ฟาร์มสวนอัจฉริยะ

SMART FARM

สหรัฐ อุดทา

สัมพันธ์ ฆ้องเพราะ

สารัช รัตนมนูญพร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART FARM

SAHARAT UDTHA

SAMPAN KONGPRAO

SARACH RATTANAMANOONPORN

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 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ฟาร์มสวนอัจฉริยะ

SMART FARM

ผู้จัดทำ	นายสหรัฐ	อุดทา	56011288
	นายสัมพันธ์	ฆ้องเพราะ	56011296
	นายสารัช	รัตนมนูญพร	56011298

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟาร์มสวนอัจฉริยะ

โดย
นายสหรัฐ อุดทา 56011288
นายสัมพันธ์ ฆ้องเพราะ 56011296
นายสารัช รัตนมนูญพร 56011298

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงงานการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่อควบคุมแปลงผัก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน รวมทั้งการทำแปลงผักขนาดเล็กเพื่อศึกษาหลักการปลูกพืช และการเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งแมคคานิคส์และอิเล็กทรอนิกส์อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ผลที่จะได้รับตามมาคือ สามารถที่จะจัดทำแปลงผักขนาดเล็กเพื่อที่จะสามารถปลูกได้ตามอาคารที่อยู่อาศัย เหมาะกับคนที่อยู่ในเมืองในราคาที่เหมาะสม จากการศึกษาข้อมูลเพื่อดำเนินการพบว่าสามารถแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนของแปลงผักจะทำการออกแบบชุดแปลงและจัดทำขึ้นเอง โดยการศึกษาข้อมูลจากฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ แล้วจะใช้ข้อมูลเหล่านี้มาปรับปรุงให้เหมาะสมกับแปลง ในส่วนถัดมาเป็นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะใช้เซนเซอร์เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอุปกรณ์ที่จะใช้ควบคุมเซนเซอร์คือ NodeMCU ในขณะเดียวกันบอร์ดตัวนี้ก็จะนำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์แบบไร้สายได้ โดยใช้หลักการของ IoT (Internet of Thing) ผลที่ได้จากการจัดทำชิ้นงานนี้จะได้ความรู้ทางด้านเกษตรกรรมคือ วิธีการปลูกพืช ได้แก่ การควบคุมปริมาณน้ำตามด้วยเวลาของการรับแสงแดดรวมไปถึงการใช้สารละลาย เพื่อให้พืชเจริญเติบโต ในทางด้านวิศวกรรมคือ การออกแบบแปลงผักให้เหมาะสมในขนาดเล็ก การเลือกใช้อุปกรณ์ในการทำแปลงรวมไปถึงการเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่ง และการควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลโดยใช้สัญญาณอินเตอร์เน็ต ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับ Wifi เช่นกันกับ NodeMCU จากนั้นจะควบคุมผ่านโค้ดโปรแกรมที่ได้สร้างไว้ผ่านทางเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART FARM

By

Mr.Saharat Udtha 56011288

Mr.Sampan Kongprao 56011296

Mr.Sarach Rattanamanoonporn 56011298

Advisor

Asst.Prof.Dr.Noppadol Maneerat

Academic Year 2016

ABSTRACT

The purpose of the project was to investigate how to coding to control electronic devices and also make a small vegetable bed to investigate how to plant and select accommodation. People can save cost from vegetable that they plant. In the project can divide two part, the first title is vegetable bed, In this part it has a vegetable bed designed for hydroponic already learned from real agriculture with hydroponic and it can modify for our project. The last part is electronic devices, In this part our project use sensors to control growth rate of vegetable and the program that control sensors is NodeMCU is a microcontroller and also can control wireless devices by IoT (Internet of Thing) the results of the project were as follows: For agriculture This project can help agriculture to develop by its can control the water pump, fertilizer, time to exposure for growth rate of plant. For engineering The way how to design a vegetable bed for a small place, for less weight material also for a portable material and we use valve to turn on/off a water and solutions include we use a junction box for keep wire and electronic device to comfortable and easy to fix them next we can remote control to use wifi signal by smart-phone connect with wifi NodeMCU then be controlled by code program we have created.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาตั้งแต่เริ่มเข้ารับการศึกษา เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของผู้จัดทำ ผู้มีพระคุณสูงสุด ผู้ให้โอกาสในการศึกษาตลอดจนให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงาน เพื่อนๆ ทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนจบโครงการ จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางคณะผู้จัดทำ และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุดต่อผู้ที่สนใจ และหากเกิดข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ
สหรัฐ อุดทา
สัมพันธ์ ฆ้องเพราะ
สารัช รัตนมนูญพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์	3
2.2 การปลูกพืชระบบรากแช่	3
2.2.1 ระบบน้ำตื้น NRT (Nutrient Film Technique)	4
2.2.2 ระบบน้ำลึก DFT (Deep Flow Technique)	4
2.2.3 ระบบกึ่งน้ำลึก DRFT (Dynamic Root Floating Technique)	5
2.3 ค่า pH และ ค่า EC	6
2.3.1 ชนิดและสายพันธุ์พืช	8
2.3.2 อายุของพืช	8
2.3.2.1 ช่วงต้นกล้า	8
2.3.2.2 ช่วงเจริญเติบโต	8
2.3.2.3 ช่วงขยายพันธุ์	8
2.3.3 สภาพอากาศและฤดูกาล	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 เซนเซอร์	10
2.4.1 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)	10
2.4.2 เซนเซอร์วัดค่าพีเอชแบบอนาล็อค (Analog pH Sensor)	10
2.5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	11
2.5.1 บอร์ด Arduino	11
2.5.2 บอร์ด NodeMCU	12
2.5.3 รีเลย์	13
2.5.4 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	14
2.5.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply)	14
บทที่ 3 หลักการออกแบบและวิธีการทดลอง	16
3.1 การออกแบบแปลงผักและฐานรองปลูกด้วย AutoCAD	16
3.2 การออกแบบวงจร Wiring Devices	20
3.3 โค้ดโปรแกรม	22
3.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก DRFT	24
3.5 วิธีการประกอบชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์	25
3.5.1 ประกอบท่อ PVC เพื่อทำทางน้ำเข้า	25
3.5.2 ประกอบท่อ PVC เพื่อทำทางน้ำออก	25
3.5.3 ประกอบท่อ PVC ในส่วนของทางน้ำเข้า-ออกเข้าด้วยกัน	25
3.5.4 ประกอบท่อ PVC เพื่อทำฐานรองชุดปลูกผัก	25
3.6 การทดลองการไหลของน้ำในแปลงผักแบบกึ่งน้ำลึก DRFT	26
3.7 การทดลองปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์	26
3.7.1 วิธีเพราะเมล็ดผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเพอร์ไลท์	26
3.7.2 วิธีดูแลต้นกล้าของผักไฮโดรโปนิกส์ (2-7 วัน)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7.3 วิธีดูแลแปลงผักอนุบาล (ผักอายุ 8–28 วัน)	26
3.7.4 วิธีดูแลแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ (ผักอายุ 29-45 วัน)	27
3.7.5 ช่วงเก็บเกี่ยว (ผักอายุ 45-50 วัน)	27
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	28
4.1 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับการใช้งานเซนเซอร์วัดค่า pH	28
4.2 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	30
4.3 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับติดตั้งโมดูล (ESP8266)	32
4.4 การสร้าง NETPIE	34
4.5 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับส่งค่าจากโมดูล (ESP8266) สู่ NETPIE	36
4.6 การทดลองคำสั่งผ่านหน้าเว็บ HTML5 และผลที่ได้	39
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	42
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรคที่พบ	42
5.3 แนวทางแก้ไข	43
เอกสารอ้างอิง	44
ประวัติผู้เขียน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วิธีการปลูกไร้ดินทั้งหมด	3
2.2 การปลูกแบบ NFT	4
2.3 การปลูกแบบ DFT	5
2.4 การปลูกแบบ DRFT	6
2.5 ช่วงของค่า pH	7
2.6 เซนเซอร์อุณหภูมิ DS18B20	10
2.7 เซนเซอร์วัดค่าพีเอช	11
2.8 บอร์ด Arduino	12
2.9 บอร์ด NodeMCU V2	13
2.10 รีเลย์	14
2.11 โซลินอยด์วาล์ว	15
2.12 แหล่งจ่ายไฟฟ้า	16
3.1 แบบแปลนสำหรับทำแปลงปลูก	17
3.2 มุมมองของแปลงปลูกด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้า	18
3.3 ฐานรองแปลงปลูก	18
3.4 มุมมองของฐานรองแปลงปลูกด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้า	19
3.5 การเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	20
3.6 การเชื่อมต่อกันจากรีเลย์ไปอุปกรณ์ด้านนอก	21
3.7 โค้ดโปรแกรมของบอร์ด Arduino	22
3.8 โค้ดโปรแกรมของบอร์ด NodeMCU	23
3.9 โค้ด HTML 5	23
3.10 การทดลองระบบไหลเวียนน้ำในท่อ	25
3.11 แปลงผักที่ได้ทำจากแบบแปลนที่ออกแบบไว้	26
4.1 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่า pH	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

4.2 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่า pH 28

4.3 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Library ของเซนเซอร์วัดค่า pH 28

4.4 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ 29

4.5 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ 29

4.6 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Library ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 30

4.7 การติดตั้งโมดูล (ESP8266) 31

4.8 การติดตั้งโมดูล (ESP8266) 31

4.9 การดาวน์โหลด Library โมดูล (ESP8266) 32

4.10 การดาวน์โหลด Library โมดูล (ESP8266) 32

4.11 การสร้างบัญชี NETPIE 33

4.12 การสร้างบัญชี NETPIE 33

4.13 การสร้างบัญชี NETPIE 34

4.14 การสร้างบัญชี NETPIE 34

4.15 การสร้างบัญชี NETPIE 35

4.16 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับอินเตอร์เน็ต 36

4.17 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับ NETPIE 37

4.18 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับ HTML5 38

4.19 การแสดงผลจริงบนหน้าเว็บ HTML5 39

4.20 การแสดงผลจริงบนหน้าเว็บ HTML5 เมื่อสั่งให้ทำงาน 39

4.21 การแสดงผลที่ได้จริง 40

4.22 การแสดงผลที่ได้จริง 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางค่า PH ที่เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ภายในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงงานที่จัดทำขึ้น และในการจัดทำโครงงานครั้งนี้เพื่ออะไร

1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญานิพนธ์

ประเทศไทยเรานั้นเป็นประเทศที่ขึ้นชื่อเรื่องการทำเกษตรกรรมมาแต่ดั้งแต่เดิม จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะยุคสมัยไหนก็ยังทำการเกษตรกรรมอยู่อย่างต่อเนื่องจนมาถึงปัจจุบัน ซึ่งวิธีการปลูกนั้นก็ได้พัฒนาเรื่อยมา ไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชในดิน การปลูกพืชแบบไร้ดินหรือการปลูกพืชด้วยระบบปิดไม่ใช้แสง ซึ่งล้วนเกิดจาการทดลองของมนุษย์ แต่เนื่องด้วยปัจจุบันเกิดปัญหาทางด้านพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากจำนวนประชากรที่มีสูงขึ้น ทำให้จำเป็นต้องสร้างที่อยู่อาศัยมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่มีขนาดลดลง การทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมจึงทำได้อย่างจำกัด และดูแลยากเนื่องจากสภาพดินที่เสื่อมโทรมลง ปัญหาแมลงก็มากขึ้นแร่ธาตุในดินก็น้อยลง จึงเกิดแนวคิดที่จะปลูกพืชไร้ดินซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในตอนนี้คือ การปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อแก้ปัญหาสำหรับการรองรับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำเป็นจะต้องมีแหล่งอาหารที่เพียงพอ และทำได้ในบริเวณที่มีอยู่อย่างจำกัด

ในปัจจุบันนี้ได้มีแหล่งทำแปลงผักแบบไฮโดรโปนิกส์เกิดขึ้นมากมายภายในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่นั้นยังคงต้องใช้คนในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ควบคุมสารละลายเพื่อปรับสภาพต่างๆ ของพืชให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะไม่สะดวกมากนักสำหรับคนที่ต้องทำงานอยู่นอกบ้านทั้งวัน ไม่สะดวกที่จะกลับมาปรับเปลี่ยนสภาพสารละลายอยู่เรื่อยๆ ซึ่งปัจจุบันนี้สามารถใช้เซนเซอร์ต่างๆ เข้าไปควบคุมแล้วเขียนโปรแกรมให้ชุดแปลงไฮโดรโปนิกส์คอยเติมสารละลายได้แบบอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ควบคุมแปลงผักตลอดเวลา

จากแนวคิดของ Internet of Thing (IoT) เป็นการที่ใช้สรรพสิ่งสามารถสื่อสารผ่านโพรโทคอลได้ทั้งแบบมีสายและไร้สาย ซึ่งสรรพสิ่งเหล่านั้นสามารถระบุตัวตนได้ ที่มาของโครงงานนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อสร้างชุดแปลงปลูกพืชขนาดเล็กโดย อาศัยเซนเซอร์คอยช่วยควบคุมระบบ โดยทำการเขียนโค้ดโปรแกรมใส่ในโมดูล (ESP8266) ซึ่งจะทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์มาสั่งให้ระบบทำงานตามคำสั่งที่ได้ออกแบบไว้ นอกจากนี้ยังสามารถดูค่าสถานะต่างๆ ที่เซนเซอร์วัดได้แม้จะอยู่ระยะไกล ซึ่งจะใช้วิธีการเข้าถึงเว็บเซิฟเวอร์ในตัวโมดูล (ESP8266) จากอินเตอร์เน็ต ที่ซึ่งสามารถออนไลน์ไปได้ทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำแปลงปลูก การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมต่อราคาและขนาดที่ต้องการ

2. เพื่อศึกษาปัญหาสิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อนำมาปรับใช้และควบคุมในการทำระบบอัตโนมัติ

3. เพื่อศึกษาแนวคิดของ IoT หรือ Internet of Thing หรือการติดต่อสื่อสารกับสรรพสิ่งต่างๆ โดยใช้แนวคิดนี้ในการโชว์สถานะของเซนเซอร์ได้ในระยะไกล

4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมเซนเซอร์โดยใช้โปรแกรม Arduino

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการออกแบบแปลงพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
3. ศึกษาการเลือกใช้เซนเซอร์ที่เหมาะสมต่อแปลงปลูก
4. ออกแบบและสร้างแปลงปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ กล่องควบคุม
5. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านโปรแกรม Arduino
6. การทดลอง บันทึก และสรุปผล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์
2. ได้แปลงปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์และกล่องควบคุมพร้อมใช้งานอย่างละ 1 ชุด
3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านโปรแกรม Arduino
4. สามารถนำโครงงานนี้ไปพัฒนาและประยุกต์ด้านอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

