

ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการให้น้ำพืชผัก

Automated Control Systems for Plant Watering

ศุภกานต์ แก้วเหลียม¹ สุคนธ์ พันธูณ² และ ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์³

Supakan Kaewleam¹ Sukon Phanthunen² and Pramote Suksirisak³

Received: April 6, 2023

Revised: April 19, 2023

Accepted: April 24, 2023

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้นมีหลายหลายรูปแบบ แต่ปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้นก็คือการรดน้ำให้กับพืชผักต่าง ๆ เดิมวิธีการรดน้ำแบบใช้แรงงานคนและระบบรดน้ำแบบสปริงเกอร์โดยไม่มีการควบคุมทำให้การรดน้ำไม่มีความสม่ำเสมอ อาจทำให้น้ำท่วมพื้นที่และพืชผักได้รับปริมาณน้ำมากเกินไปจนความจำเป็น คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติผ่านเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และส่งสัญญาณข้อมูลกลับไปยังตัวรับสัญญาณโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (บอร์ดอาดูโน) ในการควบคุมการทำงานโดยการติดตั้งเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกจำลอง 2 แปลง สำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านโมดูลสื่อสารแบบมีสายไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลว่าควรจ่ายน้ำหรือไม่ โดยผ่านเงื่อนไขของค่าความชื้น 70% ในการควบคุมให้ระบบจ่ายน้ำเพื่อรดน้ำ หากความชื้นต่ำกว่า 70% ระบบจะจ่ายน้ำเพื่อรดน้ำ แปลงผักอัตโนมัติ และเมื่อความชื้นมากกว่า 70% ระบบจะหยุดจ่ายน้ำ โดยค่าความชื้นที่วัดได้จะถูกส่งไปเก็บที่โมดูลเอสดีการ์ดเพื่อไปวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าระบบที่สร้างขึ้น สามารถควบคุมความชื้นในดินได้ดีที่สุดที่ 69.99% มีความคลาดเคลื่อน 0.000948% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.04

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์, โมดูลเอสดีการ์ด, ระบบควบคุมอัตโนมัติ, ฟาร์มอัจฉริยะ

¹รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Associate Professor, Mechanical Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

E-mail: supakan@rtaf.mi.th

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักบัณฑิตศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Assistant Professor, Graduate School, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

E-mail: sukon_p@rtaf.mi.th

³รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Associate Professor, Mechanical Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

E-mail: nueng_rtafa56@hotmail.com

Abstract

Presently, there are many forms of agricultural cultivation, but an important factor in agricultural cultivation is the watering of various vegetables. Traditional watering either manual or sprinkler system without control causing the uneven watering makes area flood and vegetables receive water more than necessary. The researchers therefore design an automatic watering system for vegetable plots through soil moisture sensors. The automatic watering system transmits the data, soil moisture, back to the receiver using a microcontroller (Arduino board) to control the watering system. There are 2 simulated planting plots for collecting and analyzing data. The measurement value is then sent through a wired communication module to the microcontroller for processing whether water should be supplied or not. By passing the conditions of 70% humidity to control the water supply system for watering, if the humidity is below 70%, the system will supply water automatically to the vegetable plot. And, when the humidity is more than 70%, the system will stop supplying water. The measured moisture value will be sent to the SD card module for analyzing. The test results show that the built system is able to control soil moisture the best at 69.99% with an error of 0.000948% and a standard deviation of 1.04.

Keywords: Microcontroller, SD Card Module, Automated Control Systems, Smart Farm

1. บทนำ

มนุษย์ได้พยายามหาวิธีการลดการใช้แรงงานของมนุษย์มาเป็นเวลานาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้แรงงานสัตว์ หรือการใช้เครื่องจักรกล จนมาถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้ประโยชน์จากระบบควบคุม, หุ่นยนต์ หรือกลไกอัตโนมัติต่าง ๆ ในด้านเกษตรกรรม คมนาคม การศึกษา ฯลฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ยังประกอบอาชีพเกษตรกรรม เป็นอาชีพหลัก ได้มีการเริ่มนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในการทำฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนและเวลาที่จะต้องเสียไปกับการจ้างบุคลากรในฟาร์มในการดูแลพืชผัก จึงนำซอฟต์แวร์ มาแจ้งเตือนหรือนำฮาร์ดแวร์เข้ามาร่วมใช้ในฟาร์ม โดยปกติการทำฟาร์มอัจฉริยะจะต้องใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนมาก ส่วนใหญ่จะเป็นการตั้งเวลาและติดตามสภาพอากาศภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเพิ่มผลผลิต [1]

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาค่าใช้จ่ายค่าน้ำที่สูงเนื่องจากการรดน้ำพืชผักเกินความจำเป็น และลดปริมาณแรงงานการรดน้ำโดยเกษตรกรเอง คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยมีจุดประสงค์เพื่อการรักษาระดับความชื้นของดินไว้ที่ 70% ซึ่งเป็นระดับความชื้นเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชผักในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับฟาร์มอัจฉริยะที่สร้างขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรมอาดูโน (Arduino) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติที่มีการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตัวบอร์ดอาดูโนถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ดอาดูโนในการต่ออุปกรณ์เสริม คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาของบอร์ด เพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ มาเสียบบอร์ดอาดูโนแล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อ บอร์ดอาดูโนประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ คือบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาใช้ประกอบกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ซึ่งมีหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างในเรื่องขนาดของบอร์ด จำนวนขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ ประสิทธิภาพของไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น [2]

