การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอที

Development of a Prototype of a Smart Water Supply Control System for Households Using IoT System

ปิยะพงษ์ พรมลักษณ์[1] ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ[1*] รัตนสุดา สุภดนัยสร[1]

Piyaphong Promlak[1] Nutdadai Singkhleewon[1*] Rattanasuda Supadanaison[1]

[1]สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประเทศไทย

Electronics Computer Technology, Science and Technology,

Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Thailand

[*] Corresponding Author. E-mail: mar6666@hotmail.com Tel: 0819280529

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอที โดยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถควบคุมการจ่ายน้ำผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยใช้เว็บแอปพลิเคชัน “Water Automic” ซึ่งมีความสามารถสั่งการควบคุมการจ่ายน้ำ นอกจากนี้ยังบันทึกข้อมูลประวัติการใช้น้ำและคำนวณค่าน้ำประปา ระบบทำงานโดยใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ วัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านและส่งข้อมูลไปให้ไมโครคอนโทรเลอร์ ESP32 ประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic เพื่อบันทึกข้อมูล โดยไมโครคอลโทรเลอร์จะตรวจสอบปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเซนเซอร์และเมื่อครบจำนวนที่กำหนดไว้ก็จะสั่งให้โซลินอยวาล์วปิดการทำงาน

โดยทดสอบการทำงานของต้นแบบระบบควบคุมฯนี้ที่ค่าอัตราการไหลของน้ำที่ค่าเฉลี่ย 6.33 ลิตร/นาที พบว่าสามารถควบคุมการเปิด-ปิดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและการทดสอบการกำหนดค่าปริมาณน้ำพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือร้อยละ 20 และน้อยที่สุดคือร้อยละ 2 และระบบฯ สามารถแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดทั้งหมด

คำสำคัญ : ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะ แอปพลิเคชัน Water Automic

Abstract

This paper presents the development of a prototype of a smart water supply control system for households using IoT system. The developed prototype can control water distribution via the internet network, utilizing the web application "Water Automic," which possesses the capability to regulate water flow. Furthermore, the system logs water usage data to establish historical records and facilitates water bill calculations. The system operates by

Received 11-7-2023
Revised.....4-8-2023
Accepted 15-8-2023

using a water flow sensor to measure the water flow rate. The acquired data is transmitted to the ESP32 microcontroller, which processes the data and transmitted via the internet network to the “Water Automic” web application to record the data. The microcontroller monitors the water flow rate and, when the pre-set amount of water is reached, commands the solenoid valve to turn on or off the waterway. The microcontroller will monitor the water flow rate through the sensor, and when it reaches the predetermined amount, it will command the solenoid valve to turn off.

This prototype of the control system was tested at an average water flow rate of 6.33 liters/min. It was found that it could effectively control the water on-off and the water volume configuration test found that the maximum error was 20% while the minimum error was 2%. The system could alert the application line according to all specified conditions.

Keyword: Smart water supply control system, Water Automic Application

1. บทนำ

ในปัจจุบัน น้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตประจ้าวัน ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมเป็นอย่างมาก และจะส่งผลต่อเนื่องในระยะยาว ซึ่งมีสาเหตุหลักของปัญหามาจากการขาดความร่วมมือและขาดจิตสำนึกที่ดีต่อการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างรู้คุณค่า [1] จึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่เข้ามาช่วยในการตรวจวัดหรือระบบเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถวัดและควบคุมอัตโนมัติ เข้ามาช่วยในด้านการใช้น้ำ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวในส่วนของระบบการควบคุมการใช้น้ำดังนี้

ทวีป ตรีหะจินดารัตน์ และคณะ [2] ได้พัฒนาอินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งของสวนอัจฉริยะ โดยพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำสำหรับสวนอัจฉริยะในการจัดการดูแลสวนและสามารถเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมและสามารถควบคุมการทำงานได้จากระยะไกลได้ผ่านเว็บบราวเซอร์ ผลวิจัยพบว่างานวิจัยนี้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถแสดงอุณหภูมิ ความชื้น และควบคุมการจ่ายน้ำบนเว็บบราวเซอร์

ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง และคณะ [3] ได้พัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังเป็นอุปกรณ์ควบคุม เพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถควบคุมการสั่งการเปิด-ปิดน้ำผ่านทางสมาร์ตโฟนได้ จากผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

บุญธง วสุริย์ และธานิล [4] ได้พัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำสำหรับแพะไล่ทุ่งแบบอัตโนมัติ โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำในถังพักน้ำ และระบบควบคุมในการปล่อยน้ำอัตโนมัติ จากผลวิจัยพบว่า

สามารถประหยัดเวลาในการให้น้ำแพะได้ดีกว่าการเติมน้ำแบบใช้แรงงานคนร้อยละ 19.11

ภาคย์ สธนเสาวภาคย์ [5] ได้พัฒนาระบบปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยควบคุมการให้แสงแดดเทียม อุณหภูมิ และการให้สารละลายได้อย่างคงที่และแม่นยำ และแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์และเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล จากผลวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผลผลิตดีขึ้นมากกว่าระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบปกติ โดยมีน้ำหนักของผลผลิตมากว่าแบบปกติเฉลี่ย 26.56 กรัม แต่จะใช้น้ำมากกว่าแบบปกติ ประมาณ 26.91 เปอร์เซ็นต์