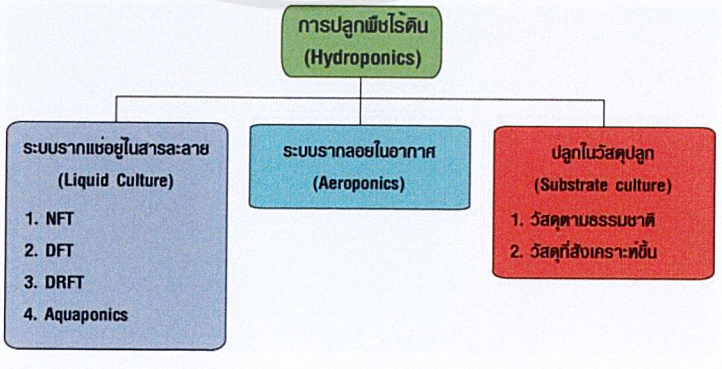
บทนี้จะกล่าวถึง แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น วิธีการปลูกพืช ปัจจัยที่ส่งผลในการเจริญเติบโตของพืช การเลือกใช้เซนเซอร์รวมทั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการจัดทำโครงงานทั้งหมด

2.1 ศึกษาวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

การปลูกไร้ดินหรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์นั้น มีความหมายรวมถึงการปลูกพืชในวัสดุปลูกอื่นๆ ที่นำมาใช้ทดแทนการปลูกด้วยดินการปลูกในวัสดุธรรมชาติ เช่น ขุยมะพร้าว, แกลบ, ทราย ฯลฯ รวมถึงวัสดุสังเคราะห์ เช่น ฟองน้ำ, ร็อควู้ด, เพอร์ไลท์ ฯลฯ ซึ่งความหมายที่แท้จริงของการปลูกพืชไร้ดินคือ การปลูกพืชด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ผู้ปลูกจะใช้วัสดุปลูกอื่นๆ มาใช้ทดแทนการปลูกด้วยดิน

สำหรับการปลูกพืชแบบไร้ดินนั้น ผู้ปลูกจะให้พืชได้รับน้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารโดยตรง ซึ่งการปลูกนั้นจะปลูกแบบรากสัมผัสกับน้ำโดยตรงหรือมีวัสดุปลูกผสมร่วมด้วยก็ได้ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ผู้ปลูกสามารถควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมและง่ายกว่าการปลูกบนดินมาก แต่การปลูกพืชแบบไร้ดินในประเทศเขตร้อน โดยเฉพาะการปลูกแบบรากแช่ในสารละลายมักประสบปัญหาในเรื่องของปริมาณออกซิเจนที่รากไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในพืชที่ต้องการออกซิเจนที่รากมากเช่น พืชตระกูลแตง, มะเขือเทศ, พริกหวาน ฯลฯ แต่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการเพิ่มวัสดุปลูกลงไปในระบบปลูกเพื่อให้รากมีพื้นที่ยึดเกาะและมีพื้นที่รับออกซิเจนเพิ่มขึ้น

2.2 การปลูกพืชในระบบรากแช่



รูปที่ 2.1 วิธีการปลูกไร้ดินทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.1 การปลูกพืชในระบบรากแช่ (Liquid Culture) หมายถึง การปลูกพืชโดยให้รากของพืชแช่อยู่ในน้ำผสมธาตุอาหารพืชตลอดเวลา และมีระบบเติมอากาศลงไปในสารละลายเพื่อให้รากพืชได้รับออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอ การปลูกพืชระบบรากแช่สามารถแยกย่อยได้เป็น 3 เทคนิคใหญ่ๆ คือ

2.2.1 ระบบน้ำตื้น NFT (Nutrient Film Technique)

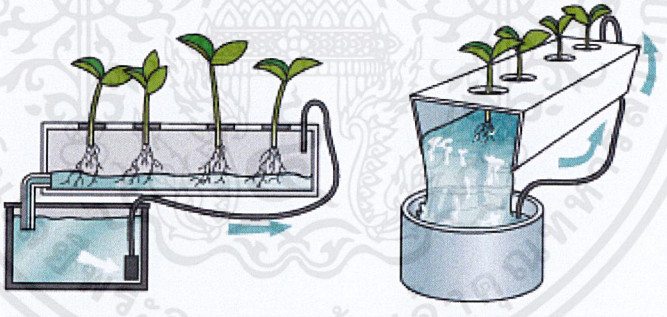
คือ การปล่อยให้น้ำผสมธาตุอาหารพืชไหลไปในรางปลูก โดยสารละลายในรางปลูกจะมีความลึกประมาณ 2-5 cm การทำเช่นนี้ช่วยให้ราก และน้ำมีการสัมผัสกับอากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารให้มากขึ้น การปลูกแบบนี้จึงช่วยลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืชได้ดี

ข้อดีของการปลูกด้วยระบบ NFT

1. ค่าก่อสร้างรางปลูกประหยัดกว่าแบบอื่นๆ
2. สำหรับการปลูกพืชอายุสั้นไม่จำเป็นต้องควบคุมอะไรมาก
3. เคลื่อนย้ายจัดเก็บง่าย

ข้อเสียข้องการปลูกด้วยระบบ NFT

1. ความร้อนในอากาศของประเทศส่งผลให้พืชได้รับออกซิเจนน้อยลง เนื่องจากเพราะมีความร้อนสะสมมาก
2. เมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าดับพืชจะแห้งตายได้ง่ายเพราะน้ำที่ไหลผ่านรางมีปริมาณน้อย



รูปที่ 2.2 การปลูกแบบ NFT

2.2.2 ระบบน้ำลึก DFT (Deep Flow Technique)

คือ เทคนิคการปลูกโดยให้รากพืชแช่อยู่ในภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช โดยที่ระดับสารละลายในภาชนะปลูกจะลึกประมาณ 15-20 ซม. ซึ่งระบบ DFT นี้มี 2 แบบคือ มีการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร และแบบเติมอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการปลูกด้วยระบบน้ำลึก DFT

1. เป็นระบบที่สามารถดัดแปลงนำอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายมาดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ในการปลูกได้สะดวก เช่น ลังพลาสติก, กล่องโฟม, อ่างน้ำพลาสติก

2. เมื่อไฟฟ้าดับจะไม่มีปัญหาเรื่องการขาดน้ำที่ราก เนื่องจากรากจะแช่อยู่ในน้ำที่มีปริมาณมาก

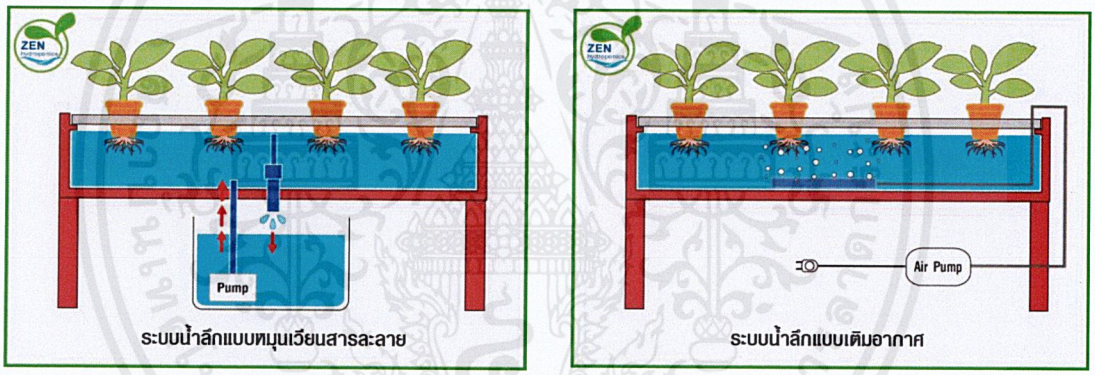
3. มีการพักระบบปั้มน้ำ หรือระบบเติมอากาศในช่วงกลางคืนได้ เนื่องจากรากพืชต้องการออกซิเจนต่ำในช่วงเวลาดังกล่าว ทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ในระดับหนึ่ง

4. ระบบปลูก DFT มีความยืดหยุ่นในการปลูกพืชได้หลากหลายชนิด

ข้อเสียของการปลูกด้วยระบบน้ำลึก DFT

1. ต้องใช้โครงสร้างของโต๊ะปลูกที่แข็งแรง เนื่องจากต้องรับน้ำหนักของน้ำในกระบะปลูกที่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก

2. เป็นระบบปลูกที่ต้องใช้ปริมาณน้ำและปุ๋ยค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับการปลูกด้วยระบบอื่นๆ



รูปที่ 2.3 การปลูกแบบ DFT

2.2.3 ระบบกึ่งน้ำลึก DRFT (Dynamic Root Floating Technique)

เป็นระบบที่มีการทำงานเช่นเดียวกับระบบ NFT คือ ให้น้ำผสมธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชในรางปลูก แต่ระดับน้ำที่ไหลผ่านรากพืชนั้นจะมีความลึกมากกว่าระบบ NFT โดยระดับน้ำที่ไหลผ่านรากนั้นจะมีความลึกอยู่ที่ประมาณ 1-10 ซม. ระบบนี้ได้แก้ไขข้อจำกัดของระบบ NFT ตรงที่เมื่อไฟฟ้าขัดข้องจนไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ปั๊มน้ำได้ จะยังคงมีน้ำที่ใช้ปลูกพืชเหลือค้างบางส่วนในรางปลูกทำให้พืชรากพืชไม่ขาดน้ำในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ระบบ DRFT นี้ผู้ปลูกจะต้องมีการปรับลดระดับน้ำในรางปลูก เช่นเดียวกับระบบ DFT ด้วยเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณอากาศที่รากพืชเมื่อพืชมีอายุปลูกมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของระบบกึ่งน้ำลึก DRFT

1. ใช้หลักการทำงานเช่นเดียวกับระบบ NFT แต่ด้วยระดับน้ำที่สูงขึ้นและมีน้ำส่วนหนึ่งที่จะค้างอยู่ในรางปลูกเมื่อเกิดเหตุปั๊มหยุดทำงานก็ยังสามารถคงระดับน้ำไว้ได้

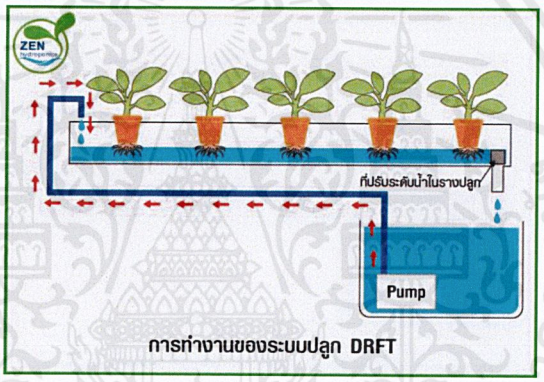
2. ผู้ปลูกสามารถใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาดัดแปลงเป็นรางปลูก และมีราคาประหยัดกว่ารางปลูกแบบ NFT อาทิเช่น ท่อน้ำ PVC, รางน้ำฝนไวนิล, รางครอบสายไฟ ฯลฯ

3. ใช้น้ำและปุ๋ยน้อยกว่าระบบ DFT จึงทำให้สามารถควบคุมค่า EC และ pH ได้ง่ายกว่าระบบ DFT

ข้อเสียของระบบกึ่งน้ำลึก DRFT

1. ผู้ปลูกต้องมีความเข้าใจในการปรับลดระดับน้ำในรางปลูกให้เหมาะสมกับอายุพืชเพื่อให้พืชที่ปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดีและเป็นปกติ

2. มักมีปัญหาเรื่องความร้อนสะสมเช่นเดียวกับระบบ NFT



รูปที่ 2.4 การปลูกแบบ DRFT

2.3 ค่า pH และ EC

ค่า pH (Potential of Hydrogen Ion) ในความหมายของการปลูกพืชไร้ดินคือ ค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย (น้ำผสมธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืช) โดยค่า pH จะมีช่วงการวัดอยู่ที่ 1-14 โดยจะนับค่าที่ 7 เป็นกลาง กล่าวคือ หากวัดค่าได้ต่ำกว่า 7 แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นกรด หากวัดได้สูงกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าเป็นเบส สำหรับการปลูกพืชด้วยน้ำนั้นค่า pH มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอาหารที่ใช้เลี้ยงพืช โดยธรรมชาติน้ำที่มีความเป็นกรดจะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายตัวได้ดี และพืชสามารถดูดซึมไปใช้งานได้อย่างสะดวก แต่ถ้าหากน้ำที่ใช้ผสมธาตุอาหารพืชมีความเป็นเบสสูง จะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ดังนั้น การปรับค่า pH ผู้ปลูกจะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุการปลูกและชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

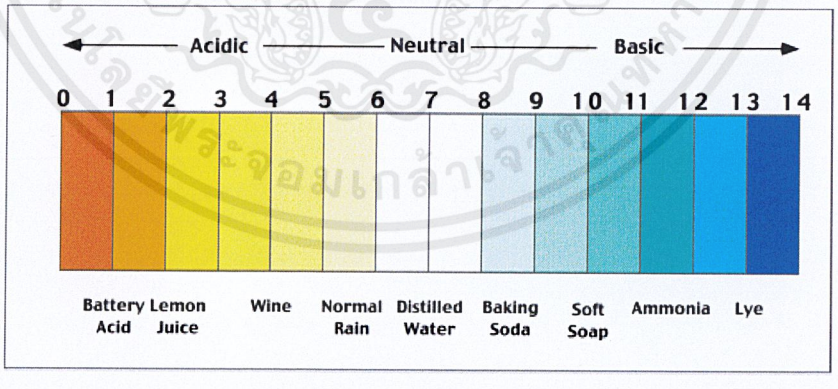
ของพืชนั้นๆ ด้วย โดยปกติค่า pH ที่ใช้ในการปลูกพืชจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5-7.0 แต่ค่าที่ดีที่สุดต่อการละลายตัวของธาตุอาหารพืชจะอยู่ที่ 5.8-6.3 การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นจะมีการกำหนดค่า pH ของการปลูกพืชเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 (ระยะเจริญเติบโต) อยู่ในช่วงวันที่ 1-28 กำหนดค่า pH อยู่ที่ 5.8-6.5

ระยะที่ 2 (ระยะสร้างผลผลิต) อยู่ในช่วงวันที่ 29 ขึ้นไป กำหนดค่า pH อยู่ที่ 6.5-7.0

การลดค่า PH นิยมใช้กรดไนตริก (Nitric Acid) มีสูตรทางเคมีคือ (HNO3) ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อยเป็นไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช และกรดที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่งคือ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) มีสูตรทางเคมีคือ H3PO4 ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย เป็นฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน การใช้กรดทั้งสองชนิดนี้จึงมีผลพลอยได้จากการปรับลดค่า pH แล้วยังได้ธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้นมาในระบบอีกด้วย การเพิ่มค่า pH นิยมใช้โพแทสเซียมคาร์บอเนต (Potassium Carbonate) หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide) ซึ่งเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย ได้โพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน

ข้อควรระวังในการปรับค่า pH การปรับค่า pH ค่อยปรับด้วยความระมัดระวัง และค่อยปรับลดลง อย่าปรับค่า pH ให้ต่ำเกินกว่า 4 จะทำให้รากพืชได้รับอันตรายจากการกัดกร่อนของกรด จนทำให้รากพืชอ่อนแอ และเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่ายขึ้น ค่า pH ที่ต่ำเกินไปยังส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุเหล็กในระบบปลูกมีสูงขึ้น ถ้าธาตุเหล็กในระบบปลูกมีมากเกินไปจะเป็นพิษกับพืชได้ ในทางกลับกันถ้าปล่อยให้ค่า pH สูงเกินกว่า 7 เป็นระยะเวลาติดต่อกัน 2-3 วัน จะส่งผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารพืช เช่น ฟอสฟอรัส, เหล็ก, แมงกานีส โดยค่า pH ที่เหมาะสมคือ 5.8-6.3



