื่อมต่อเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดระดับ และเซนเซอร์วัดค่า pH เข้ากับหน้าจอแสดงผล HMI และเว็บแอพพลิเคชัน NETPIE

4. ออกแบบและจัดทำระบบ Manual Input ให้กับระบบผ่านทางหน้าจอแสดงผล HMI และเว็บแอพพลิเคชัน NETPIE

5. ออกแบบและจัดทำโรงเรือนเพื่อการจำลองระบบ

6. ทำระบบ Data Log ให้กับระบบของโรงเรือน เพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

7. ทดลองการทำงานของโรงเรือนและแก้ไขปรับปรุงระบบ

8. บันทึกและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำระบบไปใช้กับโรงเรือนที่ทำการเพาะปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ได้จริง

2. สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมของโรงเรือนด้วยจำนวนคนที่น้อยที่สุด

3. สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีของโครงงาน

ใบบทนนี้จะกล่าวถึงเรื่อง Hydroponics ผักสลัดกรีนโอ๊ค เซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์แสดงผล และเว็บแอพพลิเคชัน โดยมีรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

2.1 Hydroponics

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำคือ คำว่า Hydro ซึ่งแปลว่า น้ำ และคำว่า Ponos แปลว่าทำงานหรือแรงงาน เมื่อรวมกันจึงมีความหมายว่าการทำงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ประวัติความเป็นมาของการปลูกพืชโดยวิธีนี้นั้นเริ่มมาจากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหารต่างๆ ในการปลูกพืช ซึ่งมีมาตั้งแต่หลายพันปีก่อนสมัยของอริสโตเติล จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่านักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เขียนบันทึกต่างๆ ทางพฤกษศาสตร์ขึ้นและปรากฏอยู่จนทุกวันนี้ แต่การปลูกพืชตามหลักการทางวิทยาศาสตร์นั้นเริ่มขึ้นประมาณ 300 ปีมาแล้ว คือประมาณ ค.ศ. 1699 John Woodward นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษได้พยายามทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบว่าอนุภาคของของแข็งและของเหลวที่อยู่ในดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร ต่อมาปี ค.ศ. 1860-1865 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Sachs และ Knop นับเป็นผู้ริเริ่มปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ โดยการปลูกพืชด้วยสารละลายเกลือ อนินทรีย์ต่างๆ เช่น โพแทสเซี่ยมฟอสเฟต โพแทสเซี่ยมไนเตรต ซึ่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม และเหล็ก ภายหลังมีการพัฒนาสูตรธาตุอาหารพืชเรื่อยมา จนถึงปี ค.ศ. 1920-1930 William F.Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประสบความสำเร็จในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายธาตุอาหาร โดยพืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์และให้ผลผลิตเร็ว นับเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเทคนิคการปลูกพืชโดยวิธีนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อปลูกพืชเป็นการค้า และได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการและส่วนประกอบในสารละลายเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชทดแทน ซึ่งนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืชโดยเฉพาะการปลูกผักและพืชที่ใช้เป็นอาหาร เนื่องจากประหยัดพื้นที่ และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีในดิน ให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ปัจจุบันนี้ในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินหลายแบบด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่า ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นคำผสมระหว่างคำ 3 คำ คือ

- ไฮโดร (hydro) หมายถึงน้ำ
- โปโนส (ponos) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก หมายถึงการทำงาน
- อิกส์ (ics) หมายถึงศาสตร์หรือศิลป์

ซึ่งเมื่อรวมคำทั้ง 3 คำเข้าด้วยกันจึงมีความหมายตามรูปศัพท์ว่า ศาสตร์หรือศิลป์ที่ว่าด้วยการทำงานของน้ำ

ปัจจุบัน การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์มีเทคนิคที่คิดค้นใหม่ๆ หลากหลายรูปแบบ มิได้จำกัดอยู่เฉพาะการปลูกพืชในน้ำ (Water Culture) เท่านั้น บางกรณีมีการใช้วัสดุปลูก (Substrate) ทดแทนดินทั้งหมดและรดด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งมักเรียกว่า ซับส์เทรต คัลเจอร์ (Substrate Culture), มีเดีย คัลเจอร์ (Media Culture) หรือแอกกรีเกตไฮโดรโปนิกส์ (Aggregate Hydroponics) เทคนิคดังกล่าวนิยมเรียกว่า การปลูกโดยไม่ใช้ดิน หรือการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture) ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าเทคนิคการปลูกพืชในน้ำก็ดี หรือการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์รูปแบบอื่นๆ ก็ดี บางครั้งอาจเรียกรวมๆ ว่า Soilless Culture แทนคำว่า Hydroponics

ไฮโดรโปนิกส์ มีประโยชน์หลักๆ 2 ประการด้วยกัน ประการแรกคือ ช่วยให้มีสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมได้มากขึ้นสำหรับการเติบโตของพืช แทนที่จะเป็นการใช้ดินอย่างเดิม ทำให้กำจัดตัวแปรที่ไม่ทราบออกไปจากการทดลองได้จำนวนมาก ประการที่สองคือ พืชหลายชนิดให้ผลผลิตได้มากในเวลาที่น้อยกว่าเดิม และในบางครั้งอาจมีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม ซึ่งในสภาพแวดล้อมและสภาพการเศรษฐศาสตร์หนึ่งๆ การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์จะให้ผลกำไรแก่เกษตรกรมากขึ้น และด้วยการปลูกที่ไม่ใช้ดินจึงทำให้พืชไม่มีโรคที่เกิดในดิน ไม่มีวัชพืช ไม่ต้องจัดการดิน และยังสามารถปลูกพืชใกล้กันมากได้ ด้วยเหตุนี้พืชจึงให้ผลผลิตในปริมาณที่มากกว่าเดิมขณะที่ใช้พื้นที่จำกัด นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำน้อยมากเพราะมีการใช้ภาชนะ หรือระบบวนน้ำแบบปิดเพื่อหมุนเวียนน้ำ เมื่อเทียบกับการเกษตรแบบเดิมแล้วนับว่าใช้น้ำเพียงส่วนน้อยนิดเท่านั้น

2.1.2 รูปแบบการปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิกส์

2.1.2.1 NFT (Nutrient Film Technique)

เป็นการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากผักเป็นแผ่นบางๆ อย่างต่อเนื่อง เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชที่ปลูกบนรางตามความลาดชันของรางปลูกอย่างช้าๆ เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ประมาณ 1–3 มิลลิเมตร พืชที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูกในระบบนี้ได้แก่ผักกินใบจำพวกผักสลัดมีอายุยาวประมาณ 45–50 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 DFT (Deep Flow Technique)

เป็นการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากผักในระดับลึก การปลูกผักโดยวิธีนี้เหมือนการปลูกแบบลอยน้ำ ซึ่งสามารถปลูกได้ดีในที่ที่มีแดดจัด โดยวิธีนี้จะมีช่องว่างระหว่างแผ่นปลูกกับสารละลายธาตุอาหารพืชประมาณ 3–5 เซนติเมตร เพื่อให้รากผักบางส่วนถูกอากาศและบางส่วนอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชผักที่ปลูกได้ดี และนิยมปลูกในระบบนี้ ได้แก่ ผักไทย (ผักกินใบที่มีอายุสั้นประมาณ 20-30 วัน) เช่น ผักคะน้า ผักบุ้ง ผักโขม เป็นต้น

2.1.2.3 DRFT (Dynamic Root Floating Technique)

เป็นการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหาร และอากาศไหลวนผ่านรากผักในระดับลึกอย่างต่อเนื่องในถาดปลูก ระบบนี้พัฒนามาจากระบบ DFT โดยเพิ่มการไหลเวียนของอากาศและสารละลายธาตุอาหารพืชผักที่ปลูกได้ดี และพืชผักที่นิยมปลูก ได้แก่ ผักไทย

2.1.3 ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่ได้แตกต่างกัน ไม่ว่าจะปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิมหรือด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ ปัจจัยที่เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมีอยู่หลายปัจจัย แต่มีปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.3.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของพืช โดยมีผลโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลในการเร่งกระบวนการทางเคมีต่างๆ ในพืช กระบวนการเหล่านี้ควบคุมโดยเอนไซม์ ซึ่งจะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิแคบๆ อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ทำงานลดลง มีผลให้ปฏิกริยาเคมีต่างๆ ในพืชลดลงหรือหยุดไปด้วย เมื่อถึงจุดนี้ พืชจะอยู่ในภาวะเครียดและหยุดเจริญเติบโต และอาจตายได้ในที่สุด การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงเป็นเรื่องสำคัญ และสำหรับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้ลดลง ทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจของราก เช่น เมื่ออุณหภูมิในสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 30 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจาก 8.25 ppm เหลือเพียง 7.51 ppm

2.1.3.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำของพืช เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงจะทำให้พืชคายน้ำน้อยลง ส่งผลให้การลำเลียงแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากรากไปสู่ใบลดลง และยังทำให้อุณหภูมิที่ใบสูงขึ้น นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์สูงยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคบางโรคได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

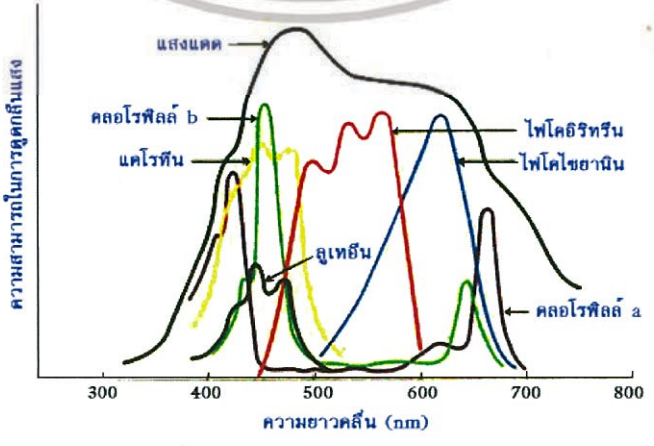
2.1.3.3 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน แสงมีคุณสมบัติ 3 ประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ความยาวคลื่น ความเข้มแสงและระยะเวลาที่พืชได้รับแสง คุณสมบัติที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์คือ ความเข้มแสงที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จะมีผลในการลดการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตน้อยลง สำหรับการปลูกพืชในประเทศไทย ซึ่งอยู่ในเขตร้อน ได้รับแสงที่มีความเข้มสูง การปลูกพืชในที่โล่งจึงต้องมีการให้ร่มเงาเพื่อลดความเข้มแสง นอกจากนี้แสงยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิคือ เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้นอุณหภูมิจะสูงขึ้น ซึ่งในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์จะมองข้ามความสัมพันธ์นี้ไม่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิของสารละลายที่ใช้ปลูกพืชมีบทบาทอย่างมากต่อกิจกรรมของราก

ความเข้มแสง การสังเคราะห์แสงของพืชจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงจนถึงจุดหนึ่งการสังเคราะห์แสงจะไม่เพิ่มขึ้นอีกต่อไป เรียกว่าพืชอิ่มตัวด้วยแสง ซึ่งอาจทำให้ใบพืชไหม้และตายได้ พืชผักทั่วไปมีจุดอิ่มตัวด้วยแสงประมาณ 20000-30000 ลักซ์ หากพืชได้รับแสงที่มีความเข้มแสงน้อยการสังเคราะห์แสงจะลดลง ต้นพืชจะยืดสูงขึ้นแต่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ลดลง

ย่านความถี่ของแสง ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะใช้แสงในย่านความถี่ 400-800 นาโนเมตร หรือก็คือแสงขาว แต่พืชจะมีช่วงที่ดูดกลืนไปใช้ได้มากเป็นพิเศษคือ 400-500 นาโนเมตร และ 600-800 นาโนเมตร หรือก็คือแสงสีน้ำเงินกับแสงสีแดง

ระยะเวลาการให้แสง พืชจะมีช่วงเวลาที่ใช้สร้างสารอาหารคือช่วงที่สังเคราะห์แสงประมาณ 10-12 ชั่วโมงต่อวัน และช่วงเวลาที่นำสารอาหารไปใช้คือที่ไม่สังเคราะห์แสง โดยถ้าให้แสงมากเกินไปจะทำให้ช่วงเวลาที่ต้นไม้จะเจริญเติบโตน้อยลง แต้ถ้าให้แสงน้อยไปพืชจะมีสารอาหารที่ไปใช้ในการเจริญเติบโตน้อยลงเช่นกัน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ย่านความถี่ต่างๆ ที่พืชต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.4 องค์ประกอบของบรรยากาศ

องค์ประกอบของบรรยากาศ พืชต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง ในอากาศโดยปกติมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 0.03 ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากในบริเวณที่มีพืชหนาแน่นคาร์บอนไดออกไซด์อาจเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชได้ในเวลากลางวัน เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นมาก นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว พืชต้องการออกซิเจนใช้ในการหายใจเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานใช้ในปฏิกริยาเคมีต่างๆ ในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์นั้นส่วนที่อยู่เหนือดินมักไม่มีปัญหาการขาดออกซิเจน เนื่องจากในอากาศมีออกซิเจนอยู่ถึงร้อยละ 20 แต่ในส่วนของรากที่อยู่ในสารละลายมักเกิดปัญหา เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงต้องมีการเติมออกซิเจนในสารละลายโดยใช้ปั๊มหรือเครื่องสูบลม หรืออาจใช้ระบบหมุนเวียนสารละลาย โดยปกติควรรักษาระดับออกซิเจนในสารละลายให้อยู่ที่ 8 ppm

2.1.3.5 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำมีความสำคัญมากในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ เนื่องจากพืชที่ปลูกได้รับธาตุอาหารต่างๆ จากสารละลายธาตุอาหารซึ่งต้องใช้น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ถ้าน้ำมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ โรคจะแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องมีการฆ่าเชื้อก่อนนำไปใช้ ซึ่งอาจใช้คลอรีน หรือโซเดียมไฮโปคลอไรด์ หรือแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ก็ได้ ถ้าน้ำขุ่นเนื่องจากมีสารแขวนลอยต้องกรองเอาตะกอนออก นอกจากนี้ถ้าน้ำที่ใช้มีองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่เหมาะสม เช่น มีจุลธาตุบางตัวในปริมาณมากเกินไป ก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ น้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์คือ น้ำฝนหรือน้ำจากคลองชลประทาน

2.1.3.6 ปฏิกริยาน้ำ (pH)

