
ระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล

ณัฐพล คำแหวน¹, ธนพนธ์ วงศ์จักร¹ และอนุสรณ์ ยอดใจเพชร¹

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

รับบทความ ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาของการบริหารจัดการน้ำสำหรับการรดน้ำต้นไม้ ตั้งแต่สวนหย่อมหน้าบ้าน แปลงผักขนาดเล็ก ไปจนถึงไร่การเกษตรขนาดใหญ่ การรดน้ำต้นไม้ส่วนใหญ่จะใช้วิธีกำหนดเวลาและช่วงระยะเวลาในการรด ส่งผลให้อาจใช้น้ำมากหรือน้อยเกินไป การนำค่าความชื้นในดินมาเป็นส่วนตัดสินใจปริมาณน้ำที่รดจะสามารถช่วยให้การรดน้ำต้นไม้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นจึงเป็นหนึ่งในวิธีการทางวิศวกรรมที่สามารถพัฒนาให้ระบบสามารถรดน้ำอัตโนมัติได้ แต่การติดตั้งเซนเซอร์ในพื้นที่กว้างจะมีปัญหาเรื่องระยะทางของการเดินสายสัญญาณ ถึงแม้จะใช้อุปกรณ์ที่เป็นการเชื่อมต่อ Wifi เข้ามาช่วยก็ติดปัญหาเรื่องระยะทางที่สามารถส่งข้อมูลได้ไม่เกิน 20 เมตร ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล ที่ได้ออกแบบให้มีเซนเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นแบบไร้สายที่สามารถส่งข้อมูลระยะไกลได้และมีแหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ชาร์จด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาดเล็กภายในตัวของเซนเซอร์เอง โดยต้นทุนที่ใช้ในการผลิตและการสร้างระบบควบคุมการรดน้ำนี้มีราคาต่ำเนื่องจากวัสดุที่หาซื้อได้เองภายในประเทศ และส่วนของเซิร์ฟเวอร์ใช้ของ Netpie ที่ให้บริการเชื่อมต่อฟรี 100 อุปกรณ์หากไม่พัฒนาเพื่อการค้าขาย จากผลการวิจัยพบว่าสามารถควบคุมการจ่ายน้ำในแต่ละจุดได้เองจากการเลือกบนเวปเบราว์เซอร์ ตัวเซนเซอร์สามารถส่งข้อมูลได้ไกลสุดประมาณ 500 เมตร และสามารถควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติโดยประเมินจากค่าความชื้นในดินในแต่ละจุดได้

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตออฟติง, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เซนเซอร์วัดความชื้น, การสื่อสารไร้สาย

THE INTERNET OF THING SYSTEM FOR REMOTE WATER MANAGEMENT

Nattpol Kumwaen¹, Thanapol Wongjuk¹ and Anusorn Yodjaiphet^{1*}

¹Rajamangala University of Technology Lanna Chiangrai, Thailand

Receive: October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

Due to the problem of water management for watering the trees (the garden at home, the small vegetable plate, the large farm). The watering usually uses the timing and duration methods. It may use too much or too little water. The moisture value in the soil determines the amount of water used to water. It can help us to water the tree more efficiently. Moisture sensors are one of the engineering methods that can be developed to automatically water the system. However, the installation of sensors in a wide area will have problems with the distance of the wiring. Although the device connected to WIFI to solve this problem, it cannot send the data over 20 meters. In this article, we propose the design and implementation of an Internet of things for wireless water management. We have designed a wireless humidity sensor in the ground that capable of remote data transmission and It has the power supply from the self-small solar panel at the top of the sensor. The cost of producing is low because of the materials purchased locally. We use NETPIE as the IoTs server that can connect 100 devices for free if not developed for commercial purposes. The results of this research show that the control of the water at each sensor can be controlled from the web browser. The sensor can send the data to control center up to 500 meters and can automatically control the water by evaluating the moisture in the soil.

Keyword : Internet of things, Microcontroller, Humidity sensor, wireless communication.