รูปที่ 2.5 ช่วงของค่า pH

ค่า EC (Electric Conductivity) คือ ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลว ในการปลูกไฮโดรโปนิกส์หมายถึงปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในของเหลว โดยปกตินำ้บริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าต่ำหรือมีค่าเป็นศูนย์ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่า EC คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ชนิดและสายพันธุ์พืช

กล่าวคือ พืชต้องอาศัยการคายน้ำทางใบเพื่อให้เกิดแรงดันที่รากพืช เพื่อให้น้ำที่ผสมธาตุอาหารซึมผ่านจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ หากค่า EC สูงกว่าค่ามาตรฐาน ของพืชชนิดนั้นๆ พืชจะไม่สามารถนำพาน้ำที่มีธาตุอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี และเกิดขาดธาตุอาหารต่างๆ ได้

2.3.2 อายุของพืช

กล่าวคือ พืชในแต่ละช่วงอายุจะมีการใช้ธาตุอาหารไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงของการเจริญเติบโต ดังนี้

2.3.2.1 ช่วงต้นกล้า: ช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต เมื่อพืชงอกออกจากเมล็ด พืชจะใช้พลังงานและอาหารจากใบเลี้ยงเป็นหลัก ทำให้การกำหนดค่า EC ในช่วงสัปดาห์แรกนี้จะอยู่ที่ประมาณ 30-50 % ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในสัปดาห์ต่อไป

2.3.2.2 ช่วงเจริญเติบโต: ช่วงสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป ช่วงนี้เป็นช่วงที่พืชต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารสูงมาก เพื่อใช้ในการสร้างส่วนต่างๆ ของใบ, ลำต้น, ดอก โดยจะใช้ธาตุอาหารประมาณ 8 –100 % ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ

2.3.2.3 ช่วงขยายพันธุ์: เป็นช่วงที่พืชผ่านการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่มาแล้วพืชได้ทำการสะสมอาหารและพลังงานมาไว้อย่างเต็มที่แล้ว พืชจะเริ่มใช้ธาตุอาหารใหม่น้อยลง โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 50–70 % ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ

2.3.3 สภาพอากาศและฤดูกาล

หากช่วงเวลาดังกล่าวมีปัจจัยที่ทำให้พืชต้องคายน้ำสูง เช่น แสงแดดจัด, อากาศร้อน พืชจำเป็นต้องมีการดูดซึมน้ำมากขึ้นเพื่อนำมาชดเชยน้ำที่สูญเสียไป หากมีการใช้ค่า EC ที่สูง ในช่วงเวลาดังกล่าวแล้ว พืชจะนำน้ำไปชดเชยน้ำที่เสียไปได้ลำบาก จึงเห็นพืชเหี่ยวเฉาในช่วงเวลาที่อากาศร้อนและแสงแดดจัด ดังนั้นช่วงเวลาที่อากาศร้อนมากๆ และแสงแดดแรงเกินไปต้องปรับลดค่า EC ลง พร้อมกับลดกิจกรรมการคายน้ำของพืชลง เช่น พรางแสง, สเปรย์น้ำ เพื่อลดอุณหภูมิลง

ค่ามาตรฐานสำหรับน้ำที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ จะต้องมีค่าเริ่มต้นก่อนใส่ปุ๋ยไม่เกิน 0.3 ms/cm หากค่าเกินจะทำให้มีข้อจำกัดในการใส่ธาตุอาหารพืช (ใส่ธาตุอาหารพืชได้น้อยลง) เพราะกังวลว่าค่า EC จะเกินกว่าที่พืชนั้นๆ จะรับได้ จนกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ น้ำที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ได้แก่ น้ำฝน, น้ำประปาส่วนภูมิภาค และประปานครหลวง ฯลฯ เนื่องจากมีค่า EC ต่ำและเป็นแหล่งน้ำที่ประหยัด ส่วนน้ำที่ไม่แนะนำมาใช้ในการปลูก เช่น น้ำบาดาล เนื่องจากส่วนใหญ่น้ำบาดาล จะมีค่า EC สูงแล้วยังมีแคลเซียมคาบอเนท (หินปูน) สาเหตุของความกระด้างในน้ำ ทำให้ปุ๋ยตกตะกอนได้ง่าย หากไม่สามารถหาน้ำได้จากแหล่งดังกล่าวจริงอาจจะต้องมีการบำบัด ด้วยวิธีกรองเพื่อลดค่าสารละลายในน้ำลงก่อนเพื่อให้มีค่า EC อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกพืชได้ โดยวิธีการกรองต้องใช้เครื่องกรองที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองสารละลายในน้ำได้ เช่น ระบบกรอง Reverse Osmosis (R.O.) หรือการกรองด้วยระบบกรอง Softener ด้วยสารกรอง Resin เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ตารางค่า EC และpH ที่เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ

ชนิดพืช	ค่า EC	ค่า pH
กล้วย	1.8 - 2.2	5.5 - 6.5
กวางตุ้งใบ, กวางตุ้งดอก, ฮ่องเต้	1.5 - 2.5	6.0 - 7.0
กะหล่ำดอก	1.5 - 2.0	6.5 - 7.0
กะหล่ำปลี, กะหล่ำดาว	2.5 - 3.0	6.5 - 7.0
ข้าวโพดหวาน	1.6 - 2.4	6.0
แครอท	1.6 - 2.0	6.3
เซอลารี่	1.8 - 2.4	6.5
แตงกวา	1.7 - 2.5	5.5
แตงกวาซูกินี	1.8 - 2.4	6.0
แตงโม	1.8 - 2.4	5.8
ถั่ว	2.0 - 4.0	6.0
บล็อคเคอรี่	2.8 - 3.5	6.0 - 6.8
บลูเบอรี่	1.8 - 2.0	4.0 - 5.0
บาเซิล, โหระพา	1.0 - 1.6	5.5 - 6.0
บีทรูท	1.8 - 5.0	6.0 - 6.5
ผักขม	1.8 - 2.3	6.0 - 7.0
พาสเลย์	0.8 - 1.8	5.5 - 6.0
ฟักทอง	1.8 - 2.4	5.5 - 7.0
มะเขือเทศ	2.0 - 4.0	6.0 - 6.8
มะเขือม่วง	2.5 - 3.5	6.0
เมล่อน	2.0 - 2.5	6.0 - 6.8
เรดิช, หัวไชเท้า	1.6 - 2.2	6.0 - 7.0
วอเตอร์เครส	0.4 - 1.6	6.5 - 6.8
สตรอเบอรี่	1.8 - 2.2	6.0 - 6.8
สลัด	1.1 - 1.7	6.0 - 7.0
สะระแหน่, มิ้น	2.0 - 2.4	5.5 - 6.0
สับปะรด	2.0 - 2.4	5.5 - 6.5
เสาวรส	1.6 - 2.4	6.5
หน่อไม้ฝรั่ง	1.4 - 1.8	6.0 - 6.8
เอ็นไดว์, ชิโคลี่	2.0 - 2.4	5.8 - 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เซนเซอร์ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่เราจะต้องควบคุมได้แก่ ค่าพีเอชและ อุณหภูมิ เพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้เพื่อใช้ในการควบคุมอัตโนมัติจึงต้องใช้เซนเซอร์ในการควบคุม

2.4.1 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับอุณหภูมิ เช่น ร้อน-เย็น เป็นระดับแรงดันไฟฟ้า Thermocouples เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นในการวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิได้ 273 องศาเคลวิน วัสดุที่ใช้ทำ Thermocouples เป็นวัสดุที่มีคุณภาพ ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความถูกต้องสูง อย่างไรก็ตามปัญหาของ Thermocouples ที่ทำให้ยากต่อการใช้งาน มีดังนี้

ข้อเสียของการใช้งาน

1. จุดอ้างอิงของ Thermocouples อยู่ที่อุณหภูมิ 273 องศาเคลวิน (จุดเยือกแข็งของน้ำ) ซึ่งเป็นจุดสามสถานะ ยากในการปรับแต่งให้เป็นจุดอ้างอิง
2. ผลของระดับแรงดันไฟฟ้าที่ Thermocouples วัดได้จะอยู่ในหน่วยมิลลิโวลต์ (mV)
3. จะต้องใช้กระบวนการแปลงสัญญาณให้เป็นอนาล็อกก่อนแล้วจึงแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล
4. วัสดุในการสร้างอุปกรณ์ต้องมีคุณภาพสูง
5. ถ้าแนวโน้มของค่าที่วัดได้ไม่เป็นเส้นตรงจะใช้การประมาณค่าผลลัพธ์ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

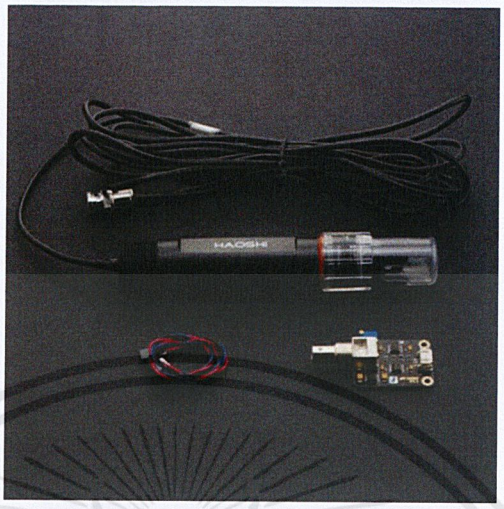
รูปที่ 2.6 เซนเซอร์อุณหภูมิ DS18B20

2.4.2 เซนเซอร์วัดค่าพีเอชแบบอนาล็อก (Analog pH Sensor)

เซนเซอร์ตรวจวัดค่า pH (ความเป็นกรด-เบส) ในน้ำ แบบสามารถแช่ไว้ในน้ำเพื่อใช้งานต่อเนื่องได้ อายุการใช้งานประมาณ 1 ปี ในชุดประกอบด้วยหัวโพรบเซนเซอร์ตรวจวัดและวงจรอินเตอร์เฟสสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เอาต์พุตเป็นอนาลอก ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์, อุณหภูมิเหมาะสมที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบค่า pH ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยอุณหภูมิและค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สูงหรือต่ำเกินไป และความขุ่นของน้ำมีผลต่ออายุการใช้งานของเซนเซอร์ หากใช้ในน้ำขุ่นเป็นกรดมากหรือเป็นเบสมาก อุณหภูมิสูง อายุการใช้งานของเซนเซอร์จะสั้นลง



รูปที่ 2.7 เซนเซอร์วัดค่าพีเอช

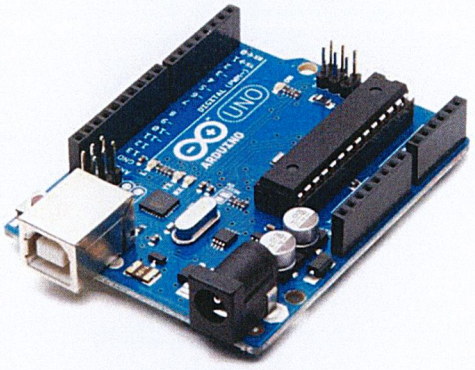
2.5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนี้จะใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้แก่ วงจรบอร์ดอาร์ดูโน่ วงจรบอร์ด NodeMCU รีเลย์

2.5.1 บอร์ด Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่หรืออาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และSoftware ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น

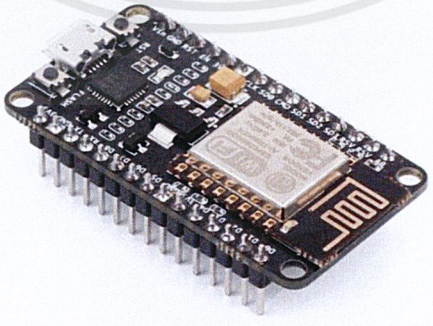
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 Arduino UNO

2.5.2 บอร์ด NodeMCU

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น Open Source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU Version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน Version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output Built in มาในตัวสามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำเว็บเซิฟเวอร์ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆ อีกมากมาย



รูปที่ 2.9 บอร์ด NodeMCU V2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 รีเลย์

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

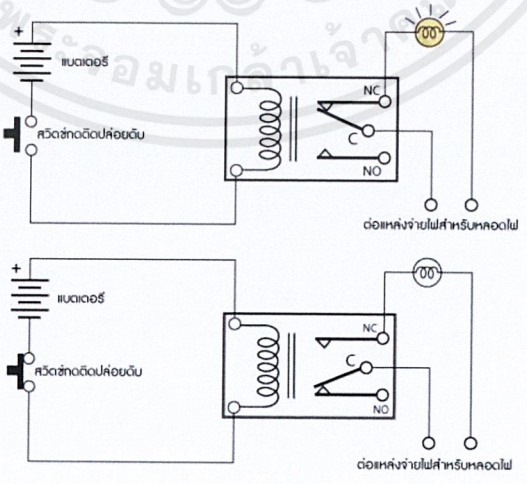
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิทช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการนั่นเอง

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

1. จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่าปกติดปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

2. จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

3. จุดต่อ C ย่อมากจาก Common คือ จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.10 รีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่างเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็กทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ การปิด-เปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของโซลินอยด์ (Solenoid) โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ในที่นี้ใช้แบบเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)

รูปที่ 2.11 โซลินอยด์วาล์ว

2.5.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

เป็นอุปกรณ์หลักที่คอยจ่ายไฟให้กับชิ้นส่วนและอุปกณ์ต่างๆ ทั้งหมดภายใน มีรูปร่างเป็นกล่องสี่เหลี่ยมติดตั้งอยู่ภายใน (สามารถถอดเปลี่ยนได้) ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามบ้านจาก 220 โวลต์ให้เหลือเพียงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 3 ชุดคือ 3.3 และ 5 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ และ 12 โวลต์ สำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามบ้าน (ประเทศไทย) โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 200-250 VAC พร้อมกระแสไฟประมาณ 3.0-6.0 A และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่ 50Hz โดยระดับของแรงดันไฟ (DC Output) ที่ถูกจ่ายออกมาจากเพาเวอร์ซัพพลายแต่ละรุ่น/ยี่ห้อจะใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณสูงสุดของกระแสไฟ (Max Current Output) ที่ถูกจ่ายออกมานั้นอาจไม่เท่ากัน (แล้วแต่รุ่น/ยี่ห้อ) ซึ่งมีผลต่อการนำไปคำนวณค่าไฟโดยรวม (Total Power) ที่เพาเวอร์ซัพพลายตัวนั้น จะสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ด้วย