ปฏิกริยาน้ำ (pH) ของน้ำมีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยทั่วไปการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ สารละลายธาตุอาหารพืชควรมี pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 หรือประมาณ 6 ไม่ควรเกิน 7 ขึ้นกับชนิดพืช

2.1.3.7 ธาตุอาหารพืช

พืชที่ยังคงความสดอยู่จะมีปริมาณน้ำประกอบอยู่ร้อยละ 80-95 ถ้าเก็บต้นพืชมาชั่งจะได้น้ำหนักสด เมื่อวางทิ้งไว้พืชจะเหี่ยวลงเนื่องจากสูญเสียน้ำอยู่ตลอดเวลา และถ้านำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง น้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในต้นพืชจะระเหยไป เมื่อนำไปชั่งอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักแห้งจะพบว่าพืชมีน้ำหนักลงลงอย่างมากเหลือเพียงร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักสดที่ชั่งครั้งแรก ยกตัวอย่าง เก็บผักคื่นฉ่ายมา 1 ต้น สมมติว่าชั่งได้น้ำหนักสด 100 กรัม แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำไปอบให้แห้งแล้วชั่งใหม่จะเหลือน้ำหนักแห้งเพียง 10 กรัม เป็นต้น น้ำหนักแห้งที่ได้นี้มากกว่าร้อยละ 90 ประกอบด้วยแร่ธาตุ 3 ชนิดคือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งได้มาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซออกซิเจน (O_2) ในบรรยากาศ และน้ำ (H_2O) ส่วนที่เหลือเป็นแร่ธาตุชนิดอื่นๆ ที่ประกอบเป็นต้นพืช จากตัวอย่างคื่นฉ่ายจะพบว่ามีธาตุอื่นๆ เพียงร้อยละ 1 ของน้ำหนักสด หรือเท่ากับ 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผักสลัดกรีนโอ๊ค

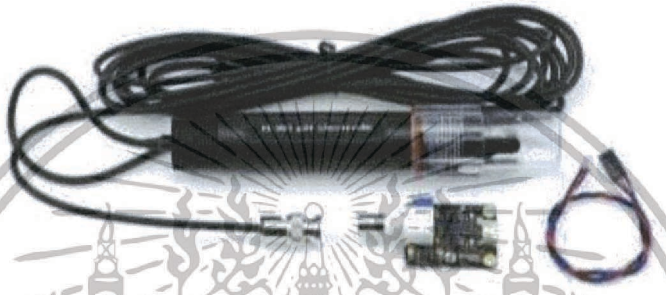
รูปที่ 2.2 ผักสลัดกรีนโอ๊ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เซนเซอร์

2.3.1 เซนเซอร์วัดค่า pH

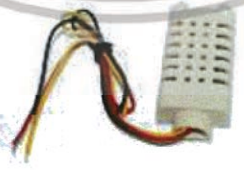
เซนเซอร์ที่ใช้วัดความเป็นกรดเบส ตัวโพรบจะใช้วัดค่าแอคติวิตี้ของไอออนไฮโดรเจน (Activity of Hydrogen Ions) ที่อยู่รอบผนังบางๆ ของกระเปาะแก้ว ซึ่งอิเล็กโทรดจะให้ค่าความต่างศักย์เล็กน้อยต่อความเป็นกรดเบสที่เปลี่ยนไป และนำไปคำนวณผ่านบอร์ดที่ต่อกับเซนเซอร์ เพื่อนำค่านั้นส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป โดยค่าความเป็นกรด-เบสที่วัด มีค่าตั้งแต่ 0-14 ถ้า pH มีค่าต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด ส่วน pH สูงกว่า 7 มีค่าเป็นเบส ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 เซนเซอร์วัดค่า pH

2.3.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

DHT22 (AM2302) Module เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity Sensor Module) พร้อมสายไฟ สามารถใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบๆ ทั่วไปหรือในห้อง มีความแม่นยำสูง มีตัวต้านทาน และ Pull up มาแล้วสามารถต่อขาทดลองได้โดยไม่ต้องต่อสายเพิ่ม สามารถเชื่อมต่อใช้งานได้กับ Rasberry Pi, Arduino AVR หรือ PIC เป็นต้น ย่านวัดอุณหภูมิ -48 ถึง 80 องศาเซลเซียส ย่านวัดความชื้นร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 100 ดังรูปที่ 2.5

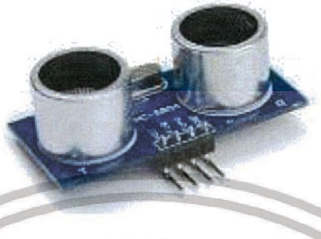


รูปที่ 2.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เซนเซอร์วัดระยะทาง

เซนเซอร์วัดระยะทางเป็นการวัดระยะทางโดยใช้โมดูล Ultrasonic ร่วมกับ Arduino สามารถทำได้ง่าย อุปกรณ์โมดูล Ultrasonic มีความแม่นยำในการวัดระยะทาง การทำงานเป็นแบบคลื่นสะท้อนกลับแล้วนำมาคำนวณ จึงเหมาะสำหรับมาใช้ในการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ตรวจจับวัตถุที่อยู่ในรัศมีที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 เซนเซอร์วัดระยะทาง

2.3.4 เซนเซอร์วัดแสง

GY-30 Light Intensity Sensor Module (BH1750FVI) โมดูลวัดความเข้มแสง เป็นโมดูลที่ใช้ชิฟ BH1750FVI สามารถวัดความเข้มแสงแสงในหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) สามารถนำไปประยุกต์เป็นตัววัดความเข้มแสงในการถ่ายภาพได้ หรือนำไปใช้ในระบบปรับแสงสว่างอัตโนมัติของห้อง หรือสวนปลูกต้นไม้ได้ ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.6 เซนเซอร์วัดแสง

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 Arduino UNO R3

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

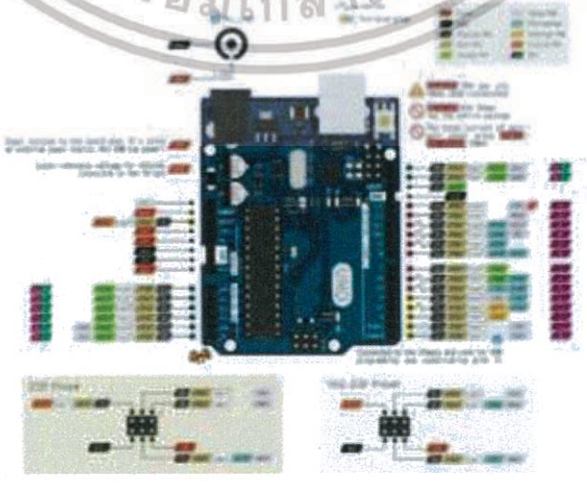
ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาใช้กับบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้ ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.7 Arduino UNO R3

รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

รูปที่ 2.8 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

Layout & Pin out Arduino Board (Model : Arduino UNO R3)



รูปที่ 2.9 Layout & Pin out Arduino Board (Model : Arduino UNO R3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ESP8266

ESP8266 คือ โมดูล Wi-Fi ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิฟของโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน Wi-Fi ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6 โวลต์ ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80 มิลลิแอมป์ รองรับคำสั่ง Deep Sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ สามารถ Wake up กลับมาส่งข้อมูลใช้เวลาน้อยกกว่า 2 มิลลิวินาที ภายในมี Low Power MCU 32 Bit ทำให้เขียนโปรแกรมสั่งงานได้ มีวงจร Analog Digital Converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก Analog ได้ ความละเอียด 10 Bit ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส

ESP8266 ติดต่อกับ Wi-Fi แบบ Serial สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิฟ โดยใช้ Arduino IDE ได้ ทำให้การเขียนโปรแกรมและใช้งานเป็นเรื่องง่าย คล้ายกับการใช้ Arduino และสามารถติดต่ออุปกรณ์อื่นๆ เช่น เซนเซอร์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.11

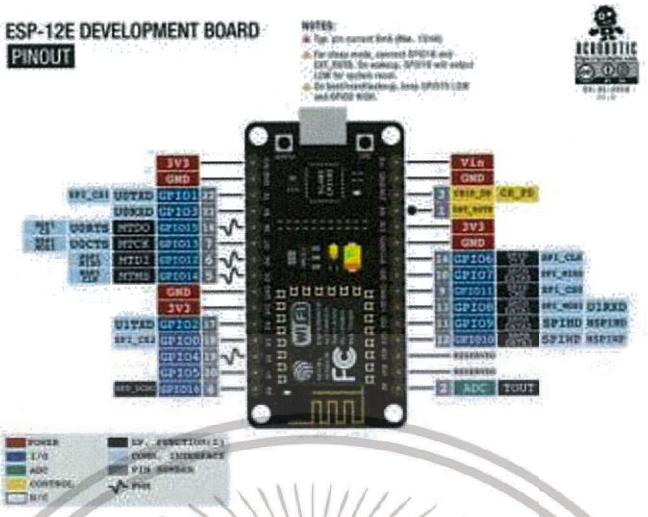
รูปที่ 2.10 โมดูล Wi-Fi (Model : ESP8266)

โครงสร้างและขาที่ใช้งานมีลักษณะของโมดูล ESP8266

- GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ
- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน
- CH_PD หรือ EN เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ Pull up สัญญาณ ให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND
- Reset ต่อกับไฟ VCC เพื่อ Pull up สัญญาณ เมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อกับไฟ GND
- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6 โวลต์
- GND ต่อกับไฟ 0 โวลต์
- GPIO เป็นขาดิจิตอล Input/Output ทำงานที่ไฟ 3.3 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ADC ขา Analog Input รับแรงดันสูงสุด 1 โวลต์ ความละเอียด 10 Bit (1024 ค่า)



รูปที่ 2.11 โครงสร้างและขาที่ใช้งานมีลักษณะของโมดูล ESP8266

2.5 อุปกรณ์แสดงผล

2.5.1 Human Machine Interface (HMI)

จอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) เป็นจอสัมผัสแบบ HMI ในระบบอุตสาหกรรม โดย HMI ย่อมาจาก Human Machine Interface ความหมายคือ เป็นการทำงานโดยสื่อสารกันระหว่างคนกับเครื่องจักร และแสดงในรูปแบบที่เป็นกราฟฟิกมากขึ้น โดยการทำงานสมัยก่อนของตัวจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) จะเป็นแบบปุ่มกดแบบหน้าตู้ซึ่งเชื่อมต่อกับ PLC แต่จอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) ในปัจจุบันนี้สามารถเป็นรูปแบบของปุ่มกดหน้าตู้แบบกราฟฟิก (ไม่ได้เป็นปุ่มจริงๆ) ยกตัวอย่างเช่น บนหน้าจอของจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) สามารถแสดงภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อ แสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบในท่อขณะนั้นได้ และผู้ปฏิบัติงานยังสามารถสั่งเปิดปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ที่หน้าจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.12 Human Machine Interface (HMI)

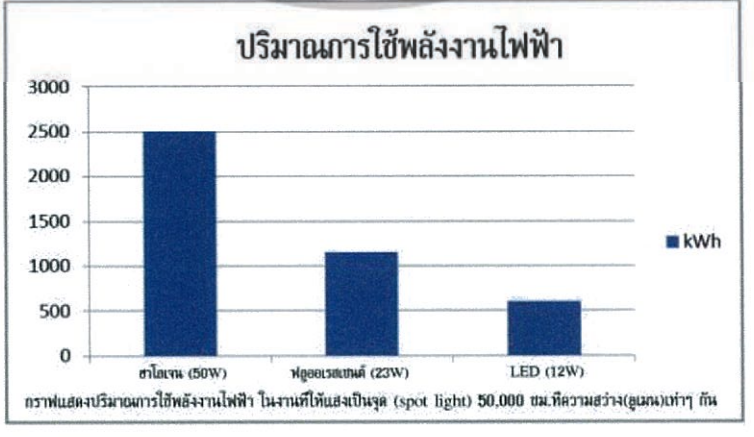
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 แอลอีดี

แอลอีดี (LED) คือ ไดโอดชนิดเปล่งแสง ไม่ได้มีรูปทรงแบบหลอด แต่เรียกนำหน้าชื่อว่า “หลอดแอลอีดี” อย่างที่เคยชินกับหลอดไฟประเภทเก่า เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำพวกสารกึ่งตัวนำรูปแบบไดโอด โดยปกติไอโอดเป็นชิ้นส่วนเพื่อออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า แต่ด้วยความอเนกประสงค์ในโครงสร้างของไดโอด จึงทำให้ดัดแปลงใช้งานได้หลากหลายรูปแบบในโลกของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการให้กำเนิดแสงสว่างด้วย จุดเด่นหลักคือ การกำเนิดแสงในรูปแบบให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารกึ่งตัวนำ ต่างจากหลอดไส้หรือหลอดตะเกียบที่ใช้เทคนิคกำเนิดความร้อนเพื่อกระตุ้นก๊าซในหลอดแก้ว หรือใช้การเผาไหม้ไส้ทังสเตนในหลอดเพื่อให้เกิดแสงสว่าง แอลอีดีจึงมีขนาดชิ้นส่วนที่เล็กมากกว่าหลอดไฟปกติมากๆ (เล็กสุดในระดับ 1 มิลลิเมตร) และอายุการใช้งานสูงกว่าเพราะความร้อนต่ำมาก ดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.13 แอลอีดี (LED)

ปัจจุบัน หลอดแอลอีดีสามารถให้ค่าอัตราความสว่างได้ถึง 80-120 ลูเมนต์/วัตต์ ขึ้นอยู่กับแต่ละผู้ผลิต เมื่อเทียบกับหลอดไส้ ที่ให้ค่าอัตราความสว่างอยู่ที่ 12-15 ลูเมนต์/วัตต์ ส่วนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ก็ให้ค่าอัตราความสว่างได้ที่ 40-80 ลูเมนต์/วัตต์ ซึ่งแนวโน้มว่าด้วยเทคโนโลยีที่ถูกคิดค้นขึ้นใหม่เรื่อยๆ ในอนาคตแอลอีดีจะมีความสามารถให้ความสว่างเพิ่มขึ้นได้อีก (โดยล่าสุดมีสถิติบันทึกไว้ว่า มีผู้คิดค้นแอลอีดีที่ให้แสงสว่างได้สูงถึง 300 ลูเมนต์/วัตต์) โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปดังรูปที่ 2.15