1. บทนำ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) คือ การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลก อินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การ สั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ^[1]

ปัจจุบันในการรดน้ำต้นไม้ภายในบ้านต้องมีการดูแลรักษาระดับความชื้นของดินอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ต้นไม้เจริญโตอย่างสมบูรณ์ ซึ่งการดูแล สภาพความชื้นของดินนั้นต้องอาศัย การรดน้ำอย่างสม่ำเสมอและต้องใช้เวลาในการรดน้ำของต้นไม้เพื่อให้ ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากไม่มีการรดน้ำต้นไม้ อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทั้งพื้นที่สภาพดินก็อาจจะทำให้ การเจริญเติบโตของต้นไม้ไม่สมบูรณ์ และการนำ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนและเซ็นเซอร์วัดความชื้น ในดินเข้ามาใช้ในการควบคุมการรดน้ำต้นไม้เพื่อช่วยเพิ่ม ความสะดวกในการดูแลรักษาระดับความชื้นของดิน และทั่วถึงทั้งพื้นที่ เนื่องจากเทคโนโลยีมีการวิเคราะห้ ผลที่แม่นยำและสามารถสั่งการได้จากระยะไกล ^[2,3,4]

ที่มาของปัญหาการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ต้องอยู่ในพื้นที่เปิดและกว้างจึงทำให้ต้อง ติดตั้งสายไฟที่มีระยะทางไกลหลายเมตรเพื่อจ่าย ไฟเลี้ยงให้กับเซ็นเซอร์ และฉนวนของสายไฟฟ้าต้อง ทนกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ทำให้ฉนวนเกิดการเสื่อมสภาพและอาจทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา ซึ่งได้นำเสนอการแก้ไขปัญหานี้ด้วยการสร้างระบบ ควบคุมความชื้นในดินสั่งการระยะไกลด้วย อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ^[5]

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การ สร้างระบบควบคุมการรดน้ำอัตโนมัติโดยผ่านระบบ เครือข่ายไร้สาย ที่ใช้โปรโตคอลซิกบีเป็นตัวส่ง สัญญาณไร้สาย ซึ่งมีข้อข้อจำกัดระยะการส่งสัญญาณ และความเร็วในการส่งสัญญาณที่ต่ำ ระหว่างการ

สื่อสารระยะการส่งข้อมูลจะไม่ไกลมาก แต่ขึ้นอยู่กับ กำลังส่งของอุปกรณ์ ^[6]

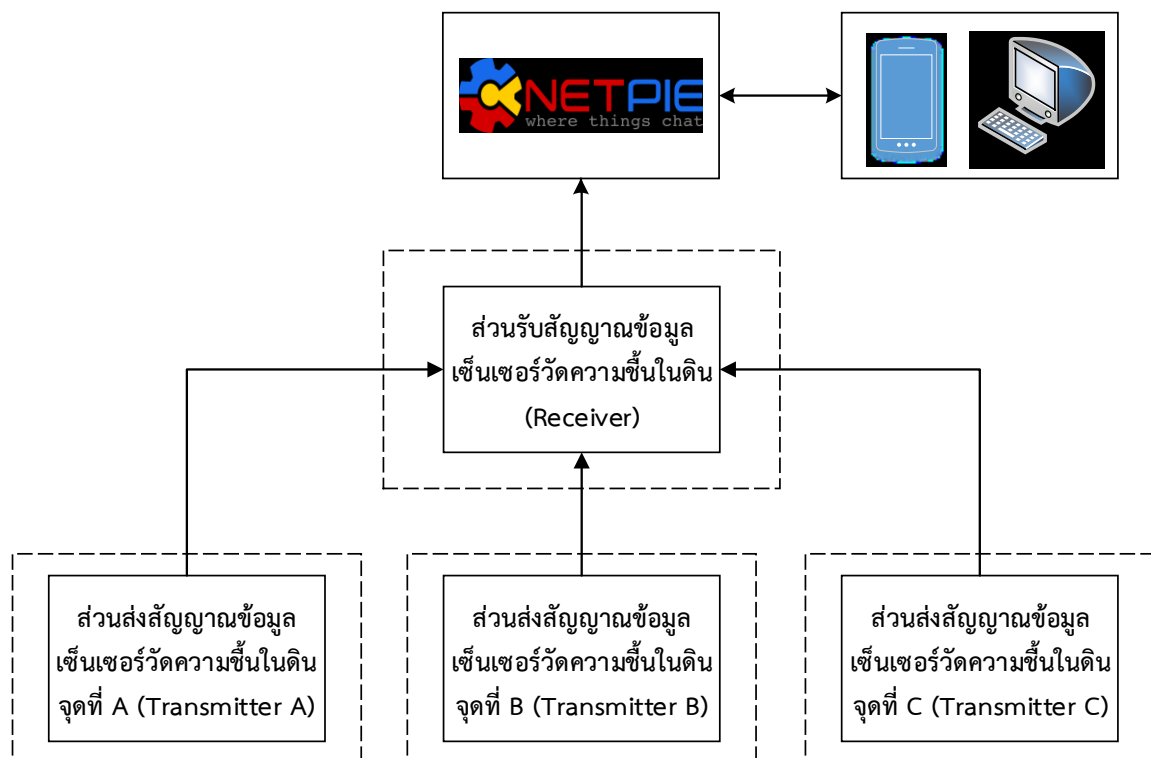
ทางคณะจึงมีจะเปลี่ยนมาใช้ตัวส่งสัญญาณไร้ สายด้วยโมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) ที่มีการส่งข้อมูลไร้สายได้ไกลกว่าโดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 100 เมตร และรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่าตัวส่งสัญญาณไร้สาย แบบโปรโตคอลซิกบีโดยมีความถี่ที่ 2.4 GHz เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพให้ระบบควบคุมความชื้นในภายในดิน สั่งงานระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและที่สำคัญ โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) เป็น ทางเลือกสำหรับระบบสื่อสารที่ไม่ต้องการความ ซับซ้อนเชิงเทคนิคและต้นทุนต่ำ ^[7,8,9]