รูปที่ 2.12 เพาเวอร์ซัพพลาย

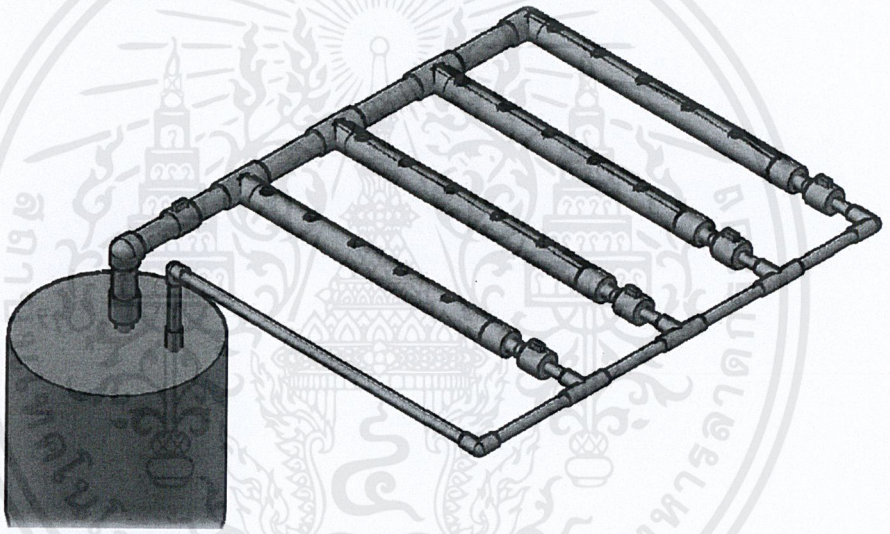
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบและวิธีการทดลอง

การศึกษาการทำแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้ข้อสรุปว่าจะต้องออกแบบแปลงปลูกให้มีขนาดที่พอเหมาะขนาดไม่เกิน 1.8*2.0 เมตร พอดีควรแก่การนำมาทดลองเพื่อการศึกษาและเลือกนำวัสดุพีวีซีมาทำแปลงปลูกเพราะมีความแข็งแรงที่พอเหมาะและราคาไม่แพง

3.1 การออกแบบแปลงผักและฐานรองปลูกด้วย AutoCAD

เริ่มการออกแบบจากการทำแปลงและฐานรองปลูกตามลำดับ โดยเริ่มทำแปลงปลูกก่อนจากนั้นจึงเริ่มฐานตามลำดับ

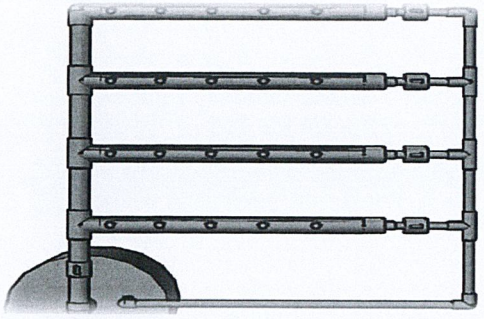


รูปที่ 3.1 แบบแปลนสำหรับทำแปลงปลูก

จากรูปที่ 3.1 แสดงการทำแปลงซึ่งได้ออกแบบโดยมีอุปกรณ์ดังนี้

1. บอลวาล์วสำหรับทางน้ำออก
2. บอลวาล์วสำหรับทางเข้าจะมีไว้ก่อนเข้ารางปลูกทุกรางเพื่อไว้สามารถปรับน้ำในราง
3. ท่อขนาดต่างๆ ในที่นี้จะใช้พีวีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

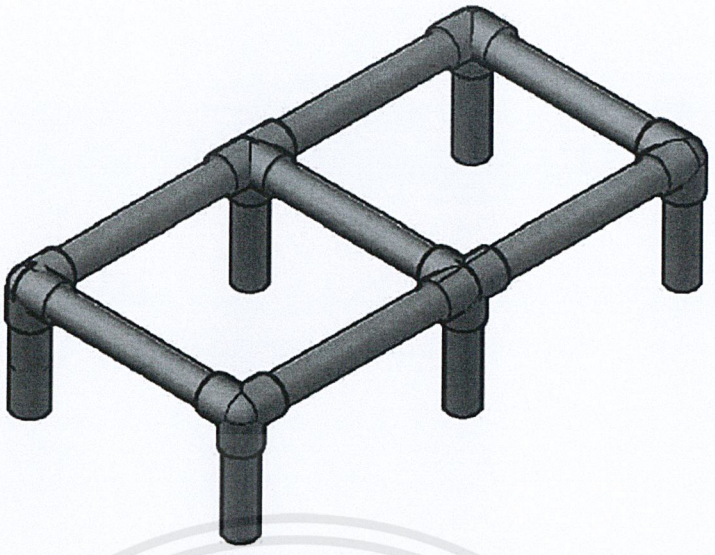


รูปที่ 3.2 มุมมองของแปลงปลูกด้านบน

รูปที่ 3.3 มุมมองของแปลงปลูกด้านหน้า

รูปที่ 3.4 มุมมองของแปลงปลูกด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

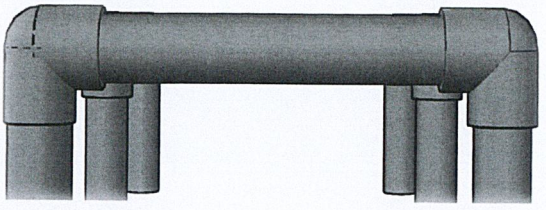


รูปที่ 3.5 ฐานรองแปลงปลูก

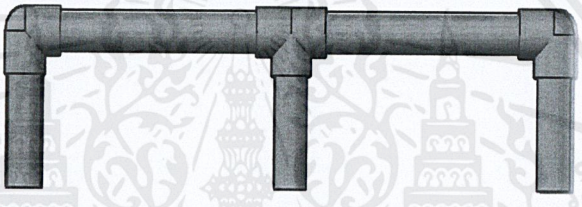
จากรูปที่ 3.5 แสดงการทำแปลนของฐานรองแปลงปลูกเพื่อใช้สำหรับรองรับตัวแปลงจะต้องมีขนาดที่หนาและใหญ่พอสมควรเพราะตัวฐานจะต้องรับน้ำหนักในส่วนของแปลงและน้ำผสมปุ๋ยที่ใช้เลี้ยงตัวผักสลัดซึ่งจะต้องเป็นระบบไหลเวียนปิด

รูปที่ 3.6 มุมมองฐานรองแปลงปลูกด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



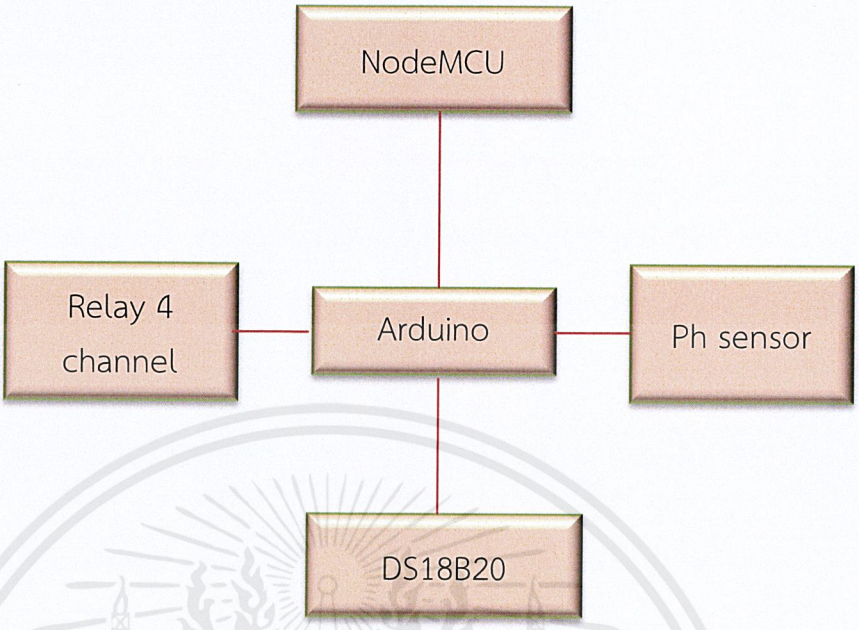
รูปที่ 3.7 มุมมองฐานรองแปลงปลูกด้านหน้า



รูปที่ 3.8 มุมมองฐานรองแปลงปลูกด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจร Wiring Devices

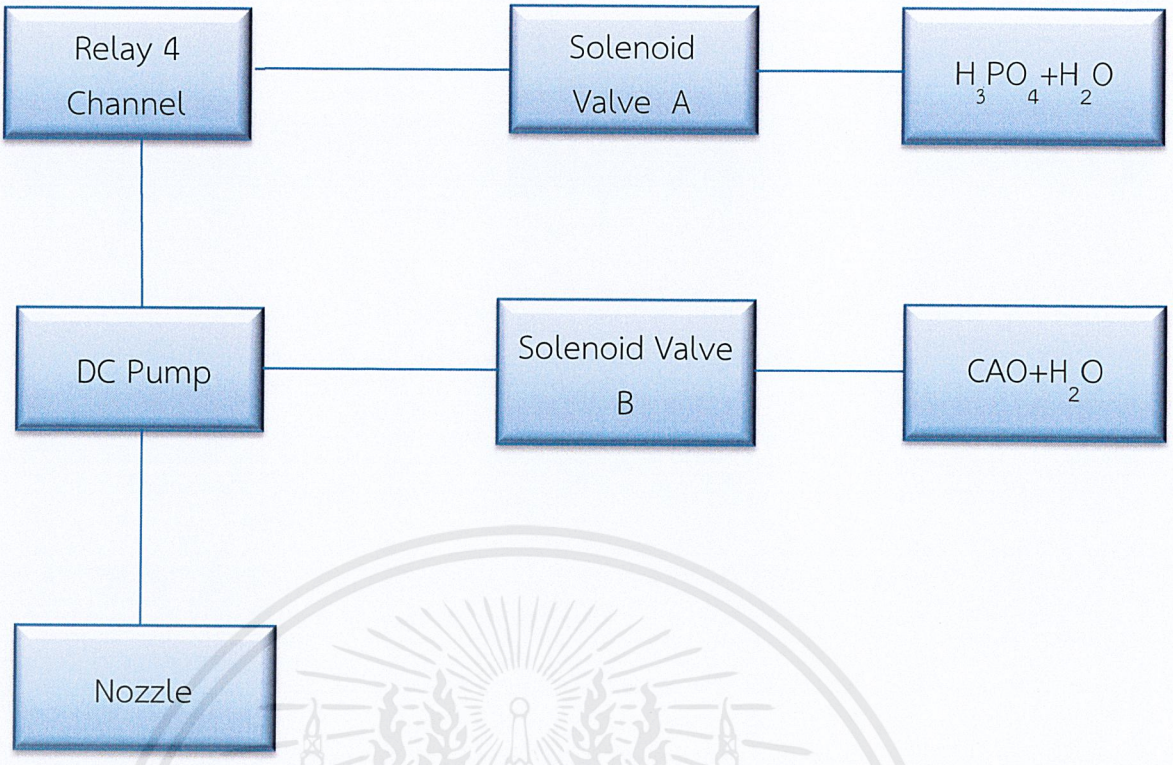


รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

จากรูปที่ 3.9 แสดงถึงการเชื่อมต่อสายกับอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. บอร์ดอาร์ดูโน่สำหรับเขียนโปรแกรมอ่านค่าเซนเซอร์
2. เซนเซอร์พีเอชทำหน้าที่วัดค่าพีเอชในถังน้ำ
3. เซนเซอร์อุณหภูมิทำหน้าที่วัดค่าอุณหภูมิในถังน้ำ
4. รีเลย์ 4 ชาแนลทำหน้าที่รอรับคำสั่งการทำงานจากบอร์ด Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



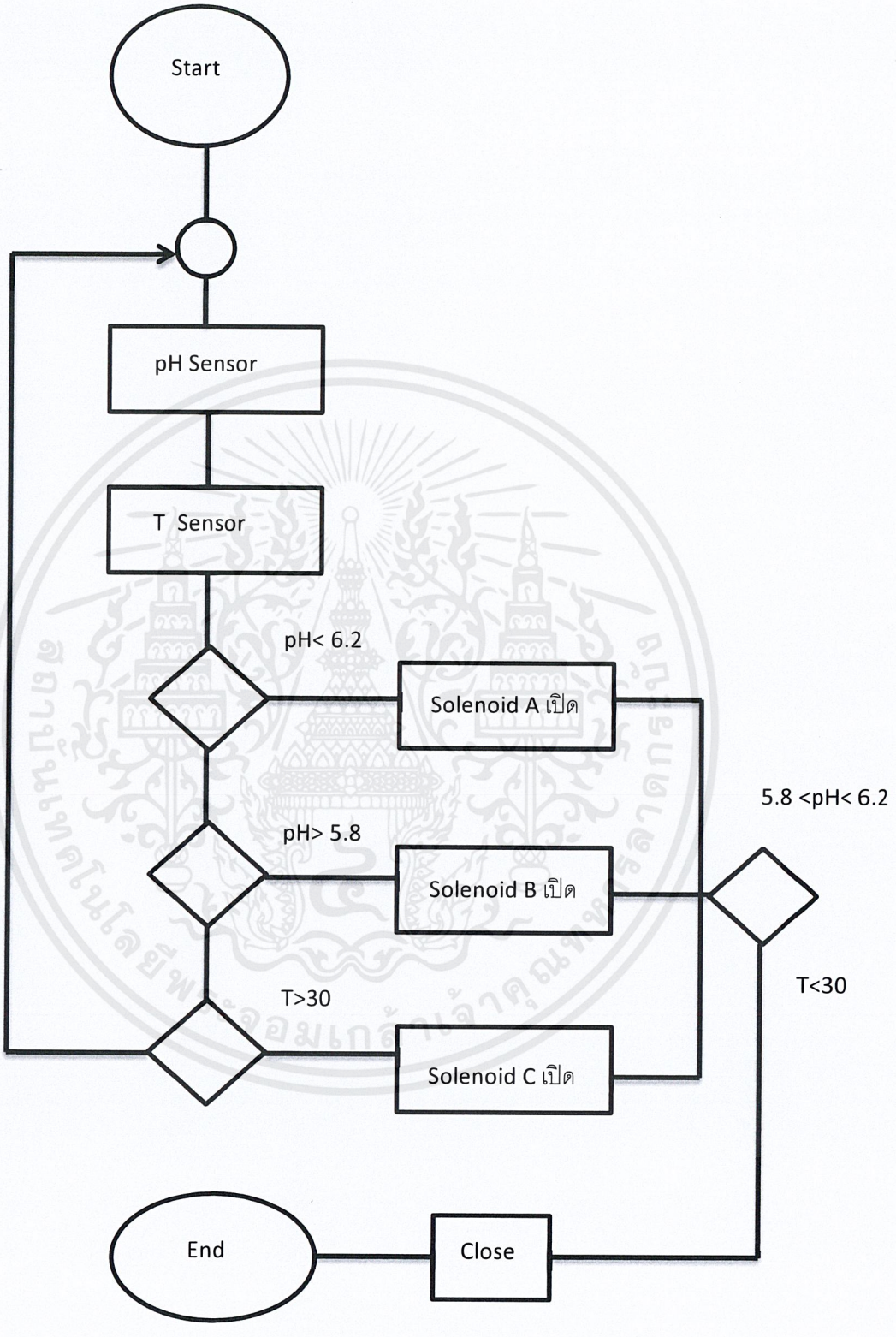
รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อกันจากรีเลย์ไปอุปกรณ์ภายนอก