2.2 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) ใช้วัดความชื้นในดินหรือใช้เป็นเซนเซอร์น้ำ สามารถทำงานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้แอนาล็อกอินพุต (Analog Input) อ่านค่าความชื้น หรือเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับค่าความไวได้ด้วยการปรับ Trim Pot การใช้งานจะต้องเสียบแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับวัดลงดิน เพื่อให้วงจรแบ่งแรงดันทำงานได้ครบวงจร จากนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ไอซี ออปแอมป์เบอร์ LM393 เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดินกับแรงดันที่วัดได้จากวงจรแบ่งแรงดัน ปรับค่าโดยใช้ Trim Pot หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดินมีค่ามากกว่าก็จะทำให้วงจรปล่อยลอจิก “1” ไปที่ขาดิจิทัล “0” แต่หากความชื้นในดินมีน้อย ลอจิก “0” จะถูกปล่อยไปที่ขาดิจิทัล “0” ขาแอนาล็อก “0” เป็นขาที่ต่อโดยตรงกับวงจรที่ใช้วัดความชื้นในดินซึ่งให้ค่าแรงดันออกมาตั้งแต่ 0 ถึง 5 โวลต์ (ในทางอุดมคติ) โดยหากความชื้นในดินมาก แรงดันที่ปล่อยออกไปก็จะน้อยตามไปด้วย [3]

2.3 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมโดยใช้คอยล์ไฟฟ้าสั่งการร่วมกับสปริงหรือคอยล์ไฟฟ้าอีกตัวเมื่อต้องการให้วาล์วอยู่อีกตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิด - เปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิตช์ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิตช์ตัดกระแสไฟฟ้า เดือยวาล์วจะกลับสู่ตำแหน่งเดิมโดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อเปิดวาล์ว เช่น โซลินอยด์วาล์วน้ำ โซลินอยด์วาล์วแก๊ส โซลินอยด์วาล์วไฮดรอลิก โซลินอยด์วาล์วลม

2.4 โมดูลบันทึกข้อมูล (Micro SD Card Module) ยี่ห้อ Catalexes สำหรับเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ จากบอร์ดอาดูโนลงบน Micro SD Card มีอินเตอร์เฟสแบบ SPI ใช้งานง่าย มีไลบรารี (Library) สำเร็จรูปให้พร้อมใช้งาน มีวงจรทำงานที่ 3.3 โวลต์ มาให้ในตัวบอร์ดสามารถใช้แรงดันไฟฟ้าในช่วง 4.5 ถึง 5.5 โวลต์

2.5 โครงสร้างของดิน คือ รูปแบบการคงตัวของดินในสถานะหนึ่ง ๆ ถูกแบ่งเป็นชั้น ๆ ได้แก่ ชั้นผิวดิน ชั้นดินกลาง และชั้นดินลึก ส่วนใหญ่การเพาะปลูกหารากสั้นก็จะอยู่ในชั้นผิวดิน (ประมาณ 30 เซนติเมตร จากผิวดิน) หากเป็นไม้ยืนต้นรากพืชจะอยู่จะอยู่ในดินชั้นกลาง และชั้นดินลึก (1.5 เมตร) ในแต่ละชั้นดินการก่อ

โครงสร้างดินจะแตกต่างกันไปตามวัตถุก่เนิดดิน สภาพอากาศ และบริบทการเกษตร เช่น พืชกรรมและรอบการให้น้ำ การไถพรวน การคลุมดิน การใส่ปุ๋ย เป็นต้น โครงสร้างและกลไกการสร้างตัวของชั้นดินนั้นก่อเกิดได้ตลอดเวลา บางพื้นที่มีสัณฐานขนาดเล็กอย่างไส้เดือนมาก ช่องว่างรูพรุนในดินมาก ดินจะมีลักษณะโปร่ง หรือบางพื้นที่เป็นดินร่วนแต่ขาดสารอาหาร ไม่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดินก็อาจมีรูพรุนหรือช่องอากาศน้อยกว่า ดินจึงมีโครงสร้างเฉพาะตัวแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ส่งผลโดยตรงต่อการซึมน้ำและการกักเก็บน้ำของดิน [4]

2.6 การคำนวณความชื้นในดิน สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 1 [5]

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_w คือ มวลน้ำในดิน (กรัม)

W_s คือ มวลดินแห้ง (กรัม)

W คือ ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์)