ดังนั้นโครงการวิจัยในครั้งนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาและ ออกแบบระบบควบคุมความชื้นในภายในดินสั่งการ ระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนของการควบคุมความชื้นในดินด้วยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนและโมดูลเซ็นเซอร์ วัดความชื้นในดิน ส่วนของการส่งสัญญาณไร้สายของ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ด้วยโมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) และส่วนของการรับสัญญาณไร้ สายของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ด้วยโมดูลสื่อสาร ไร้สาย (NRF24L01 module) พร้อมกับส่งข้อมูลให้ ระหว่างบอร์ดอาดูโนยูเอ็นโอ (Arduino UNO) จะ ประมวลผลให้กับบอร์ดโหนดเอ็มซียู/อีเอสพีแปดสอง หกหก (NodeMCU/ESP8266) เพื่อนำข้อมูลแสดงผล ของส่วนคร่าวด์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะใช้นิตพายเซิร์ฟเวอร์ (Netpie) ^[10] เพื่อนำมาใช้สร้างระบบควบคุมความชื้น ในภายในดินสั่งการระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และนำความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยมาใช้เป็นฐานความรู้ ในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบไร้ สายไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีต่างๆ ต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล

ขั้นตอนในการออกแบบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพ สิ่งสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกลประกอบด้วย ส่วนหลักๆ ดังนี้



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล



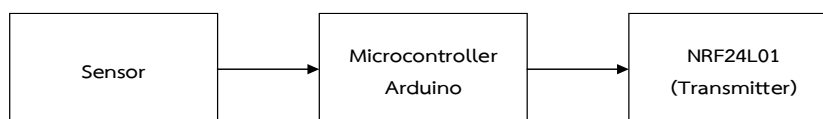
รูปที่ 2 แบบจำลองการติดตั้งใช้งานระบบควบคุมความชื้นในภายในดินสั่งการระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตออฟติง

รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบอินเตอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล ส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด (Transmitter) จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นภายในดินของจุดนั้นๆ ให้กับส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน (Receiver) ด้วยความถี่ที่ 2.4 GHz

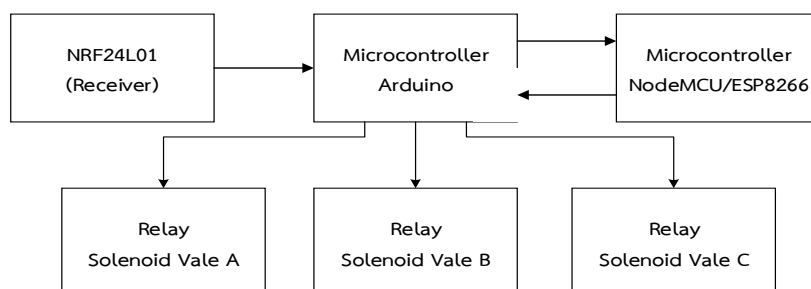
รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองการใช้งานระบบควบคุมความชื้นในภายในดินส่งการระยะไกลด้วยอินเตอร์เน็ตออฟติง ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นตัวควบคุมความชื้นภายในดิน ด้วยมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง ที่สามารถวัดค่าความชื้นภายในดินแต่ละตำแหน่งหรือทุกตำแหน่งได้จากนั้นใช้โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) เป็นตัวส่งข้อมูลค่าความชื้นภายในดินของตำแหน่งนั้นๆแบบไร้สาย ให้กับส่วนควบคุมของระบบที่อยู่ภายในบ้านเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาประมวลผลสั่งให้รีเลย์ทำงานสั่งโซลินอยด์เปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติหรือสามารถสั่งให้รีเลย์ทำงานสั่งโซลินอยด์เปิด-น้ำแบบผ่านระบบอินเตอร์เน็ตออฟติงได้ตามความเหมาะสม บล็อกไดอะแกรมของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน จุดที่ A , B และ C เมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินเริ่มวัด