จากรูปที่ 3.10 แสดงการต่อสายกันของอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. รีเลย์ 4 ชาแนล ทำหน้าที่รอรับคำสั่งจากบอร์ดเพื่อมาสั่งเปิดการทำงาน
2. ปั๊มน้ำ DC ทำหน้าที่ดูดน้ำจากถังเพื่อปรับลดอุณหภูมิรอบๆ แปลง
3. โซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่คอยเติมสารละลายปรับสภาพความเป็นกรด-เบสในถังน้ำ

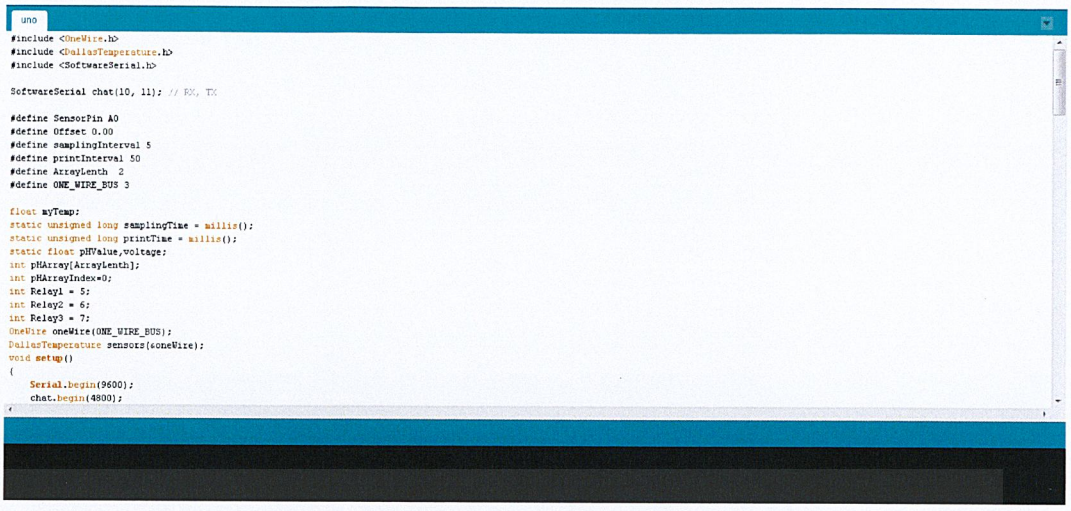
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โค้ดโปรแกรม



รูปที่ 3.11 Flowchart การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
uno
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial chat(10, 11); // RX, TX

#define SensorPin A0
#define Offset 0.00
#define samplingInterval 5
#define printInterval 50
#define ArrayLenth  2
#define ONE_WIRE_BUS 3

float myTemp;
static unsigned long samplingTime = millis();
static unsigned long printTime = millis();
static float pHValue,voltage;
int pHArray[ArrayLenth];
int pHArrayIndex=0;
int Relay1 = 5;
int Relay2 = 6;
int Relay3 = 7;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    chat.begin(4800);
```

รูปที่ 3.12 โค้ดโปรแกรมของบอร์ด Arduino

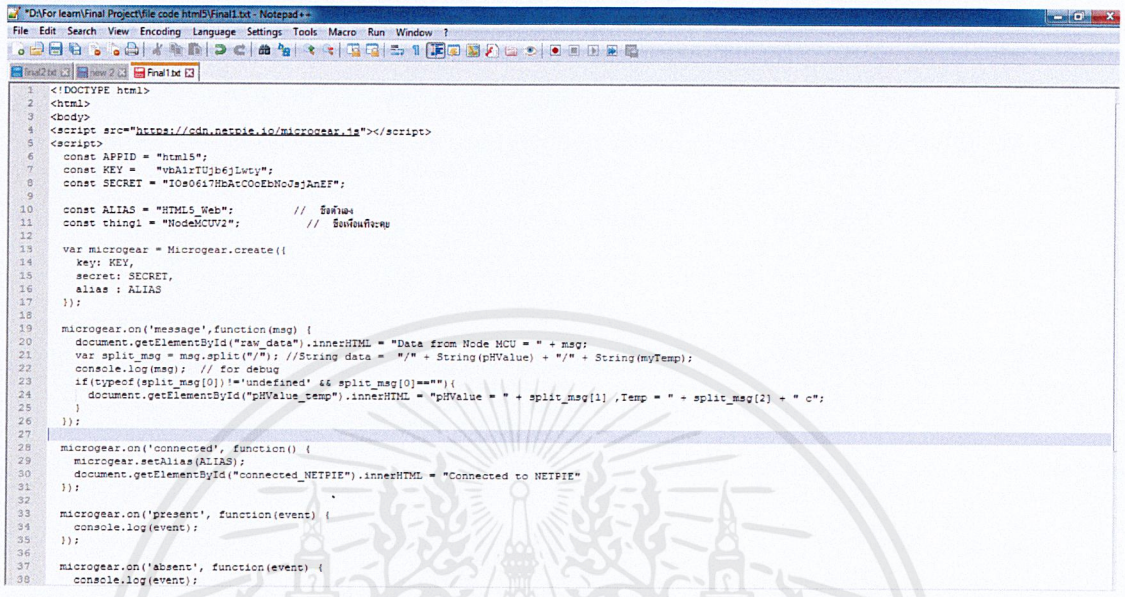
จากรูปที่ 3.12 แสดงการเขียนโค้ดทั้งหมดของบอร์ดอาร์ดูโน่ ซึ่งภายในจะเขียนโค้ดสำหรับการรับค่าที่วัดจากเซนเซอร์เพื่อนำค่าเหล่านั้นไปสั่งการทำงานของรีเลย์ โดยการทำงานจะมีรายละเอียดดังนี้ ตั้งค่า pH Sensor ให้อยู่ในช่วง 5.8-6.2 ซึ่งเป็นช่วงที่ผักสลัดต้องการ โดยเมื่ออยู่ในช่วงนี้จะสั่งปิดการทำงานของรีเลย์ แต่ถ้า pH < 5.5 จะสั่งเปิดรีเลย์ตัวที่ 1 (รีเลย์ A) เพื่อเติมสารละลายแคลเซียมออกไซด์เจือจางน้ำ (CaO + H20) แล้วถ้า pH > 6.5 จะสั่งเปิดรีเลย์ตัวที่ 2 (รีเลย์ B) เพื่อเติมสารละลายกรดฟอสฟอริกเจือจางน้ำ (H_3PO_4) ถัดมาเป็นการทำงานของเซนเซอร์อุณหภูมิ ซึ่งจะตั้งค่าการทำงานให้อยู่ในที่อุณหภูมิ > 30 องศา จะสั่งเปิดการทำงานของปั้มแล้วปั้มจะดูดน้ำไปหาหัว Nozzle เพื่อพ่นละอองน้ำปรับอุณหภูมิ ซึ่งเมื่อปรับอุณหภูมิจนน้ำมีอุณหภูมิลดลงที่ < 30 องศา จะสั่งการปิดรีเลย์เพื่อปิดการทำงานของปั้ม และจะทำการส่งค่าของเซนเซอร์ไปยังบอร์ด NodeMCU เพื่อจะให้บอร์ดนี้ส่งค่าไปยังเว็บไซต์ที่เขียนไว้

```
esp8266
#include <MicroGear.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial chat(13, 15); // RX, TX

String data;
const char* ssid     = "iPhone";
const char* password = "testtest";

#define APPID       "finalProject"
#define KEY         "QOr5e02V1IJobaU"
#define SECRET      "eE7Ipu2grTQIfoH3xTXfTb5D8"

#define ALIAS   "NodeMCU1"
#define TargetWeb "Digital0UTPUT_HTML_web"
// set pin
#define acid  16 // connect acid 16=D0
#define base 5 // connect base 5=D1

WiFiClient client;
MicroGear microgear(client);

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

รูปที่ 3.13 โค้ดโปรแกรมของบอร์ด NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.13 แสดงการเขียนโค้ดในบอร์ดของ NodeMCU ซึ่งในส่วนของโค้ดนี้จะทำหน้าที่รอรับการเชื่อมต่อของอินเตอร์เน็ตที่ได้ตั้งค่าไว้เมื่อบอร์ดเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแล้ว จะนำค่าที่รับมาจากบอร์ด Arduino ส่งไปยังเว็บไซต์



รูปที่ 3.14 โค้ด HTML 5

จากรูปที่ 3.14 รายละเอียดของโค้ด HTML 5 ซึ่งเป็นการสร้างหน้าเว็บไซต์เพื่อใช้สำหรับโชว์สถานะทุกขณะของเซนเซอร์ที่มีการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต

3.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก DRFT

วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการทำชุดแปลงปลูกผักโดยจะใช้ท่อพีวีซีในขนาดต่างๆ เนื่องจากมีราคาที่เหมาะสมและมีความแข็งแรงพอสมควร

1. ท่อ PVC	แบบบาง	ขนาด	6 หุน
2. ท่อ PVC	แบบบาง	ขนาด	1 นิ้ว
3. ท่อ PVC	แบบบาง	ขนาด	1 ½ นิ้ว
4. ข้อต่อ PVC	สามทาง	ขนาด	6 หุน
5. ข้อต่อ PVC	สามทาง	ขนาด	1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อต่อ PVC	สามทาง		ขนาด	1 ½ นิ้ว
7. ข้อต่อ	PVC	แบบตรง	ขนาด	6 หุน
8. ข้อต่อ	PVC	แบบตรง	ขนาด	1 นิ้ว
9. ข้อต่อ	PVC	แบบตรง	ขนาด	1 ½ นิ้ว
10. ข้อต่อ	PVC	แบบงอ	ขนาด	6 หุน
11. ข้อต่อ	PVC	แบบงอ	ขนาด	1.5 นิ้ว
12. ฝาครอบ	PVC		ขนาด	1 นิ้ว
13. บอลวาล์ว			ขนาด	6 หุน
14. บอลวาล์ว			ขนาด	1 ½ นิ้ว
15. ท่อต่อ	PVC	ลดขนาดตรง	จาก	¾ นิ้ว ไป 1 ½ นิ้ว
16. กาวทาท่อ	PVC			
17. ปั้มน้ำ	AC		ขนาด	30 วัตต์
18. สายยาง			ขนาด	1 เมตร
19. หัวเจาะสว่าน		แบบโฮลซอ	ขนาด	26 มิลลิเมตร
20. ถังน้ำ			ขนาด	30 ลิตร

3.5 วิธีการประกอบชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ทำการประกอบชุดแปลงปลูกโดยการนำท่อพีวีซีมาประกอบกันตามแบบแปลนแล้วทำการยึดท่อด้วยกาวทาท่อรอให้แห้งสนิทแล้วนำไปใช้ทดลองใช้งาน

1. ประกอบท่อ PVC เพื่อทำทางน้ำเข้า
2. ประกอบท่อ PVC เพื่อทำทางน้ำออก
3. ประกอบท่อ PVC ในส่วนของทางน้ำเข้า-ออกเข้าด้วยกัน
4. ประกอบท่อ PVC เพื่อทำฐานรองชุดปลูกผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การทดลองการไหลของน้ำในชุดปลูกผักเพื่อตรวจสอบอัตราการไหลเวียนของระบบน้ำแบบกึ่งน้ำลึก (DRFT)

เมื่อทำการประกอบท่อแล้วจะต้องนำมาทดสอบเพื่อตรวจสอบระบบการไหลเวียนของน้ำว่ามีอัตราการไหลเป็นไปตามระบบกึ่งน้ำลึกหรือไม่

รูปที่ 3.15 การทดลองระบบไหลเวียนน้ำในท่อ

3.7 การทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (กรีนโอ้ค) โดยจะทำตามขั้นตอนดังนี้

3.7.1 วิธีเพราะเมล็ดผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยเพอร์ไลท์

1.ตักวัสดุที่ปลูกใส่ลงในถ้วยปลูกประมาณ 2/3 ของถ้วย

2.เขย่าให้แน่นจนได้ระดับทุกๆ ถ้วย

3. หยอดเมล็ดผักกรีนโอ้คลงกลางถ้วย 1 เมล็ดทุกถ้วย

4. รดน้ำธรรมดาให้พอชุ่ม

3.7.2 วิธีดูแลต้นกล้าของผักไฮโดรโปนิกส์ (2-7 วัน)

1. เมื่อเพราะเมล็ดได้ 2 วันใบเลี้ยงจะเริ่มงอก แล้วจึงเริ่มนำออกไปรับแสงแดดในช่วง เช้าประมาณ 5-6 ชั่วโมง/วัน

2. เมื่อเข้าสู่วันที่ 5 ให้ผสมปุ๋ยกับน้ำในอัตราส่วน 2 CC ต่อ น้ำ 1 ลิตร แทนน้ำธรรมดาเพราะพืชจะใช้สารอาหารในเมล็ดหมดแล้ว

3.7.3 วิธีดูแลแปลงผักอนุบาล (ผักอายุ 8–28 วัน)

ในช่วงนี้จะต้องเพิ่มอัตราส่วนปุ๋ยมากขึ้นเพราะพืชต้องการสารอาหารมากขึ้นโดยจะใช้อัตราส่วนที่ 3CC ต่อ น้ำ 1 ลิตร และควรเช็คค่า PH สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 วิธีดูแลแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ (ผักอายุ 29-45 วัน)

ในช่วงระยะสุดท้ายเป็นช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ของผักสลัดจะมีช่วงขนาดกว้างดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยในอัตราส่วนเป็น 4CC ต่อ น้ำ 1 ลิตร และหมั่นเช็คปรับสภาพความเป็นกรดของน้ำสม่ำเสมอในช่วง pH ที่ 5.5 -6.5

3.7.5 ช่วงเก็บเกี่ยว (ผักอายุ 45-50 วัน)

ช่วงนี้สามารถเก็บผักรับประทานได้ ซึ่งน้ำหนักของผักจะต้องมีอย่างน้อย 1 ขีด และก่อนเก็บผักสามารถถ่ายสารละลายทิ้งเปลี่ยนเป็นน้ำเปล่าแทนทิ้งช่วง 1–2 วัน หลังเปลี่ยน จะช่วยลดความขมของผักลงได้