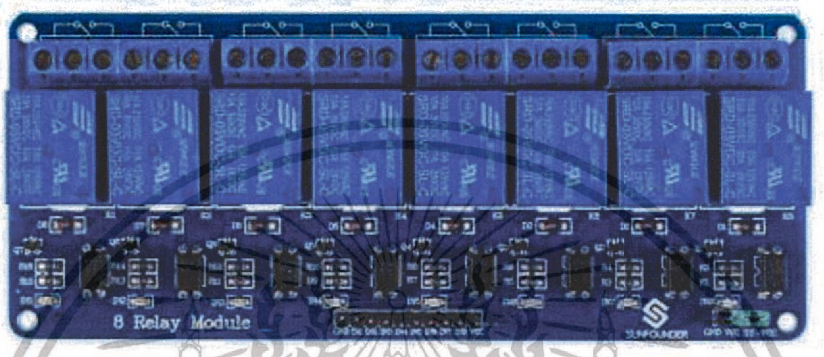


รูปที่ 2.14 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 รีเลย์

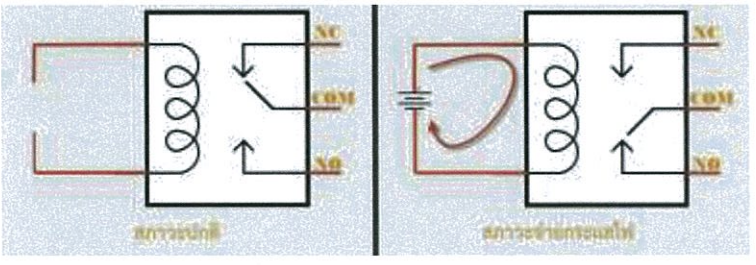
รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้ารีเลย์มีหลายประเภท ตั้งแต่รีเลย์ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึงรีเลย์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำรีเลย์ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้รีเลย์ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 8 Channels Relay Module

ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

- หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
- หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด
- ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสในรีเลย์ 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของรีเลย์นั้น ในส่วนของขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่ออยู่กับหน้าสัมผัส NC (ในสภาวะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติด-ดับลักษณะคล้ายการทำงานของสวิตช์

2.5.4 ปั๊มรีดท่อ

Peristaltic Pump ปั๊มรีดท่อ หรือปั๊มรีดสายยาง เป็นปั๊ม (Pump) ที่ถูกนำไปใช้กับงานได้หลากหลายรูปแบบและหลากหลายอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นปั๊มที่ไม่มีชิ้นส่วนใดของปั๊มที่จะสัมผัสกับของเหลวในสายยางเลย (No Contaminate) สามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการได้อย่างเที่ยงตรง (Precision) ดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.17 ปั๊มรีดท่อ

ปั๊มจะทำการหมุนตัว Roller ไปกดที่สายยางแล้วกดเอาของเหลวให้เคลื่อนที่ไปตาม Roller โดยสายยางจะอยู่ที่เดิม ดังนั้นเมื่อหมุน Roller ไปเรื่อยๆ ของเหลวจะสามารถย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งใดเลยนอกจากสายยาง ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของของเหลวขึ้นกับจำนวนของ Roller ที่ใช้ในการหมุน ยิ่งมากจะมีความแม่นยำมาก และขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อสายยาง (Inside Diameter) ดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.18 หลักการทำงานของปั๊มรีดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 ปั๊มไดอะแฟรม

ปั๊มไดอะแฟรม (Diaphragm Pump) การใช้งานทั่วไปจะเป็นปั๊มที่ใช้สำหรับดูดของเหลวที่มีความหนืด เช่น น้ำมันหรือสารเคมี ซึ่งเป็นข้อดีของปั๊มชนิดนี้ ลักษณะการทำงานจะเป็นการทำงานเป็นสโตรก ด้านในจะเป็นแผ่นยางสำหรับดูดของเหลว

ปั๊มไดอะแฟรมจำเป็นต้องมีปั๊มลมช่วยในการทำงาน ซึ่งความดันลมจะเป็นตัวควบคุมปริมาณการไหลด้วยเช่นกัน ข้อดีอีกอย่างของปั๊มนี้คือ สามารถทำงาน แบบ Air Dry (มีอากาศอยู่ในระบบ) ได้ ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.19 ปั๊มไดอะแฟรม

ปั๊มไดอะแฟรมเหมาะกับการใช้งานหลากหลายรูปแบบ เช่น ใช้ในการเกษตร ใช้ทำเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง ใช้ร่วมกับเครื่องตั้งเวลาเปิดปิดลดน้ำแปลงผัก แปลงผลไม้หรือแปลงดอกไม้ ใช้ร่วมกับหัวสปริงเกอร์หรือหัวพ่นหมอก เพื่อพ่นหมอกระบายความร้อนให้กับโรงเรือนสัตว์เลี้ยงหรือบ้านพักอาศัย

2.5.6 ปั๊มน้ำ DC 24V รุ่น 1100GPH ประเภทปั๊มจุ่มน้ำแช่น้ำ

ปั๊มน้ำดีซี ปั๊มจุ่ม ปั๊มแช่ DC 12V รุ่น 1100GPH ใช้สำหรับดูดหรือสูบน้ำเข้าหรือออกจากบ่อ เช่น ถ้าต้องการจะถ่ายน้ำเสียออกจากบ่อปลา สามารถนำเครื่องปั๊มน้ำดีซีดูดน้ำออกและสูบน้ำเข้าบ่อปลาได้ ใช้เป็นเครื่องสูบน้ำเรือวิดน้ำในเรือออก ใช้เป็นปั๊มน้ำล้นหรือบ่อน้ำพุ หรือปั๊มน้ำในบ่อปลาเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ ดังรูปที่ 2.21

คุณสมบัติปั๊มน้ำ DC แบบจุ่มแช่ Bilge Pump รุ่น 1100 GPH

- สเปกเครื่องปั๊มน้ำ DC รุ่น 1100GPH สามารถสูบน้ำได้สูงสุด 4,000 ลิตร/ชั่วโมง
- แรงดันไฟ 12 โวลต์ ใช้กับแหล่งจ่ายไฟหม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ ได้ หรือต่อใช้กับแบตเตอรี่รถยนต์ โซลาร์เซลล์ หรือต่อกับแผ่งโซลาร์เซลล์โดยตรง
- กระแสไฟที่ใช้ 3 แอมแปร์
- ขนาดของท่อออก 29 มิลลิเมตร ปั๊มน้ำส่งสูงสุดได้ 4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 ปั๊มน้ำ DC 24V รุ่น 1100 GPH ประเภทปั๊มจุ่มน้ำแช่น้ำ

2.5.7 หัวพ่นหมอก

ระบบพ่นหมอกคือ ระบบหัวฉีดน้ำให้เป็นฝอยละเอียด ซึ่งละเอียดมากจนเห็นเป็นหมอก และระเหยกลายเป็นไอน้ำได้อย่างโดยทันที สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น อุตสาหกรรม โรงงาน หรือห้องความชื้น ห้องทำความสะอาด ที่ใช้หมอกจับฝุ่น เป็นต้น ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.21 หัวพ่นหมอก

2.5.8 พัดลมระบายอากาศ

พัดลมระบายอากาศใช้สำหรับโรงเรือนที่มีความร้อน ความชื้นสูง ด้วยพัดลมสามารถระบายความร้อน ช่วยลดความชื้น แมลงและศัตรูพืช เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของอากาศเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.22 พัดลมระบายอากาศ

2.6 เว็บแอพพลิเคชัน

Web Based Application หรือ Web Application (เว็บแอพพลิเคชัน) คือ โปรแกรมที่เขียนมาเพื่อทำงานบนเว็บไซต์โดยเรียกใช้งานผ่านทางออนไลน์ทั้งระบบอินเตอร์เน็ต (Internet) หรืออินทราเน็ต (Intranet) ผู้ใช้สามารถใช้งานแอพพลิเคชันได้ง่ายผ่าน Browser (เบราว์เซอร์) เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internet Explorer, Firefox, Google Chrome บนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เป็นต้น

ข้อดีของ Web Application (เว็บแอพพลิเคชัน) คือ สามารถใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องติดตั้งซอฟแวร์บนอุปกรณ์ของผู้ใช้ สามารถเข้ามาใช้งานโปรแกรมได้อยู่ตลอด อีกทั้งยังสามารถอัพเดทแอพพลิเคชันและข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เหมาะอย่างยิ่งกับระบบที่ให้บริการแบบ Real Time หรือระบบที่ต้องใช้ข้อมูลออนไลน์

2.6.1 NETPIE (Network Platform for Internet of Everything)

NETPIE เป็น IoT (Internet of Things) Cloud Platform ที่พัฒนาขึ้นโดยทีมงานวิจัยและเปิดให้บุคคลทั่วไปใช้งานโดยมี Web Portal ที่ให้สามารถลงทะเบียนและจัดการตัวตนและสิทธิ์ของแอพพลิเคชัน และอุปกรณ์ได้ที่เว็บไซต์ https://netpie.io ตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 เป็นต้นมา NETPIE เป็น Middleware ที่มีหัวใจหลัก (นอกเหนือจากส่วนอื่นๆ) เป็น Distributed MQTT Brokers ซึ่งเป็นเสมือนจุดนัดพบให้สิ่งต่างๆ (Things) มาติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันผ่านวิธีการส่งข้อความแบบ Publish/Subscribe

NETPIE มีโครงสร้างสถาปัตยกรรมเป็นคลาวด์อย่างแท้จริงในทุกองค์ประกอบ ทำให้สามารถขยายตัวได้อย่างอัตโนมัติ (Auto-scale) สามารถดูแลและซ่อมแซมตัวเองได้อัตโนมัติ เมื่อส่วนหนึ่งส่วนใดในระบบมีปัญหา (Self-healing, Self-recovery) โดยไม่ต้องพึ่งผู้ดูแลระบบ

การบริหารจัดการระบบเป็นแบบ Plug-and-Play ไม่ต้อง Configure หรือปรับแต่ง ในฝั่งอุปกรณ์ NETPIE มี Client Library หรือที่เรียกว่า Microgear ซึ่งทำหน้าที่สร้างและดูแลช่องทางสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับ NETPIE รวมไปถึงรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูล Microgear เป็น Open Source และสามารถดาวน์โหลดได้จาก https://github.com/netpieio โดย ณ ปัจจุบันมี Microgear สำหรับ OS และ Embedded Board หลักๆ ที่เป็นที่นิยมในหมู่นักพัฒนาเกือบทุกชนิด ดังรูปที่ 2.24

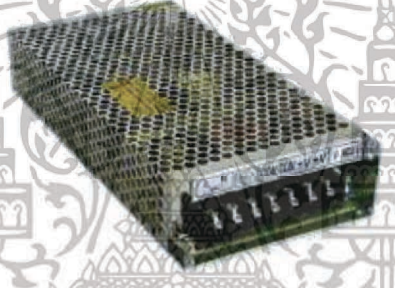
รูปที่ 2.23 เครือข่าย NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แหล่งจ่ายไฟ

2.7.1 Power Supply

แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้า เป็นคำที่ใช้กันมากที่สุด ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าจากรูปแบบหนึ่ง ไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง แม้ว่ามันจะยังอาจหมายถึง อุปกรณ์ที่แปลงพลังงานรูปแบบหนึ่ง (เช่น พลังงานกล, พลังงานเคมี, พลังงานแสงอาทิตย์) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟแบบควบคุมได้ (Regulated Power Supply) สามารถควบคุมแรงดันหรือกระแสเอาต์พุตให้มีค่าที่คงที่แน่นอน แม้ว่าโหลดจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่พลังงานที่อินพุตก็ตาม Power Supply แหล่งจ่ายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ลักษณะการทำงานคือ ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์, 5 โวลต์ และ 12 โวลต์ ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 Power Supply

2.7.2 Boost Converter

DC Boost Converter วงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้าดีซีระบบสวิตชิ่ง ทำงานด้วยไอซีเบอร์ XL6009 ได้ออกแบบคล้ายกันกับไอซีเบอร์ยอดนิยม LM2577 แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเนื่องจากความถี่ในการสวิตช์สูงถึง 400 kHz และโครงสร้างภายในที่เป็น MOSFET สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 3 แอมป์ ดังรูปที่ 2.26

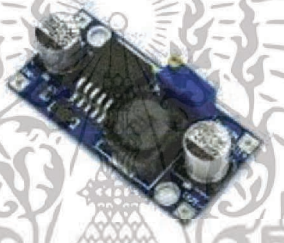
- รับไฟ Input ตั้งแต่ 3-34 โวลต์ และสามารถปรับไฟ Output ได้ตั้งแต่ 4-35 โวลต์
- วงจรสามารถตั้งค่าไฟ Input ตามต้องการได้ ด้วยการปรับค่า R-Trim Port หลังจากตั้งค่าแล้ว
- วงจรจะทำการปรับแรงดันไฟฟ้า Output ให้คงที่อัตโนมัติแม้แรงดัน Input จะแปรผัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 DC Boost Converter

2.7.3 Buck Converter

วงจรลดแรงดันแบบ Step-down หรือเรียกอีกแบบว่า Buck Converter ใช้ลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง ใช้หลักการสวิตชิ่งตัวเหนี่ยวนำ (L) จึงทำให้มีความร้อนและความสูญเสียกำลังไฟน้อย ไม่เหมือนกับการลดแรงดันโดยใช้ IC ตระกูล 78xx/317 ทั่วไปที่ใช้หลักการลดทอนทำให้เกิดความร้อนสูง วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์เมื่อลดแรงดันลงแล้วจะได้กระแส Output เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.26 Buck Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างและการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องการออกแบบและหลักการทำงานของระบบโรงเรือนอัจฉริยะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วนสำคัญ คือ รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ โครงนอก และตู้ควบคุม โดยมีรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบด้านโครงสร้าง

3.1.1 รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

เนื่องจากโรงเรือนนี้เป็นระบบปิด รางปลูกผักที่ต้องใช้ในการปลูกผักจึงไม่โดนแสงแดดโดยตรง จึงสามารถที่จะใช้ท่อพีวีซีเป็นหลัก อีกทั้งเป็นการลดต้นทุนในการใช้รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่มีราคาสูงกว่าท่อพีวีซี โดยใช้ท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้วครึ่ง ขนาด 3 ท่อ เจาะรูกว้างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร จำนวน 4 รูต่อ 1 ท่อ เพื่อเป็นท่อหลักในการปลูกผักจำนวน 12 ต้น และใช้ท่อขนาด 3/4 นิ้ว เพื่อเป็นท่อสำหรับระบบน้ำวนสารละลายเลี้ยงผัก อีกทั้งได้ใช้วาล์วเปิด-ปิด ในการปรับอัตราการไหลของสารอาหารในระบบ ดังรูปที่ 3.1