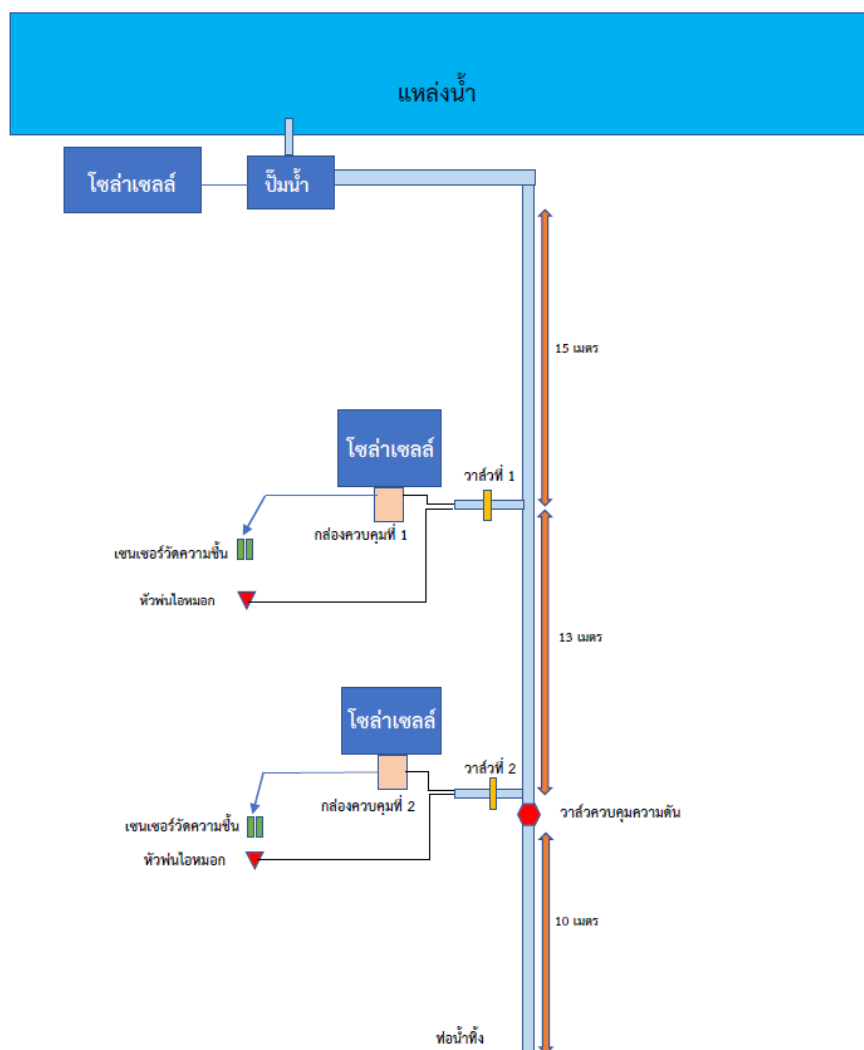
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกรัตน์ ศรีไทย และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาขนาดและรูปร่างของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการสูบน้ำเพื่อการเกษตร ได้ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ และปั้มน้ำขนาด 12 โวลต์ พบว่าแรงดันและปริมาณน้ำที่มากที่สุดในช่วงเวลา 11.00 – 15.00 น. และปริมาณน้ำที่ได้เฉลี่ย 4,107 ลิตรต่อวัน, คุณุตม์ แซ่ม้า และ สุรัชย์ แซ่จำว [7] ได้ใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินและส่งข้อมูลกลับไปคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย เพื่อทำการประมวลผลว่าจะจ่ายน้ำหรือไม่และทำการควบคุมระบบจ่ายน้ำให้รดแบบอัตโนมัติ พบข้อจำกัดที่ระยะ 30 เมตร ถ้าไกลกว่าระยะนี้จะไม่สามารถควบคุมระบบได้, สายันต์ ท้ายเมือง [8] สร้างเครื่องมือช่วยในการรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติในพื้นที่กว้าง 14 นิ้ว ยาว 11 นิ้ว โดยใช้ Node MCU ควบคุมรีเลย์โดยสั่งให้รีเลย์ต่อวงจรจ่ายไฟให้ปั้มน้ำทำงานในกรณีที่ความชื้นในดินต่ำ, เขมรัฐ มองเชิง และ ดวงนภา ทองเกิด [9] ได้สร้างและออกแบบระบบการให้น้ำในสวนทุเรียนอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2017 ในการตรวจจับเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและควบคุมโซลินอยด์วาล์วในการจ่ายน้ำไปยังท่อส่งน้ำเมื่อระบบวัดค่าความชื้นได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้, ภาคิน มณีโชติ และคณะ [10] ได้ศึกษาระบบรดน้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชนผู้สูงอายุ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และสภาพอากาศ และสามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยความพอใจสำหรับผู้ใช้งานอยู่ในระดับดีมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 คณะผู้วิจัยทำการสำรวจพื้นที่ด้านหน้าอาคารทดสอบเครื่องยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช และแหล่งน้ำบริเวณโรงฝึกงาน เพื่อเตรียมการติดตั้งตู้ควบคุม เซลล์แสงอาทิตย์