ค่าความต้านทานในดินจะส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนประมวลผลให้เป็นค่าอนาล็อก เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนจะทำการแปลงค่าจากค่าอนาล็อกให้เป็นค่าความชื้น โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าอนาล็อกกับค่าความชื้นจริง จากนั้นก็ทำการส่งค่าความชื้นไปยังโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลด้วยความถี่ที่ 2.4 GHz ดังแสดงในรูปที่ 3

ในส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลด้วยความถี่ 2.4 GHz และโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณข้อมูล จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะประมวลผลแล้วส่งค่าความชื้นไปยังเน็ตพายเซิร์ฟเวอร์ เพื่อแสดงค่าความชื้นภายในดินในแต่ละจุด และไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำการส่งลอจิก 1 ไปยังรีเลย์ของโซลินอยด์วาล์วเพื่อสั่งให้ทำงานตามระดับความชื้นที่ได้ปรับตั้งไว้คือ ถ้าหากค่าความชื้นภายในดินของแต่ละจุดมีค่าน้อยกว่า 20% ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำหน้าที่ส่งค่าลอจิก 1 แต่ถ้าเมื่อไรที่ค่าความชื้นภายในดินของแต่ละจุดมากกว่า 70% ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำหน้าที่ส่งลอจิก 0 โดยบล็อกไดอะแกรมของระบบจะแสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน



รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

2.2 การออกแบบวงจรในแต่ละส่วนระบบ

2.2.1 วงจรแหล่งจ่ายพลังงานภายในส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

จากรูปที่ 5 แสดงวงจรของส่วนแหล่งจ่ายพลังงานภายในส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด ประกอบด้วย โซลาร์เซลล์ ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน วงจรชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่ลิเทียม วงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ เริ่มจากโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน ซึ่งจะเป็นตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาแล้วเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันเอาต์พุตสูงสุด 6 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1 วัตต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงอาทิตย์อีกด้วย วงจรชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวชาร์จประจุไฟฟ้ากระแสให้กับ แบตเตอรี่ลิเทียม รับแรงดันอินพุตจากโซลาร์เซลล์ 2.4 ถึง 6 โวลต์ แรงดันเอาต์พุตสูงสุดที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ลิเทียม 3.7 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ลิเทียม 1 แอมแปร์ แบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้ากระแส มีแรงดันเอาต์พุตสูงสุด 3.7 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 12,000 มิลลิแอมแปร์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ วงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มแรงดันเอาต์พุต 3.7 โวลต์ ของแบตเตอรี่ลิเทียมให้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 3.7 ถึง 6 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด

2.2.2 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

จากรูปที่ 6 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน ประกอบด้วย เน็ตพาย เชิร์ฟเวอร์ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) การเชื่อมต่อเน็ตพายเชิร์ฟเวอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะใช้วิธีต่อด้วยการเขียนโค้ดคำสั่งให้เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตไร้สาย แต่มีวิธีเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังต่อไปนี้