ณัฐพล เหลืองสันติมิตร และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบควบคุมแรงดันของไหลและสามารถเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตผ่านระบบเว็บแอปพลิชัน จากผลวิจัยพบว่าสามารถช่วยผู้ใช้งานในการควบคุมระบบของไหลในท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านระบบมือถือและผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน

จักรกริชชัย บัวสมบูรณ์ และธงรบ [7] ได้พัฒนาระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับอาคารที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อแก้ปัญหาแรงดันน้ำไม่เพียงพอสำหรับอาคารที่มีความสูง โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน จากผลวิจัยและแบบประเมินพบว่าการใช้งานของผู้ใช้ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 และสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ซึ่งทำให้เราสามารถลดปัญหาการใช้น้ำประปาของผู้พักอาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จักกริช เกษวิทย์ และคณะ [8] ได้พัฒนาระบบเปิด-ปิดน้ำด้วยโทรศัพท์มือถือ เพื่อความสะดวกสบายในการเปิด-ปิดน้ำจากไกล โดยใช้การส่งข้อความเข้าบอร์ด sim900 จากผลวิจัยพบว่าระบบสามารถส่ง SMS ได้จากระยะ 100 เมตรได้และประหยัดเวลาและลดการสูญเสียทรัพยากรน้ำในกรณีที่ลืมปิดน้ำ

ศิรดา สมอหมอบ และคณะ [9] ได้พัฒนาระบบปั๊มน้ำอัจฉริยะ เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยการใช้เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำภายในบ้านและส่งข้อมูลให้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์สั่งการให้ปั๊มน้ำหรือวาล์วไฟฟ้าทำงาน จากผลวิจัยพบว่าสามารถให้ความสะดวกในการที่ไม่ต้องเปิด-ปิดปั๊มน้ำเองเมื่อไม่ต้องการใช้งานและประหยัดค่าไฟฟ้าภายในบ้านได้ซึ่งประหยัดไปได้ถึง 657.744 บาท/เดือน และยังช่วยยืดอายุของการใช้งานของปั๊มน้ำ

จากงานวิจัยที่นำเสนอพบว่ายังไม่มีการกำหนดปริมาณน้ำผ่านเว็บแอปพลิเคชันและยังไม่มีการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้รวมถึงคำนวณค่าน้ำประปา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอทีเพื่อที่จะควบคุมการใช้น้ำภายในบ้านหรือภายในสถานที่ต่างๆที่มีการใช้น้ำ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเปิด-ปิดน้ำ หรือป้องกันไม่ให้เกิดน้ำล้นออกจากภาชนะที่รองน้ำที่เกิดจากการเปิดน้ำทิ้งไว้เพื่อรองน้ำไว้ใช้ พัฒนาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็นตัวควบคุมระบบทั้งหมด และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อที่จะควบคุมการทำงานระยะไกลได้ การทำงานโดยการสั่งเปิด-ปิดน้ำบนเว็บแอปพลิเคชันและยังสามารถกำหนดปริมาณน้ำที่จะปล่อยออกมาได้และมี

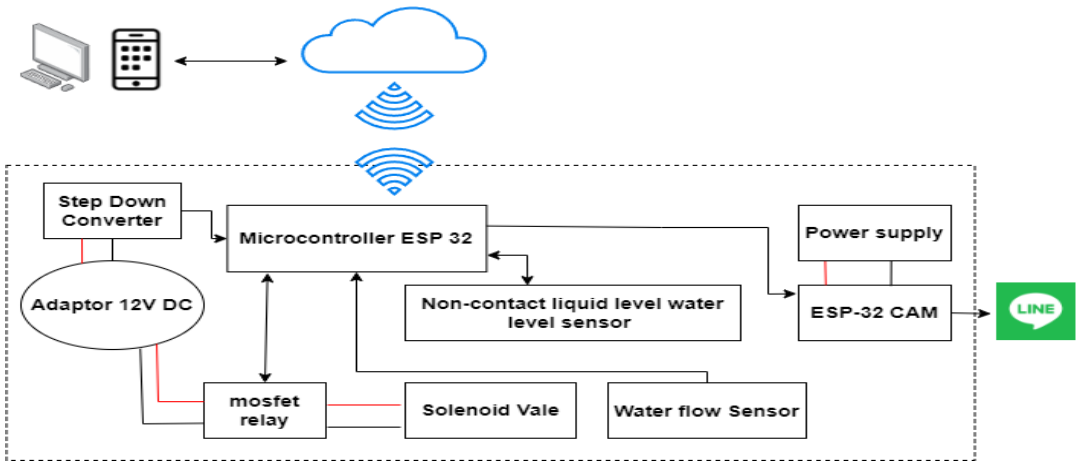
การตัดการปล่อยอัตโนมัติเมื่อน้ำกำลังจะล้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องกังวลว่าจะเกิดการน้ำล้นจากการหลงลืมหรือผู้ใช้งานทำกิจกรรมอย่างอื่นอยู่ที่ไม่สามารถมาปิดน้ำได้ทัน และมีการแจ้งเตือนข้อความกับรูปถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ในโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน เพื่อเป็นแจ้งเตือนและยืนยันกับผู้ใช้งานว่าขณะนี้ระบบเปิดหรือปิด