และวาล์วน้ำ จากนั้นทำการออกแบบเส้นทางเดินของน้ำสำหรับการทดสอบโดยใช้เครื่องสูบน้ำและแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งที่แหล่งน้ำ และติดตั้งท่อส่งน้ำผ่านบริเวณที่มีต้นไม้ และต่อเข้าด้วยตัวขึ้นงานที่แปลงที่ 1, แปลงที่ 2 และจุดทิ้งน้ำ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เส้นทางเดินน้ำภายในระบบ

3.2 เลือกขนาดของวาล์วน้ำ โดยการคำนวณจากกำลังเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ยี่ห้อ MTEC รุ่น DCPM21-14-72-750 มี Max Head ที่ 14 เมตร จะได้แรงดันน้ำขนาด 0.137 เมกะพาสคาล (Mega Pascal) คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้โซลินอยด์วาล์ว 12 VDC แรงดันใช้งานระหว่าง 0.02 ถึง 0.8 เมกะพาสคาล, เลือกขนาดเซลล์แสงอาทิตย์จากการคำนวณการใช้ไฟฟ้าต่อวันของโซลินอยด์วาล์วที่เลือกใช้ โดยมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 3.6 วัตต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลต์ จะได้กระแสไฟฟ้า 0.3 แอมแปร์ และกำหนดระยะเวลาการทำงานของวาล์วต่อวันไม่เกิน 2 ชั่วโมง จึงใช้งานไฟฟ้า 7.2 วัตต์·ชั่วโมง คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 วัตต์ 18 โวลต์

จากนั้นทำการคำนวณขนาดความจุแบตเตอรี่ จากการเปิดใช้งานระบบในเวลา 08.30 น. ถึง 17.30 น. (9 ชั่วโมงต่อวัน) โดยที่โซลिनอยด์วาล์วใช้กระแสไฟฟ้า 0.3 แอมแปร์ (300 มิลลิแอมแปร์) จะได้ความจุแบตเตอรี่ที่ต้องการเป็น 2,700 มิลลิแอมแปร์·ชั่วโมง ซึ่งเป็นความต้องการน้อยสุดที่ใช้ทำงานในเวลากลางวันโดยไม่ต้องชาร์จไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ขนาด 3,000 มิลลิแอมแปร์·ชั่วโมง 12 โวลต์ ขนาด 3 เซลล์ แต่ในการทดสอบจริงโซลिनอยด์วาล์วไม่เปิดใช้งานตลอดเวลา เนื่องจากการรดน้ำถ้าความชื้นเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ รีเลย์จะไม่จ่ายไฟให้โซลिनอยด์วาล์ว และจะใช้ไฟฟ้ากับบอร์ดอาดูโนเท่านั้น

3.3 ทำการหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละจากการเปรียบเทียบเซนเซอร์ เนื่องจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนสามารถอ่านค่าที่รับมาจากเซนเซอร์วัดความชื้นที่ขา A0 ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าแอนาล็อกที่มีความละเอียด 10 บิต ซึ่งจะอ่านได้ทั้งสิ้น 2^{10} เท่ากับ 1,024 ค่า โดยเป็นตัวเลขระหว่าง 0 – 1,023 คณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบเซนเซอร์เพื่อให้ได้ค่าร้อยละของความชื้นในดิน โดยทำการเปรียบเทียบมวลของดินที่ชุ่มน้ำและดินที่ตมจนแห้งจากตัวอย่างดิน 5 บริเวณ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 การตมดินให้แห้งเพื่อหามวลที่หายไป

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละความชื้นในดินจากการเปรียบเทียบเซนเซอร์

ตัวอย่างดินที่	ก่อนตม		หลังตม		มวลน้ำในดิน (กรัม)	ความชื้นของดิน (%)
	มวล (กรัม)	ค่าแอนาล็อก	มวล (กรัม)	ค่าแอนาล็อก		
1	91.12	352	49.20	1,023	41.91	85.18
2	75.60	667	52.10	1,023	23.50	45.11
3	74.36	596	48.25	1,023	26.11	54.11
4	81.89	532	50.32	1,023	31.57	62.74
5	85.78	492	51.28	1,023	34.50	67.28

เมื่อได้ค่าความชื้นของตัวอย่างดินทั้ง 5 ตัวอย่าง แล้วนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอนาล็อกและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินเป็นสมการเชิงเส้น (Linearization) [11] จะได้ดังสมการที่ 2