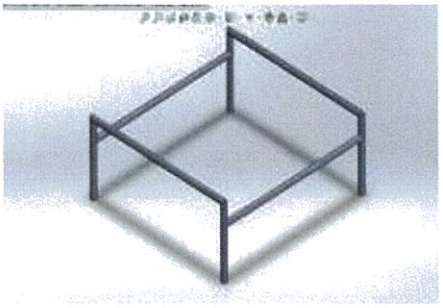
ก. รางปลูกผักจากโปรแกรม SolidWorks ข. รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

รูปที่ 3.1 รางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

3.1.2 ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ทำหน้าที่รับน้ำหนักของรางปลูกไฮโดรโปนิกส์ทั้งหมด จึงต้องเลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงและคงทน จึงเลือกใช้ท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้ว เป็นฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์เนื่องจากมีความแข็งแรง หยืดหยุ่นสูง และสามารถหาเปลี่ยนได้ง่ายตามท้องตลาดเมื่อเกิดการชำรุด ซึ่งออกแบบได้ ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



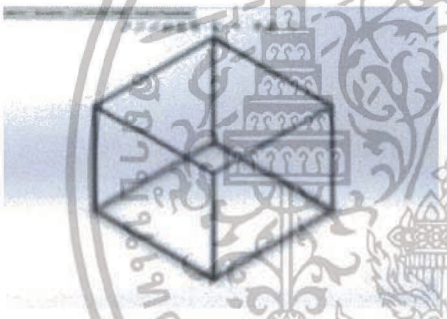
ก. ฐานวางรางปลูกผักจากโปรแกรม SolidWorks

ข. ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

รูปที่ 3.2 ฐานวางรางปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

3.1.3 โครงนอก

โครงนอกใช้เป็นโครงสำหรับคลุมผ้าใบเพื่อให้โรงเรือนเป็นระบบปิด อีกทั้งสำหรับติดตั้งหัวพ่นหมอก และเซนเซอร์ โดยเลือกใช้ท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้ว ทำโครงขนาด 120x120x90 เซนติเมตร และมีท่อพาดตรงตำแหน่งตรงกลางเพื่อติดตั้งเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3.3



ก. โครงนอกจากโปรแกรม SolidWorks

ข. โครงนอก

รูปที่ 3.3 โครงนอก

3.1.4 ตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมเลือกใช้เป็นตู้ควบคุมขนาด 30x60x20 เซนติเมตร เป็นตู้สำหรับสั่งการและควบคุมระบบภายในของโรงเรือน ดังรูปที่ 3.4

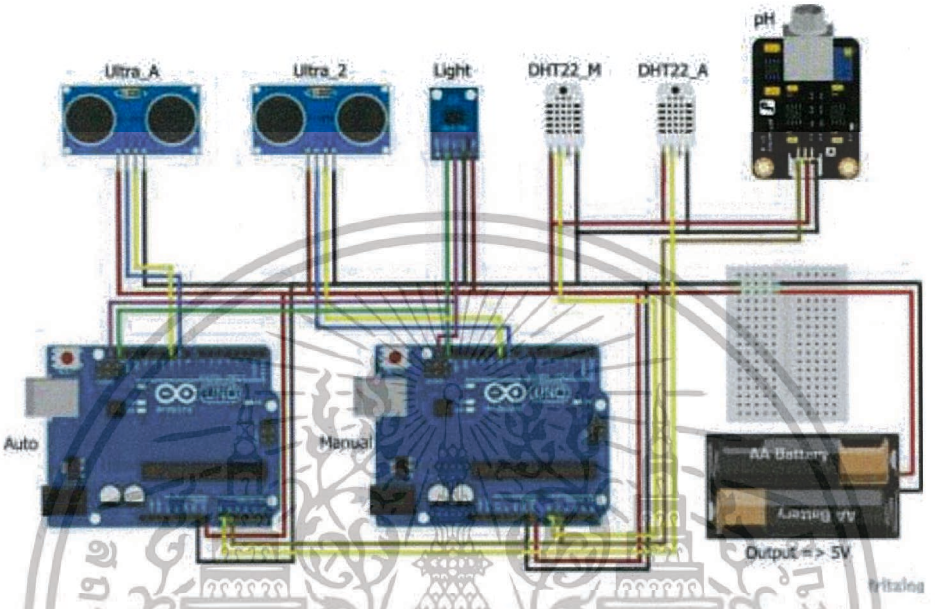
รูปที่ 3.4 วงจรภายในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรควบคุมภายในตู้ควบคุม

3.2.1 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์

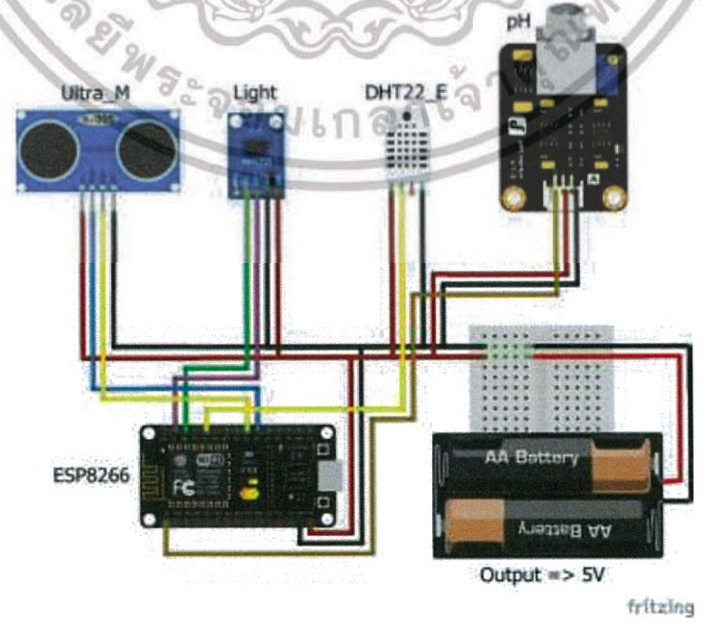
เป็นการต่อ Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์วัดระยะทาง เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และเซนเซอร์วัดค่า pH ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรการเชื่อมต่อระหว่าง Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์

3.2.2 การเชื่อมต่อระหว่าง ESP8266 กับเซนเซอร์

เป็นการต่อ ESP8266 กับเซนเซอร์วัดระยะทาง เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และเซนเซอร์วัดค่า pH ดังรูปที่ 3.6

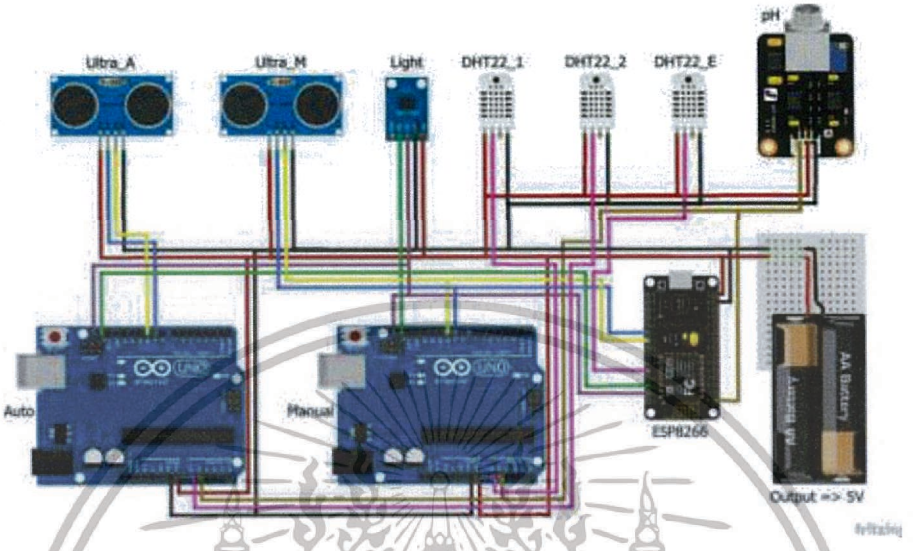


รูปที่ 3.6 วงจรการเชื่อมต่อระหว่าง ESP8266 กับเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์

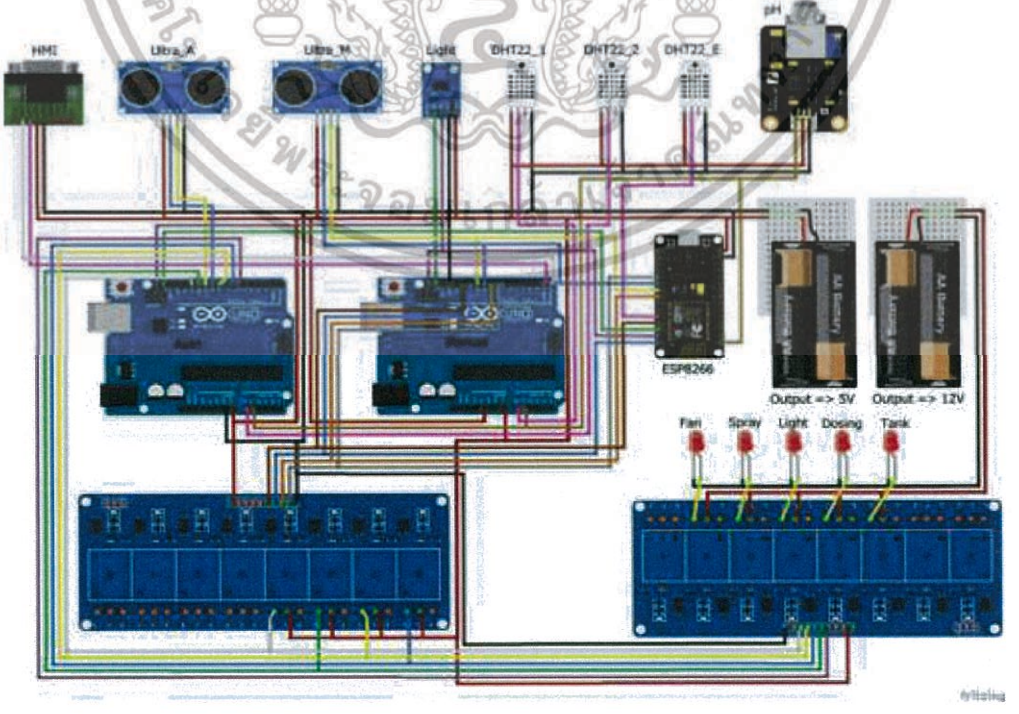
เป็นการต่อไมโครคอนโทรลเลอร์คือ Arduino UNO R3 และ ESP8266 กับเซนเซอร์วัดระยะทาง เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และเซนเซอร์วัดค่า pH ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์

3.2.4 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์ควบคุมอุปกรณ์

เป็นการต่อไมโครคอนโทรลเลอร์คือ Arduino UNO R3 และ ESP8266 กับเซนเซอร์วัดระยะทาง เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และเซนเซอร์วัดค่า pH เข้ากับรีเลย์ควบคุมอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.8



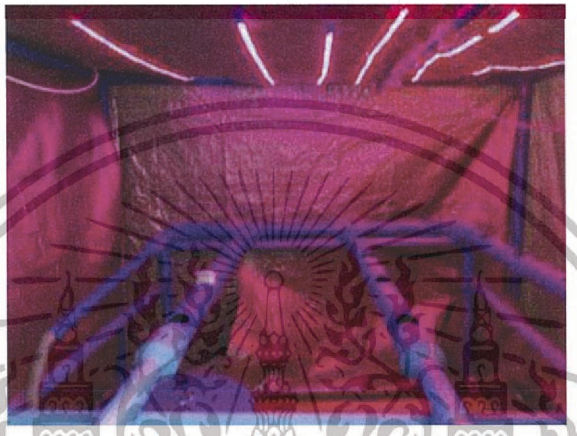
รูปที่ 3.8 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์ควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การติดตั้งตู้ควบคุม เซนเซอร์ และอุปกรณ์การทำงาน

3.3.1 การติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีและเซนเซอร์ภายในโรงเรือน

ในการติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีจะใช้หลอดแอลอีดี (LED) ที่ให้แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน เนื่องจากเป็นช่วงความยาวคลื่นที่พืชสามารถดูดกลืนแสงได้มากที่สุด โดยทำการติดตั้งไว้กับผ้าใบให้มีระยะจากผักประมาณ 40 เซนติเมตร สำหรับในส่วนของเซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นจะติดตั้งไว้ที่ท่อของโครงนอก ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ภายในของโรงเรือน