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

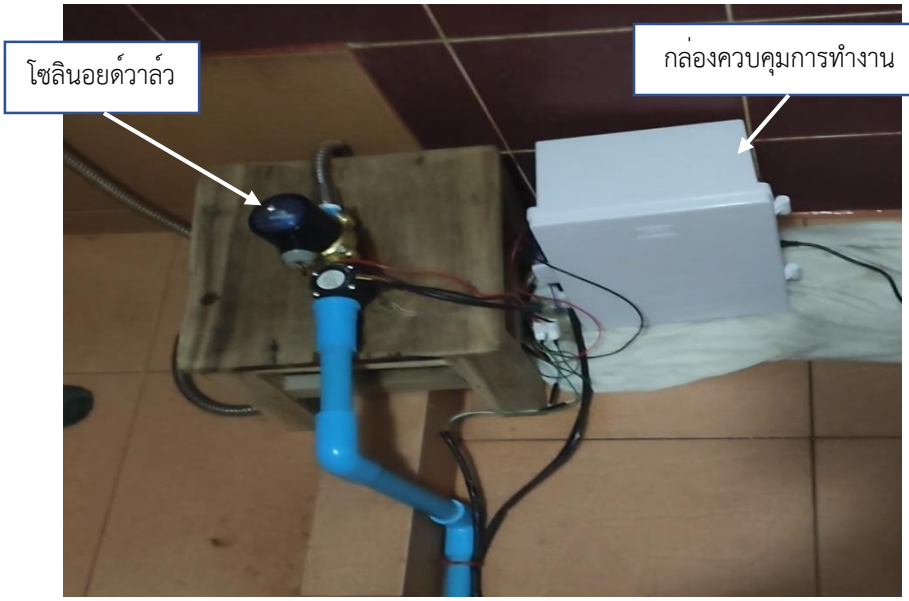
การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอทีมีการออกแบบของวงจรระบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

2.1. การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

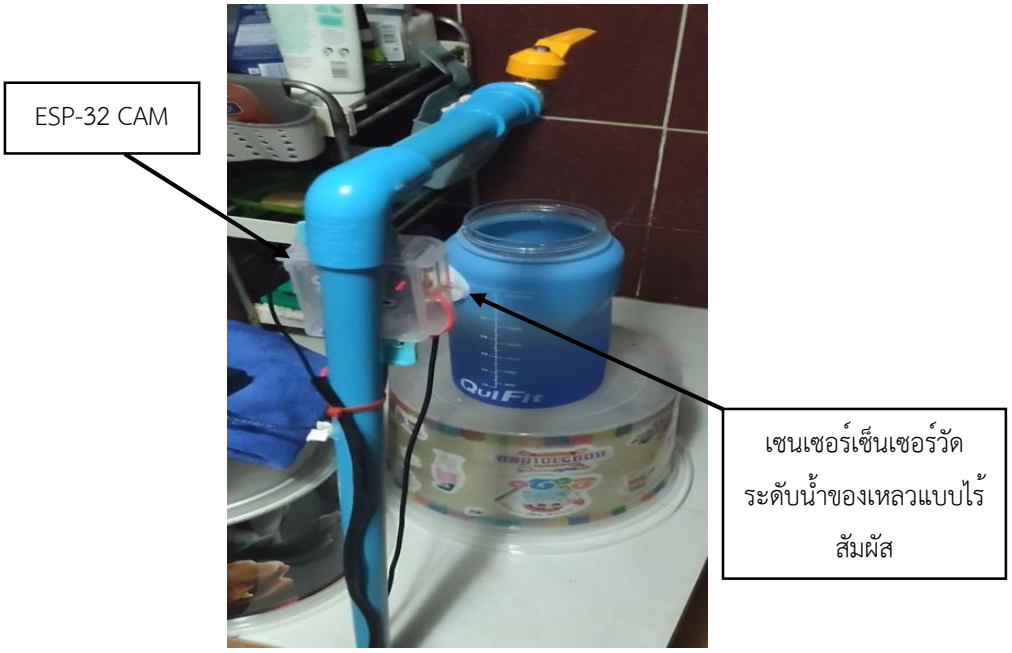
ระบบควบคุมแสดงดังภาพที่ 1 และแผนภาพการทำงานแสดงดังภาพที่ 5 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าควบคุมอุปกรณ์อื่นๆและทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลระหว่างเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic โดยเมื่อได้คำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชันไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานไปยังโมดูลรีเลย์ให้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโซลินอยด์วาล์วเพื่อปล่อยน้ำผ่านเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำรุ่น YF-S201 (วัดอัตราไหลของน้ำได้ 1-30 ลิตร/นาที) เพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำและส่งข้อมูลไปคำนวณเป็นค่าปริมาณน้ำเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic และมีเซนเซอร์วัดระดับน้ำของเหลวแบบไร้สัมผัส รุ่น XKC-Y25-V (สามารถวัดระดับน้ำทะลุถังน้ำที่ความหนา 13 มิลลิเมตรได้) ทำหน้าที่ตรวจวัดเพื่อป้องกันน้ำล้น และส่งคำสั่งกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งการตัดการจ่ายน้ำ นอกจากนี้ยังมีเซนเซอร์ ESP32-CAM ถ่ายรูปเพื่อเป็นการยืนยันการทำงานของระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ ณ ขณะนั้นว่าเปิดหรือปิดการใช้งานพร้อมส่งข้อความไปยังแอปพลิเคชันไลน์ นอกจากนั้นยังติดตั้งปุ่มกดเปิด-ปิดไว้ภายในกล่องควบคุมเพื่อป้องกันในกรณีที่ระบบเปิด-ปิดไม่ตอบสนองการทำงาน อุปกรณ์แสดงดังภาพที่ 2-4