$$y = -7.894x + 1023 \quad (2)$$

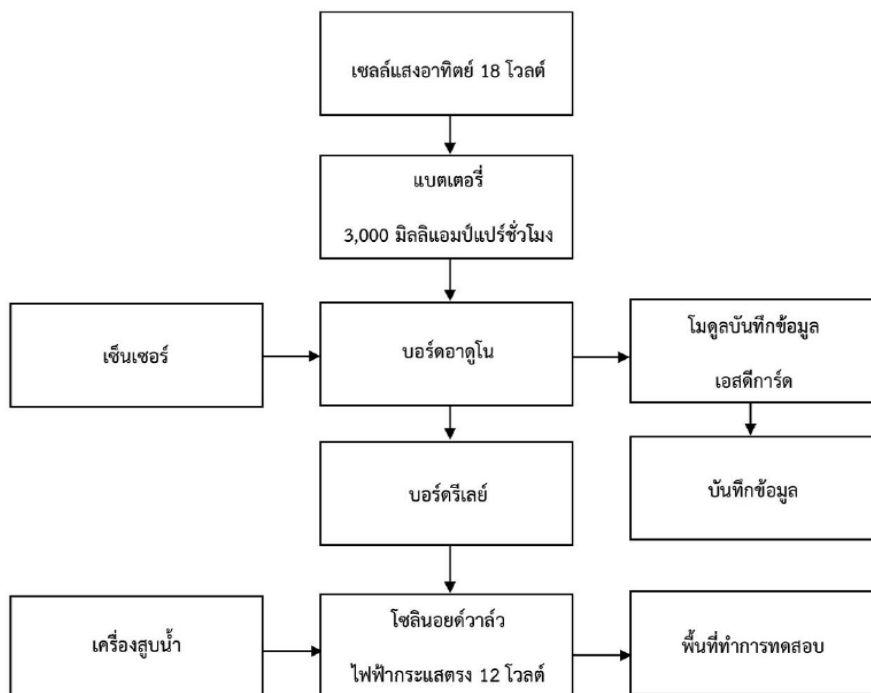
เมื่อ x คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน

y คือ ค่าแอนาล็อกของเซนเซอร์

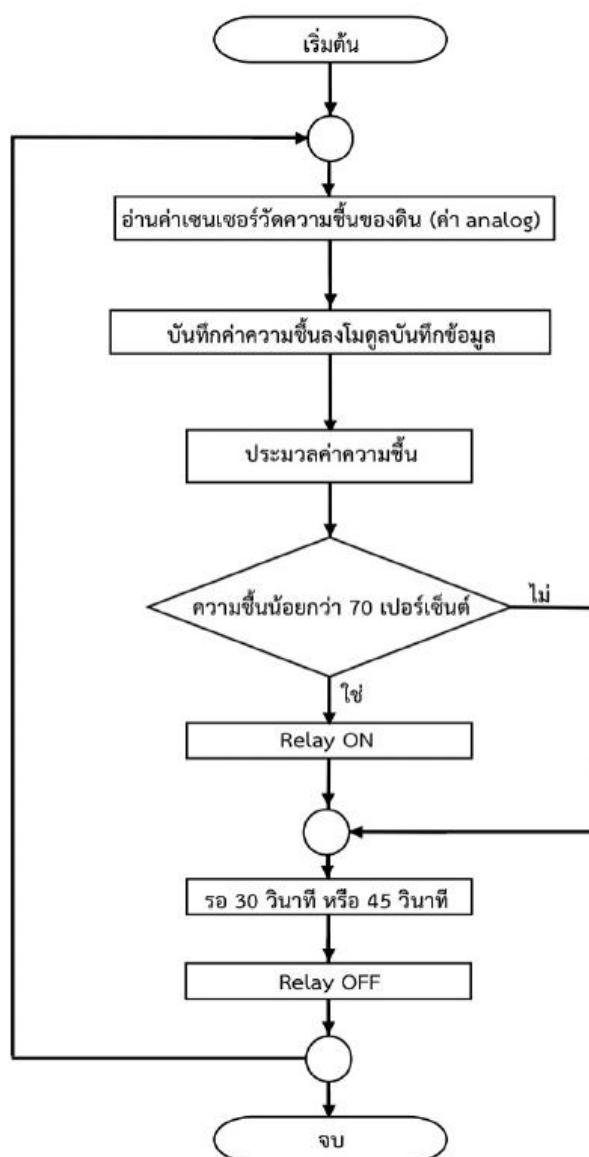
คณะผู้วิจัยต้องการความชื้นในดินที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะมีค่าแอนาล็อก $y = -7.894(70) + 1023 = 470$

3.4 ทำการคำนวณแรงดันไฟฟ้าโดยอ้างอิงจากค่าแอนาล็อก แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโนที่จ่ายไฟให้กับเซนเซอร์วัดความชื้นที่ขา VCC คือ 3.3 โวลต์ โดยที่ค่าแอนาล็อก 0 แปลงได้เป็น 0 โวลต์, ค่าแอนาล็อก 1023 แปลงได้เป็น 3.3 โวลต์ ทำการคำนวณอัตราส่วนจะได้ว่าที่ความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ ค่าแอนาล็อก 470 จะได้แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ $(470 \div 1023) \times 3.3 = 1.52$ โวลต์

3.5 ทำการออกแบบโปรแกรมให้ทำงานได้อัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมอาดูโนซึ่งเป็นโปรแกรมฟรี ผู้วิจัยจึงสามารถใช้โปรแกรมและสามารถเผยแพร่ผลงานได้แบบไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ ประกอบด้วยการวัดความชื้น ปรับค่าความชื้น ประมวลผล และออกคำสั่งให้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโซลินอยด์วาล์วเพื่อทำการรดน้ำที่แปลงทั้งสอง คณะผู้วิจัยจึงเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้ตัวระบบประมวลผลค่าแอนาล็อกของความชื้นที่วัดได้ โดยใช้เกณฑ์ความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ หรือค่าแอนาล็อกที่ 470 ในการปิดและเปิดวาล์ว ทำการบันทึกค่าความชื้นที่วัดได้ลงโมดูลบันทึกข้อมูล โดยกำหนดเวลาในการวนซ้ำของคำสั่ง แปลงที่ 1 หน่วงเวลา 30 วินาที และคำสั่งแปลงที่ 2 หน่วงเวลา 45 วินาที ดังแสดงดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



