ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะ
Smart Hydroponic System

กัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ
Kansiree Thanabuljirat
ณิชาภา มีทรัพย์
Nichapa Meesap

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะ

Smart Hydroponic System

โดย

กัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ 56010056

ณิชาภา มีทรัพย์ 56010447

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว

ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะ

Smart Hydroponic System

ผู้จัดทำ นางสาวกัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ 56010056

นางสาวณิชาภา มีทรัพย์ 56010447

รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา)
อาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

คำนำ IV

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน 2

1.4 ระยะเวลาในการจัดทำ 2

บทที่ 2 แนวคิดทางทฤษฎี

2.1 ไฮโดรโปนิกส์ 4

2.2 การควบคุมค่า pH ของน้ำ 4

2.3 การควบคุมค่า EC ของน้ำ 5

2.4 อุณหภูมิและออกซิเจน 6

2.5 ระบบ NFT 7

2.6 อุปกรณ์และวงจร 7

2.6.1 Temperature Sensor 7

2.6.2 Analog pH Meter (pH Sensor) 8

2.6.3 Solenoid Valve 8

2.6.4 1-Channel Relay Module 12 V 9

2.6.5 Switching Power Supply 12 V 5 A 9

2.6.6 Arduino Mega 2560 10

2.6.7 TFT LCD module display 10

2.6.8 Float Switch Sensor 11

2.6.9 LED Grow Light 11

บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1 Block Diagram 12

3.2 การออกแบบ 13

3.2.1 Design Hydroponic System 13

3.2.2 Schematic 13

3.3 การทำงานของวงจร

3.3.1 ระบบแบบอัตโนมัติ 16

3.3.2 ระบบปรับค่าด้วยมือ 17

3.3.3 ระบบการคาริเบทพีเอชเซนเซอร์ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4 Flow chart 19
3.4.1 แผนผังการทำงานของ Pump Pressure 19
3.4.2 แผนผังการปรับค่า pH ของน้ำ 20
3.4.3 แผนผังการควบคุม Water Level 21
3.4.4 แผนผังการควบคุมหลอดไฟ 21
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
4.1 การทดลอง 22
4.1.1 การทดลองระบบอัตโนมัติ 22
4.1.2 การทดลองปรับค่าด้วยมือ 22
4.1.3 การทดลองระบบคาริเบท 22
4.2 ผลการทดลอง 23
4.2.1 ผลการทดลองระบบอัตโนมัติ 23
4.2.2 ผลการทดลองปรับค่าด้วยมือ 24
4.2.3 ผลการทดลองในระบบคาริเบท 24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง
5.1 สรุปผลการทดลอง 26
5.2 อุปสรรคและปัญหา 26
เอกสารอ้างอิง 27
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. การทดลองและโครงสร้างของระบบไฮโดรโปนิกส์ 28
ภาคผนวก ข. โค้ดบนโปรแกรม Arduino 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
4.1 แสดงการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ในระบบอัตโนมัติ 23
4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ระหว่าง pH Meter เทียบกับ Analog pH Sensor 24
4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารชนิดต่างๆ กับ Voltage 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 ระบบ NFT (Nutrient Film Technique : NFT) 7
รูปที่ 2.2 Temperature Sensor 8
รูปที่ 2.3 Analog pH Meter (pH Sensor) 8
รูปที่ 2.4 Solenoid Valve 8
รูปที่ 2.5 Relay Module 9
รูปที่ 2.6 Switching Power Supply 9
รูปที่ 2.7 Arduino Mega 2560 10
รูปที่ 2.8 TFT LCD module display 10
รูปที่ 2.9 Float Switch Sensor 11
รูปที่ 2.10 LED Grow Light 11
รูปที่ 3.1 Block Diagram ของระบบไฮโดรโปนิกส์ 12
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของระบบไฮโดรโปนิกส์ 13
รูปที่ 3.3 วงจรรวม 13
รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมอุณหภูมิ 14
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมหลอดไฟ 14
รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมค่าความเป็นกรดเบส 15
รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมระดับน้ำ 15
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 16
รูปที่ 3.9 จอ LCD แสดงหน้าต่างในการเลือกปลูกผัก 17
รูปที่ 3.10 จอ LCD แสดงหน้าต่างค่าอุณหภูมิ ค่าพีเอช และค่าระดับน้ำในถังสารละลาย 17
รูปที่ 3.11 จอ LCD แสดงหน้าต่างระบบแมนนวล 18
รูปที่ 3.12 จอ LCD แสดงหน้าต่างระบบคาริเบท 18
รูปที่ 3.13 แผนผังการควบคุมการทำงานของ Pressure Pump 19
รูปที่ 3.14 ค่าอุณหภูมิที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจน 19
รูปที่ 3.15 แผนผังการควบคุมค่าpHของน้ำ 20
รูปที่ 3.16 แสดงค่า pH ที่พืชแต่ละชนิดต้องการ 20
รูปที่ 3.17 แผนผังควบคุม Water Level 21
รูปที่ 3.18 แผนผังควบคุม LED 21
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ที่ได้จาก pH meter เทียบกับ Analog pH sensor 24
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของค่า pH เทียบกับ Voltage 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะ
นักศึกษา	นางสาวณิชาภา มีทรัพย์ รหัสประจำตัว 56010447
	นางสาวกัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ รหัสประจำตัว 56010056
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว, ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อออกแบบระบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งเป็นระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยควบคุมการจ่ายน้ำและสารอาหารแบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่ทำหน้าที่ประมวลผลค่า pH ค่าอุณหภูมิของน้ำ และระดับน้ำจากเซ็นเซอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino MEGA 2560) ซึ่งการควบคุมค่าพีเอชจะใช้โซลินอยด์วาล์วในการปล่อยกรดและเบสสำหรับการควบคุมค่าความเป็นกรดเบส ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ มีการใช้สเปรย์หมอกในการลดอุณหภูมิ เมื่อค่าอุณหภูมิมีค่าสูงเกินช่วงที่กำหนด และควบคุมระดับน้ำจากเซนเซอร์ลูกลอยไฟฟ้า เมื่อพืชดูดน้ำไปใช้ทำให้น้ำในถังสารอาหารลดลง จะมีปั๊มดูดน้ำจากอีกถังเข้ามาเติมให้ระดับน้ำเท่าเดิม อีกทั้งมีการให้แสงที่มีช่วงแสงใกล้เคียงกับแสงในธรรมชาติมาช่วยในการเจริญเติบโตของพืช ในกรณีที่พื้นที่ในการปลูกพืชนั้นได้รับแสงจากธรรมชาติไม่เพียงพอ มีการแสดงค่าผ่านจอทัชสกรีน(TFT) ซึ่งสามารถเลือกแบบอัตโนมัติ หรือแบบปรับค่าด้วยมือได้ โดยในแบบอัตโนมัติ เราออกแบบให้สามารถเลือกปลูกพืชได้ 3 ชนิด คือ 1. ผักสลัด 2. ผักกะหล่ำปลี 3. ผักกาดหอม ในส่วนของแบบปรับค่าด้วยมือ เราสามารถปรับกรดหรือเบส และสามารถควบคุมสเปรย์หมอกได้เอง ในทั้งสองแบบจะแสดงค่าความเป็นกรดเบส และอุณหภูมิในขณะนั้นๆ ระบบไฮโดรโปนิกส์อัจฉริยะนี้เป็นการจำลองการปลูกพืชไร้ดินเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในทางเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Smart Hydroponic System	
Student	Miss. Nichapa Meesap	Student ID 56010447
	Miss. Kansiree Thanabuljirat	Student ID 56010056
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2016	
Project Advisor	Dr. Yuttana Kitjaidure, Dr. Wibul Piyawattanametha	

ABSTRACT

This project is a microcontroller application designed for autometically control water distribution, amount of mineral in water and temperature to Hydroponics system. The system processes data from a pH sensor, temperature of water and water level. These data are sent to the microcontroller board (Arduino MEGA 2560). Then, the microcontroller will control solenoid valves, pressure pump, water pump and light for the plant growth. LCD touchscreen provides the status of the temperature, pH value and water level. In addition, the system can operate in two modes. In auto mode, we design to have three kinds of plants, Salad, Lettuce and Cabbage. The manual mode allows the user to adjust pH values and temperature for the specific plants. This smart hydroponics system is the model of the plant growth without soil utilized in agriculture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานเรื่องระบบไฮโดรโบนิกส์อัจฉริยะ (Smart Hydroponic System) นี้เสร็จสมบูรณ์ลงในส่วนหนึ่งได้นั้นกลุ่มของข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว และดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา ที่คอยชี้แนะให้ความรู้เกี่ยวกับวงจร ให้คำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับข้อบกพร่องและการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมถึงสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน อีกทั้งคณะอาจารย์ทุกท่านที่เกี่ยวข้องในการให้ความรู้แก่คณะผู้จัดทำและนำความรู้นั้นมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่ช่วยเหลือในเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆ อีกทั้งยังคอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอรวมทั้งเพื่อนๆ วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ยืมอุปกรณ์ รวมถึงให้คำแนะนำดีๆ

ณิชาภา มีทรัพย์
กัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการทำโครงงาน โดยเนื้อหาจะกล่าวถึงทฤษฎี ขั้นตอนในการออกแบบระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ โดยประกอบไปด้วยส่วนของ Hardware คือ โครงปลูกผักในระบบ NFT และวงจรควบคุมปัจจัยในการปลูกพืชอัตโนมัติได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ, ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ, ระดับน้ำ และหลอดไฟ LED ที่ใช้สำหรับปลูกพืช ในส่วนของ Software ใช้โปรแกรม Arduino ในการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ เพื่อแสดงค่า pH, Temperature และระดับน้ำ ผ่านทางจอ TFT LCD Module สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีความสนใจอย่างสูงสุด

ณิชาภา มีทรัพย์
กัณฑ์สิรี ธนบูลย์จิรัฐ
ผู้จัดทำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ไฮโดรโปนิกส์ เป็นทางเลือกหนึ่งของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินแต่สามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอของผลผลิตสูง สามารถวางแผนการปลูก กำหนดปริมาณการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมาย หรือความต้องการของตลาดได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ให้แก่พืชได้อย่างเหมาะสม ทำให้ปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่อง สำหรับประเทศไทยมีความเป็นไปได้ที่จะนำวิธีการปลูกพืชแบบนี้มาใช้ทำให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่ไม่มีดินหรือดินมีปัญหา บริเวณรอบ ๆ เมืองใหญ่ มีคนอาศัยอยู่หนาแน่น เพราะการปลูกแบบนี้จะใช้พื้นที่น้อยแต่ให้ผลผลิตมาก จะเลือกปลูกพืชชนิดใดต้องศึกษาความต้องการของตลาดก่อน ความต้องการผลผลิตเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศ หรือต้องการผลิตเพื่อส่งออกไปขายที่ต่างประเทศ จะผลิตพืชผัก ไม้ดอกหรือไม้ประดับ ควรจะเป็นพืชที่มีราคาแพงหรือให้ผลตอบแทนสูงถ้าทำเป็นการค้า เมื่อเลือกชนิดพืชที่มีตลาดรองรับแน่นอนแล้ว จึงเลือกระบบการปลูกที่เหมาะสม ควรเป็นระบบที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก วัสดุอุปกรณ์หาได้ภายในประเทศเพื่อลดต้นทุน จากการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องของผู้เขียนและคณะตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นโดยมีจุดเริ่มที่แปลงทดลองในบริเวณสวนจิตรลดาซึ่งเป็นโครงการในพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจโดยเฉพาะได้รูปแบบการปลูกผักชนิดต่าง ๆ เช่น ผักบุ้ง คะน้า กวางตุ้ง ผักกาดหอม คื่นฉ่าย และผักชี ปัจจุบันมีการขยายผลระบบการปลูกไปยังโครงการหลวงที่จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรที่จังหวัดราชบุรี จังหวัดอยุธยา และจังหวัดเลยปลูกคื่นฉ่ายและผักสลัดชนิดต่าง ๆ ใช้ชื่อว่าผักปลูกในน้ำ หรือผักไฮโดร (สลัดแก้ว) ผักกาดหวานไฮโดร (สลัดคอส) การลงทุนคิดเป็นพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตรประมาณ 600 บาท ตามภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามไม่มีระบบไหนจะสมบูรณ์ที่สุด ยังต้องมีการพัฒนาต่อไป เพื่อให้ได้ระบบการปลูกที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดในสภาพภูมิอากาศของบ้านเรา ทั้งนี้ต้องไม่ลืมว่าหัวใจสำคัญของการปลูกพืชเป็นการค้าคือ ต้องมีผู้ซื้อหรือมีตลาดที่แน่นอน ผู้ซื้อและผู้ขายต้องมีความซื่อสัตย์ มีคุณธรรม ไม่เอาเปรียบกันในเรื่องราคาผลผลิต ถ้าทำได้เช่นนี้ทุกฝ่ายก็จะได้รับผลประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีนี้ร่วมกันสืบไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาทางเลือกใหม่ในการปลูกพืชไร้ดิน

1.2.2 ลดปัญหาเกี่ยวกับข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ในการทำเกษตรและลดการใช้สารเคมีในพืช

1.2.3 ศึกษาการทำงานของ pH Sensor, Temperature Sensor และ Floatswitch Sensor เพื่อส่งข้อมูลให้ Arduino Mega2560

1.2.4 เรียนรู้การใช้ Arduino Mega2560 เป็น Microcontroller เพื่อควบคุมระบบการทำงานของ Hydroponic System

1.2.5 ศึกษาการ Balance process ภายในระบบให้ควบคุมแบบอัตโนมัติ

1.2.6 ทดลองปลูกพืชและบันทึกผลการเจริญเติบโต

1.3 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน

ศึกษาการปลูกพืชแบบไร้ดิน (ระบบไฮโดรโปรนิกส์) รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ค่า pH ในน้ำ, ค่าอุณหภูมิในน้ำที่เหมาะสม, ความเข้มแสงที่พืชต้องการ และการรักษาระดับน้ำในถังสารอาหาร เพื่อทำการควบคุมปัจจัยเหล่านี้โดยทำเป็นระบบอัตโนมัติที่ใช้ Arduino Mega2560 ในการควบคุมการทำงานของระบบเพื่อปรับค่า pH, อุณหภูมิ, ความเข้มแสงและระดับน้ำ ให้ได้ค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้วทำการทดลองปลูกพืชและเก็บผลการเจริญเติบโตของพืช

1.4 ระยะเวลาในการจัดทำ

ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม 2559 ถึง 17 เมษายน 2560

กิจกรรม	ปี 2559			
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
1. กำหนดหัวข้อโครงงาน				
2. หาข้อมูลของโครงงาน				
3. วางแผนและออกแบบการทำงาน				
4. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำงาน				
5. ทำโครงงาน				
6. ทดสอบและปรับปรุงโครงงาน				
7. บันทึกผลการทดลองและจัดทำรายงาน				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรม	ปี 2560			
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
1. ทำโครงสร้างของอุปกรณ์				
2. แก้ไขและพัฒนาระบบให้ดีขึ้น				
3. นำวงจรทั้งหมดลงกล่องคอนโทรลเลอร์และติดตั้งอุปกรณ์				
4. ทดสอบการทำงานของระบบ				
5. ปลูกพืชและเก็บผลการเจริญเติบโต				
6. บันทึกผลและจัดทำรายงาน				