3.3.2 การติดตั้งตู้ควบคุม

การติดตั้งตู้ควบคุม โดยทำการติดตั้งไว้บริเวณด้านหน้าของโรงเรือน ดังรูปที่ 3.10

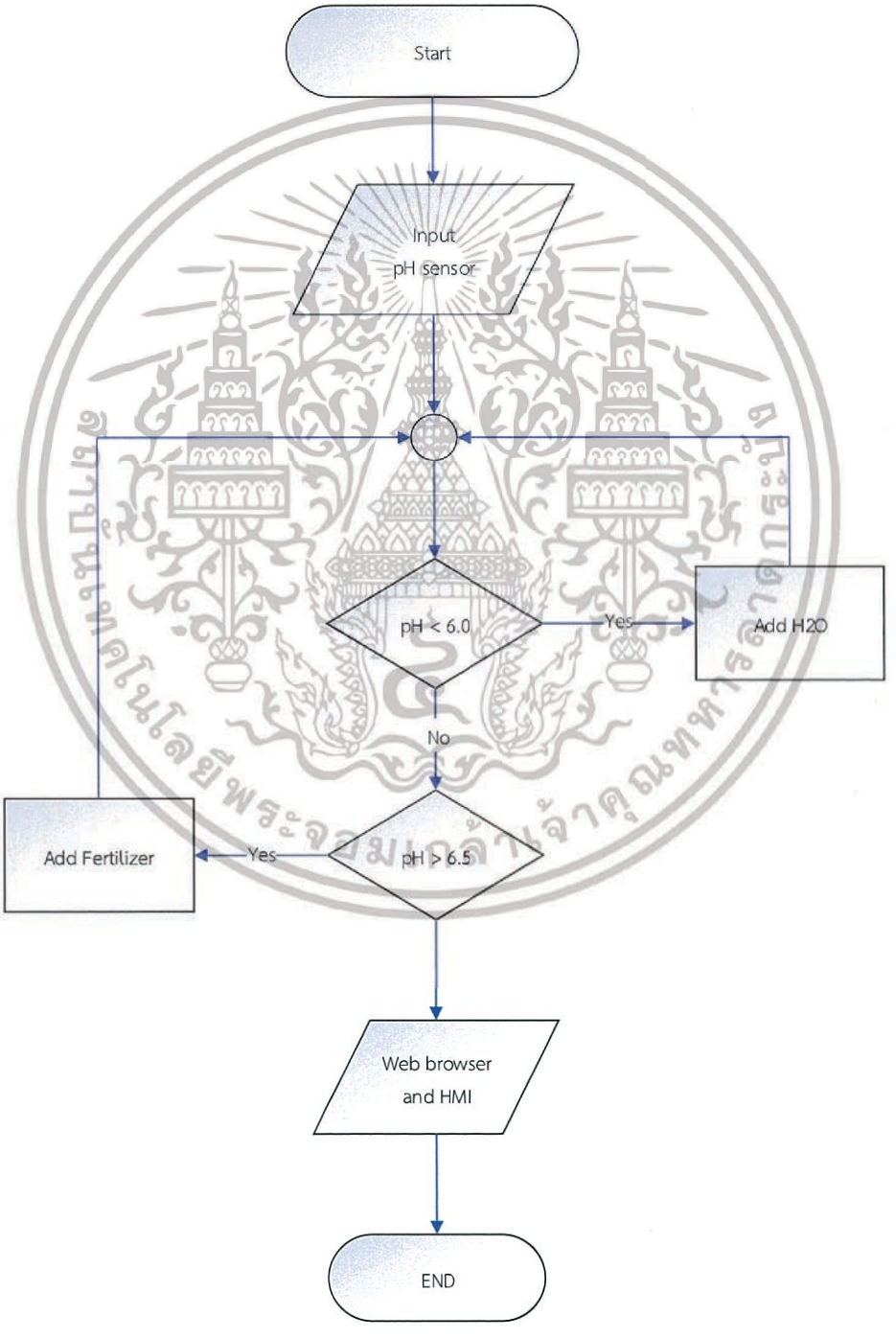
รูปที่ 3.10 ด้านหน้าของโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Flowchart การทำงานของระบบในโรงเรือน

3.4.1 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่า pH

เนื่องจากค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักสลัดโดยทั่วไปคือ 6.0 – 6.5 โดยการทำงานของเซนเซอร์วัดค่า pH คือ เมื่อค่า pH น้อยกว่า 6.0 จะเปิดปั๊มรีดท่อเพื่อเพิ่มสารสะลายปุ๋ยเข้าในระบบ หากค่า pH มากกว่า 6.5 จะเปิดปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มน้ำเปล่าเข้าในระบบ โดยการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.11

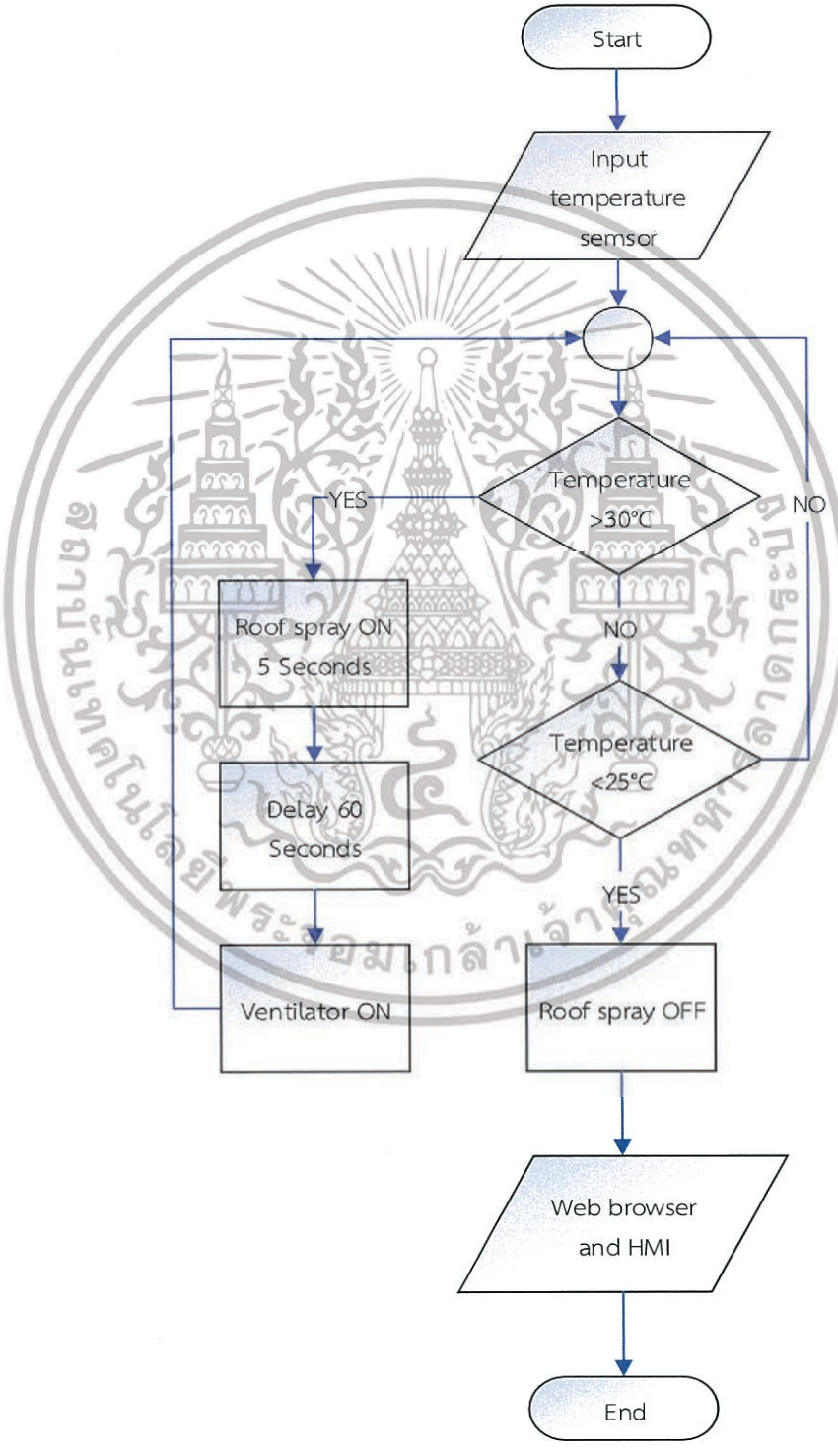


รูปที่ 3.11 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ

เนื่องจากอุณหภูมิภายนอกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดคือ 25 – 30 องศาเซลเซียส โดยการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิคือ เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส จะเปิดการทำงานของชุดพ่นหมอกเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน หากอุณภูมิน้อยกว่า 25 องศาเซลเซียส จะปิดการทำงานของชุดพ่นหมอก โดยการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.12

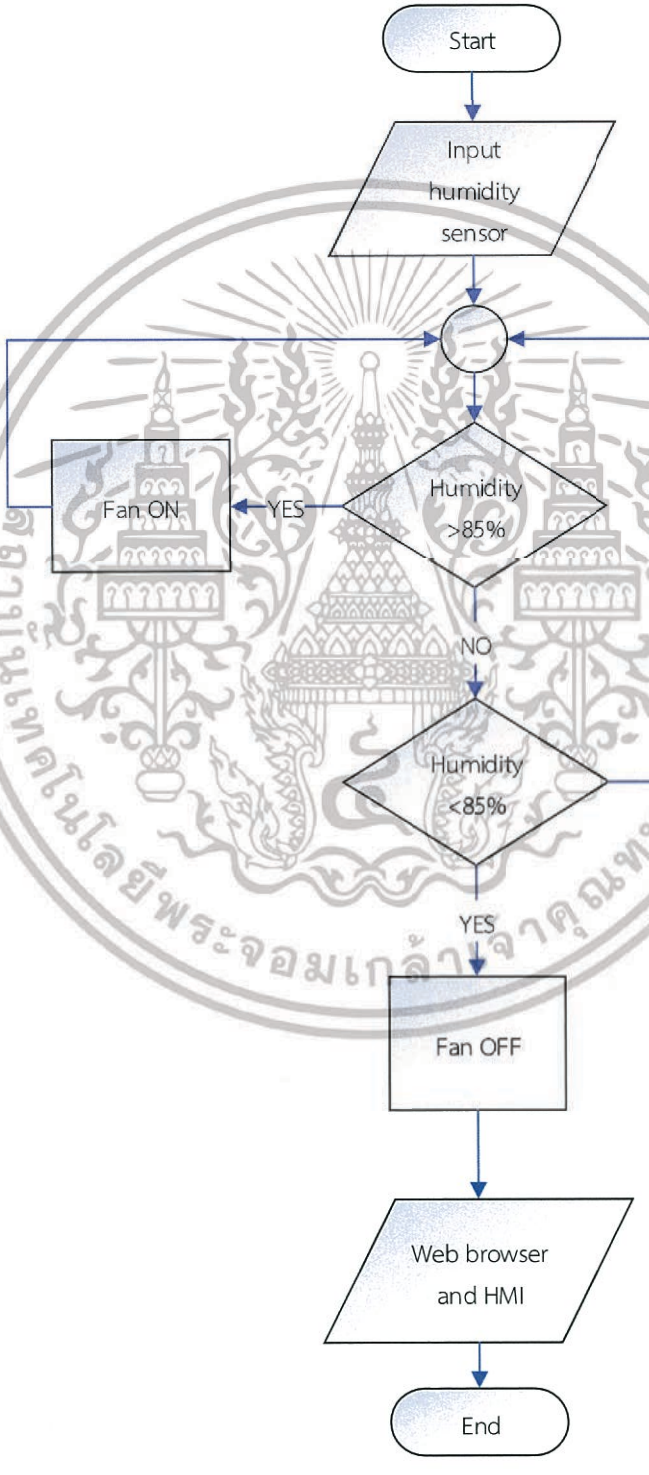


รูปที่ 3.12 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้น

เนื่องจากค่าความชื้นในอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดไม่ควรเกินร้อยละ 85 โดยการทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้นคือ เมื่อค่าความชื้นมากกว่าร้อยละ 85 จะเปิดการทำงานของพัดลมเพื่อลดความชื้นภายในโรงเรือน หากค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 85 จะปิดการทำงานของพัดลม โดยการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.13

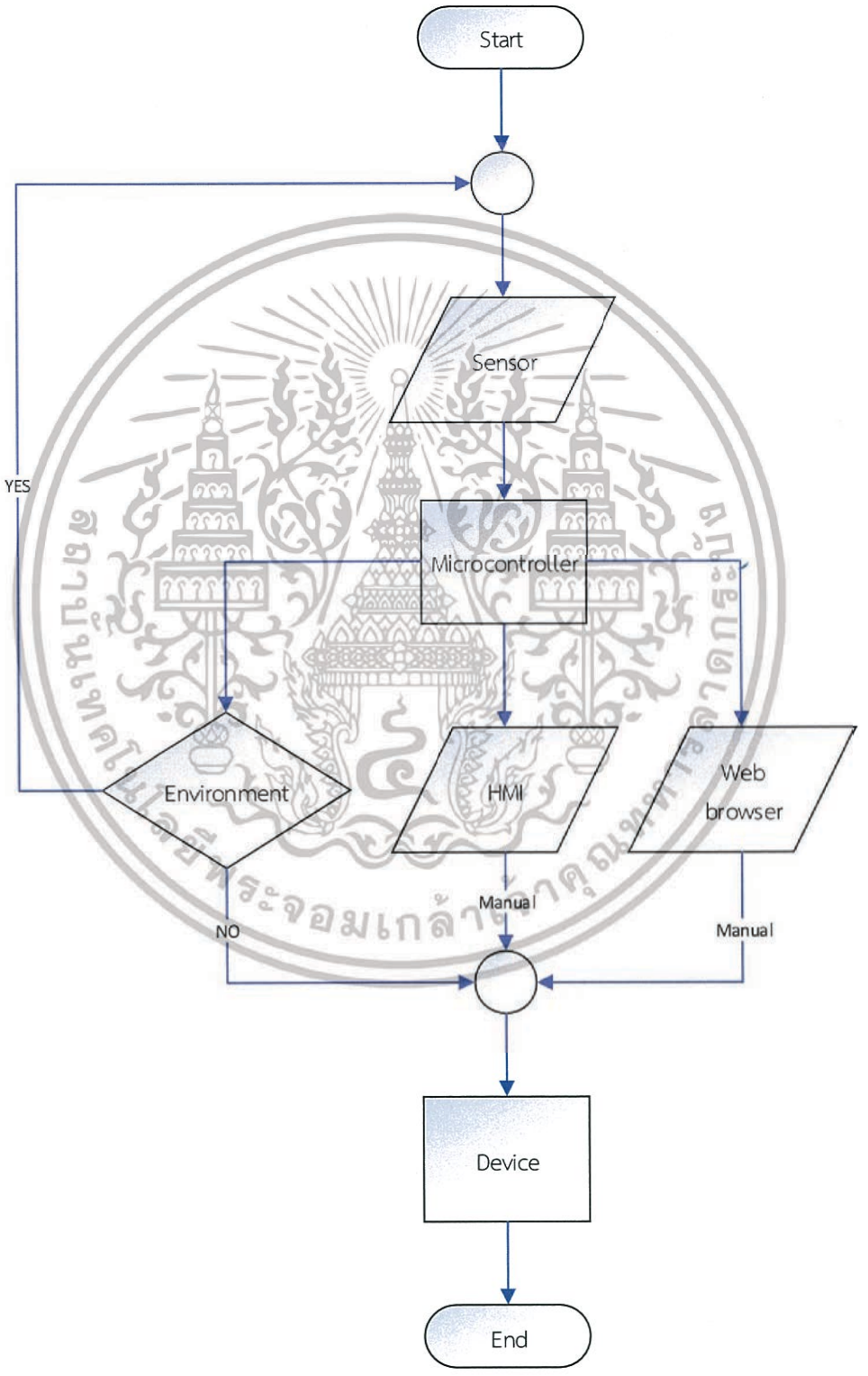


รูปที่ 3.13 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 Flowchart การทำงานของระบบโรงเรือน ดังรูปที่ 3.14

โดยการทำงานของระบบภายในโรงเรือนคือ ใช้เซนเซอร์ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ควบคุมการทำงานของระบบโรงเรือนโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงผลผ่านหน้าจอ HMI และเว็บแอพพลิเคชัน โดยการทำงานเป็นดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 Flowchart การทำงานของระบบโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องผลการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน HMI และเว็บแอพพลิเคชัน โดยมีรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