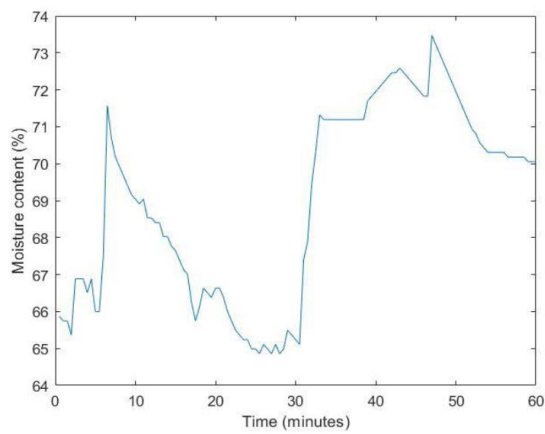
รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ



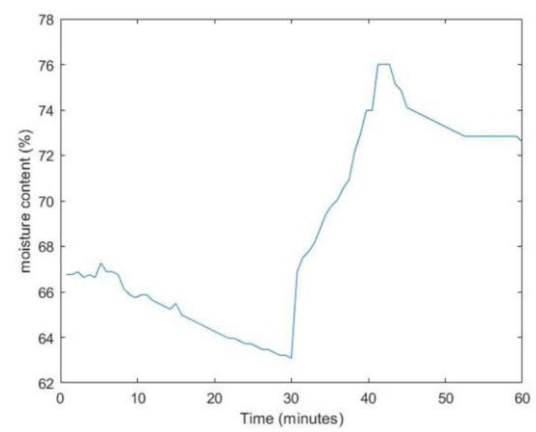
รูปที่ 4 แผนภาพการทำงานของระบบ

4. ผลการวิจัย

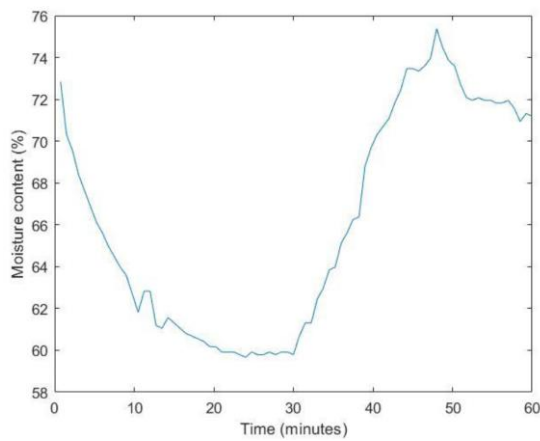
4.1 คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและบันทึกผลโดยทำการวัดค่าความชื้นในดิน 2 พื้นที่คือ แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 โดยทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้งต่อแปลง แบ่งเป็นวัดความชื้นก่อนการใช้งานเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว 30 นาที และวัดหลังการใช้งานกับโซลินอยด์วาล์วอีก 30 นาที รวมเป็น 1 ชั่วโมงต่อวัน รวมใช้เวลาดังกล่าว 4 ชั่วโมง ได้ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 12



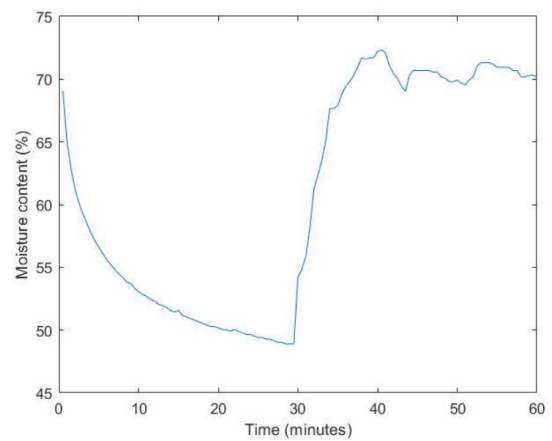
รูปที่ 5 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแปลงที่ 1



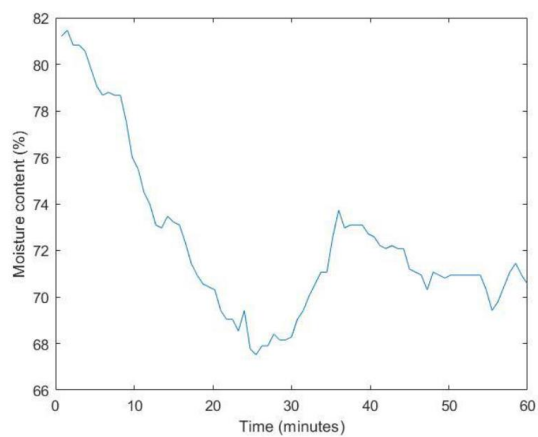
รูปที่ 6 ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแปลงที่ 2



