

ระบบรดน้ำพืชอัตโนมัติด้วยสมาร์ทโฟนโดยใช้ NETPIE

Automatic Plant Watering System Based on NETPIE via Smartphone

กรณิการ์ มูลโพธิ์

สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

Email: kornika@mutacth.com

Manuscript received May 10, 2020

Revised May 29, 2020

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอต้นแบบระบบรดน้ำพืชอัตโนมัติด้วยสมาร์ทโฟนผ่านเน็ตพาย(NETPIE) ที่สามารถตรวจสอบการทำงานผ่านการแสดงอัตราการไหลของน้ำได้ โดยได้ทดสอบการใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินด้วยเซนเซอร์แห่งทองแดงที่ใช้วัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเทียบกับค่าความชื้นในดินจริงที่ได้จากการอบดิน โดยนำค่าการนำไฟฟ้าที่ได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินด้วยสมการเชิงเส้น ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำสุด 2.35 และสูงสุด 56.89 ของตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่างที่ตำแหน่งต่างกัน 200 เมตร ในสวนยางพารา จ.เลย ซึ่งประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ESP32 ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เพื่อสั่งงานปั้มน้ำให้รดน้ำพืชเมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินต่ำกว่า 80% และเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อแสดงผล ในส่วนการแสดงผลจะแสดงผลผ่านสมาร์ทโฟนที่สามารถเลือกโหมดการทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบสั่งงานโดยผู้ใช้ ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามผลการทดลอง

คำสำคัญ: ความชื้นในดิน เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน อัตราการไหล เน็ตพาย สมาร์ทฟาร์ม รดน้ำอัตโนมัติ เครือข่ายไร้สาย

ABSTRACT

The paper presents a prototype of automatic plant watering system via Smartphone using NETPIE. User can check the operation through the flow rate display. The use of soil moisture sensor with two copper rod sensors is applied to measure the electrical conductivity of the soil compared with the actual soil moisture content obtained from the soil drying. The analysis of electrical conductivity for soil moisture percentage can assist in improving by linear equation and the experimental results show the soil moisture percentage. The smallest error percentage was 2.35 and largest error percentage was 56.89 of 3 soil samples at 200 meters of different positions in the rubber plantations in Loei Province. Then microcontroller (ESP32) is used to process data by following program conditions to operate the water pump for watering plants and used to connect to the internet to display the results. As for the display, the result will be displayed via a smartphone that can select both the automatic and manual operation modes according to the experimental results.

Keywords: soil moisture, soil moisture sensor, flow rate, NETPIE, Smart Farm, Automatic watering systems, Wireless Network

1. บทนำ

ปัจจุบันคำว่า “สมาร์ทฟาร์ม” ไม่ได้เป็นเรื่องใหม่ของเกษตรกรอีกต่อไป มีเกษตรกรจำนวนมากได้ปรับเปลี่ยนตัวเองให้เป็นเกษตรกรอัจฉริยะตามไปด้วยโดยเป็นเกษตรกรที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการเพาะปลูกเป็นหลัก เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์จนถึงกระบวนการปลูกที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจวัดทั้งเรื่องของสภาพดิน ความชื้นในดิน แร่ธาตุในดิน ความเป็นกรดด่าง สภาพปริมาณแสงธรรมชาติ รวมถึงเรื่องศัตรูพืชต่าง ๆ และสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศไทยยังคงเป็นเกษตรกรแบบดั้งเดิมการให้น้ำ ยา และปุ๋ย ยังคงจ้างแรงงานที่มีราคาสูง จึงทำให้ประสบปัญหาขาดทุนกันอยู่ การช่วยลดค่าใช้จ่ายในการให้น้ำ ยา และปุ๋ย จึงเป็นเป้าหมายหลักในการลดต้นทุนให้แก่เกษตรกรเหล่านี้

นักวิจัยจึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดความชื้นในดิน และระบบการให้น้ำกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยเกษตรกรลดต้นทุน และเป็นจุดเริ่มต้นในการปรับเปลี่ยนเกษตรกรแบบดั้งเดิมเป็นเกษตรกรอัจฉริยะได้มากขึ้น ในปีพ.ศ. 2551 นักวิจัยได้พัฒนาเครื่องมือวัดความชื้นในดินทดแทนการนำเอาจากต่างประเทศเพื่อบริหารจัดการดินและการให้น้ำชลประทานแก่เกษตรกรที่สามารถแสดงค่าความชื้นในดินได้โดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100% ซึ่งมุ่งเน้นเพื่อช่วยเกษตรกรลดค่าใช้จ่ายในการนำเอาเครื่องวัดความชื้นจากต่างประเทศ [1] ต่อมาในปีพ.ศ. 2557 มีการพัฒนาระบบการให้น้ำโดยใช้โซลาร์เซลล์ที่ติดตามดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถเก็บพลังงานได้มากขึ้นกว่าแบบติดตั้งอยู่กับที่คิดเป็นร้อยละ 17.72 โดยมุ่งเน้นการช่วยลดต้นทุนให้แก่เกษตรกร [2] และยังมีการพัฒนาระบบการให้น้ำอย่างต่อเนื่อง จนถึงปีพ.ศ. 2559 ได้มีนักวิจัยนำเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาใช้ในระบบรดน้ำอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่เกษตรกร [3] โดยใช้ระบบสื่อสาร Zigbee ส่งงานระบบได้ในระยะไม่เกิน 120 เมตร ซึ่งยังมีระยะการใช้งานที่จำกัดอยู่ อย่างไรก็ตามในงานวิจัย [2] และ [3] นี้ ไม่มีการกล่าวถึงการเทียบเคียงการวัดค่าความชื้นในดินของเซนเซอร์ที่ใช้กับเซนเซอร์ต้นแบบเพื่อหาค่าความผิดพลาดจากการวัด และจากงานวิจัยกล่าวว่าเซนเซอร์สามารถวัดค่าความชื้นในดินจำกัดที่ 10% - 80% เท่านั้น ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้กับพืชที่ต้องการควบคุมค่าความชื้นในดิน

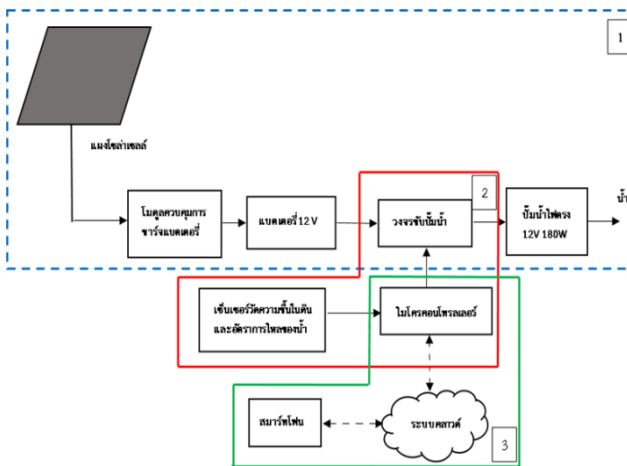
ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอระบบรดน้ำพืชอัตโนมัติที่สั่งงานผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้เน็ตพายเป็นคลาวด์แพลตฟอร์มที่

พัฒนาขึ้นโดย สวทช. [4] เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการแสดงผลข้อมูลจากเซนเซอร์และใช้ในการควบคุมการสั่งงานของระบบผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งไม่มีข้อจำกัดเรื่องระยะทาง และใช้พลังงานโซลาร์เซลล์ในการขับเคลื่อนปั้มน้ำเมื่อถูกสั่งงานให้รดน้ำพืช เพื่อลดต้นทุนให้แก่เกษตรกร โดยใช้เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเพื่อหาค่าความชื้นของดิน เทียบกับวิธีการวัดความชื้นโดยน้ำหนักด้วยการอบดิน เพื่อให้เซนเซอร์สามารถวัดค่าความชื้นได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น และมีช่วงการวัดตั้งแต่ 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำวิธีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับพืชที่ต้องการควบคุมความชื้นในดิน งานชลประทาน และงานปฐพีวิทยาได้

