รหัสบทความ SEITS 93

สมาร์ทไฮโดรโปรนิกส์

smart hydroponics

ธนพล นรากล่ำ[1], ธนกร ศิละโคตร[1], จารุวรรณ ผโลประการ[1],
ศิวรุตม์ จุลพรหม[1], สะคราญ สิชฌรังษี[1]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน (SITE) คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
thanapol-nar@rmutp.ac.th, tanakorn-sil@rmutp.ac.th, jaruwan-pa@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบอัตโนมัติช่วยควบคุมความคงที่ของpH ของสารอาหาร ของสารABที่ฉีดลงในน้ำและสร้างระบบแจ้งเตือนค่า PH ของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ เพราะปัจจุบันนี้ในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินหลายแบบด้วยกัน โดยการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์โดยใช้น้ำจะต้องมีการใช้สาร AB โดยเป็นแร่ธาตุให้กับผักและวัดค่า PH ในน้ำอยู่เรื่อย ๆ และปัญหาในการจะต้องมีการวัดค่า PH และให้สาร AB อยู่เรื่อย ๆเนื่องจากการไหลเวียนของน้ำจะทำให้ผักไฮโดรโปนิกส์นั้นดูดสารอาหารเรื่อย ๆ และทำให้สารอาหารหรือปุ๋ยต่างๆ เจือจางจึงจำเป็นจะต้องมีการวัดค่า HP และให้สาร AB อยู่ เรื่อย ๆ เพื่อให้ผักไฮโดรโปนิกส์ได้รับสารอาหารที่เพียงพอและเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดี จึงมีแนวคิดและหลักการในการสร้างที่จะนำ Micro Controller และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็น Sensor ต่างๆมารวมกัน และมีระบบแสดงผลบนหน้า Application Blynk เพื่อที่จะสร้างครื่องระบบแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟนเพื่อที่จะให้บุคคลทั่วไปนั้นใช้งานได้อย่างสะดวกและลวดเร็วความสะดวกสบายและได้ค่าที่คงที่ของสารที่ฉีดลงในน้ำและผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟน สามารถทำงานได้ปกติ ดังนั้นเครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถ วัดค่า PH ของน้ำ และสามารถให้สาร AB ตามความเมาะสมแบบอัตโนมัติ และแจ้งเตือนค่า PH และฉีดสาร AB ที่ฉีดลงไปในน้ำผ่าน Application Blynk

คำสำคัญ : ค่า PH, สาร AB , Application Blynk

Abstract

This project aims to design an automation system to control the stability of the nutrient pH of AB injected water and to create a PH alarm system in a hydroponic vegetable growing system. Because at present, in many types of soilless cultivation techniques by growing hydroponics vegetables using water requires the application of AB as a mineral to the vegetables and the PH value of the water is constantly measured, and there is a problem of having to measure the HP and reagents. AB because the flow of water will cause the hydroponics vegetables to absorb nutrients continuously and make nutrients or fertilizers. Therefore, it is necessary to measure the HP and continue AB administration in order for the hydroponics vegetables to receive adequate nutrition and to grow efficiently and of good quality. Therefore, there are concepts and principles for creating that will combine Micro Controller and electronic devices that are Sensors. And there is a notification system via Application Blynk in order to create a system to alert the PH value of water in the hydroponic vegetable growing system via smartphones so that the general public can use it. Convenient and fast wire, convenience and stable value of the substance injected into the water. And the test results of the system to alert the PH value of water in the hydroponic vegetable growing system via a smartphone can work normally Therefore, the developed machine can measure the PH value of water and can automatically supply the appropriate AB substance. and alert the PH value and inject AB substance injected into the water through the Application Blynk

Keywords : PH value, AB substance, Application Blynk

1. บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันความต้องการในการทำเกษตรกรรมแบบสมัยใหม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมักจะ พบกับปัญหาพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมไม่เพียงพอ หรือพื้นที่ที่มีอยู่ไม่เหมาะแก่การทำเกษตรกรรม เช่น ดินเค็ม ดินเปรี้ยวจัด ดินทรายจัด ดินอินทรีย์ ดินปนกรวด เป็นต้น [1] จึงเป็นสาเหตุที่มีการพัฒนาการปลูกพืชแบบใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น