รูปที่ 3.16 แปลงผักที่ได้ทำจากแบบแปลนที่ออกแบบไว้

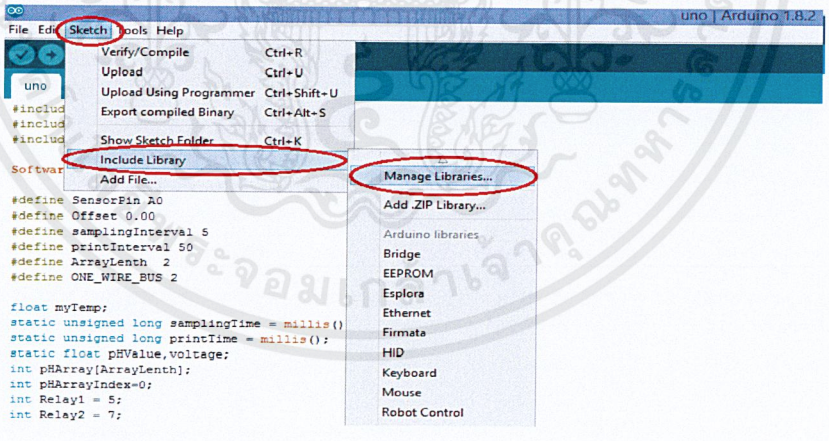
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึง การทดลองควบคุมการเติมสารและการควบคุมอุณหภูมิผ่านระบบอินเตอร์เน็ตทั้งแบบ Automatic Mode และ Manual Mode ซึ่งระบบ Automatic Mode คือการควบคุมทุกอย่างผ่านระบบอัตโนมัติ ส่วนระบบ Manual Mode คือการควบคุมทุกอย่างด้วยการสั่งการของมนุษย์ โดยใช้โปรแกรม Arduino แสดงผลจากเซนเซอร์ pH และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ที่อยู่ในถังสารละลายแล้วส่งค่าผ่านโมดูล (ESP8266) เมื่อโมดูล (ESP8266) รับค่าจากเซนเซอร์ทั้งสองชนิดแล้วจะส่งค่าไปแสดงผลยัง HTML5 นอกจากนั้นยังสามารถปรับค่าสารละลายได้จากหน้าเว็บ HTML5 โดยการสั่ง ON/OFF จากหน้าเว็บ HTML5 หลังจากนั้น HTML5 จะส่งค่าผ่านโมดูล (ESP8266) เพื่อไปควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทาง (Solenoid Valve) เมื่อวาล์วควบคุมทิศทางทำงาน (Solenoid Valve) สารละลายจะไหลลงสู่ถังและเซนเซอร์ทั้งสองชนิดจะรับค่าและส่งค่าแบบทันทีทันใดผ่านโมดูล (ESP8266) เพื่อโชว์ผลแบบทันทีทันใดบนหน้าเว็บ HTML5

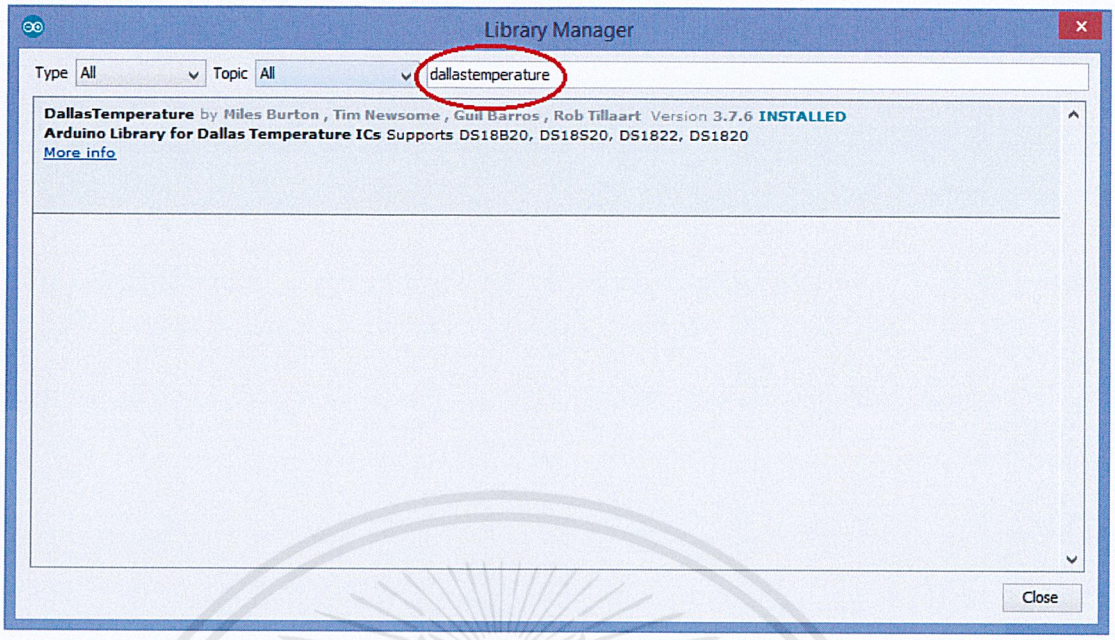
4.1 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับการใช้งานเซนเซอร์วัดค่า pH

เริ่มต้นการทดลองด้วยการนำเซนเซอร์วัด pH จุ่มลงในถังสารละลาย และดาวน์โหลด Library สำหรับเซนเซอร์วัดค่า pH ทำได้ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



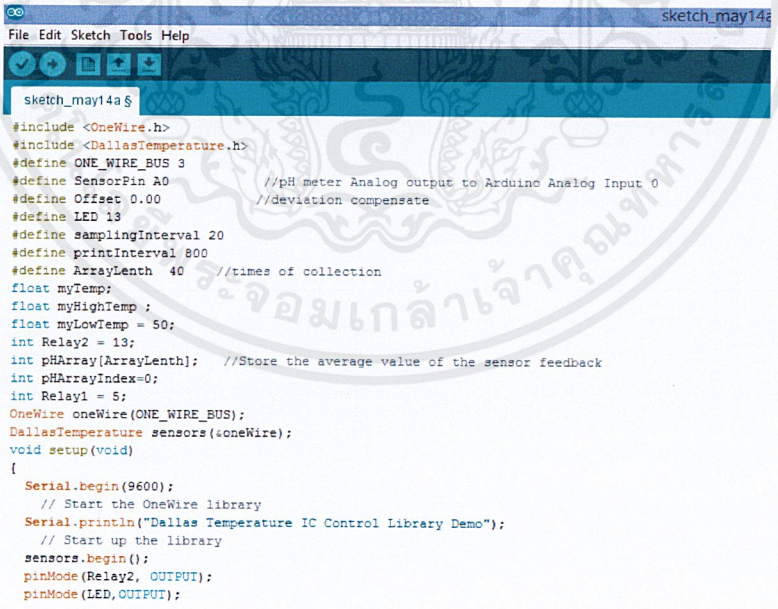
รูปที่ 4.1 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่า pH

จากนั้นจึงนำคำสั่ง Dallas Temperature มาใช้ในการเขียนคำสั่ง ซึ่งจะได้คำสั่งของโปรแกรมตามรูปที่ 4.3

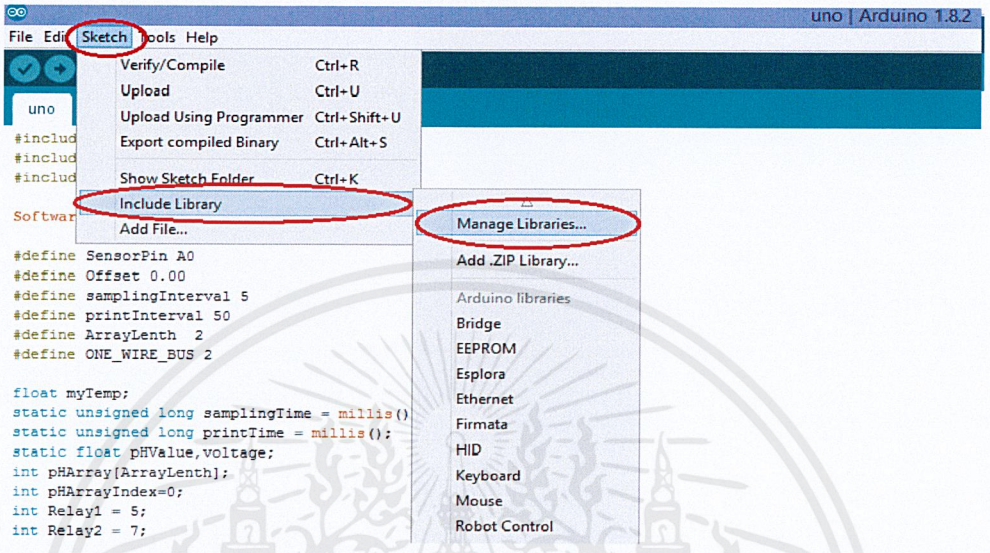


รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Library ของเซนเซอร์วัดค่า pH

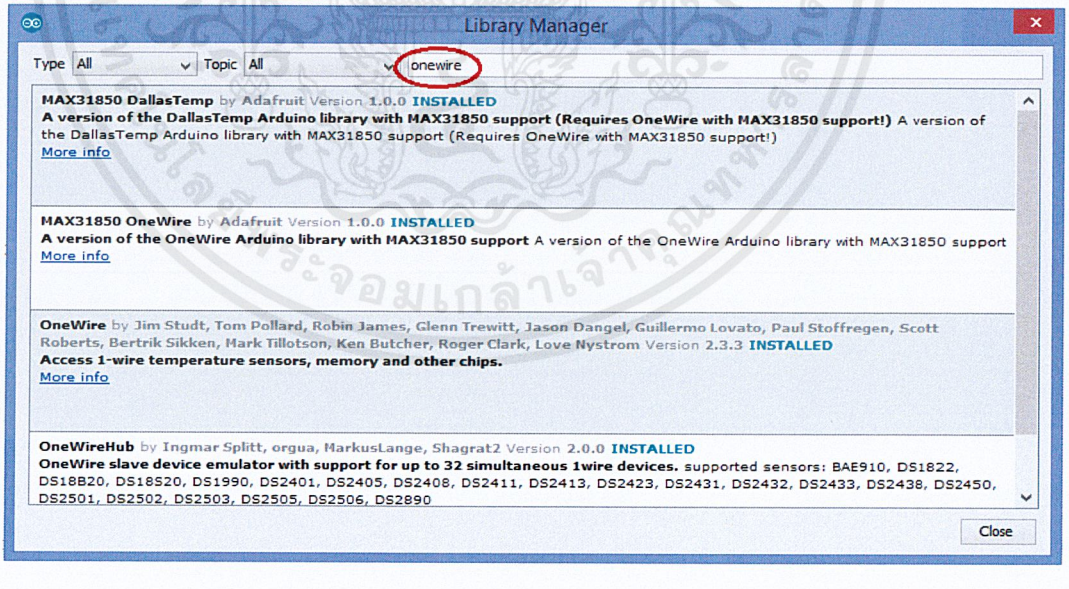
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เริ่มต้นการทดลองด้วยการนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ จุ่มลงในถังสารละลาย และดาวน์โหลด Library สำหรับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ทำได้ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ



รูปที่ 4.5 การดาวน์โหลด Library เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

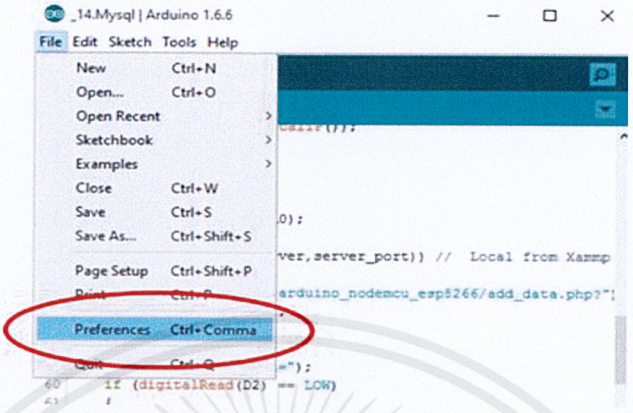
จากนั้นจึงนำคำสั่ง OneWire มาใช้ในการเขียนคำสั่ง ซึ่งจะได้คำสั่งของโปรแกรมตามรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Library ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

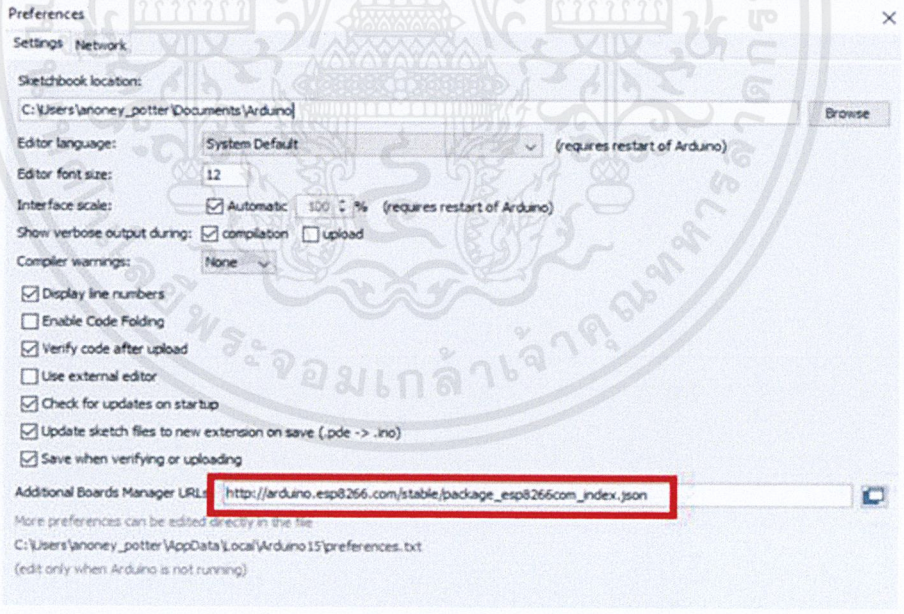
4.3 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับติดตั้งโมดูล (ESP8266)

เริ่มต้นการทดลองด้วยการติดตั้งโมดูล (ESP8266) ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การติดตั้งโมดูล (ESP8266)

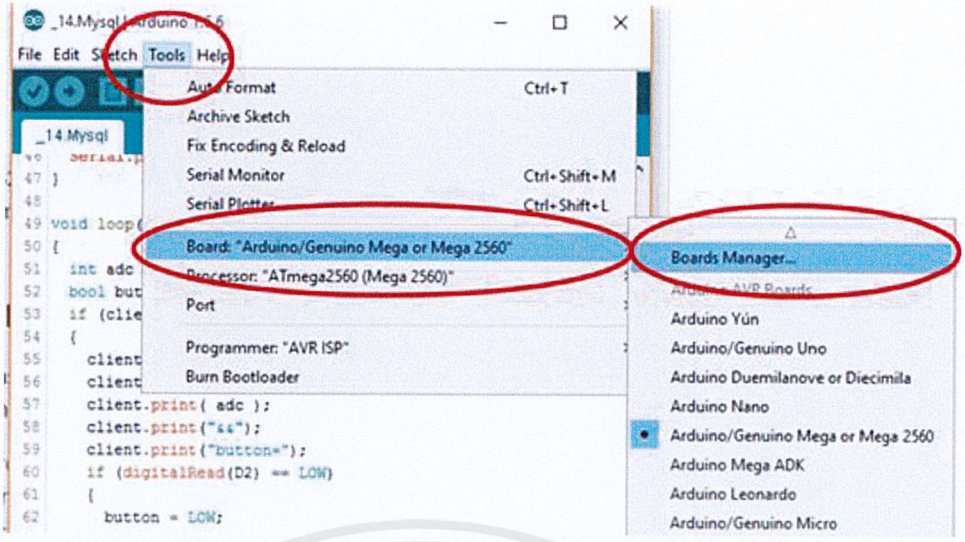
จากนั้นเพิ่ม http://arduino.esp8266/versions/2.3.0/package_esp8266com_index.json ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs ดังรูปที่ 4.8