2. ทฤษฎีและการออกแบบ

ในบทความนี้ได้ออกแบบระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 1 สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้ หมายเลขที่ 1 เป็นส่วนของการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านโมดูลควบคุมการชาร์จและนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งระบบ หมายเลขที่ 2 เป็นส่วนของการรับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำมาประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปแสดงผลบน NETPIE รวมถึงควบคุมการทำงานของวงจรขับปั้มน้ำด้วย หมายเลข 3 เป็นส่วนของการแสดงผลข้อมูลจากเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ และควบคุมการทำงานของวงจรขับปั้มน้ำโดยสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมดคือ โหมดอัตโนมัติ และโหมดสั่งงานโดยผู้ใช้

จากระบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 32 ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi ซึ่งมี 32 ช่อง GPIO ให้เลือกใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ด้วยกัน คือ ส่วนการประมวลผลเซนเซอร์ ส่วนการประมวลผลและควบคุมการทำงานของระบบ และส่วนการแสดงผลและการสั่งงานบน NETPIE โดยมีการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 1 บล็อกการทำงานโดยรวมของระบบ

2.1 ส่วนการประมวลผลเซนเซอร์

2.1.1 การประมวลผลของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

น้ำเป็นปัจจัยแรกที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าให้น้ำน้อยเกินไปก็ไม่ใช่เพียงพอกับความต้องการของพืช แต่ถ้าให้น้ำมากเกินไปจะเกิดความสูญเสียของการใช้น้ำหรืออาจเป็นสาเหตุให้พืชเกิดเชื้อราและตายได้ ดังนั้นการติดตามความชื้นในดินด้วยการวัดความชื้นจะทำให้ทราบปริมาณน้ำในดิน และควบคุมการให้น้ำได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการวัดความชื้นในดินมีหลายวิธี ได้แก่การวัดความชื้นโดยตรงหรือวิธีวัดโดยน้ำหนัก เป็นการวัดโดยการนำดินมาชั่งแล้วอบให้แห้งจะทราบความชื้น และวิธีวัดความชื้นในดินทางอ้อมโดยใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเข้ามาช่วย

การวัดโดยน้ำหนัก (Gravimetric method) เป็นวิธีที่นิยมทั่วไป โดยการเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาน้ำหนักดินเปียก จากนั้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 110 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งของดินคงที่ จึงนำไปคำนวณโดยใช้สูตรตามสมการที่ 1

$$\text{ความชื้นโดยน้ำหนัก} (\square/\square) = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินอบแห้ง}} \quad (1)$$

ในการวัดความชื้นในดินได้นำตัวอย่างดินที่อยู่ภายในสวนยางพารา หมู่บ้านข้าทอง อ.มะลิวัลย์ ต.หนองหิน อ.หนองหิน จ.เลย มาจำนวน 3

ตัวอย่างโดยแต่ละตัวอย่างดินเก็บห่างกันจุดละ 200 เมตร ทำตามขั้นตอนหาความชื้นในดินโดยน้ำหนักดังนี้

- นำมาร้อนด้วยตะแกรงขนาด 70 มิลลิเมตร เพื่อกรองหินและกรวดออกให้เหลือแต่เนื้อดินเป็นการเตรียมดินดังรูปที่ 2(ก)
- นำถ้วยอะลูมิเนียมที่จะใส่ดินไปอบจำนวน 10 ถ้วยต่อตัวอย่างดิน 1 ชนิด มาชั่งน้ำหนักจุดบันทึกเป็น Wg1 และติดหมายเลขไว้ที่ถ้วยดังรูปที่ 2(ข)
- นำดินที่เตรียมไว้มาผสมน้ำเพิ่มระดับความชื้นจำนวน 10 ตัวอย่าง ใส่ในถ้วยที่เตรียมไว้ข้างต้นชั่งน้ำหนักและเก็บบันทึกน้ำหนักดินก่อนอบเป็น Wg2 ดังรูปที่ 2(ค) ทำให้ครบทั้ง 3 ตัวอย่างดิน

- นำเซนเซอร์วัดความชื้นในดินจำนวน 4 ตัว มาวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินทันทีที่ชั่งน้ำหนัก ดังรูปที่ 2(ง) โดยค่าที่ได้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าในแต่ละถ้วย จดบันทึก

- นำถาดบรรจุดินตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินละ 10 ความชื้นไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 2(จ-ฉ)

- นำดินที่อบเสร็จแล้วมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกค่าน้ำหนักแต่ละถ้วยเป็นค่า Wg3 จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าความชื้นในดินโดยน้ำหนักดังสมการที่ 2 และหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินโดยน้ำหนักจากสมการที่ 3 เมื่อความชื้นในดินอิ่มตัวคือค่าความชื้นในดินที่ทำให้เกิดค่าแรงดันที่เซนเซอร์สูงสุด

จากนั้นนำค่าที่ได้จากดิน 3 ตัวอย่างมาพล็อตกราฟได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งแสดงค่าแรงดันเฉลี่ยของเซนเซอร์ทั้ง 4 ตัวที่วัดได้เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินโดยน้ำหนัก จะเห็นว่าตัวอย่างดินที่ 1 และ 2 มีค่าความชื้นที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างดินที่ 3 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่าที่ค่าแรงดันเดียวกัน จากกราฟสามารถแบ่งช่วงการประมาณค่าได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงแรงดันระหว่าง 0 ถึง 0.5 โวลต์ ที่มีช่วงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง และช่วงแรงดันระหว่าง 0.5 ถึง 3.72 โวลต์ ที่มีช่วงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่า โดยแต่ละช่วงถูกสมมติให้ประมาณค่าด้วยสมการเชิงเส้นดังสมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

$$\text{ความชื้นในดิน}(\square/\square) = \frac{(\square\square2-\square\square1)-(\square\square3-\square\square1)}{(\square\square3-\square\square1)} \quad (2)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน}(\%) = \frac{\text{ความชื้นในดิน}(\frac{\square}{\square}) - \text{ความชื้นในดินอิมตัว}(\frac{\square}{\square})}{\text{ความชื้นในดินอิมตัว}(\frac{\square}{\square})} \quad (3)$$



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

รูปที่ 2 ขั้นตอนการวัดความชื้นโดยน้ำหนัก

$$\square = m_1\square + \square_1 = 50\square \quad (4)$$

$$\square = \square_2\square + \square_2 = 23.44\square + 13.29 \quad (5)$$

เมื่อ $\square$ คือค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก

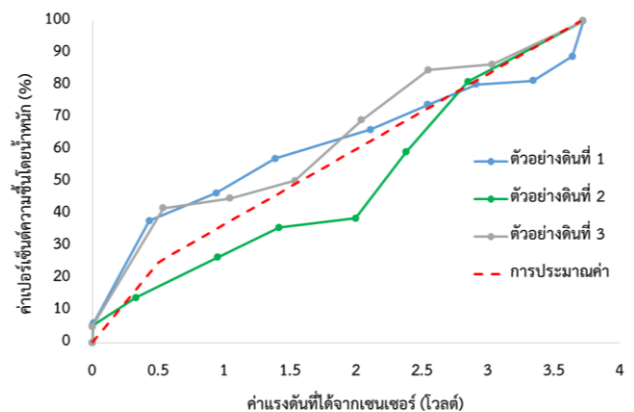
m_1, m_2 คือค่าความชื้นของการประมาณค่าด้วยสมการเชิงเส้น ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ตามลำดับ

$\square_1, \square_2$ คือค่าออฟเซตของสมการที่ตัดแกน y ของสมการเชิงเส้นช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ตามลำดับ

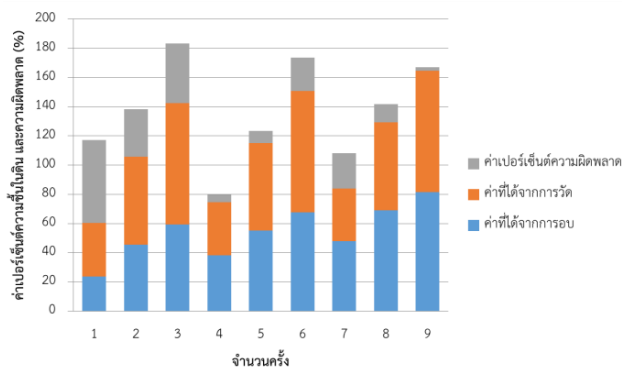
จากสมการเมื่อทำการทดลองวัดค่าความเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้