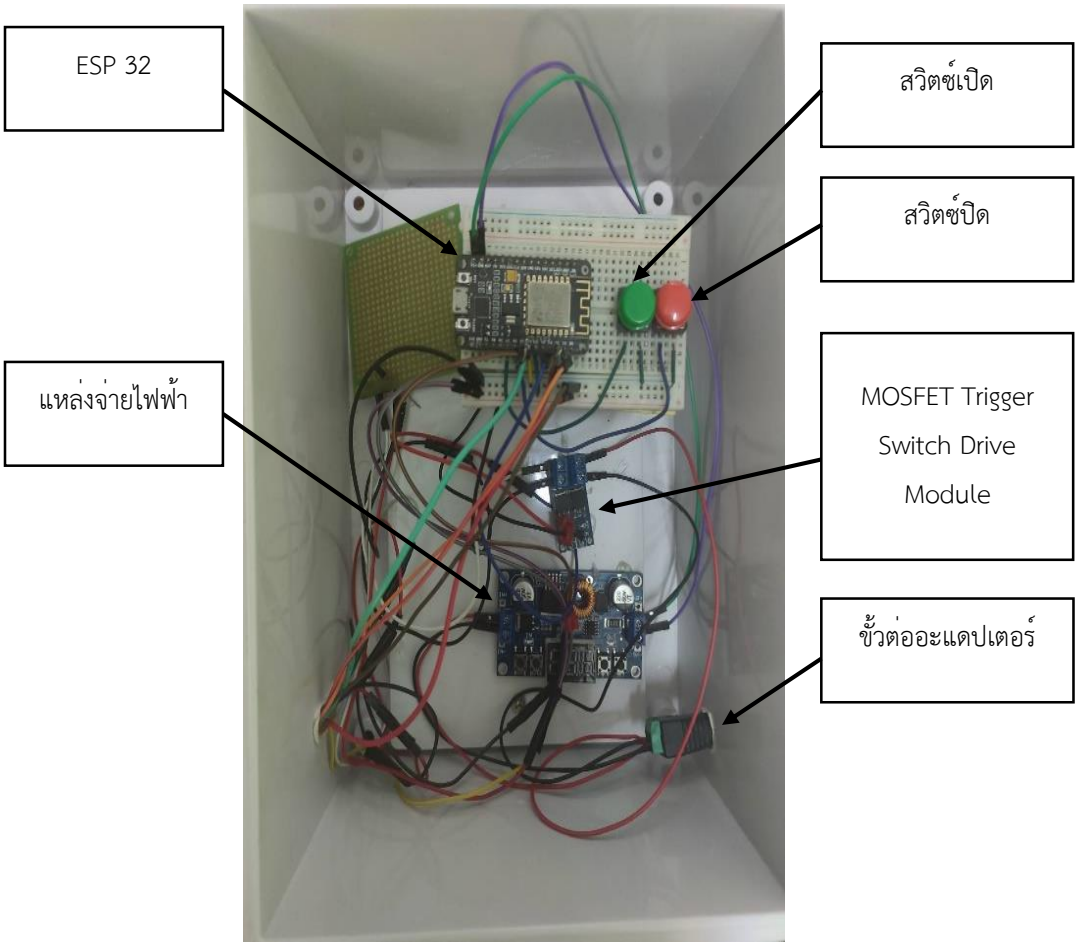
ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านผ่านระบบไอโอที



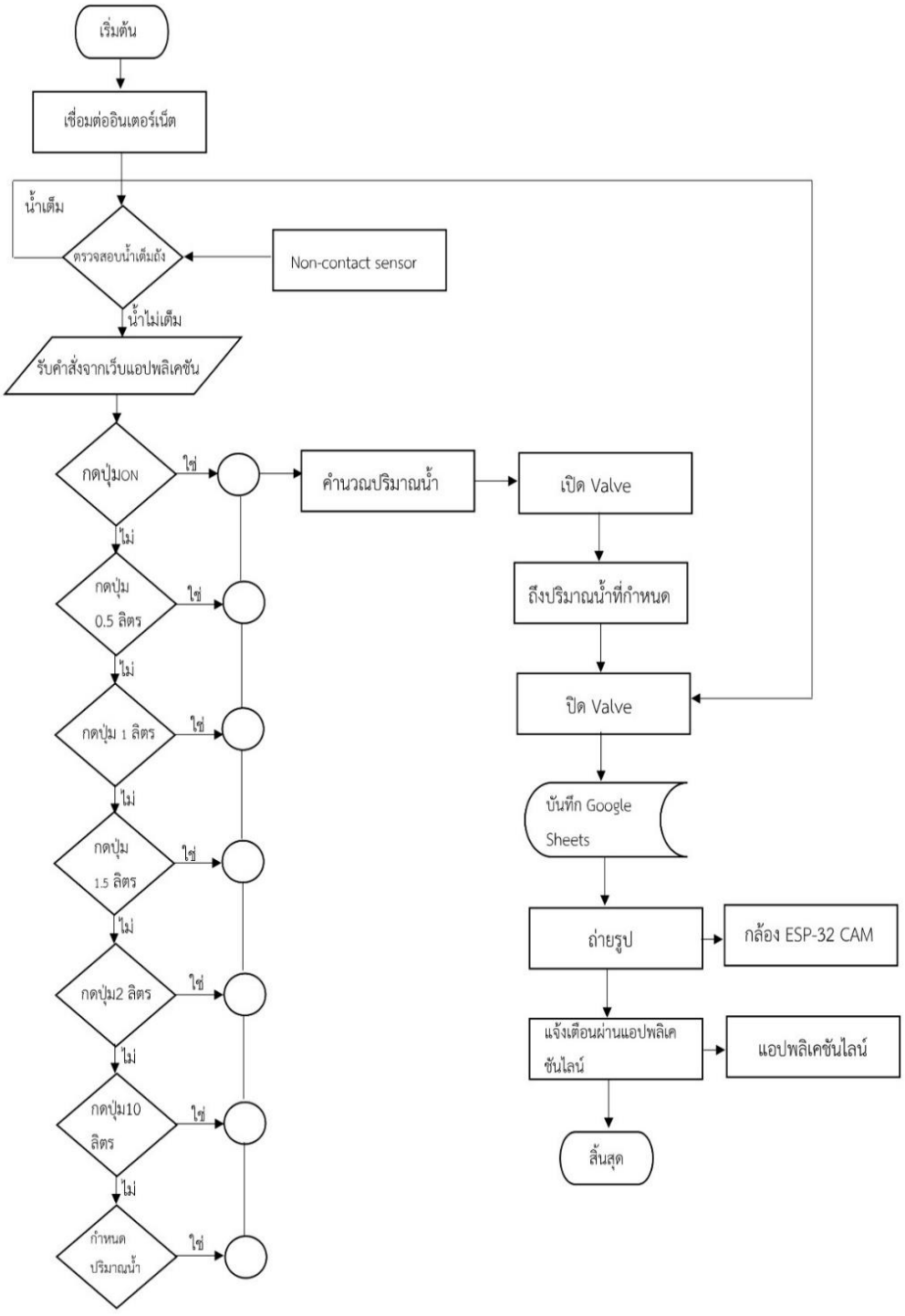
ภาพที่ 2 กล่องควบคุมระบบการจ่ายน้ำและโซลินอยด์วาวร์