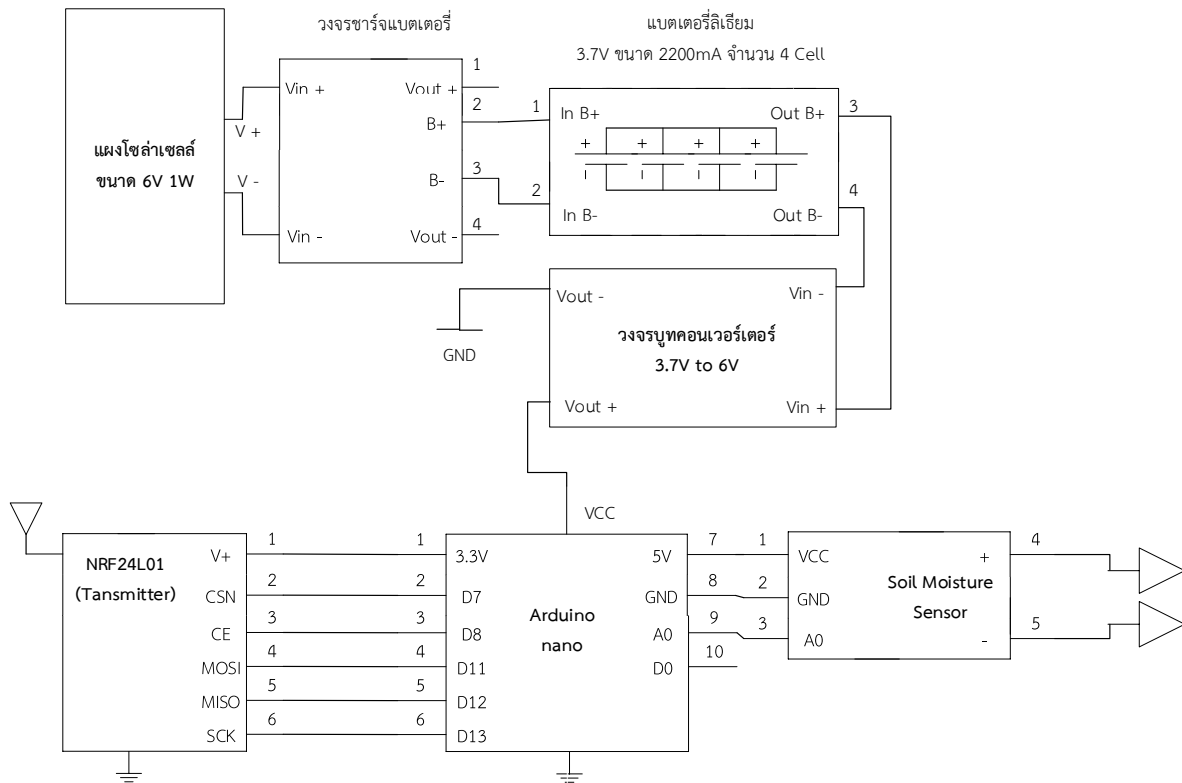
การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) ซึ่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะรับแรงดันอินพุต 5 โวลต์ จากขา Vin ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จากนั้นให้ต่อขา D2 เข้าด้วยกัน เพื่อให้จะทำหน้าที่เป็นขารับข้อมูล และให้ต่อขา D3 เข้าด้วยกัน เพื่อให้จะทำหน้าที่เป็นขาส่งข้อมูล จากนั้นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะนำค่าข้อมูลที่ได้รับเพื่อไปประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังเน็ตพายเชิร์ฟเวอร์ด้วยผ่านอินเตอร์เน็ตไร้สาย

2.2.3 วงจรของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

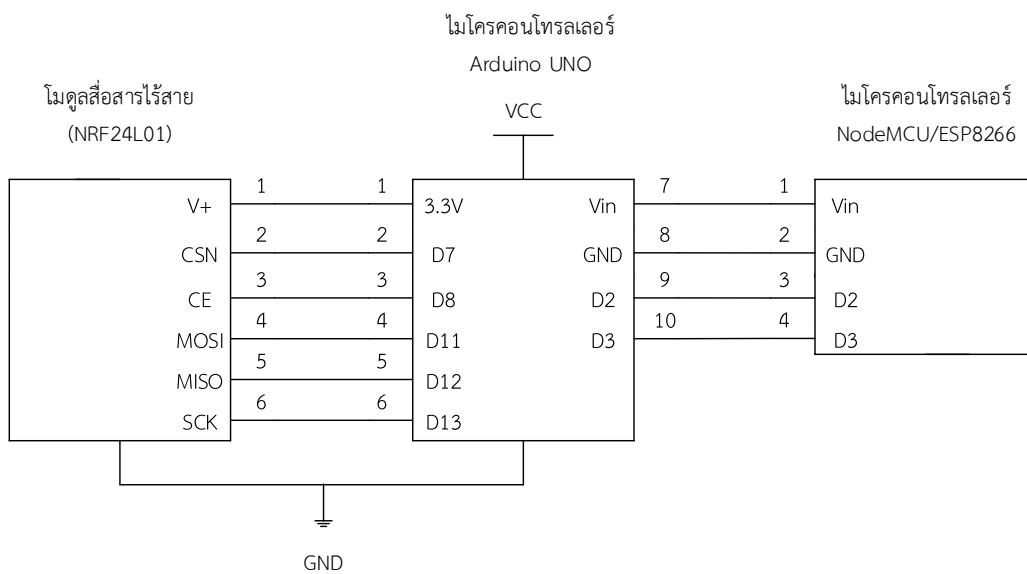
จากรูปที่ 7 วงจรของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินจุดที่ A, B และ C ประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน โมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) และมีวิธีเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังต่อไปนี้

การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโนกับโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งโมดูลสื่อสารไร้สาย จะรับแรงดันอินพุต 3.3 โวลต์ และโมดูลสื่อสารไร้สาย จะมี 2 ขา ที่ใช้ในการควบคุมการสื่อสาร คือ ขา CE ทำหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นลอจิก 1 และ ลอจิก 0 ส่วนขา CSN ทำหน้าที่การรับข้อมูลหรือส่งข้อมูลแบบ SPI ส่วนขา MOSI ทำหน้าที่นำข้อมูลจาก Master ส่งให้ Slave ส่วนขา MISO ทำหน้าที่นำข้อมูลจาก Slave ส่งให้ Master และขา SCK ทำหน้าที่กำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วยใช้สัญญาณนาฬิกา

การเชื่อมต่อโมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน ซึ่งโมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินจะรับแรงดันอินพุต 5 โวลต์ จากขา VCC ของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน และเอาต์พุตต่อกับขา GND ขาไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน ด้วยมีขา A0 ต่อเข้าด้วยกันเพื่อเป็นขาส่งสัญญาณค่าข้อมูลเป็นค่าอนาล็อก



รูปที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายพลังงานและวงจรเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน



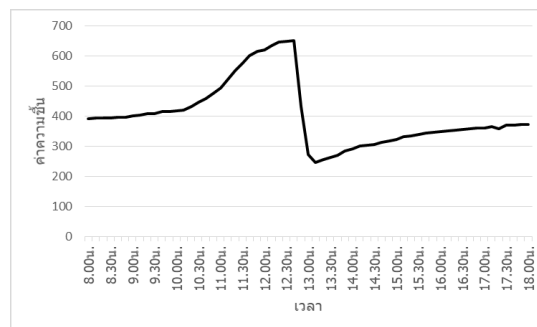
รูปที่ 6 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

3. ผลการดำเนินการวิจัย

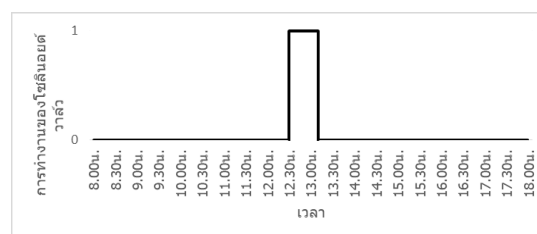
ผลการศึกษาโดยนำเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินทั้ง 3 ไปปักไว้ในดินโดยเช็คค่าความชื้นของเซ็นเซอร์แต่ละตัวเพื่อสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไม่เท่ากัน โดยเช็คค่าความชื้นของเซ็นเซอร์ A ให้สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 650 เซ็นเซอร์ B สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 600 และเซ็นเซอร์ C สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 550 แล้วสั่งหยุดการทำงานของโซลินอยด์วาล์วของเซ็นเซอร์ทุกตัวไว้ที่ 250 เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทั้ง 3 ตัว เป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00น. ถึง 18.00น. และบันทึกค่าทุกๆ 10 นาที

จากการทดลองการควบคุมความชื้นในดิน ณ จุดเซ็นเซอร์ทั้ง 3 จุด ที่เวลาใดๆ โดยใช้ข้อมูลในวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นวันที่มีลักษณะท้องฟ้าแจ่มใสโดยทำการเก็บข้อมูลค่าความชื้นทุกๆ 10 นาที และการเก็บผลการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว ตั้งแต่ช่วงเวลา 8.00น. ถึง 18.00น. แล้วนำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ความชื้นและการทำงานของโซลินอยด์วาล์วได้ดังนี้