จากการวัดดินด้วยเซนเซอร์เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการอบ ได้ค่าดังรูปที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่ามีความผิดพลาดต่ำสุดที่ 2.35% จากตัวอย่างดินที่ 3 ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น 83.30% และค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ 56.89% จากตัวอย่างดินที่ 1 ที่ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น 36.90% และนำสมการข้างต้นไปใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมการวัดค่าความชื้นในดินดังแผนผังการทำงานของโปรแกรมดังรูปที่ 4

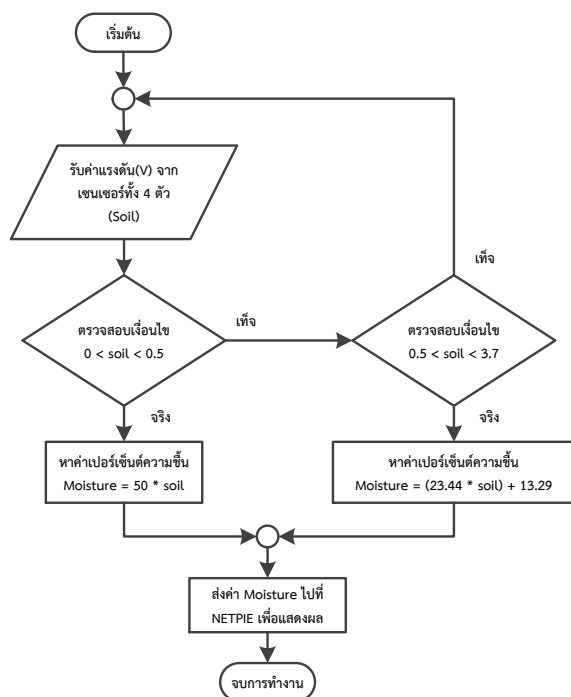
จากแผนผังรูปที่ 5 จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินโดยน้ำหนักตามการคำนวณดังสมการที่ 4 และ 5 เก็บค่าไว้ในตัวแปร Moisture และส่งค่า Moisture ของเซนเซอร์แต่ละตัวไปยัง NETPIE เพื่อแสดงผลที่สมาร์ทโฟนต่อไป



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักกับค่าแรงดันเฉลี่ยที่วัดได้จากเซนเซอร์ทั้ง 4 ตัว จากตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง



รูปที่ 4 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการวัดดินด้วยเซนเซอร์เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้จากการรอบดิน



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของโปรแกรมวัดค่าความชื้นในดิน

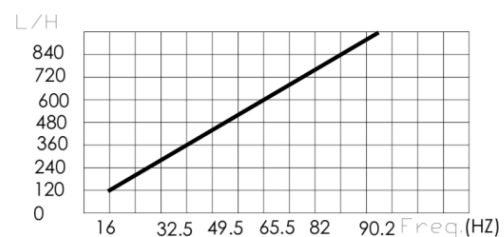
2.1.2 การประมวลผลของเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ

ทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำเข้ากับท่อน้ำที่ต่อออกมาจากปั้มน้ำไฟตรงขนาด 12 โวลต์ 180 วัตต์ โดยใช้มิเตอร์วัดอัตราการไหลเป็นค่าอ้างอิงซึ่งนำมาติดตั้งกับท่อน้ำต่อจากเซนเซอร์โดยเซนเซอร์วัดอัตราการไหลมีคุณสมบัติดังรูปที่ 6 จากรูปแสดง