ภาพที่ 3 การติดตั้งและใช้งานจริง



ภาพที่ 4 การวางอุปกรณ์ในกล่องควบคุมการทำงาน

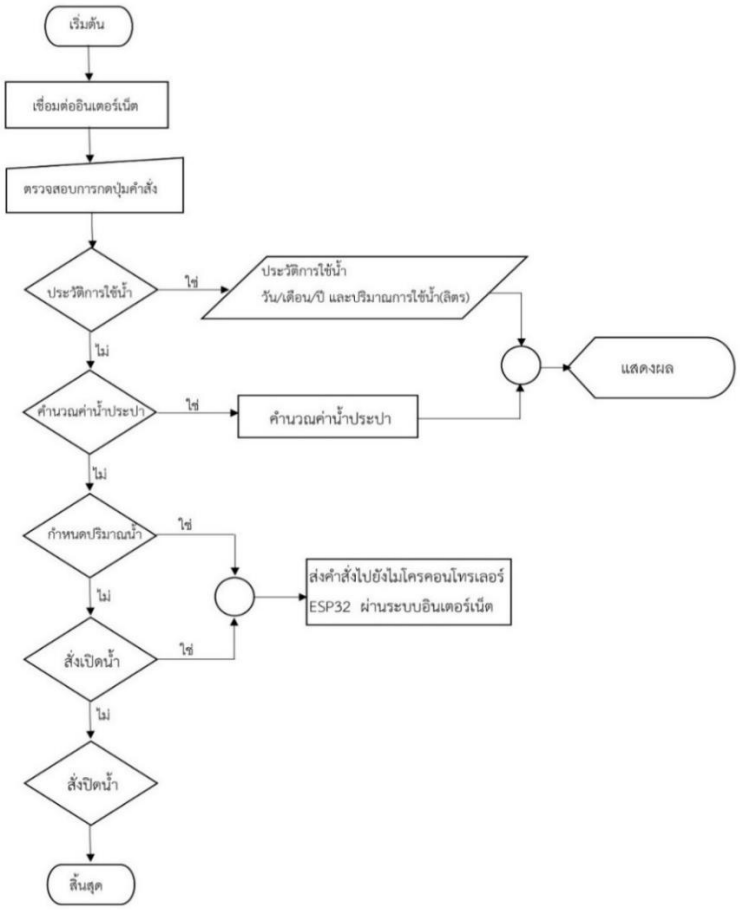


ภาพที่ 5 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมบนไมโครคอนโทลเลอร์

2.2 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์

2.2.1 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic

ใช้สำหรับการเปิด-ปิดน้ำและแสดงค่าปริมาณของการใช้น้ำ ประวัติการใช้น้ำย้อนหลัง กำหนดค่าปริมาณน้ำที่ต้องการ และคำนวณค่าน้ำประปา โดยมีแผนภาพการทำงานแสดงดังภาพที่ 6 แอปพลิเคชันพัฒนาโดยใช้ภาษา HTML, CSS, JavaScript เริ่มจากเขียนโค้ดใน Visual Studio Code เพื่อออกแบบหน้าต่างและคำสั่งต่างๆ เมื่อเสร็จแล้วจึงนำโค้ดที่เสร็จแล้วมาใส่ใน Node MCU เพื่อส่งข้อมูลไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ส่วนในทางด้านของฐานข้อมูลนั้นเก็บไว้ใน Google Sheets แล้วใช้ Google App Script ในการนำข้อมูลจาก Google Sheets มาแสดงเป็นตาราง



ภาพที่ 6 แผนภาพการทำงานและแสดงการทำงานข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย

3.1. เว็บแอปพลิเคชัน Water Automic

ในส่วนนี้ซึ่งจะแสดงผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ซึ่งประกอบด้วย