4.1 ผลการดำเนินงาน

4.1.1 ผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ชุดพ่นหมอก

ผู้ทำการทดลองได้ทำทดลองโดยการใช้ Arduino UNO R3 เพื่อสั่งการให้หัวพ่นหมอกทำงาน โดยมีค่าการหน่วงเวลา 5 วินาที แล้วจึงหน่วงเวลาหยุดการทำงานเพื่อรอให้อุณหภูมิลดลง โดยจะมีการหน่วงเวลาเพื่อรอผลเป็นเวลา 60 วินาที โดยสามารถปรับค่าการหน่วงเวลาการทำงานหรือเวลาหยุดการทำงานให้มากขึ้นหรือลดลงได้ที่คำสั่ง delay(); ถ้าหากอยู่ในระบบที่มีการทำงานอัตโนมัติจำเป็นที่ต้องมีการตั้งค่าช่วงการทำงานตามชนิดของผักสลัดที่ต้องการปลูก โดยในระบบนี้มีการตั้งค่าช่วงการทำงานไว้ที่อุณหภูมิสูงสุด 30 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเงื่อนไข Arduino UNO R3 จะสั่งการให้หัวพ่นหมอกทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนลง โดยมีการหน่วงเวลาเพื่อให้หัวพ่นหมอกทำงานเป็นเวลา 5 วินาที แล้วจึงหน่วงเวลาหยุดการทำงานเพื่อรอให้อุณหภูมิลดลง โดยมีการหน่วงเวลาเพื่อรอผลเป็นเวลา 60 วินาที แล้วเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิจะตรวจวัดค่าอุณหภูมิภายในของโรงเรือนใหม่อีกครั้ง หากอุณหภูมิภายในโรงเรือนยังมีค่าสูงกว่าค่าเงื่อนไข ชุดพ่นหมอกจะทำงานอีกครั้งเพื่อลดอุณหภูมิลงจนกว่าจะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ในเงื่อนไข ซึ่งสามารถปรับค่าอุณหภูมิภายในของโรงเรือนอัตโนมัติได้ที่คำสั่ง temp และสามารถปรับระยะเวลาหน่วงของการทำงานหรือเวลาหยุดการทำงานได้ที่คำสั่ง delay(); ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อมีการใช้งานชุดพ่นหมอก

Time	Date	Temp	Humid
19:04:40	18/04/18	31.5	99.9
19:04:50	18/04/18	31.0	99.9
19:05:01	18/04/18	30.9	99.9
19:05:11	18/04/18	30.8	99.9
19:05:21	18/04/18	30.6	99.9
19:05:31	18/04/18	30.4	99.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองการควบคุมความชื้นโดยใช้พัดลมดูดอากาศ

ผลการทดลองที่ได้จากการติดตั้งพัดลมเล็กขนาด 2 นิ้ว จำนวน 2 ชุด ภายในระบบนั้นพบว่าค่าความชื้นภายในระบบอยู่สูงกว่าร้อยละ 90.0 ตลอดเวลา อันเนื่องมาจากเป็นระบบหมุนวนน้ำตลอดเวลา จึงทำให้มีการระเหยของน้ำและละอองน้ำเกิดขึ้น นอกจากนี้มีความชื้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากชุดพ่นหมอกลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ทำให้ต้องมีการใช้พัดลมดูดอากาศที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นพัดลมขนาด5 นิ้ว เพื่อลดความชื้นในอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าร้อยละ 85 แต่สูงกว่าร้อยละ 50 เพื่อทำให้พืชสามารถคายน้ำออกมาได้ หลังจากการเปลี่ยนพัดลมพบว่าค่าความชื้นของอากาศในโรงเรือนมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70 ถึงร้อยละ 85 โดยผลการทดลองที่ได้ดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อใช้พัดลมขนาด 2 นิ้ว จำนวน 2 ตัว

Time	Date	Temp	Humid
18:36:30	10/04/18	29.4	99.9
18:36:40	10/04/18	29.5	99.9
18:36:51	10/04/18	29.6	99.9
18:37:01	10/04/18	29.8	92.7
18:37:11	10/04/18	29.8	99.9
18:37:21	10/04/18	29.7	98.2

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อใช้พัดลมขนาด 5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว

Time	Date	Temp	Humid
17:04:55	10/04/18	28.9	92.7
17:05:05	10/04/18	29.0	93.9
17:05:15	10/04/18	28.8	87.4
17:05:26	10/04/18	28.6	84.1
17:05:36	10/04/18	28.3	84.0
17:05:46	10/04/18	28.2	83.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองการควบคุมค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายปุ๋ย

ผู้ทดลองได้ทำการทดลองเติมสารละลายปุ๋ย A ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายปุ๋ย B ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในน้ำดื่มที่ผ่านกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ได้ค่า pH อยู่ที่ 6.00 แต่ถ้าหากผสมปุ๋ย A และ ปุ๋ย B ในปริมาตรที่เท่ากันลงในน้ำดื่ม 1 มิลลิลิตร จากเครื่องกรองจะได้ค่า pH อยู่ที่ 6.70 จากการทดลองทำให้ทราบว่า สารละลายปุ๋ยที่ผสมลงในน้ำดื่มผ่านกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส พืชที่ปลูกไว้เติบโตได้ดีกว่าและมีอัตราการรอดที่สูงกว่าเมื่อเทียบกันในวันที่ 10 ของการปลูก ดังนั้นระบบการปลูกจึงเลือกที่ใช้น้ำดื่มที่ผ่านกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส ในการทดลองปลูกพืช ในส่วนของทำงานในโรงเรือน เลือกใช้ปั๊มรีดท่อเพื่อรีดสารละลายปุ๋ยที่ผสมน้ำดื่มแล้วเข้าสู่ระบบหมุนวนน้ำหลักเพื่อรักษาระดับของค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่พืชต้องการโดยในการทดลองเราเลือกช่วงที่ pH มีค่าอยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 6.5 โดยปั๊มรีดท่อจะทำงานเมื่อค่า pH ในระบบมีค่าสูงกว่า 6.5 หากค่า pH ในระบบต่ำกว่า 5.5 ต้องมีการเติมน้ำดื่มเข้าระบบหมุนวนน้ำเพื่อเพิ่มค่า pH โดยผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ค่า pH ในช่วงก่อนเปิดใช้งานปั๊มรีดท่อ

Time	Date	Temp	Humid	Light	Ph
22:43:18	05/04/18	24.4	82.2	1223	6.7
22:43:28	05/04/18	24.4	82.2	1224	6.7
22:43:39	05/04/18	24.5	82.3	1221	6.7
22:43:49	05/04/18	24.5	82.2	1225	6.8
22:43:59	05/04/18	24.4	82.3	1226	6.8
22:44:09	05/04/18	24.5	82.6	1226	6.7

ตารางที่ 4.5 ค่า pH หลังจากใช้งานปั๊มรีดท่อ

Time	Date	Temp	Humid	Light	Ph
22:44:50	05/04/18	24.5	82.9	1226	6.7
22:45:00	05/04/18	24.5	82.9	1226	6.4
22:45:10	05/04/18	24.5	82.8	1226	6.3
22:45:21	05/04/18	24.5	82.7	1224	6.3
22:45:31	05/04/18	24.5	82.7	1225	6.3
22:45:41	05/04/18	24.5	82.7	1226	6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดลองการควบคุมความสว่างของแสง

ในการทดลองผู้ทดลองได้ลองใช้แสงจากแผงหลอดไฟแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงิน เปรียบเทียบกับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยพบว่าต้นที่ได้รับแสงจากหลอดไฟแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงินมีลำต้นที่สูงกว่าและใบที่มีขนาดใหญ่กว่า ถาดที่ใช้แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จะมีลำต้นที่เตี้ยกว่าและมีขนาดใบที่เล็กกว่าอย่างชัดเจน ดังนั้นแสงในภายในโรงเรือนจึงเป็นแสงจากแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงิน โดยมีความสว่างอยู่ที่ 1,500 ลักซ์ ถึง 2,000 ลักซ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

รูปที่ 4.2 การเจริญเติบโตด้านความสูงของพืชที่ได้รับแสงจากหลอดไฟแอลอีดี

4.1.5 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของพืช

ผู้ทดลองได้ทำการทดลองโดยนำผักสลัดกรีนโอ๊คอายุ 15 วัน และ 30 วัน มาปลูกภายในโรงเรือน เพื่อดูผลการเจริญเติบโตภายในโรงเรือนระบบกึ่งอัตโนมัติเป็นระยะเวลา 9 วัน ซึ่งพบว่าต้นกล้าอายุ 15 วัน เมื่อนำมาปลูกภายในโรงเรือนแล้ว มีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 4.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และต้นกล้าอายุ 30 วัน เมื่อนำมาปลูกภายในโรงเรือนแล้ว มีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ร้อยละ 7.08 และหากเปรียบเทียบดูจากจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คภายในระบบโรงเรือนกึ่งอัตโนมัตินั้น มีจำนวนใบที่น้อยกว่าผักสลัดกรีนโอ๊คจากฟาร์มเลี้ยง เป็นผลอันเนื่องมาจากการควบคุมอุณหภูมิเป็นหลัก ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ได้จากการทดลองเป็นดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 15 วัน

วันที่ / ลำดับ	23-พ.ค.-61		25-พ.ค.-61		27-พ.ค.-61		29-พ.ค.-61		31-พ.ค.-61		อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย
	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ต่อ 1 วัน (ร้อยละ)
1	2	4	2	4	2.3	4	2.5	5	2.8	5	4.44
2	2.5	4	2.5	4	2.9	4	3.2	5	3.5	5	4.44
ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต											4.44

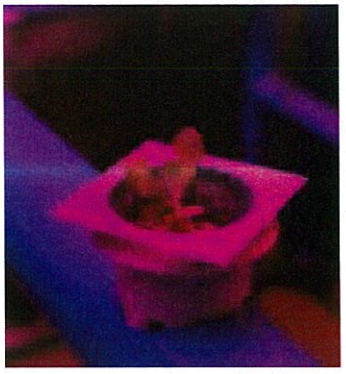
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 30 วัน

วันที่ / ลำดับ	23-พ.ค.-61		25-พ.ค.-61		27-พ.ค.-61		29-พ.ค.-61		31-พ.ค.-61		อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย
	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ส่วนสูง(cm.)	จำนวนใบ	ต่อ 1 วัน (ร้อยละ)
1	4.5	8	7	9	8.3	9	9.2	9	10	10	13.58
2	8.5	8	7.5	9	7.8	8	8.4	9	9	9	0.65
3	4.5	8	6	8	6.3	9	6.8	9	7.5	10	7.41
4	5	8	4.5	8	6.3	8	7	8	8	9	6.67
ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต											7.08

ผลของการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คจาก GREEN BOX Hydroponics Farm [23] และรูปภาพแสดงผลของการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คจาก Smart Hydroponics Farm ดังรูปที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ

รูปที่ 4.3 ผักสลัดกรีนโอ๊คพร้อมจำหน่ายของ GREEN BOX Hydroponics Farm ระยะเวลา 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. วันแรกของการทดลองปลูก

ข.วันที่ 9 ของการทดลองปลูก

รูปที่ 4.4 ต้นกล้าอายุ 15 วัน ที่นำมาปลูกภายในโรงเรือน

ก. วันแรกของการทดลองปลูก

ข. วันที่ 9 ของการทดลองปลูก

รูปที่ 4.5 ต้นกล้าอายุ 30 วัน ที่นำมาปลูกภายในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ใบบทนนี้เป็นการกล่าวถึงสรุปผลการปฏิบัติงาน ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการค้นคว้าและพัฒนา โดยมีรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลของการปฏิบัติงาน

การจัดทำปริญญานิพนธ์โรงเรือนอัจฉริยะที่ควบคุมผ่าน Human Machine Interface (HMI) และเว็บแอพพลิเคชัน นั้นจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะส่งผลถึงระยะเวลาในการเติบโตและสภาพความสมบูรณ์ของผลผลิตของพืชที่ต้องการปลูก โดยสิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตนั้นมีดังต่อไปนี้ ปริมาณความเป็นกรด-เบสของปุ๋ย ค่าความสว่างของแสง รวมถึงอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน โดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ Arduino UNO R3 ทำงานร่วมกับโมดูล Wi-Fi ESP8266 ในการควบคุมโรงเรือนให้เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้งานนั้นสามารถป้อนคำสั่งให้ระบบการทำงานผ่านจอแสดงผล Human Machine Interface (HMI) หรือผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันผ่านอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ เช่น สมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

จากการทดลองการเจริญเติบโตของพืชคือ นำต้นกล้าของผักสลัดกรีนโอ๊คมาปลูกภายในระบบโรงเรือนที่จำลองสภาพแวดล้อมขึ้น โดยควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ระหว่าง 25–30 องศาเซลเซียส และความชื้นภายในโรงเรือนไม่ให้สูงเกินกว่าร้อยละ 85 ควบคุมค่า pH ของสารละลายปุ๋ยไม่ให้เกิน 6.5 และให้แสงเป็นเวลา 8–10 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่าผักสลัดกรีนโอ๊คสามารถเจริญเติบโตได้ภายในสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้นในโรงเรือน โดยอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 15 วัน เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 4.44 ต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 30 วัน เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 7.08 ต่อวัน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากการทำการทดลองข้างต้นนั้น พบอุปสรรคทั้งจากส่วนของตัวอุปกรณ์และอุปสรรคจากโค้ดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยอุปสรรคจากส่วนของอุปกรณ์พบว่าเกิดจากการที่อุปกรณ์มีความเสียหาย ทำให้ต้องมีการนำไปประยุกต์ใช้หรือซื้อใหม่ ส่งผลให้การทำงานไม่เป็นไปตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้และเสียเงินค่าอุปกรณ์เพิ่มขึ้นจากงบประมาณที่ตั้งไว้ และอุปสรรคจากโค้ดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาคือ การอ่านและทำความเข้าใจโค้ดให้ละเอียด อีกทั้งปัญหาของการสื่อสารกันของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ไม่สามารถรับ-ส่งค่าระหว่าง Arduino UNO R3 กับ ESP8266 และได้แก้ปัญหานี้โดยการต่อสายสัญญาณขาออกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์แบบขนานเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองตัว แต่เนื่องจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นไม่สามารถต่อสายสัญญาณขาออกแบบขนานได้ ทำให้การอ่านค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์เกิดความผิดพลาด จึงแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแยกกันสำหรับ Arduino UNO R3 และ ESP8266

จากการทดลองการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งมีอุณหภูมิที่สูงมากในช่วงเวลากลางวัน รวมถึงเป็นช่วงเวลาที่ให้แสงกับพืช ส่งผลให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยสูงขึ้น จึงส่งผลให้ผักสลัดกรีนโอ๊คมีอัตราการเจริญเติบโตที่น้อยลงไปด้วยเช่นกัน วิธีการแก้ปัญหาคือพยายามควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 30 องศาเซลเซียส โดยการทำงานชุดพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศเพื่อระบายความชื้น และควบคุมอุณหภูมิสารละลายปุ๋ยไม่ให้มีอุณหภูมิที่สูงเกินไป โดยการใช้น้ำแข็งแช่ลงในถังพักเพื่อลดอุณหภูมิของสารละลายปุ๋ย

5.3 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าและพัฒนา

เนื่องจากในปัจจุบันมีการทำโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิกส์อยู่เป็นจำนวนมาก ถึงแม้ว่าจะมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้น แต่ในการปลูกผักที่ต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่มีปัจจัยมากมายที่ควบคุมได้ยาก จึงควรศึกษาปัจจัยต่างๆ นั้นอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาถึงข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้นกับผู้ทดลองก่อนหน้า ทำให้สามารถควบคุมปัจจัยเหล่านั้นได้ดียิ่งขึ้น และยังสามารถทำการศึกษาและติดตั้งอินเทอร์เน็ตกับโรงเรือนโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านเราท์เตอร์ หรืออุปกรณ์ปล่อย Wi-Fi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] H2O Hydro Garden. **ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์**. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม, 2560, จาก http://www.h2ohydrogarden.com/ความรู้เบื้องต้น/ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์.html

[2] Oa. (20 มกราคม 2561). **ทำความรู้จักไฮโดรโปนิกส์**. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม, 2560, จาก เขียนบทความ.com/ทำความรู้จักไฮโดรโปนิกส์/

[3] บ้านจอมยุทธ. (สิงหาคม 2543). **การปลูกพืชผักระบบไฮโดรโปนิกส์**. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม, 2560, จาก https://www.baanjomyut.com/library_5/agricultural_knowledge/vegetables_herbs/12_5.html

[4] zen hydroponics. (16 เมษายน 2559). **ผักสลัดกรีนโอ๊ค**. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม, 2560, จาก http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/green-oak-lettuce.html

[5] **Gravity: Analog pH Sensor / Meter Pro Kit For Arduino**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://www.dfrobot.com/product-1110.html

[6] **DHT22 Temperatureand Humidity Sensor Module**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://i-esan.com/shop/arduino/dht22-temperature-and-humidity-sensor-module

[7] **Ultrasonic Sensor Module HC-SR04P**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://www.arduinoall.com/product/1533/ultrasonic-sensor-module-hc-sr04p-โมดูล-ultrasonic-hc-sr04-p

[8] **GY-30 Light Intensity Sensor Module (BH1750FVI)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://www.arduitronics.com/product/25/gy-30-ambient-light-illuminace-level-sensor-module-bh1750fvi

[9] **บทความ Arduino ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ -arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน- arduino.html

[10] เจ้าของร้าน. (2559). **ESP8266 ตอนที่ 1 รู้จักกับ ESP และรุ่นที่นิยมใช้งาน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน, 2560, จาก https://www.ioxhop.com/article/13/esp8266-ตอนที่1-รู้จักกับ-esp-และรุ่นที่นิยมใช้งาน

[11] **จอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน, 2560, จาก http://www.tic.co.th/index.php?op=product-index&cid=10&tid=72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[12] Nattawut R. (1 กุมภาพันธ์ 2560). **หลอดไฟ LED กินไฟน้อยลงแต่สว่างมากขึ้น จริงหรือ?**. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน, 2560, จาก http://www.wemall.com/blog/1178/led-101/

[13] **ตัวอย่างการใช้งาน Arduino + Relay Module ควบคุมการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า**. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน, 2560, จาก https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ตัวอย่างการใช้งาน-arduino-relay-module-ควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า.html

[14] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์. **Peristaltic Pump**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน, 2560, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3809/peristaltic-pump

[15] เจ้าของร้าน. (2558). **ปั๊มไดอะแฟรม (Diaphragm Pump)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน, 2560, จาก http://www.thaiwatersystem.com/article/37/ปั๊มไดอะเฟรม-diaphragm-pump

[16] **ปั๊มน้ำดีซี ปั๊มจุ่ม ปั๊มแช่ DC 12V รุ่น 1100-GPH**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน, 2560, จาก http://diyledproject.com/ปั๊มน้ำ-DC-12v

[17] **ระบบพ่นหมอก**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน, 2560, จาก http://www.mistmotion.com/

[18] **Web Based Application**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน, 2560, จาก http://seo-web.aun-thai.co.th/services/web-creative/web-based-application/

[19] (22 กันยายน 2559). **NETPIE: Internet of Things**. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กันยายน, 2560, จาก https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html

[20] nuna nantikarn. (16 มิถุนายน 2557). **power supply**. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน, 2560, จาก http://nantikatn38.blogspot.com/2014/06/power-supply-power-supply.html

[21] **DC Step-Up**. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน, 2560, จาก https://www.thaiconverter.com/category/3/dc-step-up

[22] **DC Step-Down**. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน, 2560, จาก https://www.thaiconverter.com/category/2/dc-step-down

[23] GREEN BOX Hydroponics FARM. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม, 2561, จาก https://www.facebook.com/pg/GREENBOXHYDROPONICSFARM/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

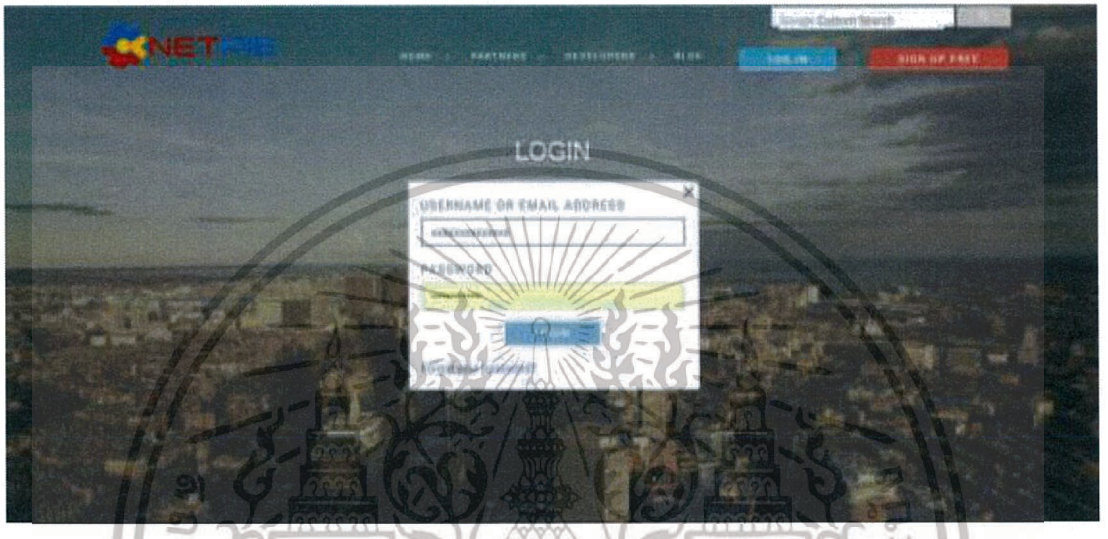
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเชื่อมต่อและการเข้าใช้งานเว็บแอพพลิเคชัน

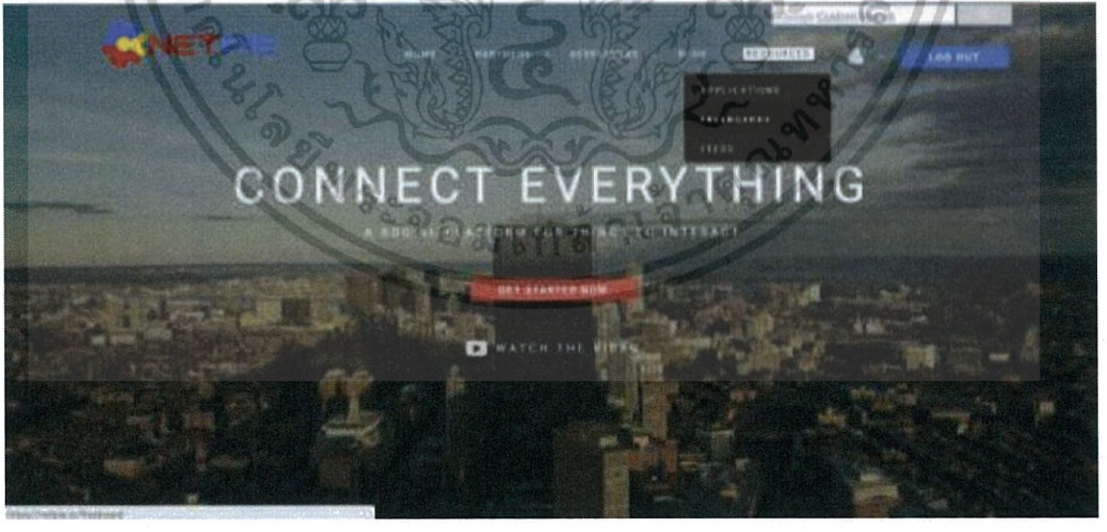
ก.1 การเข้าใช้งานเว็บแอพพลิเคชัน

1. Log in บัญชีผู้ใช้ที่ https://netpie.io/



รูปที่ ก.1 หน้าเว็บบราวเซอร์ https://netpie.io/

2. ไปที่ FREEBOARDS



รูปที่ ก.2 หน้าหลักผู้ใช้งานของ NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เข้าไปที่ LightTest

รูปที่ ก.3 หน้า FREEBOARD ของ NETPIE

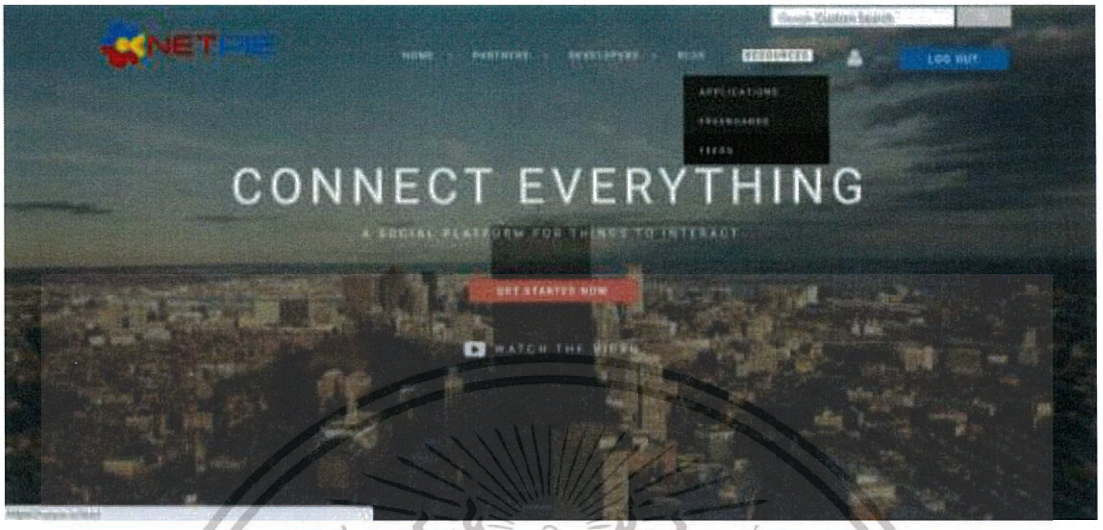
4. หน้า Dashboard แสดงสถานะอุปกรณ์ของระบบและปุ่มเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์

รูปที่ ก.4 หน้า Dashboard ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การเข้าดูข้อมูลย้อนหลังในเว็บแอพพลิเคชัน