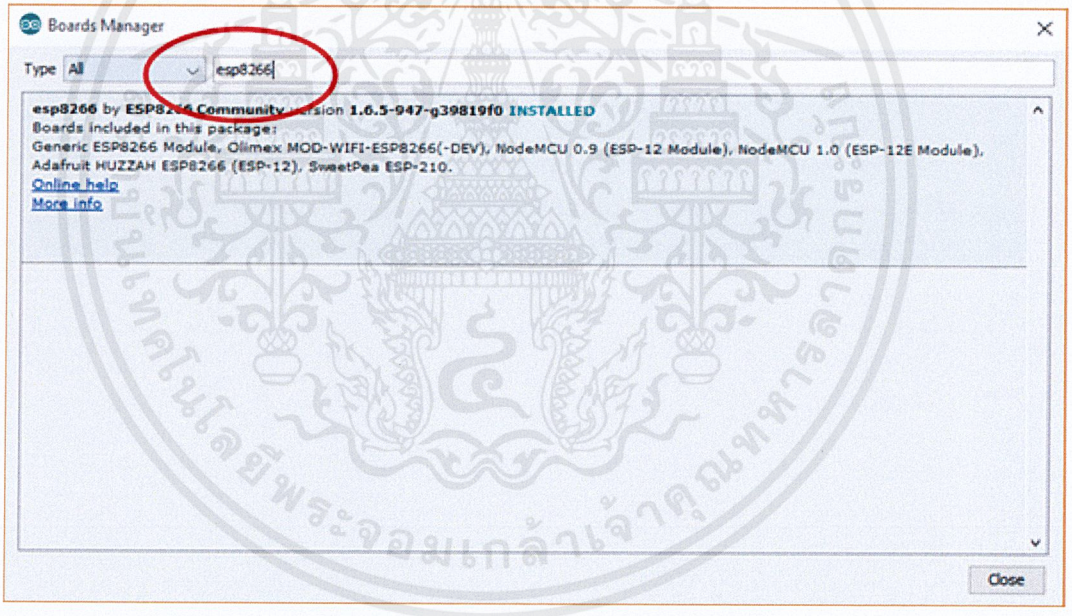
รูปที่ 4.8 การติดตั้งโมดูล (ESP8266)

จากนั้นดาวน์โหลด Library สำหรับโมดูล (ESP8266) ดังภาพรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การดาวน์โหลด Library โมดูล (ESP8266)

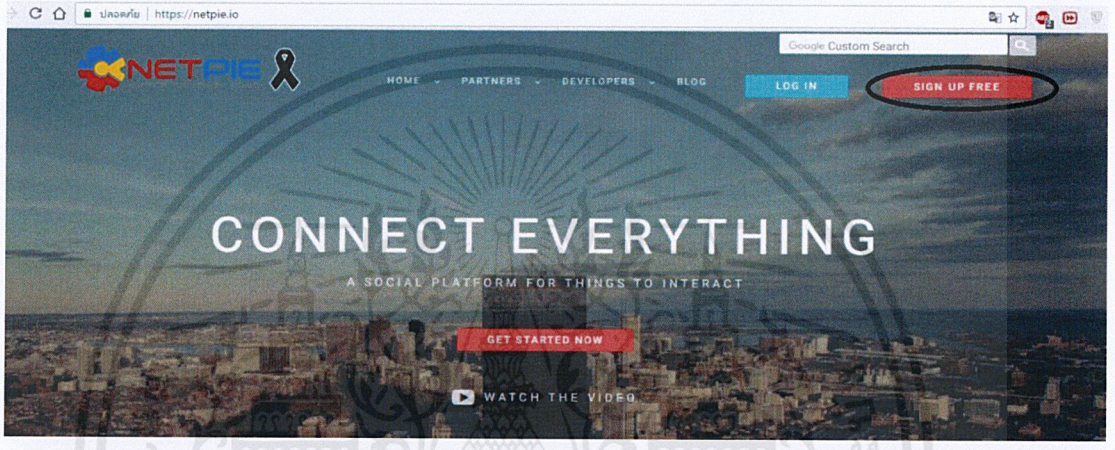


รูปที่ 4.10 การดาวน์โหลด Library โมดูล (ESP8266)

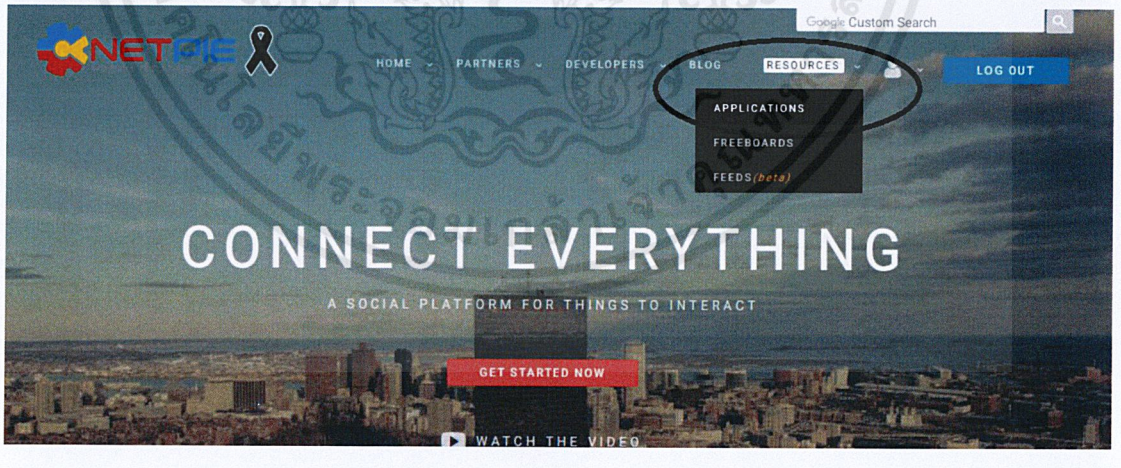
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การสร้าง NETPIE

NETPIE คือ cloud platform ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยให้เกิดการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หรือ things ในเครือข่าย IoT ซึ่งสามารถสร้าง Application ใหม่ในเว็บ netpie.io เพื่อให้ได้ Application ID, Application Key และ Application Secret โดยภายใต้แอพพลิเคชันเดียวกันนี้ ให้เลือกขอ Application Key 2 ชนิด ชนิดละ 1 Key คือ Device Key สำหรับบอร์ด NodeMCU/ESP8266 และ Session Key สำหรับเว็บ HTML5 แล้วนำชุดค่า ID, Key, Secret ไปใส่ลงในโปรแกรมในแต่ละฝั่งให้ถูกต้องดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12

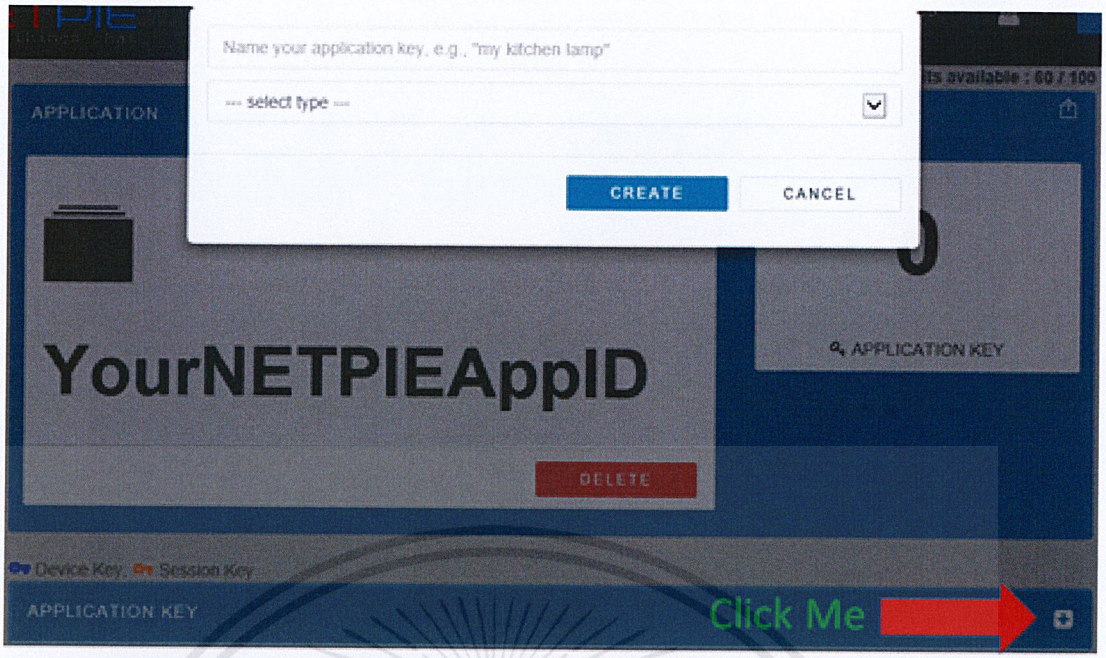


รูปที่ 4.11 การสร้างบัญชี NETPIE

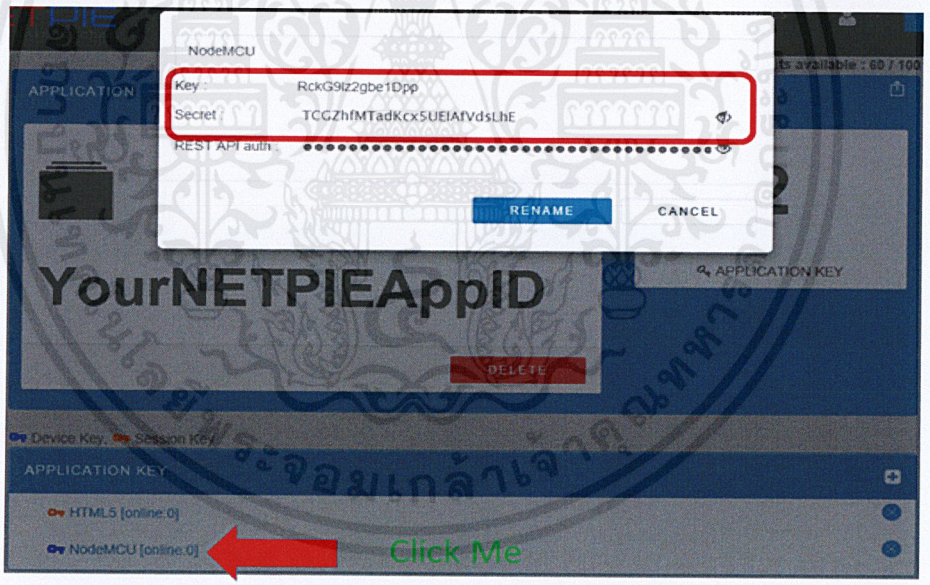


รูปที่ 4.12 การสร้างบัญชี NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

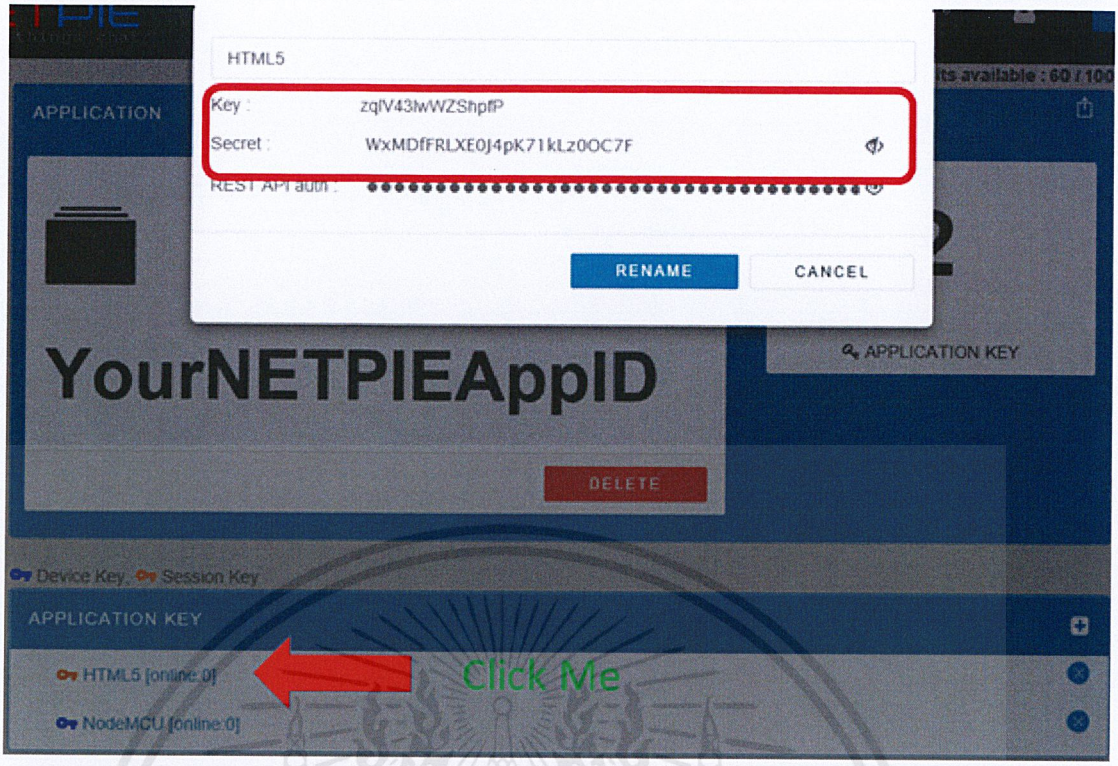


รูปที่ 4.13 การสร้างบัญชี NETPIE



รูปที่ 4.14 การสร้างบัญชี NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การสร้างบัญชี NETPIE

4.5 การทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับส่งค่าจากโมดูล (ESP8266) สู่ NETPIE

หลังจากที่ติดตั้ง Library สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยและสร้างบัญชี NETPIE เรียบร้อยแล้วนั้น จึงเข้าสู่ขั้นตอนการสื่อสารระหว่างโมดูล (ESP8266) กับการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และการเชื่อมต่อระหว่าง NETPIE กับโมดูล (ESP8266) โดยการเขียนโปรแกรมได้ดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

esp8266

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

SoftwareSerial chat(13, 15); // RX, TX

String data;
const char* ssid     = "iPhone";
const char* password = "testtest";

#define APPID       "finalProject"
#define KEY     "QGr5oO2VlIJobaU"
#define SECRET  "eE7lpu2grTQIfoH3xTXfTb5D8"

#define ALIAS   "NodeMCU1"
#define TargetWeb "DigitalOUTPUT_HTML_web"
// set pin
#define acid  16 // connect acid 16=D0
#define base 5 // connect base **ไปเปลี่ยนค่าเป็น  5 , 5=D1