3.1.1. หน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ที่แสดงปุ่มกดคำสั่งการทำงานต่างๆ ดังนี้ 1) โปรแกรมคิดค่าน้ำประปา 2) ปุ่มกดประวัติการใช้น้ำ 3) ปุ่มกด ON-OFF และ 4) ปุ่มกดเลือกปริมาณน้ำที่ต้องการ (ภาพที่ 7)

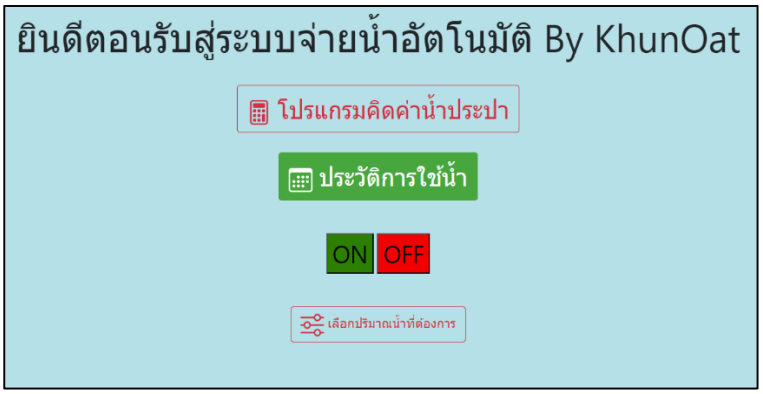
3.1.2. หน้าเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้กำหนดปริมาณน้ำที่ต้องการ โดยมีตัวเลือก 1 2 3 4 และ 5 ลิตร และสามารถกำหนดได้ตามต้องการ (ภาพที่ 8)

3.1.3. หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ที่แสดงประวัติการใช้น้ำโดยจะแสดงตามวันที่ เวลา และปริมาณน้ำที่ใช้ไป (หน่วยลิตร) และโปรแกรมรวมปริมาณน้ำเพื่อแปลงเป็นหน่วยลูกบาศก์เมตรสำหรับการนำไปคำนวณเป็นค่าน้ำประปาในส่วนของหน้า “โปรแกรมคิดค่าน้ำประปา” แสดงดังภาพที่ 9

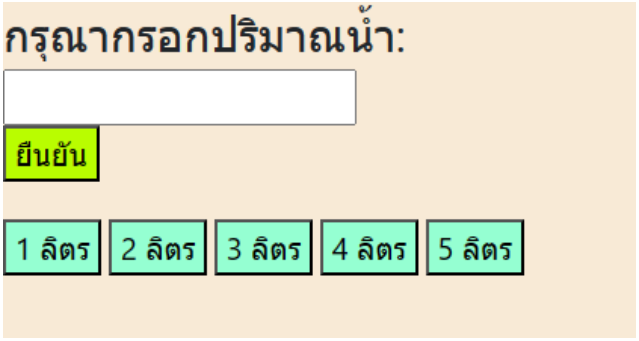
3.1.4. ส่วนของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic นี้จะแสดงหน้าโปรแกรมคำนวณคิดค่าน้ำประปา โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกข้อมูลดังภาพที่ 10 สำหรับคำนวณค่าน้ำประปา โดยใช้สมการคำนวณ คือ

[ปริมาณน้ำที่ใช้ x ราคาต่อหน่วย) + ค่าบริการ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % = ค่าน้ำประปา]

หลังจากบันทึกข้อมูลและกดปุ่ม “คำนวณ” เว็บแอปพลิเคชัน Water Automic จะแสดงข้อมูลและค่าน้ำประปาดังภาพที่ 11

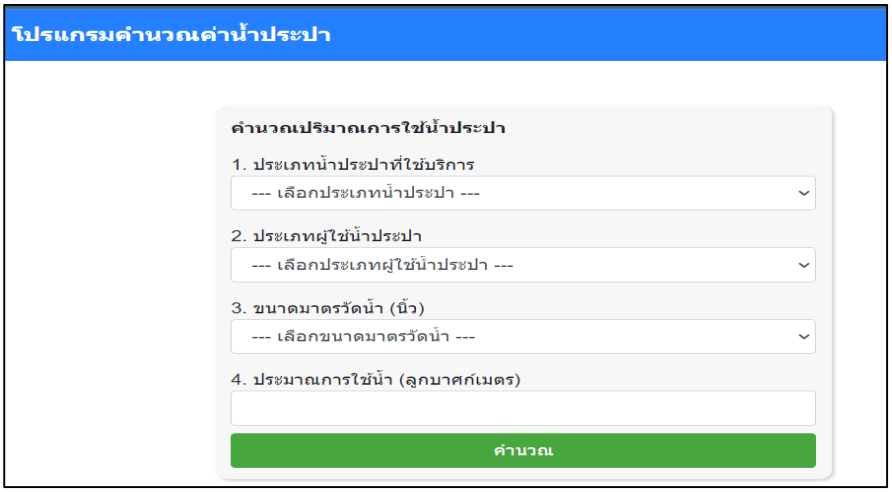


ภาพที่ 7 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic แสดงปุ่มกดต่างๆ



ภาพที่ 8 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic แสดงการเลือกปริมาณน้ำที่ต้องการปล่อย

ภาพที่ 9 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic แสดงประวัติการใช้น้ำ



ภาพที่ 10 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ของโปรแกรมคำนวณค่าน้ำประปาก่อนกรอกข้อมูล

ภาพที่ 11 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ของโปรแกรมคำนวณค่าน้ำประปาหลังกรอกข้อมูล