1. ไปที่ FEEDS

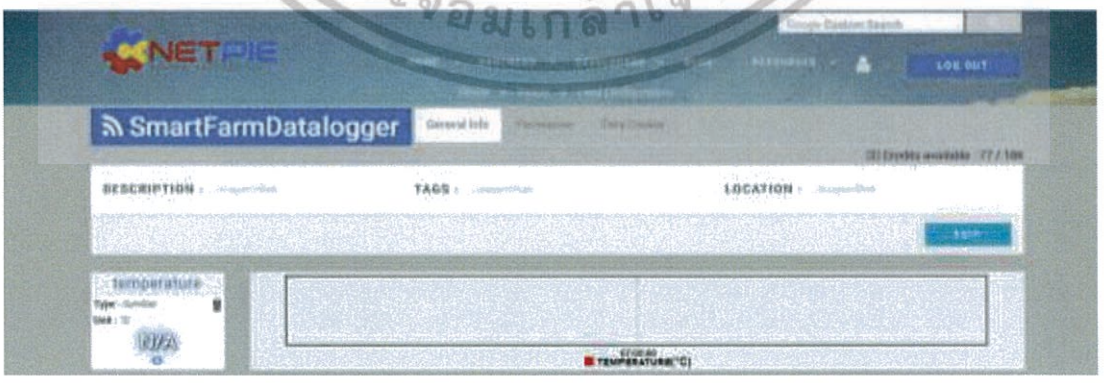


รูปที่ ก.5 หน้าหลักผู้ใช้งานของ NETPIE

2. เข้าไปที่ SmartFarmDatalogger

รูปที่ ก.6 หน้า FEEDS ของ NETPIE

3. หน้า Date Display แสดงข้อมูลของเซนเซอร์ย้อนหลัง



รูปที่ ก.7 หน้าแสดงตัวอย่าง Data Display ใน FEEDS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ข.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานแบบ Manual input ของ Arduino UNO R3

```
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>
#define DHTPIN A0
#define DHTTYPE DHT22
#define SensorPin A1

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BH1750 lightMeter;

float temp;
float humid;
int light;
unsigned long int avgValue;
float b;
int buf[10],temppH;
float phValue;
double pH;

const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
long duration;
int distance;
int avgValue2;
int dis[30],sum;
int x;

#include <modbus.h>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <modbusDevice.h>
#include <modbusRegBank.h>
#include <modbusSlave.h>
modbusDevice regBank;
modbusSlave slave;

void setup() {
  pinMode (A0,INPUT);
  pinMode (A1,INPUT);
  pinMode (6,OUTPUT);
  pinMode (7,OUTPUT);
  pinMode (8,OUTPUT);
  pinMode (11,OUTPUT);
  pinMode (12,OUTPUT);
  pinMode(trigPin,OUTPUT);
  pinMode(echoPin,INPUT);

  lightMeter.begin();
  avgValue2 = sum/30;

  slave.setBaud(9600);

  regBank.setId(1);
  slave._device = &regBank;
  regBank.add(30001);
  regBank.add(30002);
  regBank.add(30003);
  regBank.add(30004);
  regBank.add(30005);

  regBank.add(1);
  regBank.add(2);
  regBank.add(3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  regBank.add(4);
  regBank.add(5);
}

void us()
{
    //Ultrasonic Sensor//
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration*0.034/2;
  for(int x=0;x<30;x++)
  {
    dis[x] = distance;
    sum = sum + dis[x];
  }
  avgValue2 = sum/30;
  sum = 0;
  delay(100);
}

void ph()
  {
  for(int i=0;i<10;i++)       //Get 10 sample value from the sensor for smooth the
value
  {
    buf[i]=analogRead(SensorPin);
    delay(10);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for(int i=0;i<9;i++)       //sort the analog from small to large
 {
   for(int j=i+1;j<10;j++)
   {
     if(buf[i]>buf[j])
     {
       temppH=buf[i];
       buf[i]=buf[j];
       buf[j]=temppH;
     }
   }
 }
 avgValue=0;
 for(int i=2;i<8;i++)                    //take the average value of 6 center sample
   avgValue+=buf[i];
 phValue=(float)avgValue*5/1024/6; //convert the analog into millivolt
 phValue=3.5*phValue;                      //convert the millivolt into pH value
 }
void loop()
{
  us();
  ph();
  if(regBank.get(1)== 0) //Tank water system
  {
    digitalWrite(6,LOW);  //Pin6 Relay5
  }
  else {
    digitalWrite(6,HIGH);
  }
  if(regBank.get(2)== 0) //LED Light
  {
    digitalWrite(7,LOW);  //Pin7 Relay4
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else {
  digitalWrite(7,HIGH);
}
if(regBank.get(3)== 0) //Spray
{
  digitalWrite(8,LOW);  //Pin8 Relay3
}
else {
  digitalWrite(8,HIGH);
}
if(regBank.get(4)== 0) // Dosing pump
{
  digitalWrite(11,LOW);  // Pin11 Relay1
}
else {
  digitalWrite(11,HIGH);
}
if(regBank.get(5)== 0) // Fan
{
  digitalWrite(12,LOW);  // Pin12 Relay2
}
else {
  digitalWrite(12,HIGH);
}

 regBank.set(30001,100*dht.readTemperature());
 regBank.set(30002,100*dht.readHumidity());
 regBank.set(30003,lightMeter.readLightLevel());
 regBank.set(30004,10*phValue);
 regBank.set(30005,avgValue2);
 delay(200);
 slave.run();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานแบบ Automation ของ Arduino UNO R3

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN A0
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float temp;
float humid;
int light;

#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>
BH1750 lightMeter;

#define SensorPin A1
unsigned long int avgValue;
float b;
int buf[10],temppH;
float phValue;
double pH;

const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
long duration;
int distance;
int avgValue2;
int dis[30],sum;
int x;

void setup() {
  pinMode (A0,INPUT);
  pinMode (A1,INPUT);
  pinMode (6,OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode (7,OUTPUT);
  pinMode (8,OUTPUT);
  pinMode (11,OUTPUT);
  pinMode (12,OUTPUT);
  pinMode(trigPin,OUTPUT);
  pinMode(echoPin,INPUT);

  lightMeter.begin();

  avgValue2 = sum/30;
}
void us()
{
   //Ultrasonic Sensor//
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration*0.034/2;

  for(int x=0;x<30;x++)
  {
    dis[x] = distance;
    sum = sum + dis[x];
  }

  avgValue2 = sum/30;
  sum = 0;
  delay(100);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void ph()
 {
 for(int i=0;i<10;i++)       //Get 10 sample value from the sensor for smooth the
value
 {
   buf[i]=analogRead(SensorPin);
   delay(10);
 }
 for(int i=0;i<9;i++)        //sort the analog from small to large
 {
   for(int j=i+1;j<10;j++)
   {
     if(buf[i]>buf[j])
     {
       temppH=buf[i];
       buf[i]=buf[j];
       buf[j]=temppH;
     }
   }
 }
 avgValue=0;
 for(int i=2;i<8;i++)                    //take the average value of 6 center sample
   avgValue+=buf[i];
 phValue=(float)avgValue*5/1024/6; //convert the analog into millivolt
 phValue=3.5*phValue;                    //convert the millivolt into pH value
 }


void loop()
{
  us();
  ph();
  temp = dht.readTemperature();
  humid = dht.readHumidity();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
light = lightMeter.readLightLevel();
        if(temp>30)
        {
                digitalWrite(8,HIGH);
                delay(5000);
                temp = 29;
                digitalWrite(8,LOW);
                delay(60000);
        }
        else {
                digitalWrite(8,LOW);
        }
        if(humid>85)
        {
                digitalWrite(12,HIGH);
                delay(5000);
                humid = 70;
                digitalWrite(12,LOW);
        }
        else {
                digitalWrite(12,LOW);
        }
        if(humid<50)
        {
                digitalWrite(8,HIGH);
                delay(2000);
                humid = 70;
                digitalWrite(8,LOW);
        }
        else {
                digitalWrite(8,LOW);
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานแบบ Manual input ของ ESP8266

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <MicroGear.h>
#include <Wire.h>
#include <DHT.h>

const char* ssid     = "xxx";
const char* password = "xxxxx";

#define APPID   "SmartfarmProject"
#define KEY     "xxxxxxxxxxxxxxx"
#define SECRET  "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx"
#define FEEDID  "SmartFarmDatalogger"
#define ALIAS   "fulloption"
#define D0 16
#define D3 0
#define D5 14
#define D8 15

//TEMP_HUMID
#define D5 2
#define DHTTYPE DHT22          //Define sensor type
#define DHTPIN D5              // Define sensor pin
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);   //Initialize DHT sensor
int humid;
int tempe;

//LEVEL
#define D7 13
#define D6 12
#define trigPin      D7    // GPIO13
#define echoPin      D6    // GPIO12
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
long duration;
int distance;
int avgValue2;
int dis[30],sum;
int x;

WiFiClient client;
MicroGear microgear(client);

int timer = 0;
char str[32];

//pH SENSOR
#define SensorPin A0          //pH meter Analog output to Arduino Analog Input 0
unsigned long int avgValue;  //Store the average value of the sensor feedback
float b;
int buf[10],temp;
int sensorValue = analogRead(A0);

//LIGHT//
#define BH1750_ADDR 0x23
int readBH1750(byte dev_addr) {
  Wire.beginTransmission(dev_addr);
  Wire.write(0x10);
  if (Wire.endTransmission() != 0) return -1;
  delay(200);
  Wire.requestFrom((int)dev_addr, 2);
  return (Wire.available() >= 2) ? (Wire.read()<<8)|Wire.read() : -1;
}

//เมื่อมีค่าส่งมาจาก NETPIE
void onMsghandler(char *topic, uint8_t* msg, unsigned int msglen) {
  Serial.print("Incoming message --> ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
msg[msglen] = '\0';
Serial.println((char *)msg);
String msg2 = String((char*)msg);

if (msg2 == "DosingON")
{
  digitalWrite(16, HIGH);
  microgear.chat("Relay_pH", "ON");
}
else if (msg2 == "DosingOFF")
{
  digitalWrite(16, LOW);
  microgear.chat("Relay_pH", "OFF");
}
else if (msg2 == "HumidON")
{
  digitalWrite(0, HIGH);
  microgear.chat("Relay_Humid", "ON");
}
else if (msg2 == "HumidOFF")
{
  digitalWrite(0, LOW);
  microgear.chat("Relay_Humid", "OFF");
}
else if (msg2 == "TempON")
{
  digitalWrite(14, HIGH);
  microgear.chat("Relay_Temp", "ON");
}
else if (msg2 == "TempOFF")
{
  digitalWrite(14, LOW);
  microgear.chat("Relay_Temp", "OFF");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  else if (msg2 == "LightON")
  {
    digitalWrite(15, HIGH);
    microgear.chat("Relay_Light", "ON");
  }
  else if (msg2 == "LightOFF")
  {
    digitalWrite(15, LOW);
    microgear.chat("Relay_Light", "OFF");
  }
}

void onFoundgear(char *attribute, uint8_t* msg, unsigned int msglen) {
  Serial.print("Found new member --> ");
  for (int i=0; i<msglen; i++)
    Serial.print((char)msg[i]);
  Serial.println();
}

void onLostgear(char *attribute, uint8_t* msg, unsigned int msglen) {
  Serial.print("Lost member --> ");
  for (int i=0; i<msglen; i++)
    Serial.print((char)msg[i]);
  Serial.println();
}

void onConnected(char *attribute, uint8_t* msg, unsigned int msglen) {
  Serial.println("Connected to NETPIE...");
  microgear.setAlias(ALIAS);
}

void setup() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// put your setup code here, to run once:
pinMode(15, OUTPUT);
pinMode(16, OUTPUT);
pinMode(14, OUTPUT);
pinMode(0, OUTPUT);
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
Serial.begin(115200);
Wire.begin();
dht.begin();

  microgear.on(MESSAGE,onMsghandler);
  microgear.on(PRESENT,onFoundgear);
  microgear.on(ABSENT,onLostgear);
  microgear.on(CONNECTED,onConnected);

  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Starting...");

  if (WiFi.begin(ssid, password)) {
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      delay(500);
      Serial.print(".");
    }
  }

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

  microgear.init(KEY,SECRET,ALIAS);
  microgear.connect(APPID);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {
if (microgear.connected()) {
        Serial.println("connected");
        microgear.loop();

        if (timer >= 1000) {
            Serial.println("Publish...");
            microgear.chat(ALIAS,"Hello ^^");
            //LIGHT
            Serial.print(readBH1750(BH1750_ADDR));
            Serial.println(" lx.");
            microgear.publish("/light",readBH1750(BH1750_ADDR));

            //TEMP+HUMID
            humid = dht.readHumidity();
            tempe = dht.readTemperature();
            sprintf(str,"%d,%d",humid,tempe);
            Serial.println(str);
            microgear.publish("/dht",str);

           //pH sensor
            for(int i=0;i<10;i++)       //Get 10 sample value from the sensor for smooth
 the value
            {
                  buf[i]=analogRead(SensorPin);
                  delay(10);
            }
            for(int i=0;i<9;i++)        //sort the analog from small to large
            {
                  for(int j=i+1;j<10;j++)
              {
                        if(buf[i]>buf[j])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                temp=buf[i];
            buf[i]=buf[j];
            buf[j]=temp;
          }
        }
      }
        avgValue=0;
        for(int i=2;i<8;i++)       //take the average value of 6 center sample
           avgValue+=buf[i];
            float phValue=(float)avgValue*3.9/1024/6;  //convert the analog into
millivolt
           phValue=3.5*phValue;       //convert the millivolt into pH value
            Serial.print("    pH:");
            Serial.print(phValue,2);
            Serial.println(" ");
            microgear.publish("/pH",phValue,2);

      //Ultresonics
      digitalWrite(trigPin, LOW);
      delayMicroseconds(2);

      digitalWrite(trigPin, HIGH);
      delayMicroseconds(10);
      digitalWrite(trigPin, LOW);

      duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
      distance = duration*0.034/2;

      for(int x=0;x<30;x++)
      {
        dis[x] = distance;
        sum = sum + dis[x];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }

        avgValue2 = sum/30;
        sum = 0;
        Serial.print("Distance: ");
        Serial.println(avgValue2);
        microgear.publish("/level",avgValue2);

      String data = "{\"humidity\":";
      data += humid ;
      data += ",\"temperature\":";
      data += tempe ;
      data += ",\"light\":";
      data += readBH1750(BH1750_ADDR) ;
      data += ",\"pH\":";
      data += phValue,2 ;
      data += ",\"level\":";
      data += avgValue2 ;
      data += "}";
      Serial.println((char*) data.c_str());
       if (/*isnan(humid) || isnan(temp) ||*/ humid >= 100 || tempe >= 70)        {
         Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
     } else {
          Serial.println("Sending --> ");
          microgear.writeFeed(FEEDID, data);    //YOUR  FEED ID, API KEY
            }
       delay(1000);
       timer = 0;
     }
   else timer += 100;
}
else {
      Serial.println("connection lost, reconnect...");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if (timer >= 5000) {
            microgear.connect(APPID);
            timer = 0;
        }
        else timer += 100;
    }
  delay(100);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายดวิษ พิสิทธิวิทยานนท์

เกิดวันที่ : 14 ตุลาคม 2538

ที่อยู่ : 41/85 ซอยจันกลิ่น ถนนริมคลองบางสะแก แขวงบางค้อ เขตจอมทอง กรุงเทพ 10150

เบอร์โทรศัพท์ : 0853481223

อีเมล์ : davis_hong@hotmail.com

<u>ประวัติการศึกษา</u>

2551 – 2556 โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ
สายการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

2557 – 2560 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่ฝึกงาน : Thai Airways International Public Co.,Ltd (June 2017 – July 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายปิยนันท์ ทัดเทียม

เกิดวันที่ : 23 ตุลาคม 2538

ที่อยู่ : 219/3 หมู่บ้านคุณาภัทร3 หมู่7 ซอยบ้านกล้วยไทรน้อย ถนนตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี จังหวัดนนทบุรี 11110

เบอร์โทรศัพท์ : 092-284-0588

อีเมล์ : potae231038@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2551 – 2556 โรงเรียนบางบัวทอง
สายการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

2557 – 2560 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่ฝึกงาน : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (June 2017 – July 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวพรปวีณ์ รวมเกียรติขจร

เกิดวันที่ : 9 พฤศจิกายน 2538

ที่อยู่ : 109/26 หมู่ 4 หมู่บ้านเดอะแกรนด์ทรัพย์มงคล อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20130

เบอร์โทรศัพท์ : 0942296395

อีเมล์ : wow_11137@hotmail.com

<u>ประวัติการศึกษา</u>

2551 – 2556 โรงเรียนชลกันยานุกูล
สายการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

2557 – 2560 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่ฝึกงาน : บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) (June 2017 – July 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้