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดทางทฤษฎี

2.1 ไฮโดรโปนิกส์

ไฮโดรโปนิกส์คือการปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืช ทดแทนการปลูกพืชในดิน ที่เราใช้ในการปลูกพืชในการเกษตรทั่วไป คำว่า ไฮโดรพอนิกส์ (hydroponics) เป็นคำผสมระหว่างคำ 3 คำ คือ ไฮโดร (hydro) หมายถึง น้ำ โพโนส (ponos) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก หมายถึง การทำงาน และอิกส์ (ics) หมายถึงศาสตร์หรือศิลปะ ซึ่งเมื่อรวมคำทั้ง 3 คำเข้าด้วยกัน จึงมีความหมายตามรูปศัพท์ว่า ศาสตร์หรือศิลปะว่าด้วยการทำงานของน้ำ ปัจจุบันการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์มีเทคนิคที่คิดค้นใหม่ๆ หลากหลายรูปแบบ มิได้จำกัดอยู่เฉพาะการปลูกพืชในน้ำ (water culture) เท่านั้น บางกรณีมีการใช้วัสดุปลูก (substrate) ทดแทนดินทั้งหมด และรดด้วยสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งเรามักเรียกว่า ซับส์เทรต คัลเจอร์ (substrate culture) หรือมีเดีย คัลเจอร์ (media culture) หรือแอกกรีเกตไฮโดรพอนิกส์ (aggregate hydroponics) เทคนิคดังกล่าวนิยมเรียกว่า การปลูกโดยไม่ใช้ดิน หรือการปลูกพืชไร้ดิน (soilless culture) ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าเทคนิคการปลูกพืชในน้ำก็ดี หรือการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์รูปแบบอื่นๆ ก็ดี บางครั้งอาจเรียกรวมๆ ว่า soilless culture แทนคำว่า hydroponics ก็ได้

การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์คือการปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืช ทดแทนการปลูกพืชผลการเกษตรทั่วไป ซึ่งจำเป็นต้องมีการควบคุมค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลว (EC) และค่า pH ของสารละลายเพื่อให้พืชสามารถใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารได้อย่างครบถ้วนในทุกฤดูกาล

2.2 การควบคุมค่า pH ของน้ำ

ค่า pH ในความหมายของการปลูกพืชไร้ดิน คือค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย (น้ำผสมธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืช) โดยค่า pH จะมีช่วงการวัดอยู่ที่ 1 - 14 โดยจะนับค่าที่ 7 เป็นกลาง กล่าวคือ หากวัดค่าได้ต่ำกว่า 7 แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นกรด หากวัดได้สูงกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าเป็นเบส สำหรับการปลูกพืชด้วยน้ำนั้นค่า pH มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอาหารที่ใช้เลี้ยงพืช โดยธรรมชาติน้ำที่มีความเป็นกรดจะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายตัวได้ดีและพืชสามารถดูดซึมไปใช้งานได้อย่างสะดวก แต่ถ้าหากน้ำที่ใช้ผสมธาตุอาหารพืชมีความเป็นเบสสูงจะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้

ดังนั้น การปรับค่า pH ผู้ปลูกจะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุการปลูกและชนิดของพืชนั้นๆ ด้วย โดยปกติค่า pH ที่ใช้ในการปลูกพืชจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 - 7.0 แต่ค่าที่ดีที่สุดต่อการละลายตัวของธาตุอาหารพืชจะอยู่ที่ 5.8 - 6.3

การลดค่า pH นิยมใช้ กรดไนตริก (Nitric Acid) มีสูตรทางเคมี คือ HNO_3 ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย เป็นไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช และกรดที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่งคือ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) มีสูตรทางเคมี คือ H_3PO_4 ซึ่งกรดชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย เป็นฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน การใช้กรดทั้ง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ประโยชน์ด้านการค้า

สองชนิดนี้จึงมีผลพลอยได้จากการปรับลดค่า pH แล้วยังได้ธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้นมาในระบบอีกด้วย การเพิ่มค่า pH นิยมใช้ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (Potassium Carbonate) หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide) ซึ่งเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำจะแตกตัวเป็นอนุมูลย่อย ได้โพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืชเช่นกัน

ข้อควรระวังในการปรับค่า pH ค่อยปรับด้วยความระมัดระวัง และค่อยปรับลดลง อย่าปรับค่า pH ให้ต่ำกว่า 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

2.3 การควบคุมค่า EC ของน้ำ

ค่า EC คือ ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลว ในการปลูกไฮโดรโพนิกส์หมายถึงปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในของเหลว โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าต่ำหรือมีค่าเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีการเติมสารละลายต่างๆ ลงในในน้ำนั้นจะทำให้ค่าสารละลาย หรือค่านำกระแสไฟฟ้าในน้ำนั้นๆ สูงขึ้นด้วยพืชแต่ละชนิดจะมีความต้านทานต่อค่า EC หรือ (ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช) ที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์, อายุของพืช และสภาพแวดล้อมในการปลูกขณะนั้นด้วย หากเราใช้ค่า EC ไม่เหมาะสมกับพืช แล้วจะทำให้พืชนั้นเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ หรือขาดความสมบูรณ์ได้ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่า EC คือ

1. ชนิดและสายพันธุ์พืช กล่าวคือ พืชต้องอาศัยการคายน้ำทางใบเพื่อให้เกิดแรงดันที่รากพืชเพื่อให้น้ำที่ผสมธาตุอาหารซึมผ่านจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ หากค่า EC สูงกว่าค่ามาตรฐาน ของพืชชนิดนั้นๆพืชจะไม่สามารถนำพาน้ำที่มีธาตุอาหารไปยังส่วนต่างๆของพืชได้ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดี และเกิดขาดธาตุอาหารต่างๆ ได้

2. อายุของพืช กล่าวคือ พืชในแต่ละช่วงอายุจะมี การใช้ธาตุอาหารไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงของการเจริญเติบโต ดังนี้

2.1 ช่วงต้นกล้า : ช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต เมื่อพืชงอกออกจากเมล็ดพืชจะใช้พลังงานและอาหารจากใบเลี้ยงเป็นหลัก ทำให้การกำหนดค่า EC ในช่วงสัปดาห์แรกนี้จะอยู่ที่ประมาณ 30 - 50 % ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในสัปดาห์ต่อไป

2.2 ช่วงเจริญเติบโต : ช่วงสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป ช่วงนี้เป็นช่วงที่พืชต้องการใช้พลังงานและธาตุอาหารสูงมาก เพื่อใช้ในการสร้างส่วนต่างๆ ของใบ, ลำต้น, ดอก โดยจะใช้ธาตุอาหารประมาณ 80 - 100% ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ

2.3 ช่วงขยายพันธุ์ : เป็นช่วงที่พืชผ่านการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่มาแล้วพืชได้ทำการสะสมอาหารและพลังงานมาไว้อย่างเต็มที่แล้ว พืชจะเริ่มใช้ธาตุอาหารใหม่น้อยลง โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 50 - 70% ของค่า EC ในพืชชนิดนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สภาพอากาศและฤดูกาล หากช่วงเวลาดังกล่าวมีปัจจัยที่ทำให้พืชต้องคายน้ำสูง เช่น แสงแดดจัด, อากาศร้อน พืชจำเป็นต้องมีการดูดซึมน้ำมากขึ้นเพื่อนำมาชดเชยน้ำที่สูญเสียไป หากมีการใช้ค่า EC ที่สูง ในช่วงเวลาดังกล่าวแล้ว พืชจะนำน้ำไปชดเชยน้ำที่เสียไปได้ลำบาก เราจึงเห็นพืชเหี่ยวเฉาในช่วงเวลาที่อากาศร้อนและแสงแดดจัด ดังนั้นช่วงเวลาที่อากาศร้อนมากๆ และแสงแดดแรงเกินไปเราต้องปรับลดค่า EC ลง พร้อมกับลดกิจกรรมการคายน้ำของพืชลง เช่น พรางแสง, สเปรย์น้ำ เพื่อลดอุณหภูมิลง

ค่ามาตรฐานสำหรับน้ำที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ จะต้องมีค่าเริ่มต้นก่อนใส่ปุ๋ยไม่เกิน 0.3 ms/cm หากค่าเกินจะทำให้มีข้อจำกัดในการใส่ธาตุอาหารพืช (ใส่ธาตุอาหารพืชได้น้อยลง) เพราะกังวลว่าค่า EC จะเกินกว่าที่พืชนั้นๆ จะรับได้ จนกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ น้ำที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้ในการปลูกพืชไฮโดรฯ ได้แก่ น้ำฝน, น้ำประปาส่วนภูมิภาคและประปานครหลวง ฯลฯ เนื่องจากมีค่า EC ต่ำและเป็นแหล่งน้ำที่ประหยัด ส่วนน้ำที่ไม่แนะนำมาใช้ในการปลูก เช่น น้ำบาดาล เนื่องจากส่วนใหญ่น้ำบาดาล จะมีค่า EC สูง แล้วยังมี แคลเซียมคาบอเนต (หินปูน) สาเหตุของความกระด้างในน้ำ ทำให้ปุ๋ยตกตะกอนได้ง่าย หากไม่สามารถหาน้ำได้จากแหล่งดังกล่าวจริงอาจจะต้องมีการบำบัด ด้วยวิธีกรองเพื่อลดค่าสารละลายในน้ำลงก่อนเพื่อให้มีค่า EC อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกพืชได้ โดยวิธีการกรองต้องใช้เครื่องกรองที่สามารถกรองสารละลายในน้ำได้ เช่น ระบบกรอง Reverse Osmosis (R.O.) หรือการกรองด้วยระบบกรอง Softener ด้วยสารกรอง Resin เป็นต้น

2.4 อุณหภูมิและออกซิเจน

พืชจำเป็นต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)ที่มีอยู่ประมาณ 0.033เปอร์เซ็นต์ในบรรยากาศในการผลิตกลูโคส($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เริ่มต้น เหตุการณ์ที่พืชจะขาดคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปได้ยากเนื่องจากมีแหล่งคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเหลือเฟือ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานและรถยนต์ตลอดจนการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนก๊าซออกซิเจน(O_2) พืชต้องการเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ(Respiration) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมีในรูปของน้ำตาลกลูโคสและสามารถให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) ต่างๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชมักไม่มีปัญหา เพราะในบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรากพืชมักจะขาดออกซิเจน โดยเฉพาะการปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิคการปลูกด้วยสารละลาย (Water Culture หรือ Liquid Culture) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การให้ออกซิเจนแก่รากพืชจะให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งให้โดยใช้เครื่องสูบลม หรือการใช้ระบบน้ำหมุนเวียน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือดีโอ (Dissolved Oxygen: DO) ปริมาณ DO ในน้ำจะมีได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นกับ 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ, ค่า salinity และความดันบรรยากาศ

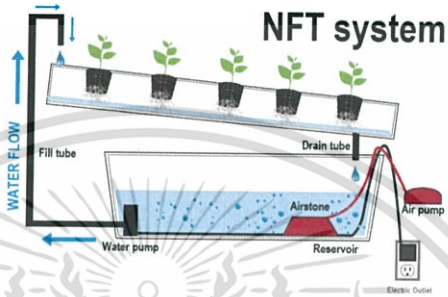
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง (น้ำเย็นจะยอมให้ออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำร้อน)

2.ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า salinity ลดลง (น้ำจืดจะยอมให้ออกซิเจนละลายได้มากกว่าน้ำเค็ม)

3.ปริมาณ DO Dissolved Oxygen จะลดลงเมื่อค่าความดันลดลง (เมื่ออยู่ในระดับที่สูงขึ้นออกซิเจนจะลายได้น้อยลง)

2.5 ระบบ NFT (Nutrient Film Technique : NFT)



รูปที่ 2.1 ระบบ NFT (Nutrient Film Technique : NFT)

ระบบ NFT คือการปล่อยให้น้ำผสมธาตุอาหารพืชไหลลงไปในรางปลูก โดยสารละลายในรางปลูกจะมีความลึกประมาณ 0.5 cm การทำเช่นนี้จะช่วยให้ราก และน้ำมีการสัมผัสกับอากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารให้มากขึ้น การปลูกแบบนี้จึงช่วยลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืชได้ดี

ข้อดีของระบบนี้ คือ ง่ายต่อการดูแลรักษา พืชจะเจริญเติบโตได้ดี เพราะก้นรางแบนราบ(แต่จะมีร่องเล็กน้อย) ทำให้การกระจายตัวของออกซิเจนที่รากดีกว่าระบบอื่นๆ

ข้อเสียที่สำคัญคือ ถ้าไฟดับจะทำให้ในรางไม่มีน้ำเลย ซึ่งถ้าไฟดับนานอาจจะทำให้พืชผักตายได้และผู้ปลูกต้องควบคุมอัตราการไหลให้เหมาะสมเมื่อผักมีรากมากขึ้น

2.6 อุปกรณ์และวงจร

2.6.1) Temperature Sensor - Waterproof (DS18B20)

ไอซี DS 18B20 ใช้แรงดันไฟเลี้ยง V_{DD} (หรือ V_{CC}) ได้ในช่วง 3.0V ถึง 5.5V มี 3 ขา (สำหรับตัวถัง TO-92) คือ Gnd (Pin 1), DQ (Pin 2), Vdd (Pin 3) ใช้งานได้สองแบบคือ normal mode (ใช้ทั้ง 3 ขา) และ parasite power mode (ใช้เพียง 2 ขา คือ DQ และ GND ในขณะที่ขา V_{DD} จะต่อกับขา Gnd) สามารถนำไอซีมาพ่วงต่อกันในบัสเดียว (เส้นสัญญาณ DQ) ได้หลายอุปกรณ์ ในการใช้งานจะต้องต่อ pull-up 4.7กิโลโอห์ม (หรือน้อยกว่าได้เล็กน้อย) ที่ขา DQ กับแรงดันไฟเลี้ยง วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 °C ถึง +125 °C มีความแม่นยำ ±0.5 °C สำหรับอุณหภูมิในช่วง -10°C ถึง +85°C มีความละเอียดของค่าที่อ่านได้ 12 บิต (Resolution)

ใช้เวลาในการแปลงข้อมูลสำหรับ ADC ไม่เกิน 750 msec (มิลลิวินาที) สำหรับข้อมูล 12 บิต

ไอซีแต่ละตัวมีหมายเลขเฉพาะตัว ขนาด 64 บิต (64-bit serial code)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 Temperature Sensor

2.6.2) Analog pH Meter (pH Sensor)

Analog pH Meter (pH Sensor) เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดความเป็น กรด-เบส ของสารละลายโดย ค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0 - 14pH output เป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5V

รูปที่ 2.3 Analog pH Meter (pH Sensor)

2.6.3) Solenoid Valve

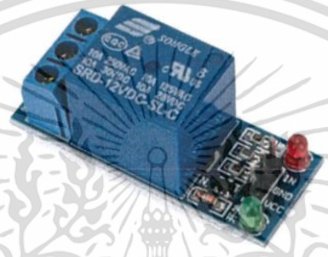
โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay)ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวเมติกส์ การปิด-เปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ

รูปที่ 2.4 Solenoid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4) 1-Channel Relay Module 12 V