3.2 การทดสอบการควบคุมการปล่อยปริมาณน้ำ

ทดสอบโดยการระบุปริมาณน้ำที่บนเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic จำนวน 5 ปริมาณ ได้แก่ 1 2 3 4 และ 5 ลิตร ทำการทดสอบที่อัตราไหลของน้ำเฉลี่ย 6.33 ลิตร/นาที โดยการปล่อยน้ำลงไปวัดปริมาณในบีกเกอร์ขนาด 5 ลิตร

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวัดปริมาณน้ำที่ถูกปล่อยออกมาโดยการกำหนดจากเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic พบว่าที่ปริมาณน้ำ 1 ลิตรมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 20 และที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตรมีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 2

ตารางที่ 1 ผลการวัดปริมาณน้ำที่ถูกปล่อยจริง

ปริมาณน้ำ(ลิตร)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ					ค่าเฉลี่ย	ค่าความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5		
1	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	20%
2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	10%
3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	6.6%
4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	2.5%
5	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	2%

3.3. การทดสอบระบบแจ้งเตือนการจ่ายน้ำและแจ้งข้อมูลการใช้น้ำทางแอปพลิเคชันไลน์

ทดสอบโดยทำตามข้อกำหนดการแจ้งเตือนของระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ ที่มีอยู่ในเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ทุกคำสั่งทำงานประกอบด้วย

1) เมื่อกดสวิตช์เปิด หรือมีคำสั่งให้เปิดน้ำ เช่น ระบุปริมาณที่ต้องหรือเลือกปริมาณที่ต้องผ่านเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic จะมีข้อความ “ระบบเปิดน้ำแล้วครับ” และถ่ายรูปส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์

2) เมื่อกดสวิตช์ปิด หรือ มีคำสั่งให้ปิดน้ำ เช่น ปริมาณน้ำถึงระดับที่ถูกกำหนดไว้ จะมีข้อความ “ระบบปิดน้ำแล้วครับ” และ ถ่ายรูปส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์

3) เมื่อเซนเซอร์วัดระดับของเหลวแบบไร้สัมผัส ตรวจพบน้ำ ในกรณีที่เปิดน้ำทิ้งไว้จนถึงจุดที่ใกล้จะล้นภาชนะ จะมีข้อความ “ระบบปิดน้ำแล้วครับ” และ “น้ำเต็มแล้วครับ” และถ่ายรูปส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนและแจ้งข้อมูลการใช้น้ำทางแอปพลิเคชันไลน์ พบว่าสามารถทำการแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ทั้งหม

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนการจ่ายน้ำและแจ้งข้อมูลการใช้น้ำทางแอปพลิเคชันไลน์

การแจ้งเตือนของระบบจ่ายน้ำ	**คำสั่งการแจ้งเตือนของระบบจ่ายน้ำ**			
	ระบบเปิดน้ำแล้วครับ	**ระบบปิดน้ำแล้วครับ**	**น้ำเต็มแล้วครับ**	**ถ่ายภาพแล้วส่ง**
กดสวิตช์เปิด	✓	✗	✗	✓
กดสวิตช์ปิด	✗	✓	✗	✓
กดปุ่ม ON บนเว็บ	✓	✗	✗	✓
กดปุ่ม OFF บนเว็บ	✗	✓	✗	✓
กดยืนยันเมื่อเลือกปริมาณที่ต้องการ	✓	✗	✗	✓
เมื่อน้ำถึงระดับที่ต้องการ	✗	✓	✗	✓
กดปุ่ม 1 ลิตร	✓	✗	✗	✓
เมื่อระดับถึง 1 ลิตร	✗	✓	✗	✓
กดปุ่ม 2 ลิตร	✓	✗	✗	✓
เมื่อระดับถึง 2 ลิตร	✗	✓	✗	✓
กดปุ่ม 3 ลิตร	✓	✗	✗	✓
เมื่อระดับถึง 3 ลิตร	✗	✓	✗	✓

กดปุ่ม 4 ลิตร	✓	✗	✗	✓
เมื่อระดับถึง 4 ลิตร	✗	✓	✗	✓
กดปุ่ม 5 ลิตร	✓	✗	✗	✓
เมื่อระดับถึง 5 ลิตร	✗	✓	✗	✓
Non-contact ตรวจพบน้ำ	✗	✓	✓	✓

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ คือ มีการส่งข้อมูล เครื่องหมาย คือ ✗ ไม่มีการส่งข้อมูล