รูปแบบของการปลูกพืชชนิดใหม่คือการปลูกพืชไร้ดินแบบไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) มีประโยชน์หลักๆ 2 ประการด้วยกัน ประการแรกคือช่วยให้มีสิ่งแวดล้อมที่ใช้สำหรับการเจริญเต็บโตของ พืชได้มากขึ้น แทนที่จะเป็นการใช้ดินอย่างเดิม ทำให้กำจัดตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ออกไปจากการปลูกพืช ประการที่สองก็คือ พืชหลายชนิดจะให้ผลผลิตได้มากในเวลาที่น้อยกว่าเดิม และมีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม ขณะที่ใช้พื้นที่จำกัด นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำน้อยลง เพราะมีการใช้ภาชนะหรือระบบวนน้ำแบบปิดเพื่อ หมุนเวียนน้ำ [2] แต่ข้อเสียของการปลูกพืชวิธีนี้ในปัจจุบันคือต้นทุนค่อนข้างสูง พืชที่ปลูกได้มีความ หลากหลายน้อยและผู้ที่ปลูกจะต้องมีความรู้อย่างแท้จริงเพราะต้องควบคุมปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ให้ถูกต้อง ปัจจุบันสามารถใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ได้ ซึ่งผลผลิตที่ได้ไม่ แตกต่างกันมาก และยังสามารถปลูกได้ทั้งผักไทย ผักจีนและผักต่างประเทศ [3]

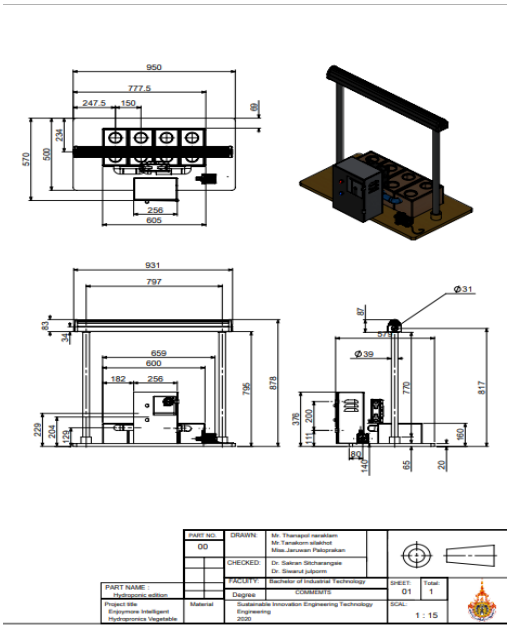
การปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวน (Aeroponics culture) คือการเติมออกซิเจนลงไปในสารละลายธาตุอาหาร เนื่องจากว่ามีการฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารใส่รากพืชโดยตรง รากของพืชจึงได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง ทำให้รากของพืชมีการเจริญเติบโตและ แตกแขนงได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งสารละลายธาตุอาหารสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จึงเป็นระบบที่ลดการ ใช้น้ำและสารละลายธาตุอาหารลงได้ และยังเป็นวิธีที่ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อราหรือแบคทีเรียบริเวณ รากพืช เนื่องจากว่าไม่ได้ใช้ดินในการปลูก ส่วนข้อเสียคือเป็นระบบที่มีต้นทุนสูง อีกทั้งเป็นระบบที่ จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าหากเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

จะทำให้รากพืชขาดน้ำและอาหารทำให้พืชเหี่ยวได้ มีโอกาสที่หัวพ่นจะเกิดการอุดตันได้ รากพืชไม่สามารถทรงตัวอยู่เองได้ถ้าเราจะปลูกพืชที่มีลำต้นขนาด ใหญ่จำเป็นต้องมีการสร้างเครื่องค้ำจุนลำต้น [4]

จากข้อมูลที่น่าสนใจข้างต้นจะเห็นได้ว่าการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์มีข้อได้เปรียบกว่าและน่าสนใจ มากกว่า จึงเป็นที่มาของโครงงานนี้ที่จะระบบแจ้งเตือนค่า PH และระบบฉีดสาร AB อัตโนมัติเพื่อความสะดวกสบายของเกษตรกรและสามารถควบคุมความเข้มข้นของสาร AB ในน้ำให้ได้ค่าที่คงที่เหมาะสมกับผักไฮโดรโปนิกส์