หลักการคือถ้าสั่ง digitalWrite(Relay, LOW) ไฟ LED จะไม่ติดเพราะ LED ใน Optocoupler ไปต่อกับ Ground เลยไม่มีกระแสไหล ตัวรับแสงไม่ได้รับแสงจึงทำหน้าที่เป็นวงจรเปิด ส่งผลให้ไม่มีกระแสจากแหล่งจ่ายไฟไหลไปที่ Base ของ Transistor (Ib = 0) ทำให้ไม่มีกระแสที่ Collector (Ic = B x Ib = 0) และทำให้ไม่มีกระแสไปที่ Emitter (Ie = Ib + Ic = 0) และทำให้ไม่มีกระแสไปที่ขดลวดของ Relay ทำให้ Relay ไม่ทำงาน แต่พอเราสั่ง digitalWrite(Relay, HIGH) LED D1 บนบอร์ดโมดูลและ LED ใน Optocoupler U1 ก็จะติดด้วยเพราะแรงดันที่ขา IN เป็น 5V/3.3V แต่อีกด้านของ LED เป็น Ground และพอ LED ใน U1 ติดตัวรับแสงก็จะทำงาน ทีนี้ตัวรับแสงก็จะทำงานด้วย โดยทำหน้าที่ปิดวงจรและมีกระแสจากแหล่งจ่ายไฟไหลไปที่ Base และมีกระแสที่ Emitter ไหลไปที่ขดลวดของ Relay ด้วยด้วยเหตุนี้ Relay จึงทำงาน



รูปที่ 2.5 Relay Module

2.6.5) Switching Power Supply 12 V 5 A

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย

รูปที่ 2.6 Switching Power Supply 12V 5A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6) Arduino Mega 2560

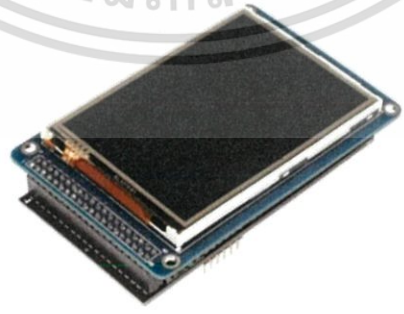
Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

รูปที่ 2.7 Arduino Mega 2560

2.6.7) TFT LCD module display

หน้าจอ TFT LCD (Thin Film Transistor) จะเป็นหน้าจอที่มีการตอบสนองต่อการแสดงผลที่ค่อนข้างไว ประมวลผลการทำงานได้รวดเร็ว ทำให้การแสดงผลมีความคมชัด และสว่างสดใสกว่าหน้าจอแบบ STN LCD ซึ่งหน้าจอแบบนี้มักจะนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ราคาแพงต่างๆ เช่น Notebook, PDA, กล้องดิจิตอล รวมถึงโทรศัพท์มือถือราคาแพงหลายรุ่น แต่ข้อเสียของหน้าจอ TFT LCD ก็คือจะใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก ทำให้แบตเตอรี่ต้องมีการประจุไฟใหม่อยู่บ่อยครั้ง หรืออาจจะต้องมีแบตเตอรี่ที่มีค่าความจุ (Ah) สูงๆ เอาไว้รองรับ



รูปที่ 2.8 TFT LCD module display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8) Float Switch Sensor

Float Switch เป็นสวิทช์ลูกลอยไฟฟ้าใช้วัดระดับน้ำหรือของเหลว Switch จะ On/Off ขึ้นอยู่กับระดับของเหลว สามารถต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่นต่อกับลำโพงให้ส่งเสียงเมื่อระดับน้ำสูงเกินหรือต่ำเกิน หรือต่อกับระบบปั๊มน้ำเพื่อให้ปั๊มทำงานหากระดับน้ำต่ำกว่าที่กำหนด และหยุดปั๊มหากระดับน้ำสูงถึงจุดที่กำหนด

รูปที่ 2.9 Float Switch Sensor

2.6.9) LED Grow Light

หลอดไฟ LED Grow Light คือหลอดไฟที่ผลิตขึ้นมาสำหรับปลูกต้นไม้โดยเฉพาะโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิต โดยนำเอาคุณสมบัติพิเศษที่เราสามารถพบได้ในตัวหลอด LED มาใช้ นั่นคือให้ตัวหลอด LED ขับเฉพาะความยาวคลื่นของแสงที่เราต้องการได้ ในกรณีนี้เราจะเลือกคลื่นแสงประมาณ 430-460 nm และ 630-660 nm เนื่องจากความยาวคลื่นแสงช่วงนี้เหมาะแก่การสังเคราะห์แสงของพืชมากที่สุด และยังช่วยในการเจริญเติบโตของพืชได้มากที่สุดอีกด้วย

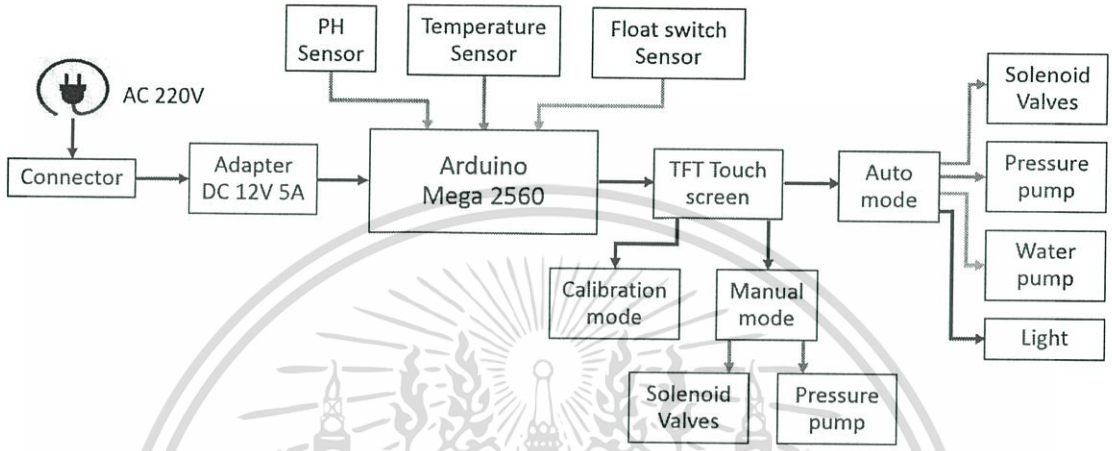
รูปที่ 2.10 LED Grow Light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1 Block Diagram



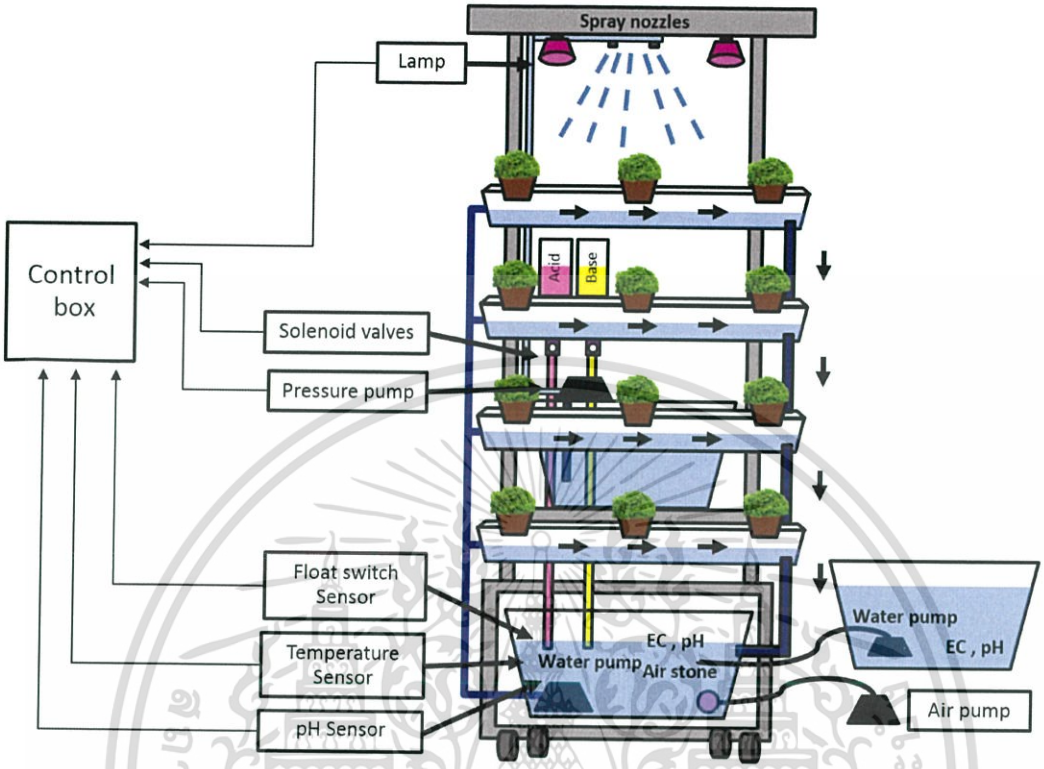
รูปที่ 3.1 Block Diagram ของระบบไฮโดรโปนิกส์

ระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่จำเป็นต้องมีปัจจัยควบคุมต่างในการเจริญเติบโตของพืชเช่น ค่าpH ในน้ำ, ค่า Electro Conductivity ของน้ำ, แสง, ระดับน้ำและอุณหภูมิ จากรูปสามารถอธิบายการทำงานของวงจรได้ว่า Arduino Mega 2560 รับค่าปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากเซ็นเซอร์ต่างๆได้แก่ pH Sensor, Temperature Sensor และ Float Switch Sensor แล้วแสดงผลผ่านทางจอ LCD สามารถเลือกการทำงานได้สามระบบคือ 1.) ระบบการคาริเบทค่าความเป็นกรดเบสสำหรับโพรบพีเอช 2.) ระบบอัตโนมัติจะสามารถควบคุมการเปิด-ปิด Solenoid Valve เพื่อปรับค่าpHในน้ำ, ควบคุมการเปิด-ปิด Pump Pressure พ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ, ควบคุม Water Pump เพื่อปรับระดับน้ำในถังสารละลาย และควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ LED Grow Light เพื่อให้แสงสว่างแก่พืช 3.) ระบบปรับค่าด้วยมือ ผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิด Solenoid Valve เพื่อปรับค่าpHในน้ำและสามารถควบคุมการเปิด-ปิด Pump Pressure พ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

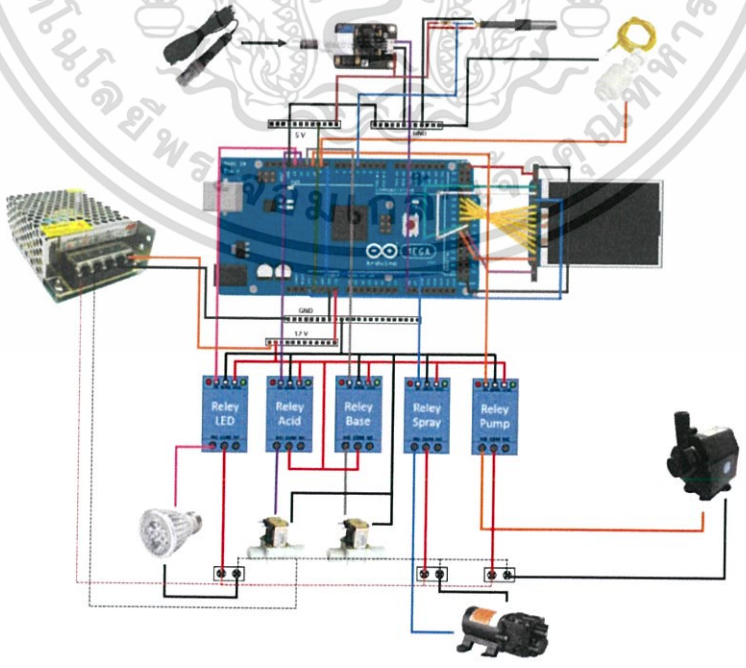
3.2 การออกแบบ

3.2.1) Design Hydroponic System



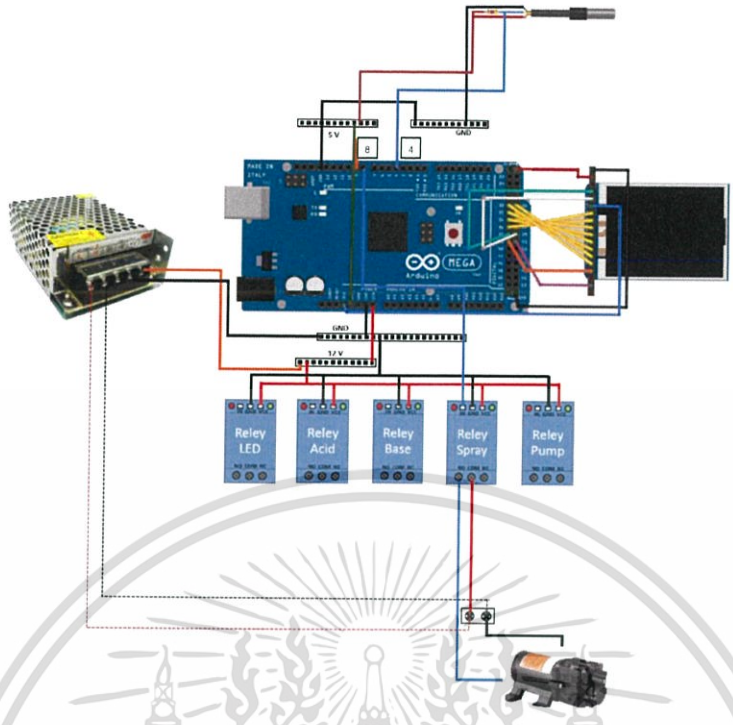
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของระบบไฮโดรโปนิกส์

3.2.2) schematic

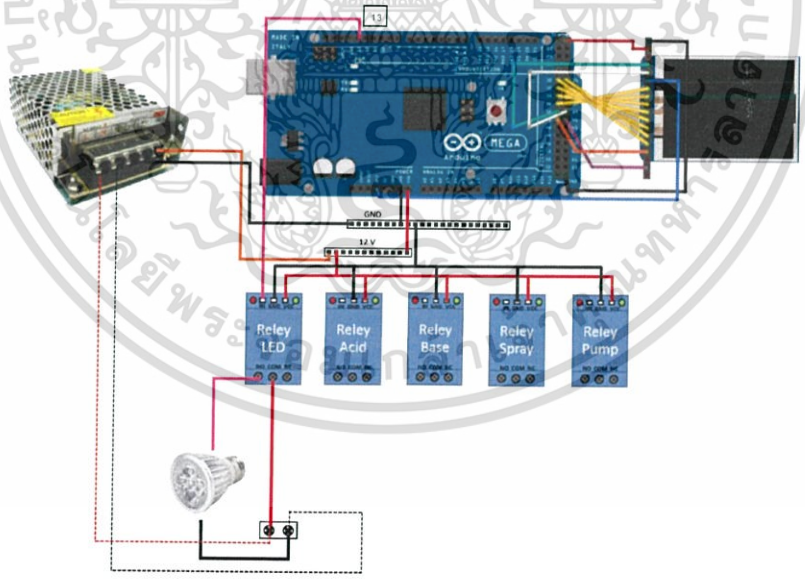


รูปที่ 3.3 วงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

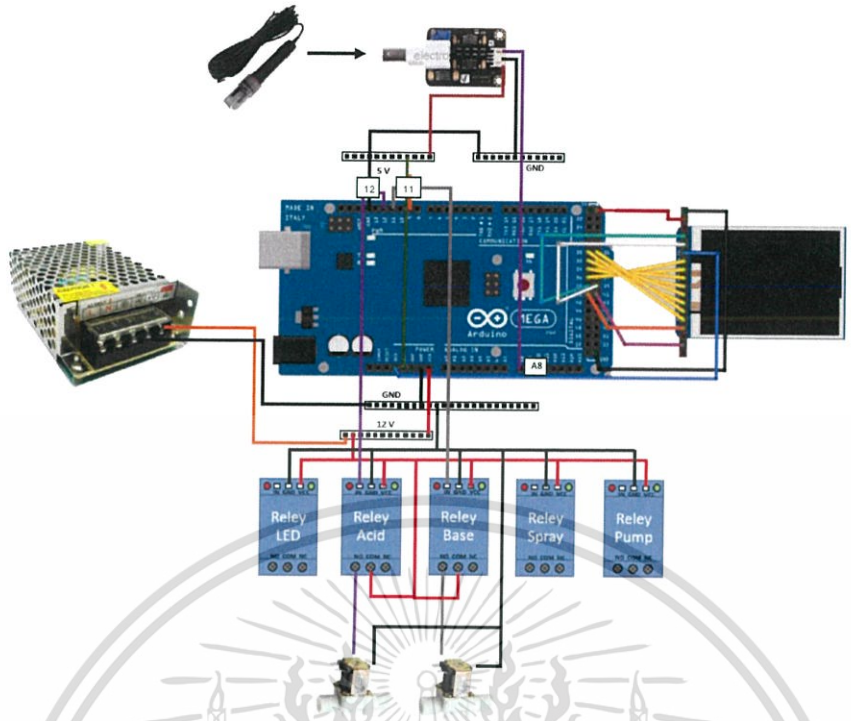


รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมอุณหภูมิ

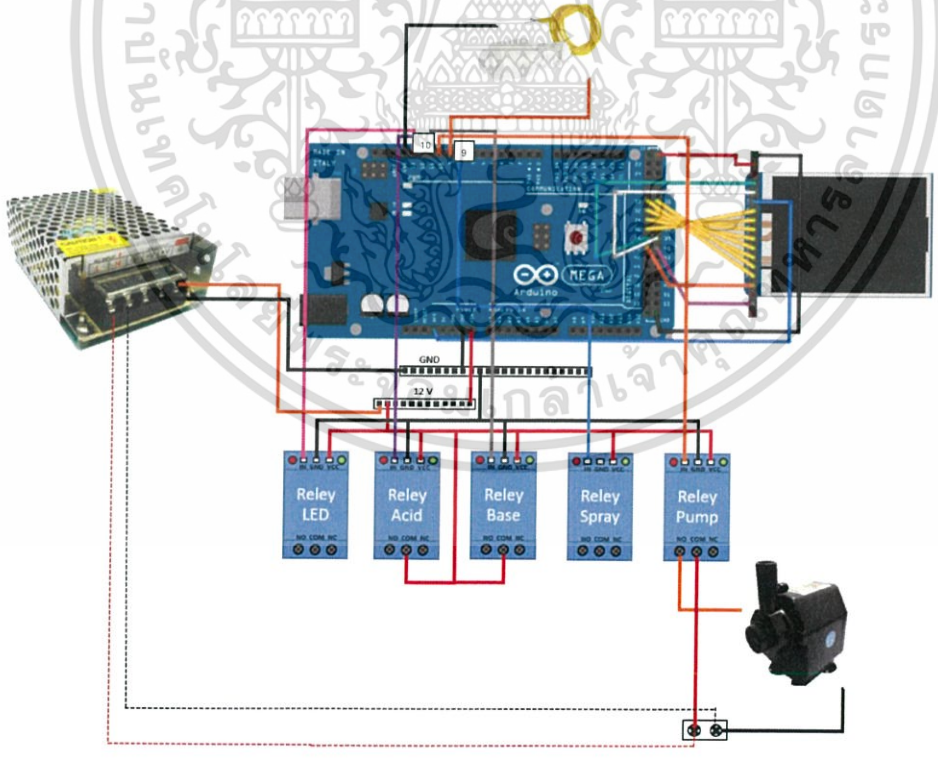


รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



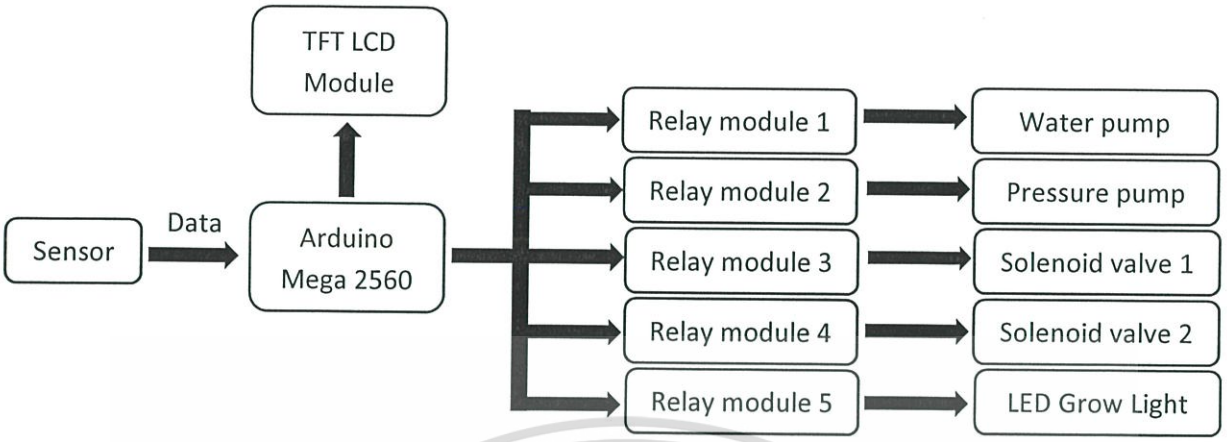
รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมค่าความเป็นกรดเบส



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานของวงจร



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

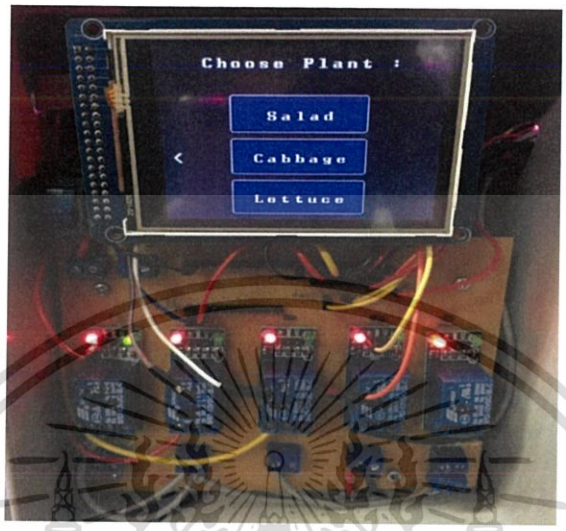
เมื่อ Arduino Mega 2560 รับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ ได้แก่ Temperature Sensor, Float Switch Sensor และ pH Sensor จะทำการประมวลผลข้อมูลและแสดงผลผ่าน TFT LCD Module โดยการทำงานนั้นสามารถเลือกโหมดได้ 3 ระบบคือ

3.3.1) ระบบแบบอัตโนมัติ แบ่งออกเป็น

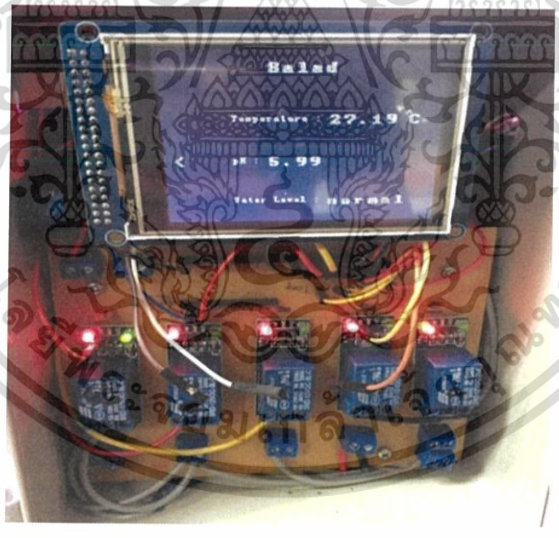
1. การควบคุม pH แบ่งเป็นการเติมกรดและการเติมเบส การเติมกรดจะทำงานเมื่อค่า pH มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด Arduino จะส่งสัญญาณ logic 1 ไปให้ Relay Module3 ทำให้ relay ทำงาน โซลินอยวาล์ว1 จึงทำงานเพื่อเติมกรด ส่วนการเติมเบสจะทำงานเมื่อค่า pH มีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด Arduino จะส่งสัญญาณ logic 1 ไปให้ Relay Module4 ซึ่งหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์ โซลินอยวาล์ว2 จึงทำงานเพื่อเติมเบส
2. การควบคุมอุณหภูมิจะทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 29 องศาเซลเซียส Arduino จะส่งสัญญาณ logic 1 ไปให้ Relay Module2 Pressure Pump จึงทำงานโดยพ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 วินาทีและจะหยุดทำงานเป็นเวลาครึ่งชั่วโมงจากนั้นเซนเซอร์จะทำการเช็คค่าอุณหภูมิใหม่ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 29 องศาเซลเซียส Pressure Pump ก็จะกลับมาทำงานอีก
3. การควบคุมระดับน้ำในถังสารละลาย จะทำงานเมื่อระดับน้ำในถังสารละลายลดต่ำลง Arduino จะส่งสัญญาณ logic 1 ไปให้ Relay Module1 Water Pump จึงทำงานโดยสูบน้ำจากถังสำรองเข้าสู่ถังสารละลาย
4. การควบคุมแสงสว่างทำได้โดยใช้ Arduino เป็นตัวจับเวลาในการเปิด-ปิดหลอด LED Grow Light โดยการเปิดหลอด LED Grow Light นั้น Arduino จะส่งสัญญาณ logic 1 ไปให้ Relay Module5 เพื่อให้แสงสว่างเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบ 6 ชั่วโมงแล้ว Arduino จะส่งสัญญาณ logic 0 ไปให้ Relay Module5 ทำให้หลอดไฟดับเป็นเวลา 1 ชั่วโมงตามเวลาที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรเจคนี้เราออกแบบให้ปลูกผักไว้ 3 ชนิดได้แก่ ผักสลัด, ผักกาดขาวและผักกะหล่ำ ซึ่งระบบอัตโนมัติจะควบคุมค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายที่พืชแต่ละชนิดต้องการแตกต่างกันออกไป เมื่อเลือกปลูกผักชนิดใดแล้วก็จะมีหน้าจอ LCD แสดงผลบอกถึงอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเบส และระดับน้ำในถังของผักนั้นๆหากต้องการปลูกผักชนิดอื่นก็สามารถเพิ่มในส่วนของโปรแกรม



รูปที่ 3.9 จอ LCD แสดงหน้าต่างในการเลือกปลูกผัก



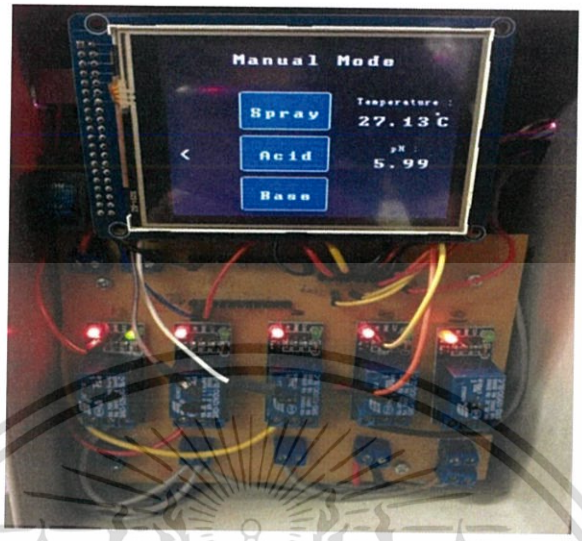
รูปที่ 3.10 จอ LCD แสดงหน้าต่างค่าอุณหภูมิ ค่าพีเอช และค่าระดับน้ำในถังสารละลาย

3.3.2) ระบบปรับค่าด้วยมือ แบ่งออกได้เป็น

1. การปรับค่าความเป็นกรดเบสนั้นผู้ใช้สามารถเลือกเติมกรดหรือเบสได้ด้วยตัวเองโดยการเติมกรดนั้นจะกดปุ่ม Acid และหยุดเติมกรดโดยการกดปุ่มเดิมซ้ำอีกครั้ง ส่วนการเติมเบสจะกดปุ่ม Base และหยุดเติมเบสโดยการกดปุ่มเดิมซ้ำอีกครั้งเช่นกัน ระบบจะแสดงค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายบนจอ LCD ควบคู่ไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

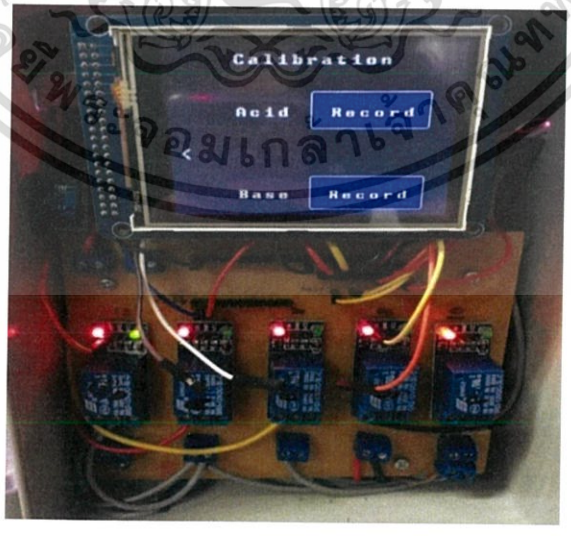
2. การปรับค่าอุณหภูมินั้นผู้ใช้สามารถสั่งให้ระบบพ่นละอองน้ำให้แก่ผักได้โดยการกดปุ่ม Spray และหยุดพ่นละอองน้ำโดยการกดปุ่มเดิมซ้ำอีกครั้ง ระบบจะแสดงค่าอุณหภูมิควบคู่ไปด้วย



รูปที่ 3.11 จอ LCD แสดงหน้าต่างระบบแมนนวล

3.3.3) ระบบการคาริเบทพีเอชเซนเซอร์

ในการคาริเบทพีเอชเซนเซอร์นั้นจะมีปุ่มแสดงบนหน้าจอ LCD อยู่สองปุ่มคือปุ่มบันทึกค่าเบสและกรดสามารถทำได้โดยจุ่มโพรบ pH ที่สารละลายความเข้มข้น 4.00 แล้วบันทึกค่า voltage ที่ได้จากนั้นล้างหัวโพรบ pH แล้วนำมาจุ่มสารละลายความเข้มข้น 6.86 แล้วบันทึกค่า voltage เพื่อเป็นการปรับเทียบค่า pH ให้สามารถอ่านค่าได้ถูกต้อง