อภิปรายผล

ต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอทีนี้สามารถกำหนดปริมาณน้ำได้อย่างอิสระจากเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic โดยจะมีการแจ้งเตือนและส่งภาพถ่ายผ่านแอปพลิเคชันไลน์เมื่อมีการเปิด-ปิดก๊อกน้ำ และเมื่อน้ำถึงปริมาณที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีเซนเซอร์วัดระดับของเหลวแบบไร้สัมผัสเพื่อตรวจสอบและสั่งปิดก๊อกน้ำอัตโนมัติเมื่อน้ำเต็มก่อนถึงปริมาณน้ำที่ตั้งไว้ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ ทวีป ตรีหะจินดารัตน์ และคณะ [2] ที่สามารถควบคุมการจ่ายน้ำบนเว็บบราวเซอร์ สามารถแสดงอุณหภูมิและความชื้นได้แต่ไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และไม่มีเซนเซอร์ตรวจวัดน้ำเต็มถัง และแตกต่างจากงานวิจัยของ ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง และคณะ [3] ที่เน้นการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำผ่านทางแต่ไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และไม่มีเซนเซอร์ตรวจวัดน้ำเต็มถัง แต่สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญธง วสุริย์ และธานิล ม่วงพูล. [4] ที่ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำในถังพักน้ำร่วมกับระบบควบคุมในการปล่อยน้ำอัตโนมัติเท่านั้นแต่ไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของภาคย์ สธนเสาวภาคย์ [5] ที่มีระบบควบคุมการปล่อยน้ำอัตโนมัติสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์และใช้เซนเซอร์วัดอัตราไหลของน้ำในการวัดปริมาณน้ำและวัดอัตราไหลของน้ำ แต่ไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรกริชชัย บัวสมบูรณ์ และธงรบ อักษร [7] ที่มีการใช้เซนเซอร์การไหลของกระแสน้ำในการตรวจสอบปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำก่อนที่จะส่งน้ำขึ้นไปยังแหล่งกักเก็บน้ำและสามารถควบคุมระบบปั๊มน้ำผ่านแอปพลิเคชัน แต่ก็ไม่มีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

ต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอทีที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ระบบควบคุมโดยมีไมโครคอนโทรเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่รับคำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic เพื่อประมวลผลเป็นปริมาณน้ำที่ต้องการจากนั้นจึงสั่งการไปยังโซลินอยด์วาล์วเพื่อปล่อยน้ำและรับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำเพื่อประมวลผลและบันทึกข้อมูลแล้วส่งไปยังเว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2) เว็บแอปพลิเคชัน Water Automic ซึ่งใช้สำหรับการควบคุมเปิด-ปิดหรือการจ่ายปริมาณน้ำ แสดงประวัติการใช้น้ำและสามารถคำนวณค่าน้ำประปาได้อย่างถูกต้อง

ผลการทดสอบการควบคุมปริมาณน้ำพบว่าจะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ปริมาณน้ำ 1 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 20 และค่าความคลาดเคลื่อนนี้จะลดลงเมื่อมีการกำหนดปริมาณน้ำสูงขึ้น โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 2 ที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตร แต่เมื่อคิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์จะพบว่าที่ปริมาณน้ำแต่ละระดับจะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 – 200 มิลลิลิตรเท่านั้น สาเหตุที่มีความคลาดเคลื่อนนั้นเนื่องจากน้ำที่ทดสอบมีอัตราการไหลไม่สม่ำเสมอซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมปัจจัยนี้ได้ ประกอบกับสมการที่ใช้มีลักษณะเป็นการนำค่าอัตราการไหลมาคำนวณเป็นเวลาการปล่อยน้ำซึ่งอาจมีความไวไม่มากพอจึงทำให้ปริมาณน้ำที่จ่ายมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงและมีการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่ถูกกำหนดได้โดยไม่ผิดพลาด

ข้อเสนอแนะ

ควรปรับสมการคำนวณปริมาณน้ำให้มีความสัมพันธ์กับอัตราไหลของน้ำแบบเวลาจริง เนื่องจากค่าอัตราไหลของน้ำแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้ปริมาณน้ำที่จ่ายมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอัจฉริยะ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

6.เอกสารอ้างอิง

[1] งานน้ำสูญ กองระบบจำหน่าย การประปาส่วนภูมิภาคเขต ๑. โครงการส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ. [อินเตอร์เน็ต]. เข้าถึงเมื่อ 22 พฤษภาคม 2566. จาก https://rdi.pwa.co.th/images/team/dsm/Water-saving-device/Water-saving-device-P1-1.pdf

[2] ทวีป ตรีหะจินดารัตน์, ทศพร ปั้นจาด และปวรัชฎ์ คชรินท์. อินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งของสวนอัจฉริยะ. [ปริญญานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2559.

[3] ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง, ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง, สุมนา บุษบก และคณะ. การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง. [ปริญญานิพนธ์]. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชมงคล สุวรรณภูมิ; 2563.

[4] บุญธง วสุริย์ และธานิล ม่วงพูล. ระบบควบคุมการให้น้ำสำหรับแพะไล่ทุ่งแบบอัตโนมัติ. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม. 2561; 5(2): 155-156.

[5] ภาคย์ สธนเสาวภาคย์. การวิจัยและพัฒนาระบบปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ. [ปริญญานิพรธ์]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม; 2562

[6] ณัฐพล เหลืองสันติมิตร, นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร และจุฑามาศ ชุมลักษณ์. การพัฒนาระบบของไหลในท่อเพื่อการบริหารและเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอุปกรณ์ฝังตัว. Thammasat Engineering Journal. 2019; 5(2): 8-9.

[7] จักรกริชชัย บัวสมบูรณ์ และธงรบ อักษร. ระบบการจัดการและตรวจสอบน้ำสำหรับ ที่พักอาศัยด้วยอุปกรณ์เคลื่อน. Journal of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University. 2021; 58-59.

[8] จักกริช เกษวิทย์, ภูริเดช เชยโพธิ์, นิธิศ ปิ่นทอง และคณะ. ระบบเปิด-ปิดน้ำด้วยโทรศัพท์มือถือ. [ปริญญานิพนธ์]. สมุทรปราการ: โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ; 2560

[9] ศิรดา สมอหมอบ, กชกร พิมพาหุ และอิสะ มาสิงห์. ระบบปั๊มน้ำอัจฉริยะ. [ปริญญานิพนธ์]. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2557