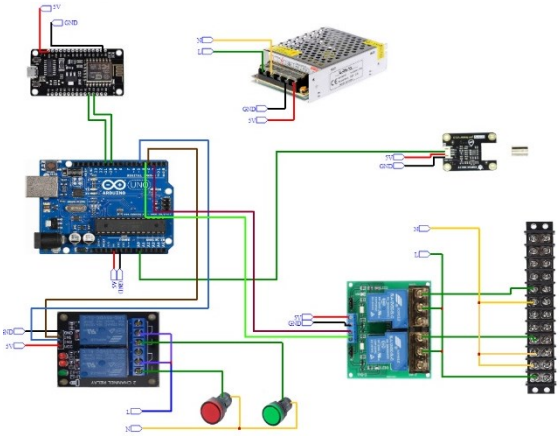
2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

2.1เขียนแบบออกแบบโครงสร้างไฮโดรโปนิกส์



ภาพที่ 1 Drawing แสดงภาพฉายด้านบน ด้านหน้า และด้านข้าง เพื่อบอกขนาดและองศาทุกส่วนของเครื่องไฮโดรโปนิกส์

2.2 การออกแบบไวริงไดอะแกรม



ภาพที่ 2 ไวริงไดอะแกรมสมาร์ทไฮโดรโปนิกส์

ภาพที่ 2แสดงการทำงานของสมาร์ทไฮโดรโปนิกส์ Arduino NodeMCU รุ่น Esp32ทำงานที่ความเร็ว 160Mhz SRAM 512Kหน่วยความจำFlash สำหรับโปรแกรมขนาด 4M Byte ขาใช้งาน GPIO 36 ขาความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE ได้ เชื่อมต่อกับพอร์ต USB ผ่านชิป UART รุ่น CP2102 โดยมีหน้าที่ รับค่า ต่างๆมาจากเซนเซนต์ และควบคุมการสั่งงานรีเลยเซ็นเซอร์วัดค่าph arduino สำหรับวัดความเป็น กรด-เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0 - 14pHท่อ PVC ขนาด 1/2 ใช้ในการเป็นท่อลำเลียงน้ำและปลูกผักไฮโดรโปนิกส์หลอดไฟ RTB 3 สี ทำหน้าที่ส่งเสริมการสังเคราะห์แสงของพืชพัดลมระบายอากาศจะทำหน้าถ่ายเทอากาศ ระบายความร้อนปั๊มน้ำ 220 V ทำหน้าที่ปล่อยน้ำเข้าสู่ท่อลำเลียงในการปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์Wi-Fi HERO_2.4G มีหน้าที่ทำให้ตัวระบบสามารถ เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต2.3 สร้างโครงไฮโดรโปนิกส์สำเร็จ

2.4 ติดตั้งบอร์ดอาดูโน่, ติดตั้งค่าแอพพลิเคชั่นสำเร็จ,ปั๊มน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าPHและวัดระดับน้ำ

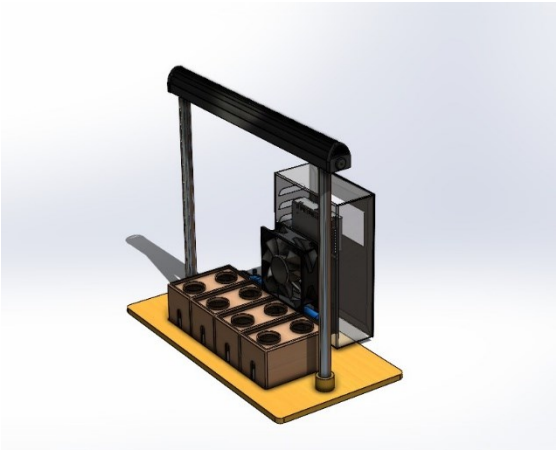
2.4.1 สถานที่ทำการทดลอง

บ้าน เลขที่ 67 ซอยร่วมสุข10 หมู่1 ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000 อร์ 0960722614

3. ผลการวิจัย (Results)