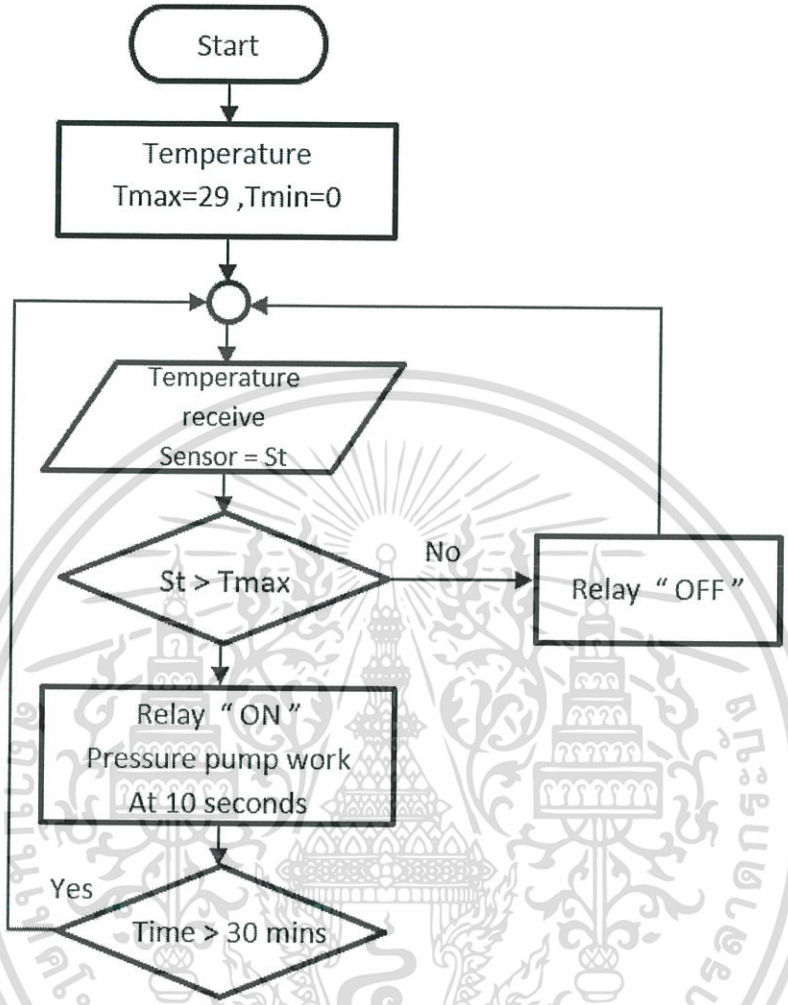


รูปที่ 3.12 จอ LCD แสดงหน้าต่างระบบคาริเบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Flow chart

3.4.1) แผนผังการทำงานของ Pump Pressure



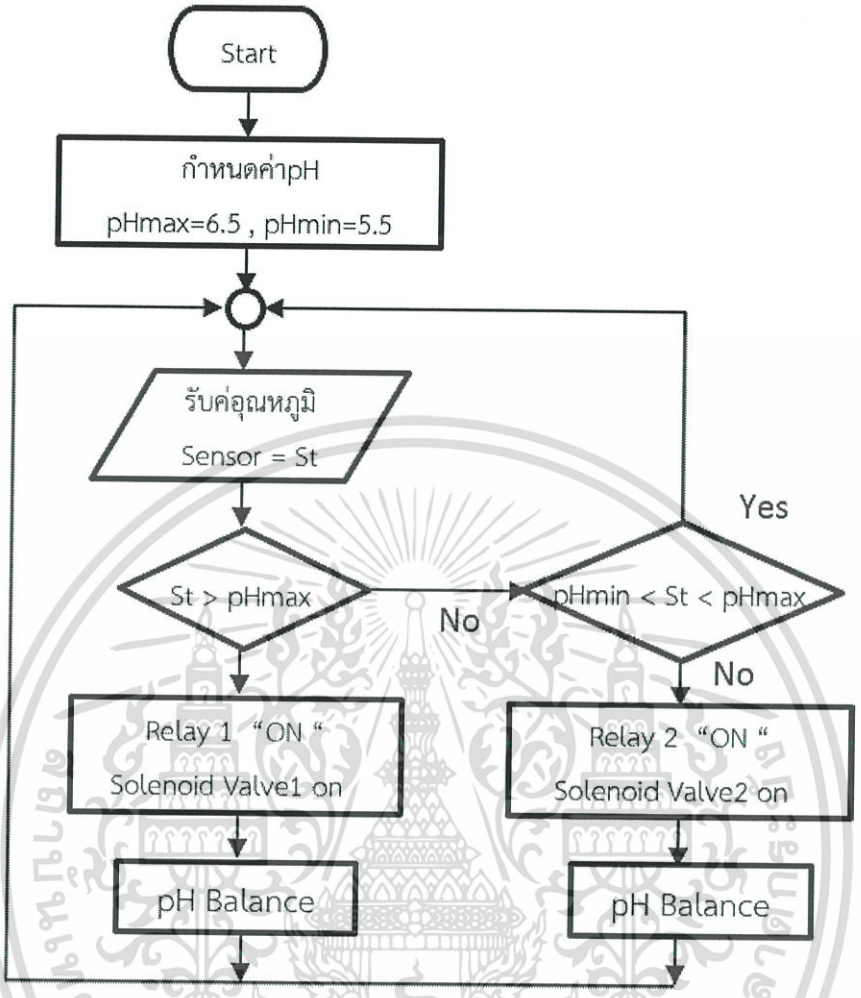
รูปที่ 3.13 แผนผังการควบคุมการทำงานของ Pressure Pump

Dissolved Oxygen (mg/L) at Saturation in freshwater		
Temperature (C^0)	(F^0)	Dissolved Oxygen at saturation (mg/L)
0^0	32^0	14.6
5^0	41^0	12.8
10^0	50^0	11.3
15^0	59^0	10.1
20^0	68^0	9.1
25^0	77^0	8.3
30^0	86^0	7.6

รูปที่ 3.14 ค่าอุณหภูมิที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2) แผนผังการปรับค่า pH ของน้ำ



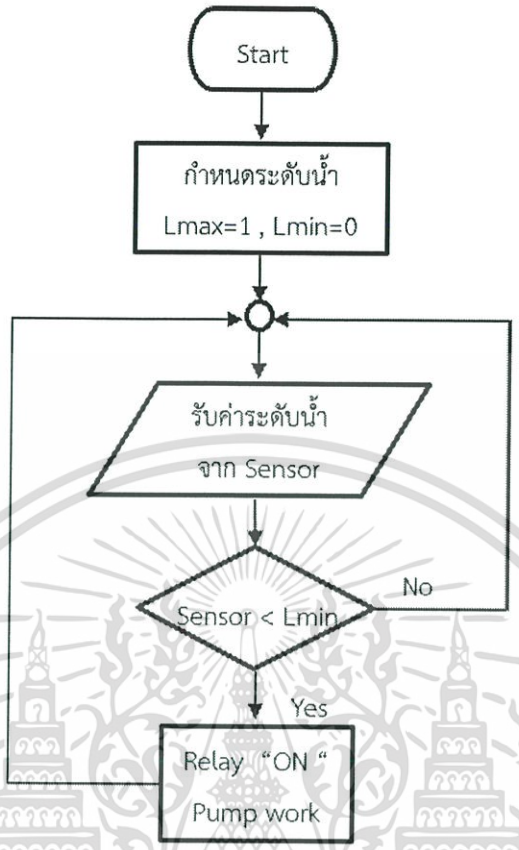
รูปที่ 3.15 แผนผังการควบคุมค่าpHของน้ำ

พืช	pH	EC (ms/cm)
กระเจี๊ยบเขียว	6.0 - 6.5	2.0 - 3.0
กะหล่ำดอก	6.0 - 6.5	2.5 - 3.0
กะหล่ำปลี	6.5 - 7.0	2.5 - 3.0
กุหลาบ	5.0 - 6.0	1.8 - 2.2
แกลดิโอลัส	5.5 - 6.5	1.6 - 2.4
ขึ้นฉ่าย	6.0 - 6.5	2.0 - 3.0
คะน้า	6.0 - 6.5	3.5 - 4.5
แคนตาลูป	5.5 - 6.5	2.0 - 2.5
แครอท	5.8 - 6.3	1.8 - 2.2
จิปโซฟีลล่า	6.0 - 6.5	1.2 - 1.8
ซูกินี	6.0 - 6.5	1.2 - 2.0
เซอราลี	6.0 - 6.5	2.5 - 3.0
ดาวเรือง	5.5 - 6.5	1.6 - 2.4
แตงกวา	5.5 - 6.0	1.0 - 2.5
แตงโม	5.5 - 6.5	1.7 - 2.5
ถั่วทั่วไป	5.5 - 6.2	2.0 - 4.0
บล็อกโคลี	6.0 - 6.5	2.5 - 3.0
บีโกเนีย	6.0 - 6.5	1.4 - 1.8
ป่วยเล้ง	5.0 - 7.0	1.5 - 2.0
ผักกวางตุ้งใบ, กวางตุ้งดอก	6.0 - 7.0	1.8 - 2.5
ผักกวางตุ้งฮ่องเต้	6.0 - 7.0	2.0 - 3.0
ผักกาดหอม (สลัดใบอ่อน)	5.5 - 6.5	1.0 - 1.5
ผักกาดหอมห่อ (สลัดแก้วและสลัดใบกรอบ)	5.5 - 6.5	1.0 - 1.6

รูปที่ 3.16 แสดงค่า pH ที่พืชแต่ละชนิดต้องการ

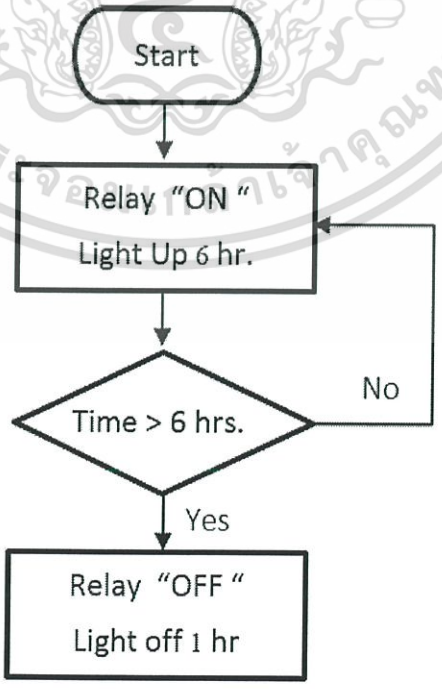
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3) แผนผังการควบคุม Water Level



รูปที่ 3.17 แผนผังควบคุม Water Level

3.4.4) แผนผังการควบคุมหลอดไฟ



รูปที่ 3.18 แผนผังควบคุม LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

การทดลองนั้นแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ

4.1.1) การทดลองระบบอัตโนมัติ

1. หลอดไฟสว่างเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และดับเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. การเปิดปิดของ Pump Pressure ตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิมีค่ามากกว่า 29 องศาเซลเซียส Pump Pressure จะทำงานโดยพ่นละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 วินาที และจะหยุดทำงานเป็นเวลาครึ่งชั่วโมงจากนั้นเซนเซอร์จะทำการเช็คค่าอุณหภูมิใหม่ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 29 องศาเซลเซียส Pressure Pump ก็จะทำงาน
3. การควบคุมโซลินอยวาล์ว เพื่อปรับค่าความเป็นกรดเบสของสารละลายโดยโซลินอยวาล์ว 1 จะทำงาน เมื่อ pH มีค่าสูงกว่าที่กำหนดจะปล่อยกรดและหยุดทำงานเมื่อ pH ต่ำกว่าที่กำหนด โซลินอยวาล์ว 2 จะทำงานเมื่อ pH มีค่าต่ำที่กำหนดจะปล่อยเบสและหยุดทำงานเมื่อ pH สูงกว่าที่กำหนด ซึ่งในผักแต่ละชนิดมีช่วง pH ในการปลูกคือ ผักสลัด pH = 5.5-6.5, ผักกะหล่ำปลี pH = 6.5-7, ผักกาดขาว pH = 7.0-7.2
4. การควบคุมระดับน้ำในถังสารละลายเมื่อระดับน้ำลดลง Water pump จะทำการสูบน้ำจากถังสำรองเข้าสู่ถังสารละลาย

4.1.2) การทดลองระบบปรับค่าด้วยมือ

1. ผู้ใช้สามารถเลือกเติมกรดหรือเบสได้ด้วยตัวเอง ในกรณีที่ค่า pH ไม่ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยการกดปุ่ม Acid หรือ Base และหยุดทำงานโดยการกดปุ่มเดิมซ้ำอีกครั้ง
2. ผู้ใช้สามารถเปิดการสเปรย์น้ำเองได้ โดยการเลือกกดปุ่ม Spray

4.1.3) การทดลองระบบคาริเบท

การ Calibrate pH Electrode ทำได้โดยนำ pH Electrode ไปจุ่มในสารละลายที่มี pH =4 กดปุ่ม Record บันทึกค่า Voltage จากนั้นนำ pH Electrode ไปจุ่มpH =7 กดปุ่ม Record บันทึกค่า Voltage นำมาเปรียบเทียบกับสมการเส้นตรง

$y = mx + c$ จะได้สมการ $Voltage = m(pH) + c$ (1)

จากนั้นทำการหาค่า m จาก $m = \frac{Volt(pH6.86) - Volt(pH4)}{6.86 - 4}$ (2)

เมื่อได้ m แล้วนำไปแทนค่าใน (1) จะได้ค่า c จากนั้น ทำการย้ายข้างสมการเพื่อหา pH ในสารละลายอื่นๆจะได้สมการ $pH = \frac{(Voltage - c)}{m}$ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองปลูกพืชโดยใช้ระบบอัตโนมัติ ผู้ทำการทดลองได้เลือกปลูกผักสลัดโดยใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุม ในการปลูกนั้นจะแบ่งเป็นช่วงคือ

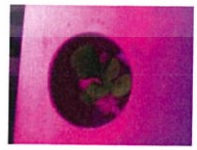
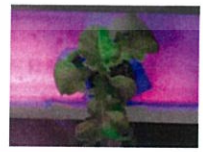
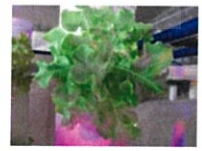
1. ช่วงต้นกล้า : ช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต จะทำการเพาะเมล็ดใส่สำลีก่อนนำมาปลูกในระบบอัตโนมัติ
2. ช่วงเจริญเติบโต : ช่วงสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป จะนำต้นกล้าที่เพาะไว้มาทดลองปลูกโดยใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุม และบันทึกผลการเจริญเติบโตของพืช

4.2ผลการทดลอง

4.2.1) ผลการทดลองในระบบอัตโนมัติ

1. หลอดไฟที่ใช้ในช่วงแรกมีความทนทานต่ำและเปิดใช้งานตลอดเวลาจึงทำให้หลอดไฟขาด จึงมีการเปลี่ยนหลอดไฟปลูกผักใหม่ และเซตการตั้งเวลาการทำงานดังการทดลองที่ 4.1.1 ข้อ 1.) พบว่าสามารถทำงานได้ปกติ
2. ในช่วงแรกทำการสเปรย์น้ำทุกๆ 2 ชม. เป็นเวลา 40 วินาที และใช้หัวฉีดเล็ก พบว่าผักเริ่มเหี่ยวเนื่องจากการสเปรย์น้ำไม่ทั่วถึงและความถี่ในการให้น้ำต่ำเกินไป เนื่องจากผู้ทำการทดลองปลูกผักในอาคารทำให้อากาศไม่ถ่ายเท จึงมีการเปลี่ยนหัวฉีดใหม่ให้สเปรย์น้ำได้ทั่วถึง และเพิ่มความถี่ในการสเปรย์น้ำดังการทดลองที่ 4.1.1 ข้อ 2.) พบว่าpressure pump ทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้ และผักไม่เหี่ยว
3. โซลินอยวาล์วในโมดูลที่ 3 และ 4 ทั้ง 2 ตัวสามารถปล่อยกรดเบสได้ แต่ปริมาณที่ออกมามากเกินไป จึงทำการใส่วาล์ว เพื่อให้กรดเบสที่ออกมาเป็นหยดซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการปล่อยสาร
4. การทดลองพบว่าเมื่อระดับน้ำลดลง จะส่งสัญญาณไปยังอาดูโน่ ทำให้โมดูลที่ 1 ทำงาน ปั๊มน้ำจะสูบน้ำจากถังสำรองเข้ามาจนถึงระดับที่ตั้งไว้ ทำให้สามารถรักษาระดับน้ำให้คงที่