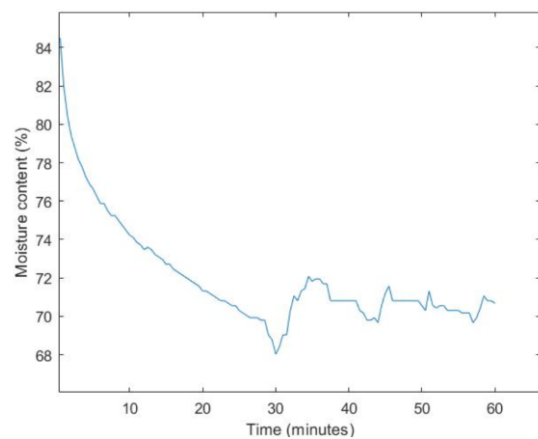
รูปที่ 7 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ของแปลงที่ 1



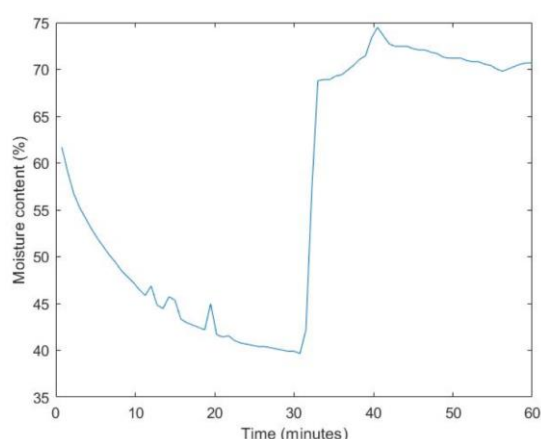
รูปที่ 8 ผลการทดสอบครั้งที่ 2 ของแปลงที่ 2



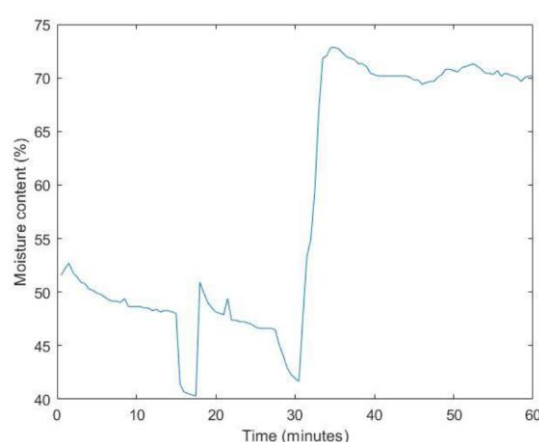
รูปที่ 9 ผลการทดสอบครั้งที่ 3 ของแปลงที่ 1



รูปที่ 10 ผลการทดสอบครั้งที่ 3 ของแปลงที่ 2



รูปที่ 11 ผลการทดสอบครั้งที่ 4 ของแปลงที่ 1



รูปที่ 12 ผลการทดสอบครั้งที่ 4 ของแปลงที่ 2

จากผลการทดสอบในทุก ๆ ครั้ง พบว่าในช่วงเวลา 0 – 30 นาที ค่าความชื้นในดินจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกัน คือลดลงอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากพืชผักมีการดูดน้ำในดินไปใช้ และหลังจากนั้นในช่วงเวลา 30 – 60 นาที ทำการต่อการใช้งานเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว พบว่าความชื้นในดินจะมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนมีความชื้นสูงสุดที่วัดได้มีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย จากนั้นจะลดต่ำลงมาใกล้เคียง 70 เปอร์เซ็นต์

4.2 คณะผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบทั้ง 4 ครั้งของทั้ง 2 แปลง มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของการทำงานของระบบควบคุมความชื้นอัตโนมัติ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแต่ละครั้ง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่คณะผู้วิจัยได้กำหนดไว้คือ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแปลงทดสอบระบบควบคุมร่น้ำอัตโนมัติ

แปลงร่น้ำ	ค่าเฉลี่ยความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ความคลาด เคลื่อน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
แปลงที่ 1	69.99	0.000948	1.04
แปลงที่ 2	70.70	0.996688	1.45

5. สรุปผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการให้น้ำพืชผัก จากการทดสอบหาค่าความชื้นก่อนและหลังใช้งานระบบร่น้ำอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์วัดความชื้น โดยบันทึกค่าความชื้นจากเซนเซอร์ในเงื่อนไขความชื้นที่ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อที่จะนำนํ้ามารดให้กับแปลงที่ทำการทดลอง และบันทึกค่าความชื้นที่วัดได้ลงในโมดูลไมโครเอสดีการ์ด หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรักษาความชื้นให้ใกล้เคียงความต้องการของพืชทั่วไปคือ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยเครื่องร่น้ำหมายเลข 1 ทำการวัด