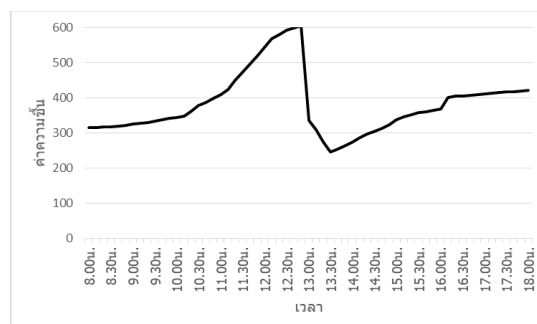
จากรูปที่ 8 และ 9 สังเกตได้ว่าความชื้นในดินมีค่าเริ่มต้น 393 ในช่วงเวลา 8.00น. ถึง 10.00น. อากาศเย็นมีอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียสค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เหลืออยู่ประมาณ 403 และในช่วงเวลา 10.30น. ถึง 12.30น. เป็นช่วงเวลาที่อากาศเริ่มร้อน มีอุณหภูมิอยู่ที่ 28 องศา ทำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ณ เวลา 12.40น. เมื่อค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเป็น 653 ซึ่งเกินค่าที่ตั้งไว้ คือ 650 ทำให้คอนโทรลเลอร์สั่งการทำงานจ่ายระบบน้ำที่จุดเซ็นเซอร์ A ในช่วงที่ระบบจ่ายน้ำทำงานจะสังเกตได้ว่า ความชื้นในดินลดลงไปได้เร็วมากโดยใช้เวลาเพียง 20 ถึง 30 นาที ความชื้นในดินลดลงถึง 246 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ คือ 250 ทำให้ระบบจ่ายน้ำที่จุดเซ็นเซอร์ A หยุดทำงาน ณ เวลา 13.10น. และเมื่อระบบจ่ายน้ำหยุดทำงานค่าความชื้นค่อยๆ เพิ่มขึ้นจะสังเกตได้จากเส้นกราฟความชื้น โดยผลการทดลองของจุด B และ C ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน ดังรูปที่ 10 - 13



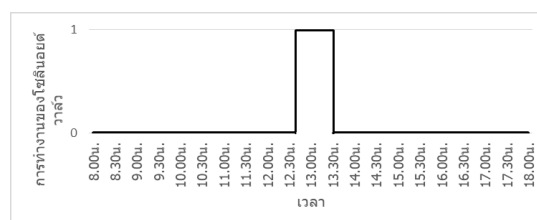
รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ความชื้นและเวลา ณ จุด A



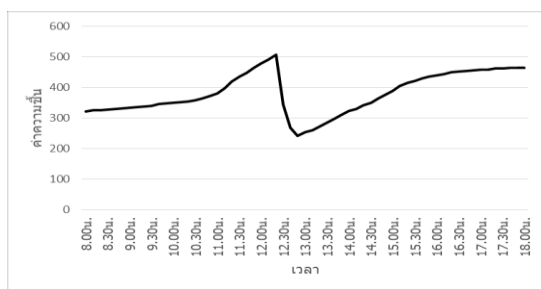
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลินอยด์วาล์วและเวลา ณ จุด A



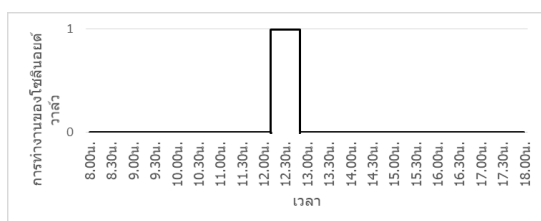
รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ความชื้นและเวลา ณ จุด B



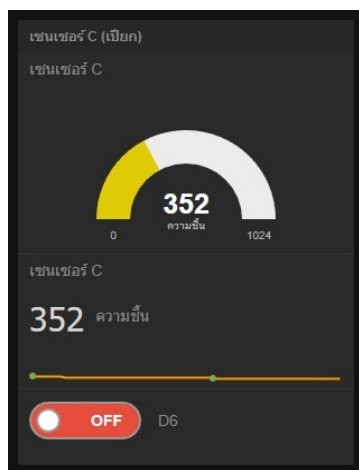
รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลินอยด์วาล์วและเวลา ณ จุด B