ตารางที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโตของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ในระบบอัตโนมัติ

สัปดาห์ / ชนิดผัก	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3-4	สัปดาห์ที่ 4-5
สลัดกรีนโอ๊ค				
ระยะเวลาในการปลูก	ระยะเพาะต้นกล้า ประมาณ 5 วัน	ลงในรางปลูก ประมาณ 15 วัน	ลงในรางปลูก ประมาณ 25 วัน	ลงในรางปลูก ประมาณ 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2) ผลการทดลองในระบบปรับค่าด้วยมือ

จากการการทดลองพบว่าสามารถควบคุมการทำงานได้ทั้ง 3 ปุ่ม คือ Acid, Base, Spray

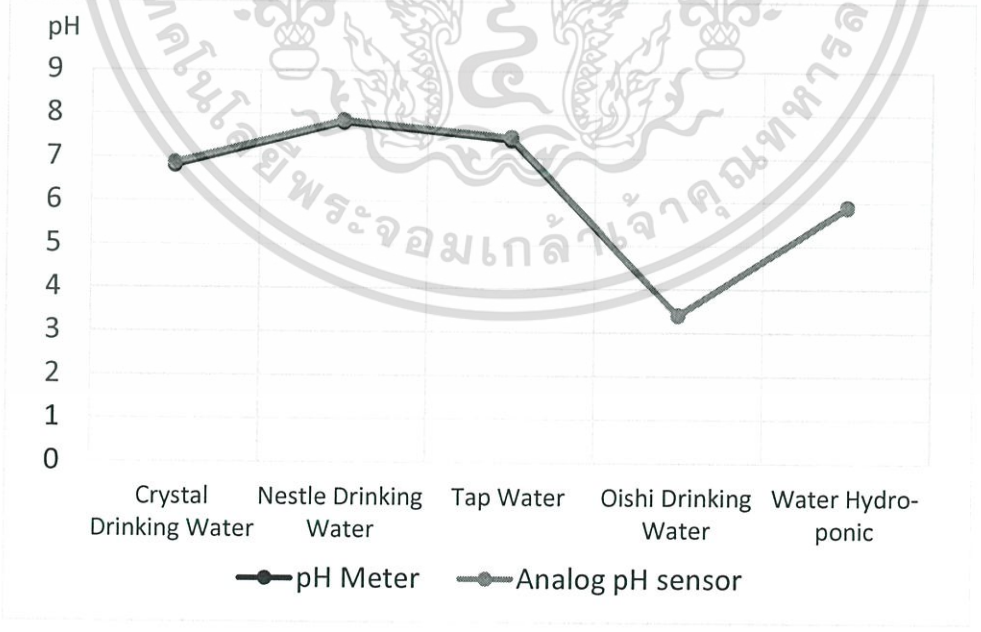
4.2.3) ผลการทดลองในระบบคาริเบท

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ระหว่าง pH Meter เทียบกับ Analog pH Sensor

ชนิดสารละลายตัวอย่าง	ค่า pH ที่ได้จาก pH Meter	ค่า pH ที่ได้จาก Analog pH Sensor	ค่าความคลาดเคลื่อน % Error
น้ำดื่มคริสตัล	6.8	6.88	1.18
น้ำดื่มเนสท์เล่	7.8	7.86	0.77
น้ำประปา	7.4	7.48	1.08
น้ำโออิชิ	3.4	3.39	0.29
น้ำจากระบบไฮโดรโปนิกส์	5.9	5.88	0.34

ค่าความคลาดเคลื่อน (%Error)

$$\%Error = \frac{\text{ค่าที่จากพีเอชมิเตอร์} - \text{ค่าจากพีเอชเซนเซอร์}}{\text{ค่าจากพีเอชมิเตอร์}} \times 100\% \quad (4)$$

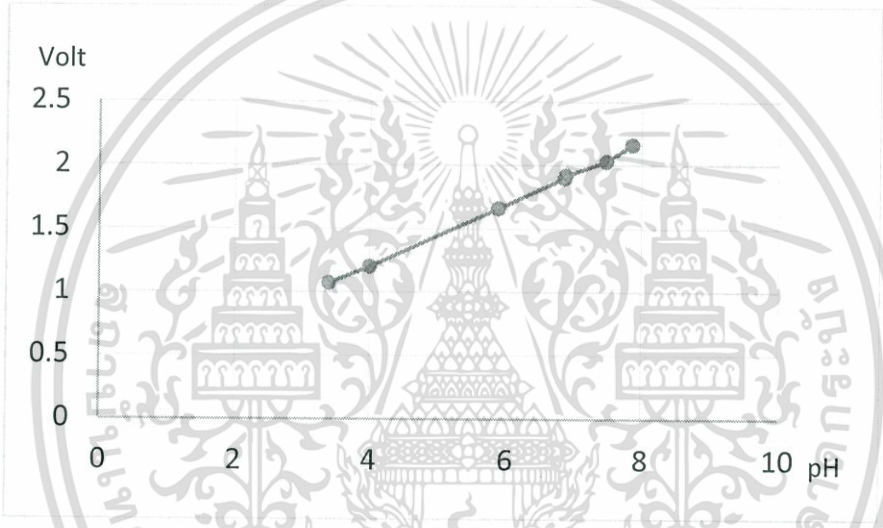


รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบค่า pH ที่ได้จาก pH meter เทียบกับ Analog pH sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารชนิดต่างๆ กับ Voltage

ชนิดสาร	น้ำโออิชิ	ผงปรับ pH = 4.0	น้ำจากระบบไฮโดรโปนิกส์	ผงปรับ pH = 6.86	น้ำดื่มคริสตัล	น้ำประปา	น้ำดื่มเนสท์เล่
pH	3.39	4	5.88	6.86	6.88	7.48	7.86
Voltage	1.07	1.20	1.66	1.90	1.92	2.03	2.16



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของค่า pH เทียบกับ Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบควบคุมไฮโดรโปนิกส์สามารถสรุปได้ว่า

1.) ระบบอัตโนมัติซึ่งควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตได้ ทั้งนี้ต้องมีการควบคุมค่าต่างๆให้เหมาะสม ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิไม่ควรเกิน 29 องศา เพราะจะทำให้พืชคายน้ำมากเกินไปทำให้ใบเหี่ยว และทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงด้วย ซึ่งควรเว้นระยะการสเปรย์น้ำให้เหมาะสม ดังนั้นจากการทดลองพบว่าความถี่ที่เหมาะสมคือทำการสเปรย์ทุกๆครึ่งชั่วโมง เป็นเวลา 15 วินาที, การควบคุมการปล่อยกรดเบส ควรค่อยๆปล่อยสารในระบบหยด เพราะจะทำให้น้ำในถังค่อยๆปรับ pH ไปเรื่อยๆจนอยู่ในช่วงที่ต้องการ หากปล่อยสารเร็วเกินไปจะทำให้การควบคุม pH ทำได้ยาก, การควบคุมระดับน้ำตลอดเวลา โดยจะมีถังสำรองน้ำที่ผสมสารละลายของปุ๋ยAB เหมือนกับถังสารละลายหลัก เพื่อให้มีน้ำเพียงพอในระบบในกรณีที่พืชนำน้ำไปใช้ นอกจากนั้นแล้ว ยังมีการนำ LED Grow Light มาใช้ในการทดลอง เพื่อทดแทนการใช้แสงจากภายนอก จากผลการทดลองพบว่าแสงที่ได้จากหลอด LED นั้น ยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีความเข้มแสงน้อยเกินไป ดังนั้นจึงมีการใช้แสงแดดเข้ามาช่วยในการปลูกพืช

2.) ระบบปรับค่าด้วยมือ นำมาเป็นทางเลือกที่นอกเหนือจากการควบคุมแบบอัตโนมัติ ได้แก่ การให้สเปรย์น้ำโดยผู้ใช้เอง โดยที่ไม่ต้องรอให้ถึงเวลาที่ตั้งไว้ และยังสามารถเลือกปล่อยกรดเบสตามความต้องการได้

3.) ระบบคาริเบทพีเอชเซนเซอร์ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถอ่านค่าความเป็นกรดเบสได้ถูกต้อง จากการทดลองพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย เมื่อเทียบกับ pH meter สาเหตุเนื่องจากแช่หัวโพรบไว้ในสารละลายเป็นเวลานาน ทำให้เกิดคราบสกปรกเกาะติดอยู่ เป็นเหตุให้ค่าที่วัดนั้นคลาดเคลื่อนหรือไม่นิ่งแต่เกิดขึ้นปริมาณที่ยอมรับได้

5.2 อุปสรรคและปัญหา

จากการทำโปรเจค ผู้ทำการทดลองพบปัญหาหลายประการ ได้แก่ การขาดความรอบครอบของผู้ทำการทดลองเอง ทำให้ Arduino เสียจึงต้องมีการเปลี่ยนใหม่หลายครั้ง, ต้องเปลี่ยนพีเอชเซนเซอร์ใหม่ เนื่องจากตัวเก่าใช้มาเป็นเวลานาน และไม่สามารถแช่ไว้ในสารละลายตลอดเวลาได้, การเลือกหัวฉีดสเปรย์มีขนาดเล็กเกินไป รดน้ำได้ไม่ทั่วถึง จึงต้องเปลี่ยนหัวฉีดสเปรย์ใหม่, ปัญหาเรื่องแสงจาก LED Grow Light ไม่เพียงพอ เนื่องจากงบประมาณที่จำกัด ทำให้พืชมีลำต้นยืดและเจริญเติบโตช้าในช่วงแรก ดังนั้นจึงต้องมีการนำแสงจากภายนอกเข้ามาช่วยทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.instructables.com/id/Digital-Thermometer-With-Arduino-DS1307/?ALLSTEPS

[2] http://arduinotronics.blogspot.com/2010/12/two-ds18b20-temp-sensors-on-lcd-display.html

[3] http://engineeringlearning.blogspot.com/2013/10/interfacing-lcd-without-potentiometer.html

[4] http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_4901.html

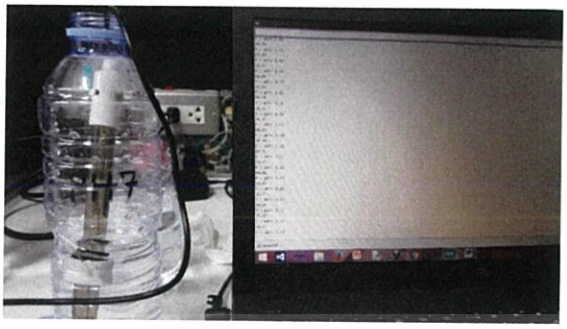
[5] http://garagelab.com/profiles/blogs/tutorial-waterproof-temperature-sensor-ds18b20-with-arduino

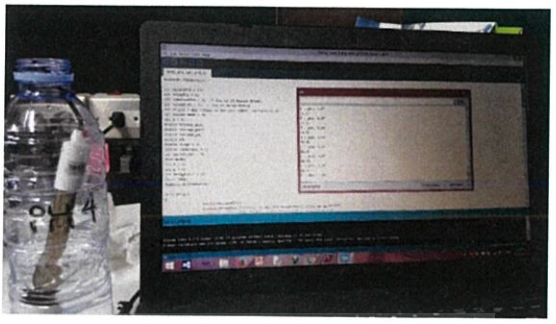
[6] https://www.ysi.com/ysi-blog/water-blogged-blog/2013/05/what-is-affecting-your-dissolved-oxygen-measurements-part-1-of-4

[7] https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/

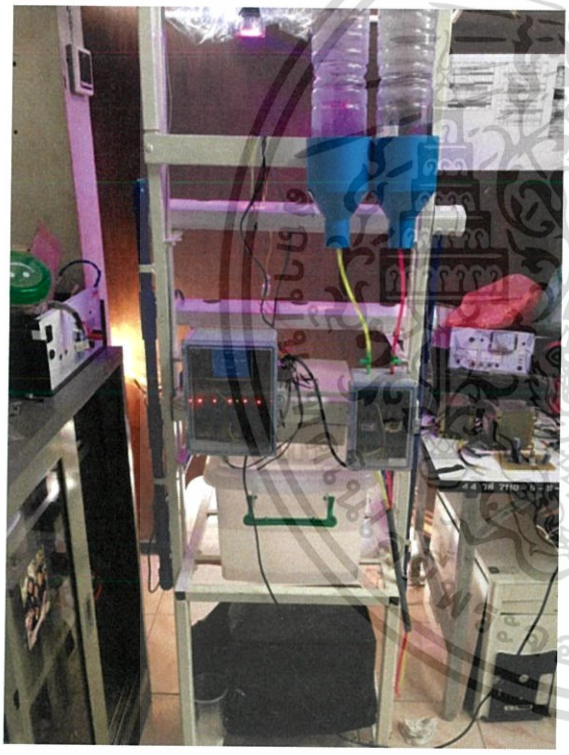
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

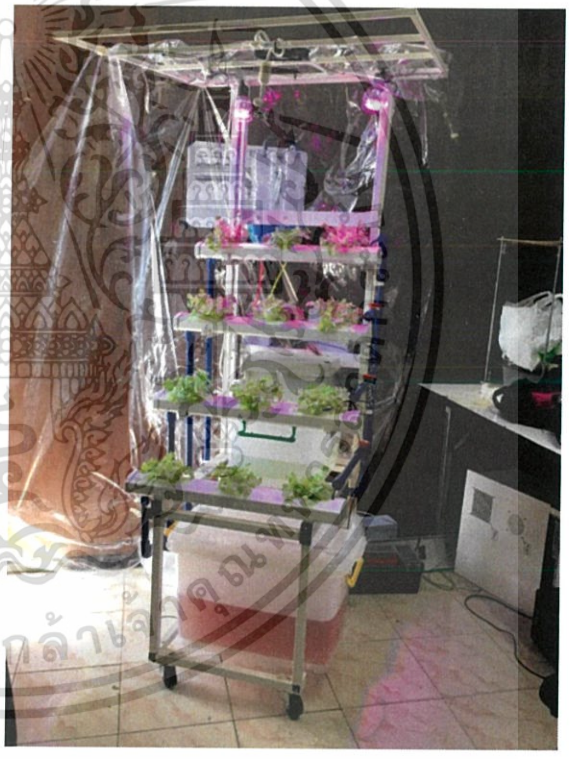
ภาคผนวก ก.