3.1 ผลการออกแบบสมาร์ทไฮโดรโปนิกส์ผ่าน Application Blynk

สมาร์ทไฮโดรโปนิกส์จะแสดงการทำงานการออกแบบวงจรระบบควบคุมการทำงานการออกแบบวงจรระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องได้ใช้โปรแกรม Arduino ESP32 แสดงภาพที่2 ซึ่งการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจำนำเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า PH ของน้ำ มาเชื่อมต่อกับ Arduino ESP32Relay module 10A 250V 2 channel มาเชื่อมต่อกับ Arduino ESP32นำเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ มาเชื่อมต่อกับ Arduino UNOนำ Application Blynk มาเชื่อมต่อการควบคุมการเปิดและปิดมอเตอร์ เพื่อเปิดและปิดการทำงานเสียบปลั๊กเชื่อมต่อการควบคุม เปิดและปิดการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3 Drawing แสดงการวางภาพแบบ Isometric view เพื่อให้เห็นรายละเอียดภายนอกของสมาร์ทไฮโดรโปนิกส์ควบคุมผ่าน Application Blynk

ภาพที่ 4 สมาร์ทไฮโดรโปนิกส์ควบคุมผ่าน Application Blynk ที่สร้างเสร็จและพร้อมสำหรับการทดลอง

3.2 การดำเนินการทดสอบวัดค่าPHผ่าน Application Blynk

จากการทดสอบการทำงาน 2 รูปแบบคือ ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า PH ของน้ำ และระบบแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่าน Application Blynk จากผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า PH ของน้ำ โดยผลการทดสอบจะทดสอบด้วยการใส่สาร A และ B ผสมลงไปในน้ำ ในปริมาณที่ไม่เท่ากันและใช้เซนเซอร์ที่ใช้วัดสาร PH ในน้ำทั่วไปที่ได้มาตรฐานวัดเทียบกับเซนเซอร์ของโครงงานโดยทดสอบทั้งหมด 4 ครั้ง สรุปได้ว่าความผิดพลาดของการวัดค่า PH ของน้ำ เกิดจากการใช้เซนเซอร์ที่ต่างกันแต่สามารถวัดค่า PH ของน้ำได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งความผิดพลาดของการวัดค่า PH ของเกิดขึ้นน้อยมาก โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ ± 0.0025%

ตารางที่1 ทดสอบวัดค่าPH จากตัววัดค่าPHผ่าน Application Blynk

ครั้งที่	ปริมาณสาร A,B น้ำ1ลิตร	ค่า PH ที่ได้จากเครื่องวัด PH ผ่าน Application Blynk	ค่าความผิดพลาด
1	A:50 g , B:100 g	6.57	0.005%
2	A:50 g , B:100 g	6.66	0.006%
3	A:50 g , B:100 g	6.53	0.005%

ตารางที่2 ทดสอบวัดค่าน้ำ ผ่านตัววัดค่าPH ผ่าน Application Blynk

ครั้งที่	น้ำ1ลิตร	ค่าที่ได้
1	100g	6.79
2	50g	7.21
3	100g	7.43

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่าน Application Blynk โดยผลการทดสอบจะทดสอบด้วยการใส่สาร A และ B ผสมลงไปในน้ำ ในปริมาณที่ไม่เท่ากันและใช้เซนเซอร์ขโครงงานวัดสาร PH ในน้ำ เมื่อค่าสาร AB ต่ำหรือสูง กว่ากำหนด โดย PH ที่กำหนดไว้ ต่ำกว่า 6.8 ระบบจะแจ้งแสดงบน Application Blynk “ ค่า PH ต่ำกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ” และสูงกว่า 6.8 ระบบแสดงบนหน้า Application Blynk “ ค่า PH สูงกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ” โดยทดสอบทั้งหมด 5ครั้ง สรุปได้ว่าจากการทดลองประสิทธิภาพระบบแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่าน Application Blynk ระบบสามารถแสดงบน Application Blynk ได้จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่0.0025%

4. อภิปรายผล (Discussion)