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ความสูงและเวลา ณ จุด C



รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลาร์เซลล์และเวลา ณ จุด C



รูปที่ 14 หน้าจอแสดงผลค่าความสูงจากเซนเซอร์บนเว็บไซต์พาย

จากเซิร์ฟเวอร์ของ Netpie สามารถใช้ในการแสดงผลแบบทันท่วงทีได้ โดยรูปที่ 14 เป็นหน้าจอแสดงค่าความสูงจากเซนเซอร์วัดความสูงที่จุด A B และ C ซึ่งเป็นการแสดงผลในช่วงเวลา 9.00 น. ของวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งความสูงที่จุด A มีค่าเท่ากับ 414 ความสูงที่จุด B มีค่าเท่ากับ 337 และความสูงที่จุด C มีค่าเท่ากับ 352

4. สรุปผลและอภิปราย

ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ทั้ง 3 จุดสรุปได้ว่าในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 10.00 น. ความสูงไม่เปลี่ยนแปลงมากเนื่องจากอากาศค่อนข้างเย็นมีอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส และช่วงเวลาที่ความสูงเปลี่ยนแปลงได้เร็วคือ 10.30 น. ถึง 15.30 น. ในช่วงที่อุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียสทำให้เห็นว่าอุณหภูมิในอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสูงในดินสังเกตได้จากกราฟความสัมพันธ์ของความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ และจากกราฟความสัมพันธ์ของความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ของจุดเซ็นเซอร์ C จะแตกต่างจากจุด A และ B เนื่องจากค่าความสูงที่ตั้งส่งระบบจ่ายน้ำมีค่าต่ำสุดทำให้เซ็นเซอร์ที่จุด C จ่ายน้ำในเวลา 12.20 น. และหยุดการจ่ายน้ำที่ 12.40 น. ซึ่งในช่วงนั้นอุณหภูมิสูงถึง 31 องศาเซลเซียสทำให้กราฟของค่าความสูงที่จุด C กลับมามีค่าสูงได้เร็วอีกครั้ง

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Internet of Things (IoT) [อินเทอร์เน็ต]. 2560; สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2561. ได้จาก http://203.155.220.230/bmainfo/data_DDS/document/internet-of-things.pdf.
- [2] ณัฐกร ปิ่นทรายมูล, เติสิทธ์ วงศ์จันทร์ดา. เครื่องควบคุมความชื้นในดิน. ปรินิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2556
- [3] ราชน กะมินสิน. ควบคุมการรดน้ำต้นไม้. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2557.
- [4] 4.เมธี ปัญญารามรณ. ชุดควบคุมการเปิดปิดน้ำผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. ปรินิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2556.

- [5] สกุล คำนวนชัย, ชม กิมปาน. อินเทอร์เน็ต
ออฟติงการรตน้ำในแปลงผักซีพร้อมแจ้ง
เตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน. วารสารวิชาการ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2560; 12(1):
89-101.
- [6] กมลภักดิ์ หลวงป้อ, อัจฉรา บำเพ็ญ. ระบบ
ควบคุมการรดน้ำต้นไม้ด้วยการตรวจสอบ
ความชื้นผ่านโปรโตคอลซิกบี. ปรินญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา ตาก; 2555.
- [7] นราธิป ทองปาน, ธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์.
ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์
ไร้สาย. การประชุมวิชาการระดับชาติการ
จัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2.
30-31 มีนาคม 2559. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม; 2559.
- [8] สร้างระบบสื่อสารไร้สายให้กับ Raspberry PI
กับ Arduino ด้วย NRF24L01 Module
[อินเทอร์เน็ต]. 2557; สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม
2561. ได้จาก <http://tosakunmeeting.blogspot.com/2014/11/raspberry-pi-arduino-nrf24l01-module.html>.
- [9] รุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา, อภิรักษ์ ทัดสอน,
ภาคิน มณีโชติ. ระบบตรวจสอบค่าไฟฟ้าของ
เครื่องปรับอากาศภายในอาคารโดยใช้
เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. การประชุม
วิชาการระดับชาติพืบลสงครามวิจัย ครั้งที่ 3.
พ.ศ. 2560. พิษณุโลก; 2560. หน้า 453-
462.
- [10] พนิดา พงษ์ไพบูลย์, ชาวีร์ อัสริยภัทร์, กุล
ชาติ มีทรัพย์หลาก, เอมอชนา นรินทร์สุขรัตน์,
เปรมฤดี เอี่ยมสุภักกุล, อนันท์ ปัญญา, ชัย
วิทย์ แสนทวีสุข เน็ตพาย. คู่มือการใช้งาน
NETPIE. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ
คอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ; 256