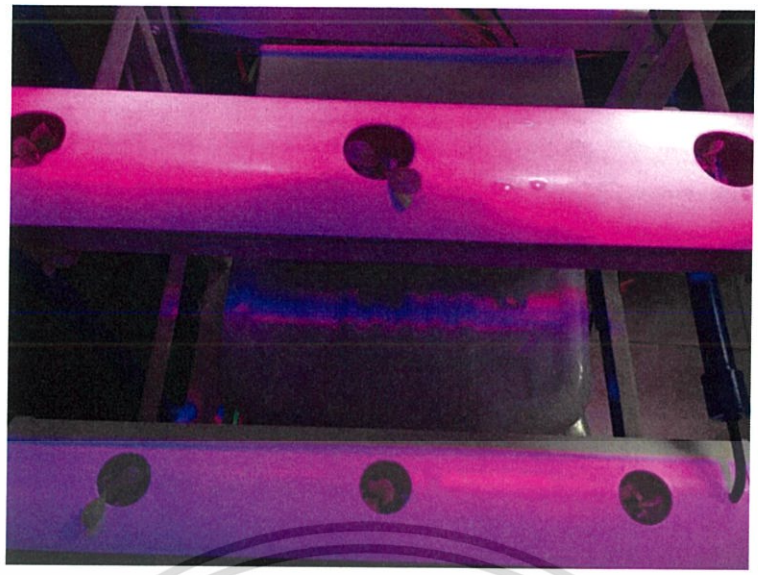
การทดลองคาริเบทค่าความเป็นกรดเบส

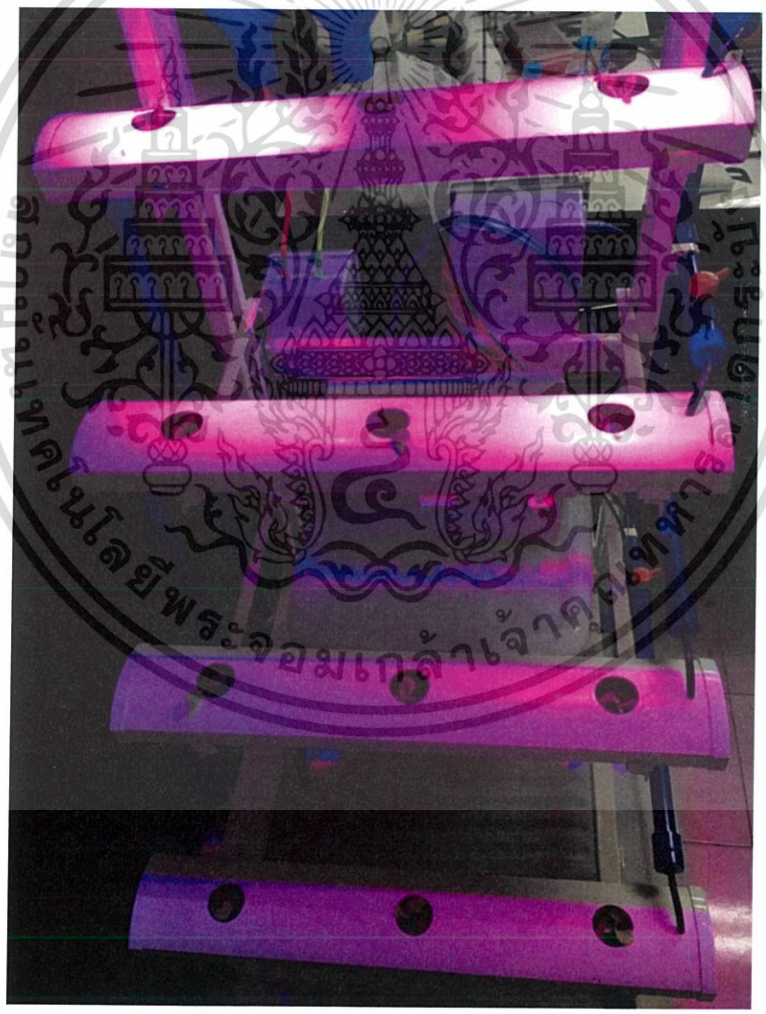




โครงปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

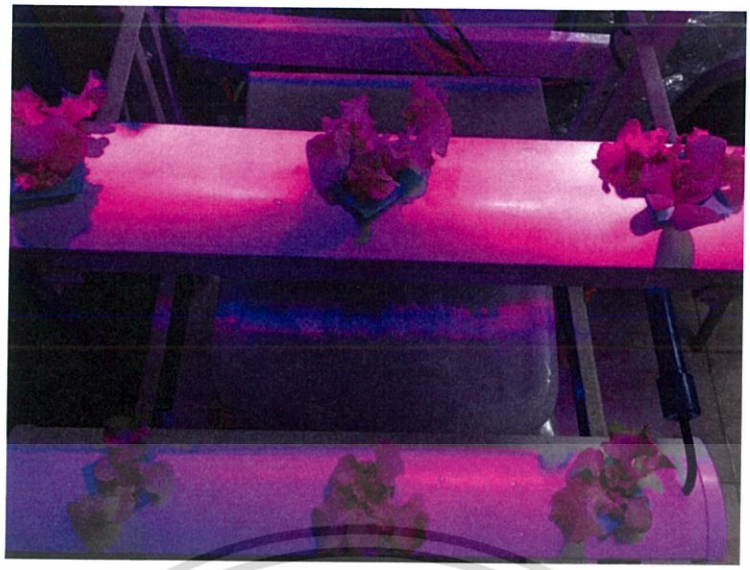
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

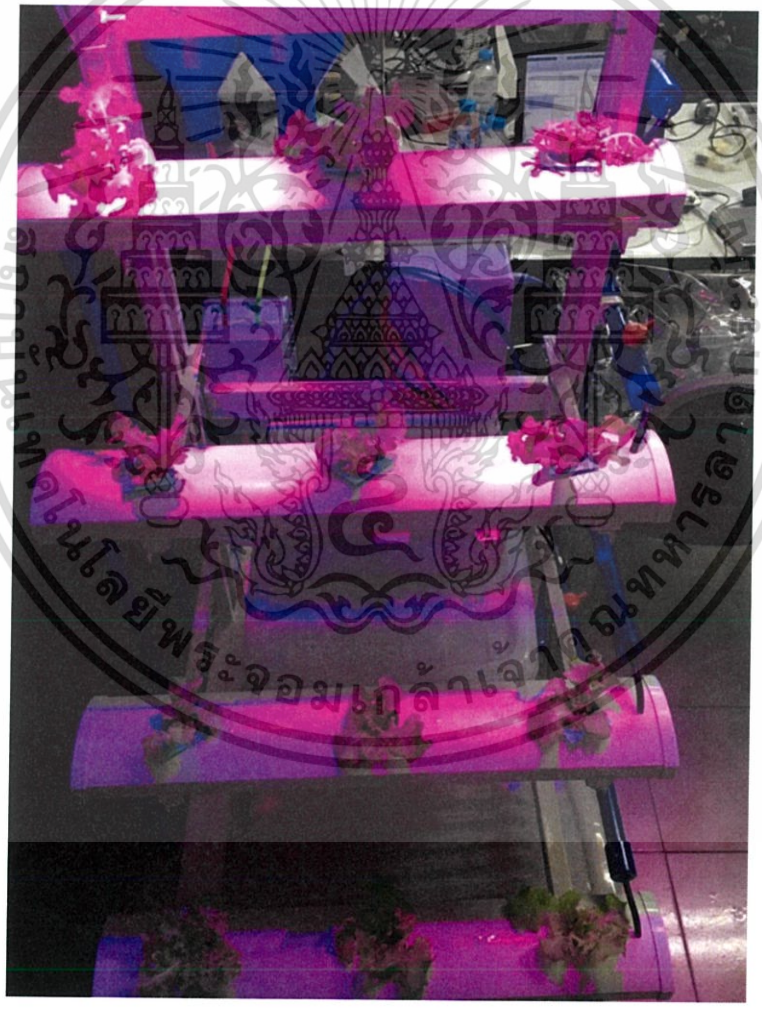




ระยะการเจริญเติบโตในช่วงสัปดาห์ที่ 2

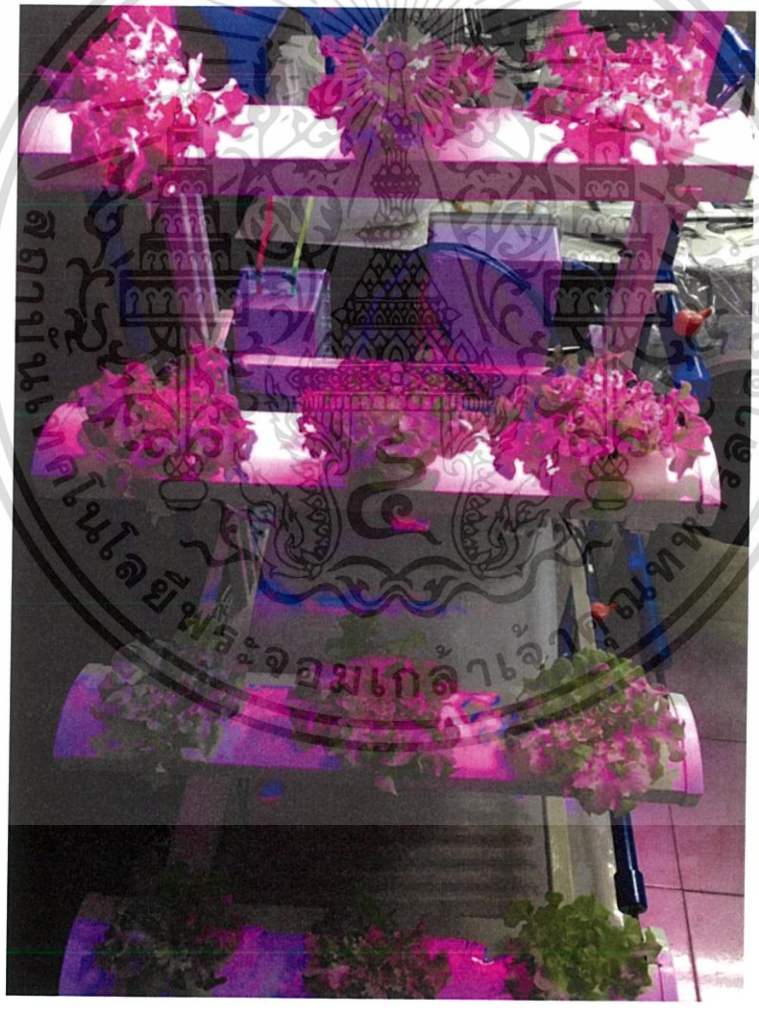
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ระยะการเจริญเติบโตในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระยะการเจริญเติบโตในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โค้ดบนโปรแกรม Arduino

```
#include <OneWire.h>
#include <URTouch.h>
#include <UTFT.h>
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t BigFont[];
extern uint8_t SevenSegNumFont[];
UTFT myGLCD(ILI9341_16,38,39,40,41);
URTouch  myTouch( 6, 5, 4, 3, 2);
int TempPin = A9;
int SprayPin = 8;
int floatswitchPin = 9;
int pumpPin = 10;
int solenoidValvePin1 = 11;
int solenoidValvePin2 = 12;
int ledPin = 13;
int irmotionPin = 4;  // Pin of IR Motion
Sensor
int relayPin7 = 7;  // Pin of Relay
Module
int ph_pin = A8; //This is the pin
number connected to Po
int switch_mode;
int k = 0;
int waterLevel;
double voltage_ph4 = 1.19;
double voltage_ph7 = 1.93;
double voltage_ph;
double ph;
double slope = (voltage_ph7 -
voltage_ph4)/(6.86-4.01);
double intercept = voltage_ph4-
(slope*(4.01));
double phStore = 0;
int count = 0;
   int switch_cal = 5;
   char mode;
   int a = 0;
   int b = 0;
   float temp;
   char page = 'h';
   OneWire ds(TempPin);
   int x,y;
   String str_x,str_y;
   String strTemp;
   String strPH;
   String strPHPH;
   String strwaterLevel;
   String str_voltage_ph4;
   String str_voltage_ph7;
   String str_slope;
   String str_intercept;
   int measure_ph4;
   int measure_ph7;
   int measure_ph;
   bool ph4_calibrated = false;
   bool ph7_calibrated = false;
   unsigned long _micro;
   int spray_Hour = 0;
   int LED_StartCommand = 1;
   int LED_StopCommand = 2;
```