WiFiClient client;
MicroGear microgear(client);
```

รูปที่ 4.16 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับอินเตอร์เน็ต

จากรูปที่ 4.16 SSID คือ ชื่อของเครือข่ายเน็ตเวิร์คที่ต้องการเชื่อมต่อ Password คือ รหัสผ่านของเครือข่ายเน็ตเวิร์คที่ต้องการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

esp8266

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

SoftwareSerial chat(13, 15); // RX, TX

String data;
const char* ssid     = "iPhone";
const char* password = "testtest";

#define APPID       "finalProject"
#define KEY      "QGr5oO2VlIJobaU"
#define SECRET  "eE71pu2grTQIfoH3xIXfTb5D8"

#define ALIAS    "NodeMCU1"
#define TargetWeb "DigitalOUTPUT_HTML_web"
// set pin
#define acid  16 // connect acid 16=D0
#define base 5 // connect base **ไปเปลี่ยนค่าเป็น  5 , 5=D1

WiFiClient client;
MicroGear microgear(client);
```

รูปที่ 4.17 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับ NETPIE

จากรูปที่ 4.17 APPID, KEY, SECRET นั้นได้มาจาก Application ที่สร้างมาจากบัญชี NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

esp8266

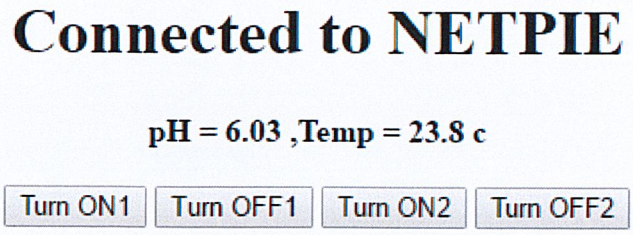
```
#include <MicroGear.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial chat(13, 15); // RX, TX

String data;
const char* ssid     = "iPhone";
const char* password = "testtest";

#define APPID       "finalProject"
#define KEY     "QGr5oO2V1IJobaU"
#define SECRET  "eE71pu2grTQIfoH3xTXfTb5D8"

#define ALIAS   "NodeMCU1"
#define TargetWeb "DigitalOUTPUT_HTML_web"
// set pin
#define acid  16 // connect acid 16=D0
#define base 5 // connect base **ไปเปลี่ยนค่าเป็น  5 , 5=D1

WiFiClient client;
MicroGear microgear(client);
```

รูปที่ 4.18 คำสั่งสำหรับการเชื่อมต่อโมดูล (ESP8266) กับ HTML5

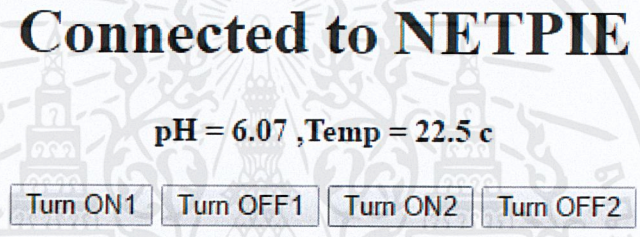
4.6 การทดลองคำสั่งผ่านหน้าเว็บ HTML5 และผลที่ได้

เมื่อเขียนโปรแกรมต่างๆ เรียบร้อยแล้วเราจึงทดลองสั่งคำสั่งและการแสดงผล จากหน้าเว็บ HTML5 ซึ่งคำสั่ง Turn ON1 คือคำสั่งสำหรับการเติมสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด และ Turn ON2 คือคำสั่งสำหรับการเติมสารที่มีฤทธิ์เป็นเบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

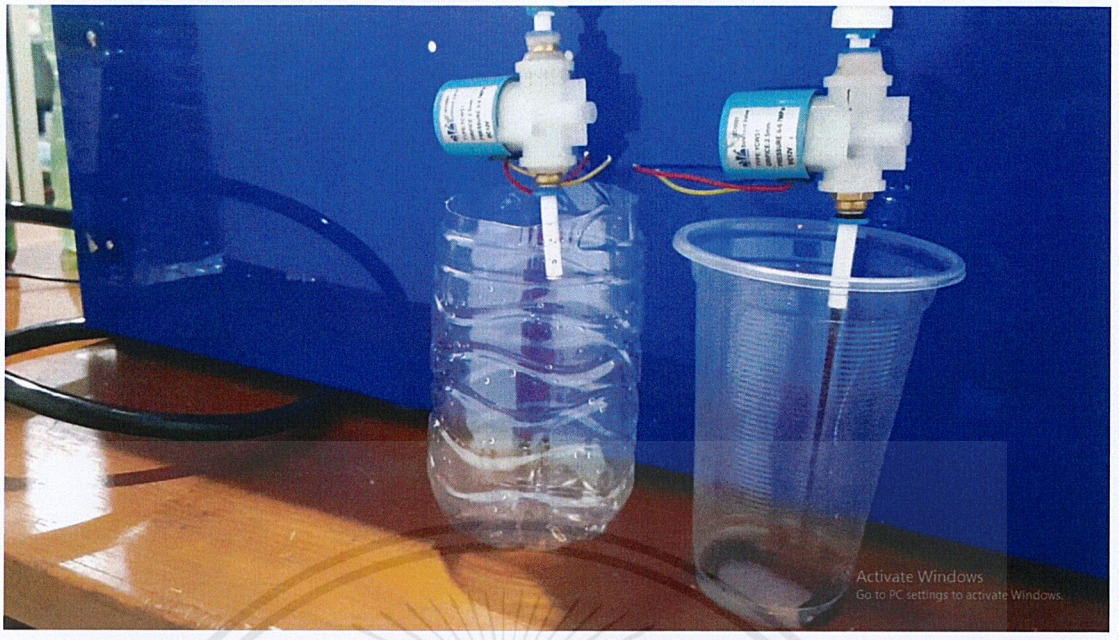


รูปที่ 4.19 การแสดงผลจริงบนหน้าเว็บ HTML5

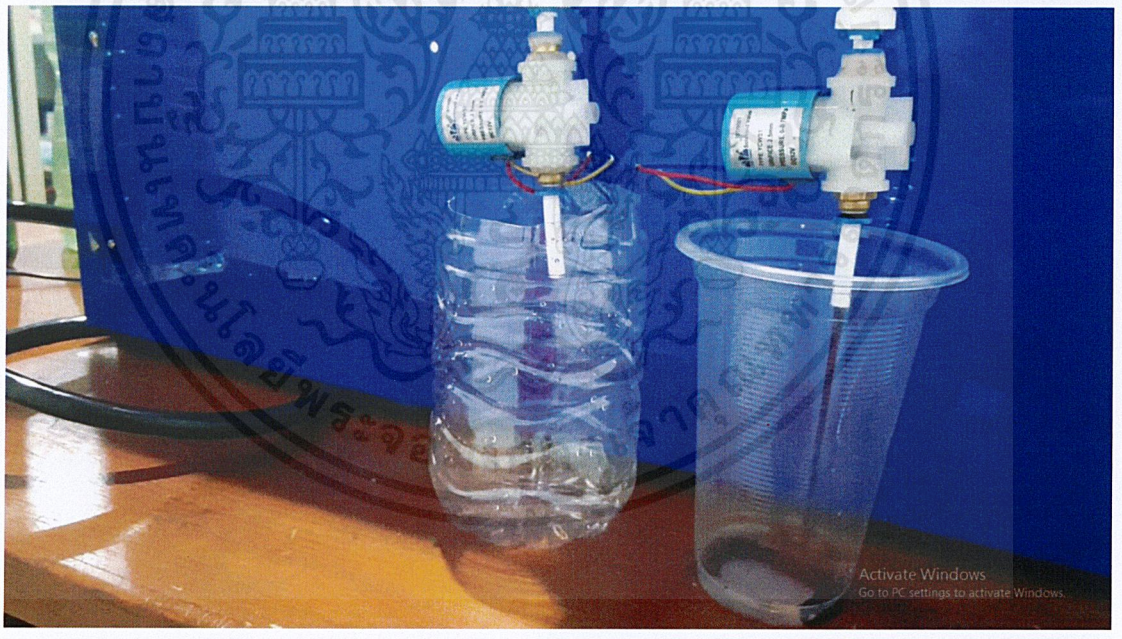


รูปที่ 4.20 การแสดงผลจริงบนหน้าเว็บ HTML5 เมื่อสั่งคำสั่ง Turn ON1 และคำสั่ง Turn ON2 ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 การแสดงผลที่ได้จริงเมื่อทดลองสั่งคำสั่ง Turn ON1 ทำงาน



รูปที่ 4.22 การแสดงผลที่ได้จริงเมื่อทดลองสั่งคำสั่ง Turn ON1 และคำสั่ง Turn ON2 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิจารณ์ผลจากการทดลอง ข้อเสนอแนะ และการสรุปผลจากการทดลอง ว่าการทดลองที่ผ่านมาได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ และการทดลองนี้ถือเป็นการทดลองที่ดีหรือไม่ อย่างไร

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อกดปุ่ม ON1 บนหน้าเว็บ HTML5 จะทำให้วาล์วโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ตัวที่ 1 ทำงานและปล่อยสารละลายที่ 1 ออกมา เมื่อกดปุ่ม OFF1 บนหน้าเว็บ HTML5 จะทำให้โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ตัวที่ 1 หยุดทำงานและหยุดปล่อยสารละลายที่ 1 เมื่อกดปุ่ม ON2 บนหน้าเว็บ HTML5 จะทำให้โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ตัวที่ 2 ทำงานและปล่อยสารละลายที่ 2 ออกมา เมื่อกดปุ่ม OFF1 บนหน้าเว็บ HTML5 จะทำให้โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ตัวที่ 2 หยุดทำงานและหยุดปล่อยสารละลายที่ 2 และเมื่อระบบเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิในน้ำสูงกว่าที่ตั้งไว้ จะทำให้หัวพ่นหมอกทำงานเพื่อลดอุณหภูมิในแปลงปลูก

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

1. ปัญหา เนื่องจากโมดูลมีการรับ-ส่งข้อมูลในชั่วขณะมากเกินไป ทำให้ในบางครั้งเมื่อสั่งคำสั่งจากหน้าเว็บ HTML5 แล้วจะมีการหน่วงเวลาจนเกิดการทำงานที่ล่าช้าของอุปกรณ์

2. ปัญหา เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ ทำให้อุปกรณ์บางชนิดหยุดทำงานชั่วขณะ หรือการทำงานได้น้อยลง

3. ปัญหา เนื่องจากสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศในที่โล่งแจ้งไม่เหมาะแก่การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์เพราะอุณหภูมิที่สูงและแสงแดดที่จัดมากเกินไป

4. ปัญหา เนื่องจากความรู้ ความสามารถที่ต้องใช้อยู่ในด้านที่ไม่ได้ศึกษามา จึงต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ที่เพิ่มมากกว่าปกติ

5. ปัญหา เนื่องจากงบประมาณที่มีจำกัด

5.3 แนวทางแก้ไข

1. ศึกษาวงจรแอมพลิฟลายเออร์เพื่อลดการรับ ส่งข้อมูลจากโมดูลสู่โมดูลในการแก้ปัญหาการหน่วงเวลา หรือทำได้โดยการเปลี่ยนโมดูลให้สามารถรองรับกับการรับส่งข้อมูลที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการแก้ปัญหากระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ ทำได้การเปลี่ยนแหล่งจ่ายให้มีกำลังทางไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น รองรับกับอุปกรณ์ในวงจรได้พอ

3. ในการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมหรือ สภาพอากาศไม่เหมาะสม ทำได้โดยการนำผ้าใบมาติดตั้งเพื่อลดการรับแสง หรือลดอุณหภูมิที่มากเกินไปในตอนกลางวัน

4. ศึกษาหรือปรึกษาแนวทางในการเขียนโปรแกรมจากอาจารย์ นักศึกษาที่ศึกษาในด้านนั้นๆ มา หรือจากสื่อการเรียนรู้ให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น

5. ทำเรื่องของงบประมาณที่เพิ่มมากขึ้นจากเดิมทั้งภาควิชาหรือทางคณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **"ท่อพีวีซี"** (Online). Available:
http://www.businessthailand2501.com [14 พฤษภาคม 2560]

[2] **"ไฮโดรโปนิกส์"** (Online). Available:
http://zen-hydroponics.blogspot.com [14 พฤษภาคม 2560]

[3] **"การประยุกต์ใช้ (IoT)"** (Online). Available:
http://iotautowatering.blogspot.com/2016/06/project-iot-hardware-engineer-sensor.html?m=1 [14 พฤษภาคม 2560]

[4] **"Smart Farm"** (Online). Available:
http://www.cmmakerclub.com/2015/06/micro/arduino-2/9A-smart-farm/
[14 พฤษภาคม 2560]

[5] **"พีเอช เซนเซอร์ (pH Sensor)"** (Online). Available:
https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)
[14 พฤษภาคม 2560]

[6] **"เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor)"** (Online). Available:
https://www.arduitronics.com/product/383/ds18b20-temperature-sensor
[14 พฤษภาคม 2560]

[7] **"Netpie"** (Online). Available:
https://netpie.gitbooks.io/nodemcu-esp8266-on-netpie/content/chapter1.html
[14 พฤษภาคม 2560]

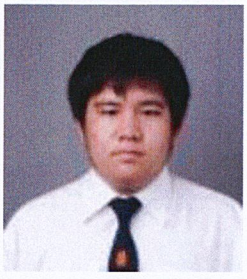
[8] **"NodeMCU"** (Online). Available:
http://thaiopensource.org [14 พฤษภาคม 2560]

[9] **"โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)"** (Online). Available:
http://www.thaiwatersystem.com/category/172 [14 พฤษภาคม 2560]

[10] **"รีเลย์ (Relay)"** (Online). Available:
http://www.thaieasyelec.net/archives/Manual/EFDV220/EFDV220_4_Channels_Relay_Quick_Start_Guide.pdf [14 พฤษภาคม 2560]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นายสหรัฐ อุดทา

เกิดวันที่ 25 กรกฎาคม 2537

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เข้าศึกษาต่อที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 1/15 หมู่8 ตำบลสระแก้ว อำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ 60150

เบอร์โทรศัพท์ : 090-992-9378

อีเมล์ : fa_saharat@windowslive.com

ความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, Solidworks, Matlab

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ : PTT Maintenance and Engineering Co.,Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย สัมพันธ์ ฆ้องเพราะ

เกิดวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2536

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง เข้าศึกษาต่อที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 57/2 หมู่ 12 ตำบลม่วงเตี้ย อำเภอวิเศษ จังหวัดอ่างทอง 14110

เบอร์โทรศัพท์ : 092-560-5221

อีเมล์ : kp.sampan@gmail.com

Facebook : sampan kongpora

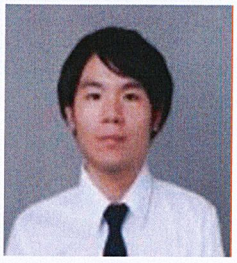
ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : MS office, AutoCAD, Solidworks,

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ : ยูนิค พลาสติก จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นาย สารัช รัตนมนูญพร

เกิดวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2537

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาต่อที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 507/189 หมู่บ้านนครไทย ซอย สาธุประดิษฐ์ 23 ถนน สาธุประดิษฐ์ แขวง ช่องนนทรี เขต ยานนาวา จังหวัด กรุงเทพมหานคร

เบอร์โทรศัพท์ : 088-870-2706

อีเมล์ : sarach.rmp@gmail.com

Facebook : earth'z remembering

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : MS office, AutoCAD, Solidworks,

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ : A.I. TECHNOLOGY CO., LTD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้