ความชื้นก่อนเข้าเงื่อนไขการรดน้ำ 30 วินาที และเครื่องรดน้ำหมายเลข 2 ใช้เวลาในการเข้าเงื่อนไข 45 วินาที ผลที่ได้พบว่าเครื่องรดน้ำหมายเลข 1 สามารถรักษาความชื้นได้ใกล้เคียง 70 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ยที่ 470) มากที่สุดภายในเวลาการเปิดใช้งาน 30 นาที โดยมีค่าความชื้นหลังการเปิดใช้งานเฉลี่ย 69.99 เปอร์เซ็นต์ มีความคลาดเคลื่อน 0.000948 เปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.04

จากผลการวิจัยนี้ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการเกษตร สามารถลดค่าใช้จ่ายในการรดน้ำพืชผัก และลดต้นทุนค่าแรงงานคนในการรดน้ำ ทำให้เกษตรกรได้ผลกำไรมากขึ้น และอาจมีการนำองค์ความรู้นี้ไปพัฒนาต่อยอดในวงกว้าง อาจจะวิจัยเพิ่มขึ้นเฉพาะเจาะจงในพืชผักแต่ละชนิด หรือทำการศึกษาดินในพื้นที่ต่าง ๆ ในภูมิภาคที่ต่างกัน ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นสำหรับบุคคลทั่วไป

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบควบคุมการรดน้ำอัตโนมัติแทนที่วิธีการรดน้ำแบบใช้แรงงานคน เพื่อใช้ในการลดค่าใช้จ่ายในการรดน้ำพืชผลทางการเกษตรซึ่งเป็นการศึกษาต้นแบบเท่านั้น สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ โดยการขยายพื้นที่ทำการให้มากขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร แต่จะต้องคำนึงถึงกำลังของเครื่องสูบน้ำ และประสิทธิภาพของระบบควบคุม ตลอดจนความคุ้มค่าในการลงทุนกับระบบควบคุมเมื่อเทียบกับมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรที่จะได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] จักรกฤษณ์ หมั่นวิชา. เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะ = Smart Farms Technology. วารสารหาดใหญ่วิชาการ. ก.ค.-ธ.ค. 2559;14(2):201-210.
- [2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ. IoT ฝีมือคนไทย [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ; c2022 [เข้าถึงเมื่อ 15 ธ.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.scimath.org/article-technology/item/9815-Arduino>
- [3] พรนรินทร์ ดันกระหาต, ทรงวุฒิ แสงจันทร์. โครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช = Soil moisture sensor network for controlling plant watering. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6; 1-4 เม.ย. 2556; โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์พลาซ่า. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก; 2556.
- [4] วราพล เกษมสันต์, อติรัฐ มากสุวรรณ. รูปแบบการใช้เครื่องมือทางการเกษตรเพื่อผ่อนแรงทางกิจกรรมทางการเกษตรสำหรับปรับโครงสร้างกายภาพของดิน = A Pattern of Using Agricultural Tools to Relieve Effort in Agricultural Activity in the Improvement of the Physical Soil Structure. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร. ก.ค.-ธ.ค. 2565;6(2);30-46.
- [5] กุลวดี สุทธาวาส. วิธีการหาความชื้นในดินภาคสนาม (ทฤษฎี+ปฏิบัติการ) [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10; c2022 [เข้าถึงเมื่อ 10 พ.ย.65]. เข้าถึงได้จาก: www.r10.idd.go.th/knowledgeR10_1/krn6.pdf

- [6] เอกรัตน์ ศรีไทย, อนุรัฐ วรธนะเลิศวานิช, ณัฐพงศ์ พุ่มมี. การวิเคราะห์เพื่อหาขนาดและรูปแบบแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมสำหรับการสูบน้ำเพื่อการเกษตร = Analysis to Obtain the Optimum Sizing and Typing for Agriculture Solar Water Pump [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม; 2556.
- [7] คณุตม์ แซ่ม้า, สุรัชย์ แซ่จำว. ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ = Automatic Plant Watering System [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ; 2561.
- [8] สายันต์ ท้ายเมือง. แบบจำลองเครื่องรดน้ำอัตโนมัติ [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ: โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์เรือ; c2022 [เข้าถึงเมื่อ 18 ธ.ค.2565]. เข้าถึงได้จาก: <https://elecschool.navy.mi.th/pro /doc62/07.pdf>
- [9] เขมรัฐ มอชิง, ดวงนภา ทองเกิด. ระบบควบคุมการให้น้ำสวนทุเรียนอัตโนมัติ = The Automatic Watering Controller for Durian Farms [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต]. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2561.
- [10] ภาคิน มณีโชติ, เทพ เกื้อทวีกุล, ณัฐพงศ์ ศิลาจันทร์, ณัฐปกรณ์ พลใหญ่, จารุกิตต์ พิบูลนฤดม. การพัฒนาระบบให้น้ำสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุด้วย IoT สำหรับชุมชน = Development of Suitable Watering System with Solar Energy for Senior by Using IoT in Community. ประชุมวิชาการระดับชาติ สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 1; 22 ก.พ. 2564; ผ่านระบบออนไลน์; 2564.
- [11] Stroud KA, Booth DJ. Engineering Mathematics. 6th ed. London: Palgrave; 2007.