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int LED_DelayCommand = 3;
    int LED_Command;
    int LED_NextCommand;
    unsigned long LED_timeStart;
    bool LED_DelayOneHour = false;
    int LED_hourTotal = 0;
    int LED_hourDesire;
int LED_StartCommandHour = 6;
int LED_StopCommandHour = 1;
static unsigned long OneSecond =
1000000; // 1 second
void Counter(bool* Flag, int
secondNum, unsigned long time_start)
{
unsigned long microSecondTotal =
OneSecond * secondNum;
if ( (_micro = micros()) - time_start >
microSecondTotal )
{
  *Flag = true;
}
}
void LED()
{
   if (LED_Command ==
LED_DelayCommand)
   {
      LED_DelayOneHour = false;
      Counter(&LED_DelayOneHour,
3600, LED_timeStart);
      if (LED_DelayOneHour == true)
      {
         LED_DelayOneHour = false;
         LED_hourTotal++;
         if (LED_hourTotal <
LED_hourDesire)
         {
            LED_timeStart = micros();
         }
         else
         {
            LED_Command =
LED_NextCommand;
            LED_hourTotal = 0;
         }
      }
   }
   if (LED_Command ==
LED_StopCommand)
   {
      digitalWrite(ledPin, LOW);
      LED_Command =
LED_DelayCommand;
      LED_NextCommand =
LED_StartCommand;
      LED_hourDesire =
LED_StopCommandHour;
      LED_timeStart = micros();
   }
   if (LED_Command ==
LED_StartCommand)
   {
      digitalWrite(ledPin, HIGH);
      LED_Command =
LED_DelayCommand;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LED_NextCommand =
 LED_StopCommand;
        LED_hourDesire =
 LED_StartCommandHour;
        LED_timeStart = micros();
    }
 }
 void HomeScreen()
 {
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("Hydroponic System",
CENTER, 10);\
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 60, 235,
110);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 60, 235,
110);
  myGLCD.print("Auto", CENTER, 80);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 120, 235,
170);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 120,
235, 170);
  myGLCD.print("Manual", CENTER, 140);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 180, 235,
230);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 180,
235, 230);
  myGLCD.print("Calibrate", CENTER,
200);
  myGLCD.setBackColor(0,0,0);
  x = 0;
  y = 0;
  while (true)
  {
   LED();
   if (myTouch.dataAvailable())
   {
    myTouch.read();
    x=myTouch.getX();
    y=myTouch.getY();
    str_x = String(x);
    str_y = String(y);
    if ( (x!=-1) && (y!=-1) )
    {
      if ((x>=80) && (x<=235))  //
Upper row
      {
       if ((y>=60) && (y<=110))  //
Button: 1
        {
         waitForIt(80, 60, 235, 110);
         page = 'a';
         break;
        }
       if ((y>=120) && (y<=170))  //
Button: 2
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            waitForIt(80, 120, 235, 170);
            page = 'm';
            break;
           }
           if ((y>=180) && (y<=230))  //
 Button: 3
           {
            waitForIt(80, 180, 235, 230);
            page = 'c';
            break;
           }
         }
      }
    }
  }
}
 void AutoScreen()
{
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("Choose Plant :",
CENTER, 10);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 60, 235,
110);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 60, 235,
110);
  myGLCD.print("Salad", CENTER, 80);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 120, 235,
170);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 120,
235, 170);
  myGLCD.print("Cabbage", CENTER,
140);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 180, 235,
230);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 180,
235, 230);
  myGLCD.print("Lettuce", CENTER,
200);
  myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("<", 10, 140);
  x = 0;
  y = 0;
  while (true)
  {
   LED();
   if (myTouch.dataAvailable())
   {
    myTouch.read();
    x=myTouch.getX();
    y=myTouch.getY();
    str_x = String(x);
    str_y = String(y);
    if ( (x!=-1) && (y!=-1) )
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if ((x>=80) && (x<=235))  //
Upper row
        {
          if ((y>=60) && (y<=110))  //
Button: 1
          {
            waitForIt(80, 60, 235, 110);
            page = 's';
            break;
          }
          if ((y>=120) && (y<=170))  //
Button: 2
          {
            waitForIt(80, 120, 235, 170);
            page = 'b';
            break;
          }
          if ((y>=180) && (y<=230))  //
Button: 3
          {
            waitForIt(80, 180, 235, 230);
            page = 'l';
            break;
          }
        }
        if ((x>=0) && (x<=40) &&
(y>=120) && (y<=170))
        {
            waitForIt(0, 120, 40, 170);
            page = 'h';
            break;
        }
    }
      }
    }
}
void PlantScreen(String ScreenTitle,
char ScreenChar)
{
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print(ScreenTitle, CENTER,
10);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("Temperature :", 80,
80);
  myGLCD.print("pH :", 80, 140);
  myGLCD.print("Water Level :", 80,
200);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("<", 10, 140);
  myGLCD.print(".",275,65);
  myGLCD.print("C",280,80);
  x = 0;
  y = 0;
  phStore = 0;
  count = 0;
  double ph_high;
  double ph_low;
  double phMean;
  double phStoreFirst;
  double phStoreSecond;
  int phNum = 40;
  bool firstMean = true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (ScreenChar == 's')
  {
    ph_high = 6.5;
    ph_low = 5.5;
  }
  else if (ScreenChar == 'b')
  {
    ph_high = 7;
    ph_low = 6.5;
  }
  else if (ScreenChar == 'l')
  {
    ph_high = 7.2;
    ph_low = 7;
  }
  unsigned long spray_timeStart;
  int spray_Command;
  int spray_StartCommand = 1;
  int spray_StopCommand = 2;
  int spray_DelayCommand = 3;
  spray_Command =
spray_StartCommand;
  int spray_NextCommand;
  int spray_hourDesire;
  int spray_secondDesire;
  bool spray_DelayComplete = false;
  int spray_hourTotal = 0;
  while (true)
  {
    LED();
    temp = getTemp();
    if (temp<50)
    {
      strTemp = String(temp);
      myGLCD.print(strTemp,190,80);
    }
    if (spray_Command ==
spray_DelayCommand)
    {
      spray_DelayComplete = false;
      if (spray_hourDesire > 0)
      {
      Counter(&spray_DelayComplete,
3600, spray_timeStart);
        if (spray_DelayComplete ==
true)
        {
          spray_DelayComplete =
false;
          spray_hourTotal++;
          if (spray_hourTotal <
spray_hourDesire)
          {
            spray_timeStart =
micros();
          }
          else
          {
            spray_Command =
spray_NextCommand;
            spray_hourTotal = 0;
          }
        }
      }
      else
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Counter(&spray_DelayComplete,
spray_secondDesire, spray_timeStart);
          if (spray_DelayComplete ==
true)
          {
             spray_DelayComplete =
false;
             spray_Command =
spray_NextCommand;
          }
       }
    }
    if (spray_Command ==
spray_StopCommand)
    {
       digitalWrite(SprayPin, LOW);
       spray_Command =
spray_DelayCommand;
       spray_NextCommand =
spray_StartCommand;
       spray_hourDesire = 0;
       spray_secondDesire = 1800;
       spray_timeStart = micros();
    }
    if (spray_Command ==
spray_StartCommand)
    {
       if (temp<50)
       {
          if (temp>29.0)
          {
             digitalWrite(SprayPin, HIGH);
             spray_Command =
spray_DelayCommand;
             spray_NextCommand =
spray_StopCommand;
             spray_hourDesire = 0;
             spray_secondDesire = 15;
             spray_timeStart = micros();
          }
          else
          {
             digitalWrite(SprayPin, LOW);
          }
       }
    }
       measure_ph =
analogRead(ph_pin);
       voltage_ph = 5 / 1024.0 *
measure_ph;
       ph = (voltage_ph -
intercept)/slope;
    phStore = phStore + ph;
    count++;
    if (count == phNum)
    {
       phMean = phStore/phNum;
       strPHPH = String(phMean,1);
       myGLCD.print(strPHPH,120,140);
       if (phMean > ph_high)
       {
digitalWrite(solenoidValvePin2,HIGH);
digitalWrite(solenoidValvePin1,LOW);
       }
       else if (phMean < ph_low)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
digitalWrite(solenoidValvePin1,HIGH);
digitalWrite(solenoidValvePin2,LOW);
        }
        else
        {
digitalWrite(solenoidValvePin1,LOW);
digitalWrite(solenoidValvePin2,LOW);
        }
        phStore = 0;
        count = 0;
    }
    waterLevel =
digitalRead(floatswitchPin);
    if (waterLevel == 0)
    {
      myGLCD.print("low   ",190,200);
      digitalWrite(pumpPin,HIGH);
    }
    else
    {
      myGLCD.print("normal",190,200);
      digitalWrite(pumpPin,LOW);
    }
    if (myTouch.dataAvailable())
    {
      myTouch.read();
      x=myTouch.getX();
      y=myTouch.getY();
      str_x = String(x);
      str_y = String(y);
      if ( (x!=-1) && (y!=-1) )
      {
            if ((x>=0) && (x<=40) &&
  (y>=120) && (y<=170))
            {
                  waitForIt(0, 120, 40, 170);
                  digitalWrite(SprayPin, LOW);
                  page = 'a';
                  break;
            }
      }
    }
  }
}
void ManualScreen()
{
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("Manual Mode",
CENTER, 10);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("Temperature :", 210,
65);
  myGLCD.print("pH :", 250, 130);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print(".",290,75);
  myGLCD.print("C",295,90);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 60, 180,
110);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.drawRoundRect (80, 60, 180,
110);
  myGLCD.print("Spray", 90, 80);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 120, 180,
170);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 120,
180, 170);
  myGLCD.print("Acid", 100, 140);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (80, 180, 180,
230);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (80, 180,
180, 230);
  myGLCD.print("Base", 100, 200);
  myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("<", 10, 140);
  x = 0;
  y = 0;
  phStore = 0;
  count = 0;
  bool SprayButtonPressed = false;
  bool SolenoidValve1Pressed = false;
  bool SolenoidValve2Pressed = false;
  while (true)
  {
    LED();
    temp = getTemp();
    strTemp = String(temp);
    myGLCD.print(strTemp,210,90);
        measure_ph =
analogRead(ph_pin);
        voltage_ph = 5 / 1024.0 *
measure_ph;
        ph = (voltage_ph -
intercept)/slope;
     phStore = phStore + ph;
     count++;
     if (count == 40)
     {
       strPH = String(phStore/40);
       myGLCD.print(strPH,230,150);
       phStore = 0;
       count = 0;
     }
     if (myTouch.dataAvailable())
     {
       myTouch.read();
       x=myTouch.getX();
       y=myTouch.getY();
       str_x = String(x);
       str_y = String(y);
       if ( (x!=-1) && (y!=-1) )
       {
         if ((x>=80) && (x<=180))  //
Upper row
         {
           if ((y>=60) && (y<=110))  //
Button: 1
           {
             waitForIt(80, 60, 180, 110);
             if (SprayButtonPressed ==
false)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
  digitalWrite(SprayPin,HIGH);
              SprayButtonPressed =
true;
            }
            else
            {
digitalWrite(SprayPin,LOW);
              SprayButtonPressed =
false;
            }
          }
          if ((y>=120) && (y<=170))  //
Button: 2
          {
            waitForIt(80, 120, 180, 170);
            if (SolenoidValve2Pressed
== false)
            {
digitalWrite(solenoidValvePin2,HIGH);
              SolenoidValve2Pressed =
true;
            }
            else
            {
digitalWrite(solenoidValvePin2,LOW);
              SolenoidValve2Pressed =
false;
            }
          }
          if ((y>=180) && (y<=230))  //
Button: 3
          {
                myGLCD.print("3",RIGHT,200);
                waitForIt(80, 180, 180, 230);
                if (SolenoidValve1Pressed
== false)
                {
digitalWrite(solenoidValvePin1,HIGH);
                  SolenoidValve1Pressed =
true;
                }
                else
                {
digitalWrite(solenoidValvePin1,LOW);
                  SolenoidValve1Pressed =
false;
                }
              }
              if ((x>=0) && (x<=40) &&
(y>=120) && (y<=170))
              {
                waitForIt(0, 120, 40, 170);
                page = 'h';
                break;
              }
            }
          }
        }
      }
}
void CalibrateScreen()
{
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("Calibration", CENTER,
10);
  myGLCD.print("Acid",73,80);
  myGLCD.print("Base",73,200);
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (160, 60, 290,
110);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (160, 60,
290, 110);
  myGLCD.print("Record", 180, 80);
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (160, 180, 290,
230);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (160, 180,
290, 230);
  myGLCD.print("Record", 180, 200);
  myGLCD.setBackColor (0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.print("<", 10, 140);
  if ((ph4_calibrated == true) &&
(ph7_calibrated == true))
  {
     str_voltage_ph4 =
String(voltage_ph4);
     str_voltage_ph7 =
String(voltage_ph7);
     str_slope = String(slope);
     str_intercept = String(intercept);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(str_voltage_ph4,90,95);
  myGLCD.print(str_voltage_ph7,90,215);
  myGLCD.print("V",127,95);
  myGLCD.print("V",127,215);
  myGLCD.print("slope :",75,130);
  myGLCD.print(str_slope,140,140);
  myGLCD.print("intercept :",75,150);
  myGLCD.print(str_intercept,150,150);
  myGLCD.setFont(BigFont);
   x = 0;
   y = 0;
   while (true)
   {
    LED();
    if (myTouch.dataAvailable())
    {
     myTouch.read();
     x=myTouch.getX();
     y=myTouch.getY();
     str_x = String(x);
     str_y = String(y);
     if ( (x!=-1) && (y!=-1) )
     {
       if ((x>=160) && (x<=290))
{
          if ((y>=60) && (y<=110))
{
            waitForIt(160, 60, 290, 110);
measure_ph4 = analogRead(ph_pin);
voltage_ph4 = 5 / 1024.0 *
measure_ph4;
ph4_calibrated = true;
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.fillRoundRect (90, 95, 120,
105);
myGLCD.setColor(255,255,255);
myGLCD.setFont(SmallFont);
str_voltage_ph4 = String(voltage_ph4);
myGLCD.print(str_voltage_ph4,90,95);
              myGLCD.print("V",127,95);
              myGLCD.setFont(BigFont);
            }
            if ((y>=180) && (y<=230))
{
              waitForIt(160, 180, 290,
230);
              measure_ph7 =
analogRead(ph_pin);
              voltage_ph7 = 5 / 1024.0 *
measure_ph7;
              ph7_calibrated = true;
              myGLCD.setColor(0, 0, 0);
              myGLCD.fillRoundRect (90,
215, 120, 225);
myGLCD.setColor(255,255,255);
myGLCD.setFont(SmallFont);
              str_voltage_ph7 =
String(voltage_ph7);

myGLCD.print(str_voltage_ph7,90,215);
              myGLCD.print("V",127,215);
              myGLCD.setFont(BigFont);
            }
        }
        if ((ph4_calibrated == true) &&
(ph7_calibrated == true))
        {
              slope = (voltage_ph7 -
voltage_ph4)/(6.86-4.01);
              intercept = voltage_ph4-
(slope*(4.01));
myGLCD.setColor(0,0,0);
myGLCD.fillRoundRect (71, 138, 307,
154);
myGLCD.setColor(255,255,255);
myGLCD.setFont(SmallFont);
str_slope = String(slope);
str_intercept = String(intercept);
myGLCD.print("slope :",75,140);
myGLCD.print(str_slope,140,140);
myGLCD.print(",",173,140);
myGLCD.print("intercept :",180,140);
myGLCD.print(str_intercept,275,140);
              myGLCD.setFont(BigFont);
            }
            if ((x>=0) && (x<=40) &&
(y>=120) && (y<=170))
            {
              waitForIt(0, 120, 40, 170);
              page = 'h';
              break;
            }
        }
      }
    }
}
void waitForIt(int x1, int y1, int x2, int
y2)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2,
y2);
  while (myTouch.dataAvailable())
    myTouch.read();
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2,
y2);
}
void setup()
{
              myGLCD.InitLCD();
              myGLCD.clrScr();
              myTouch.InitTouch();
myTouch.setPrecision(PREC_MEDIUM);
              myGLCD.setFont(BigFont);
              myGLCD.setBackColor(0,
0, 0);
              pinMode(SprayPin,
OUTPUT);
              digitalWrite(SprayPin,
LOW);
pinMode(floatswitchPin,INPUT_PULLUP
);
pinMode(pumpPin,OUTPUT);
digitalWrite(pumpPin,LOW);
pinMode(solenoidValvePin1,OUTPUT);
digitalWrite(solenoidValvePin1,LOW);
pinMode(solenoidValvePin2,OUTPUT);
digitalWrite(solenoidValvePin2,LOW);
pinMode(ledPin,OUTPUT);
digitalWrite(ledPin,HIGH);
ph4_calibrated = false;
ph7_calibrated = false;
LED_Command = LED_StartCommand;
              page = 'h';
              while(true)
              {
                 if (page == 'h')
                 {
                    HomeScreen();
                 }
                 if (page == 'a')
                 {
                    AutoScreen();
                 }
                 if (page == 's')
                 {
  PlantScreen("Salad",'s'); //Salad
                 }
                 if (page == 'b')
                 {
 PlantScreen("Cabbage",'b'); //Cabbage
                 }
                 if (page == 'l')
                 {
 PlantScreen("Lettuce",'l'); //Lettuce
                 }
                 if (page == 'm')
                 {
                    ManualScreen();
                 }
                 if (page == 'c')
                 {
                    CalibrateScreen();
                 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                Serial.begin(9600);
}
float getTemp()
{
                byte data[12];
                byte addr[8];
                if ( !ds.search(addr))
                {
                    ds.reset_search();
                    return -1;
                }
                if ( OneWire::crc8( addr, 7)
!= addr[7])
                {
                    Serial.println("CRC is
not valid!");
                    return -1;
                }
                if ( addr[0] != 0x10 &&
addr[0] != 0x28)
                {
                    Serial.print("Device is
not recognized");
                    return -1;
                }
                ds.reset();
                ds.select(addr);
                ds.write(0x44,1);
                byte present = ds.reset();
                ds.select(addr);
                ds.write(0xBE);
                for (int i = 0; i < 9; i++)
                {
                    data[i] = ds.read();
                }
                ds.reset_search();
                byte MSB = data[1];
                byte LSB = data[0];
                float TRead = ((MSB <<8) |
LSB);
                float Temperature =
TRead / 16;
                return Temperature;
}
void loop()
{
                temp = getTemp();
                Serial.print(temp);
                Serial.print(" , ");
                if (temp>29.0)
                {digitalWrite(solenoidValvePin1,
LOW);}
                else
                {digitalWrite(solenoidValvePin1,
HIGH);}
                waterLevel =
digitalRead(floatswitchPin);
                Serial.println(waterLevel);
                if (waterLevel == 0)
                {
                digitalWrite(pumpPin,LOW);
                }
                else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้