เครื่องแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟนที่ได้สร้างขึ้นสามารถลดปัญหาในการจะต้องมีการวัดค่า HP และให้สาร AB อยู่เรื่อย ๆเนื่องจากการไหลเวียนของน้ำจะทำให้ผักไฮโดรโปนิกส์นั้นดูดสารอาหารเรื่อย ๆ และทำให้สารอาหารหรือปุ๋ยต่างๆ เจือจางจึงจำเป็นจะต้องมีการวัดค่า PH และให้สาร AB อยู่ เรื่อย ๆ เพื่อให้ผักไฮโดรโปนิกส์ได้รับสารอาหารที่เพียงพอและเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดี โดยเครื่องแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟนมีฟังก์ชั่นการวัดค่า PH ในน้ำ เพื่อสามารถใส่สาร A , B ลงไปในน้ำได้อย่างเหมาะสมและมีระบบแสดงบนหน้า Application Blynk เมื่อค่าสาร AB ต่ำกว่ากำหนด โดย PH ที่กำหนดไว้ ต่ำกว่า 6.8 ระบบจะแสดงบนหน้า Application Blynk “ ค่า PH ต่ำกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ” และสูงกว่า 6.8 ระบบจะแสดงบนหน้า Application Blynk “ ค่า PH สูงกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ” เพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็วในการ ตรวจสอบค่า PH ในน้ำ

ในโครงงานนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการวัดค่า PH ในน้ำ ของเครื่องแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้ภาชนะใส่น้ำทั้งหมด 4 ชิ้น แต่ละชิ้นจะผสมสาร A,B ลงไปในน้ำไม่เท่ากัน หลังจากนั้นใช้เซนเซอร์ตรวจจับค่า PH ของโครงงานเทียบกับเซนเซอร์ของเครื่องวัดทั่วไปที่ได้มาตรฐาน วัดค่า PH ในน้ำของภาชนะแต่ละชิ้น เพื่อหาค่าความผิดพลาดและพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจจับค่า PH ของโครงงาน เพื่อให้ความแม่นยำหรือผิดพลาดน้อยที่สุด เมื่อค่าสาร AB ต่ำ โดยใช้ภาชนะใส่น้ำทั้งหมด 10 ชิ้น แต่ละชิ้นจะผสมสาร A,B ลงไปในน้ำในปริมาณที่มีมีสาร A,B น้อยมาก , A,B มาก และใส่สาร A,B ในปริมาณที่เพียงพอ มาก ซึ่งจะทำการวัดค่า PH ในน้ำของภาชนะแต่ละชิ้นจะพบว่าภาชนะที่ใส่สาร A,B ในปริมาณที่น้อยและใส่สาร A,B ในปริมาณที่น้อย ระบบจะแจ้งเตือนเข้าไปใน แสดงบนหน้า Application Blynk และภาชนะที่ใส่สาร A,B ในปริมาณที่เหมาะสมโดยมีค่า PH เท่ากับ 6.8 ph ระบบไม่มีการแสดงบนหน้า Application Blynk จากการทดสอบระบบแสดงบนหน้า Application Blynk เมื่อค่าสาร AB ต่ำหรือสูงกว่ากำหนด จะเห็นได้ว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

การทดสอบการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟน เพื่อหาค่าความความคลาดเคลื่อน ของเซ็นเซอร์ และหาข้อผิดพลาดของระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติโดยมีการทดสอบได้แก่ ทดสอบเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า PH ของน้ำเพื่อทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์ตรวจจับค่า PH ของน้ำ มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.0065 % และ การทดสอบระบบแสดงบนหน้า Application Blynk เมื่อค่าสาร AB ต่ำหรือสูงกว่ากำหนด เพื่อทดสอบความแม่นยำในการแจ้งแสดงบนหน้า Application Blynk ไม่มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งจากการทดสอบทั้งหมดเครื่องแจ้งเตือนค่าPHของน้ำในระบบปลูกผักไฮโดรโปรนิกส์ผ่านสมาร์ทโฟนสามารถทำงานได้ จากผลการทดสอบ

5. สรุปผล (Conclusion)

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องด้วยการกำหนดขนาดและคัดเลือกวัสดุ ซึ่งส่วนประกอบ หลักของเครื่องได้แก่ ตู้เหล็กคอนโทรล 8*38*9 เซ็นติเมตร ภายในตู้จะติดตั้งส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และเดินไฟในส่วนของระบบควบคุมการทำงาน โดยจะทำการเขียนโค้ดของแต่ละส่วนของการทำงานและทำการอัปโหลดโค้ดเข้ากับ Arduino ESP32

การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบ วงจรระบบควบคุมการทำงาน และการออกแบบโค้ดเพื่อใช้สำหรับควบคุมการทำงาน ซึ่งการออกแบบ วงจรระบบควบคุมการทำงานจะทำการเขียนแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อจำลองการเชื่อมต่อของวงจรอิเล็ก ทรอกนิกส์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การออกแบบโค้ดเพื่อใช้สำหรับควบคุมการทำงาน ได้ทำการเขียนโค้ด บนโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งโค้ดควบคุมการทำงานมีทั้งหมด 2 รายการ ได้แก่ โค้ดควบคุมเซ็นเซอร์วัด ตรวจจับค่า PH ของน้ำ และโค้ดระบบแสดงบนหน้า Application Blynk เมื่อค่าสาร AB ต่ำหรือสูงกว่ากำหนด โดย PH ที่กำหนดไว้ ต่ำกว่า 6.8 ระบบจะแจ้งเตือนข้อความ “ ค่า PH ต่ำกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ” และสูงกว่า 6.8 ระบบจะแจ้งเตือนข้อความ “ ค่า PH สูงกว่ากำหนด : (ค่า PH ที่วัดได้) ”

6. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งทางคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืนทุกท่าน และอาจารย์ทีปรึกษาประจำโครงงาน ที่ได้ให้ความรู้กับคณะผู้จัดทำคอยให้คำปรึกษาและชี้แนวทางในการสร้างการพัฒนาโครงงาน รวมถึงแนวทางการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งเสียสละเวลาอันมีค่า ให้คำแนะนำ รับฟังปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการสร้างและพัฒนาโครงงานนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักสำรวจและวิจัยทรพยากรดิ กรมพัฒนาที่ดิน, “ความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน,” [ออนไลน์]. Available:http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_problem2.htm . [มกราคม 2565]

[2] “ไฮโดรโปรนิกส์,” [ออนไลน์]. Available: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%AE%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C. [มกราคม 2565]

[3] ภิญญาพร นิยมโชค, “ข้อดี-ข้อเสียของการปลูกพืชไร้ดิน” [ออนไลน์]. Available: https:/sites.google.com/site/karplukphak7862/bth-this. [มกราคม 2565]

[4] จุฑามาศ จิโนบัว “แอโรโปนิกส์ การปลูกพืชในระบบรากแขวนอยู่ในอากาศ.” [ออนไลน์) Available: http://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/56/No12.pdf. [มกราคม 2565]

[5] H2O Hydro Garden. (2554). ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์. สืบค้นจาก http://www.h2ohydrogarden.com/ความรู้เบื้องต้น/ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์.html. [มกราคม 2565]

[6] H2O Hydro Garden. (2554). เกร็ดความรู้เกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยเอบี. สืบค้นจาก http://www.h2ohydrogarden.com/ความรู้เบื้องต้น/เกร็ดความรู้-เกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยเอบี.html. [มกราคม 2565]

[7] ศูนย์รวมบทความ สาระน่ารู้ ข่าวสาร เกี่ยวกับการเกษตร. (260). การดูแลผักไฮโดรโปนิกส์. สืบค้นจาก http://www.m-group.in.th/article/บทความ/การดูแลผักไฮโดรโปนิกส์.html. [มกราคม 2565]

[8] งูเขียว หางบอบช้ำ . (มปป). การควบคุมสารอาหารในน้ำของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. สืบค้นจาก https://www.baanjomyut.com/library_5/agricultural_knowledge/vegetables_herbs/12_9.html. [มกราคม 2565]

[9] industrypro . (2561). ค่า pH ในน้ำ. สืบค้นจาก https://industrypro.co.th/ph-in-water/#:~:text=ค่า%20pH%20เป็นค่าที่,สาร

ชนิดนั้นจะมี. [มกราคม 2565]

[10] kongimi. (2557). เริ่มต้น Arduino. สืบค้นจาก http://kong-arduino-th.blogspot.com/2014/08/arduino.html. [มกราคม 2565]