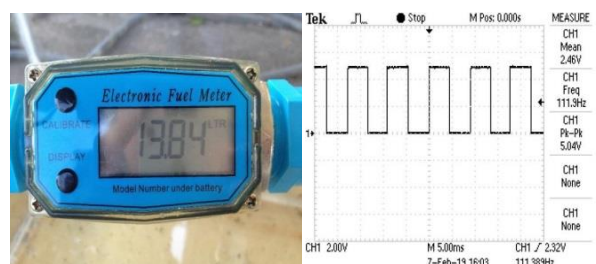
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่ของเซนเซอร์ที่วัดได้ กับค่าอัตราการไหลของน้ำ ส่งผลให้สามารถหาอัตราการไหลของน้ำได้ดังสมการที่ 6 และเมื่อทำการวัดสัญญาณที่ได้ออกมาจากเซนเซอร์ เทียบกับมิเตอร์วัดอัตราการไหลดังรูปที่ 7 จะได้ค่าอัตราการไหลที่วัดได้จากเซนเซอร์มีค่าเท่ากับ $111.9(0.1235) = 13.81$ ลิตรต่อนาที ซึ่งมีค่าความผิดพลาดจากการวัดเทียบกับมิเตอร์อ้างอิงเท่ากับ 0.23 เปอร์เซ็นต์

$$\text{อัตราการไหล (L/min)} = \text{ค่าความถี่สัญญาณพัลส์(Hz)} \times 0.1235 \quad (6)$$

จากสมการข้างต้นนำไปใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมวัดอัตราการไหลของน้ำดังแผนผังการทำงานของโปรแกรมดังรูปที่ 8 จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำตามการคำนวณดังสมการที่ 6 เก็บค่าไว้ในตัวแปร FlowRate และส่งค่าไปยัง NETPIE เพื่อแสดงผลที่สมาร์ทโฟนต่อไป



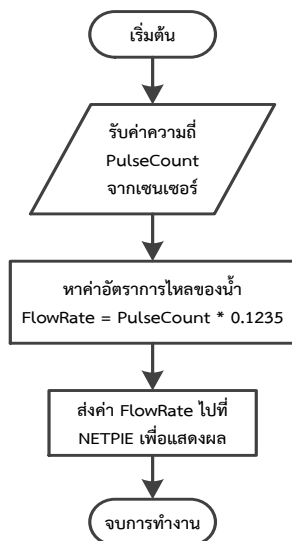
รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่สัญญาณพัลส์กับอัตราการไหลของน้ำของเซนเซอร์



รูปที่ 7 ตัวอย่างการทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ

2.2 ส่วนการประมวลผลและควบคุมการสั่งงานระบบ

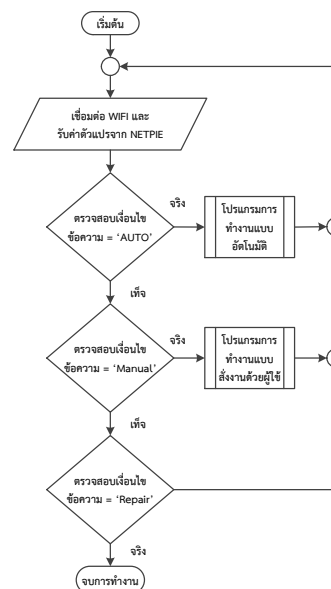
การทำงานโดยรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9 ระบบจะรอรับข้อความจากผู้ใช้งานทางอินเทอร์เน็ต เมื่อได้รับข้อความแล้วระบบจะทำการตรวจสอบว่าเป็นข้อความ AUTO หรือไม่ ถ้าใช่ให้เข้าไปทำงานในโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 10 เมื่อทำงานเสร็จให้วนกลับไปรับข้อความใหม่อีกครั้ง ถ้าไม่ใช่ให้ตรวจสอบว่าเป็นข้อความ Manual หรือไม่ ถ้าใช่ให้เข้าไปทำงานในโปรแกรมการทำงานแบบสั่งงานด้วยผู้ใช้แสดงดังรูปที่ 11 เมื่อทำงานเสร็จให้วนกลับไปรับข้อความใหม่อีกครั้ง ถ้าไม่ใช่ให้ตรวจสอบว่าเป็นข้อความ Repair หรือไม่ ถ้าใช่ให้หยุดการทำงานและรอการแก้ไขระบบ ถ้าไม่ใช่ให้วนไปรับข้อความใหม่อีกครั้งวนแบบนี้ไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมวัดอัตราการไหลของน้ำ

ในโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติจะสั่งงานให้ระบบรดน้ำพืช 2 เวลา คือเวลา 8.00 น. และ 17.00 น. เมื่อถึงเวลาดังกล่าวระบบจะเข้าสู่โปรแกรมวัดค่าความชื้นในดิน จากนั้นตรวจสอบค่าความชื้นเฉลี่ยในดินมีค่าต่ำกว่า 35% หรือไม่ ถ้าใช่ให้ไฟสถานะทำงานติด ส่งข้อความ ON ไปที่ NETPIE และสั่งงานปั้มน้ำให้ทำงานรดน้ำพืช ถ้าไม่ใช่ให้ตรวจสอบค่าความชื้นเฉลี่ยในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 35% และ 80% หรือไม่ ถ้าใช่ให้ไฟสถานะทำงานติด ส่งข้อความ ON ไปที่ NETPIE และสั่งงานปั้มน้ำให้ทำงานรดน้ำพืช ถ้าไม่ใช่คือมีความชื้นมากกว่า 80% ให้จบการทำงาน โดยเมื่อสั่งงานให้ปั้มน้ำทำงานแล้ว

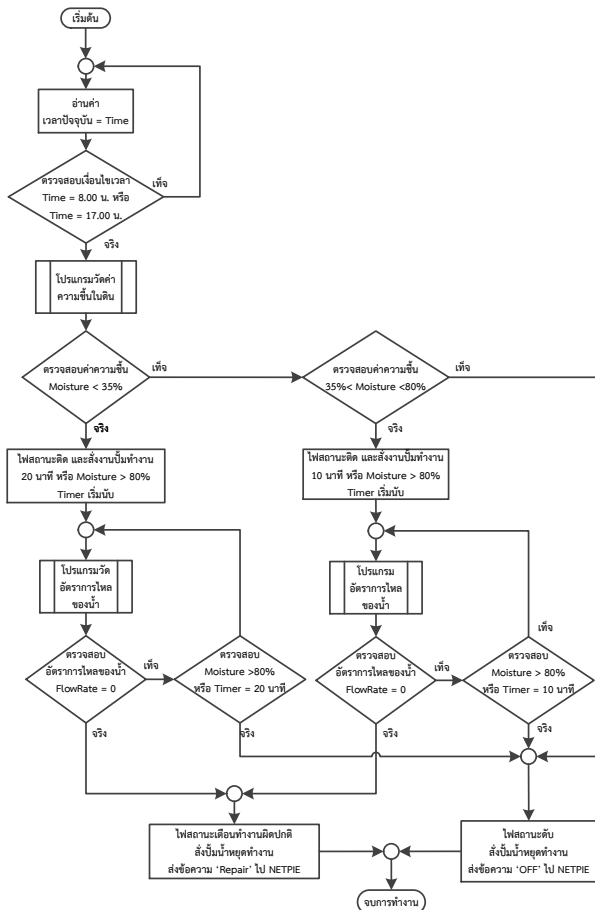
จะเข้าสู่โปรแกรมวัดอัตราการไหลของน้ำเพื่อเช็คว่ามีน้ำไหลในท่อน้ำหรือไม่ ถ้าไม่มีน้ำไหล FlowRate เท่ากับ 0 ลิตรต่อนาที ให้จบการทำงาน สั่งให้ไฟเตือนทำงาน และส่งข้อความ Repair ให้กับ NETPIE เพื่อแสดงผลที่ผู้ใช้ตรวจเช็คระบบต่อไป แต่ถ้า FlowRate ไม่เท่ากับ 0 ลิตรต่อนาที ให้ตรวจเช็คเงื่อนไขข้อนี้ ถ้าค่าความชื้นเฉลี่ยในดินขณะรดน้ำมีค่ามากกว่า 80% เมื่อใดให้สั่งงานปั้มน้ำหยุดทำงานทันที แต่ถ้าไม่ถึง 80% ให้เช็คว่ามีน้ำทำงานครบเวลา 20 นาที และ 10 นาที ตามเงื่อนไขเช็คความชื้นในดินก่อนรดน้ำที่ต่ำกว่า 35% และระหว่าง 35% และ 80% ตามลำดับ หรือไม่ถ้าครบเวลาเมื่อไหร่ให้สั่งงานปั้มน้ำหยุดทำงานทันที เมื่อสั่งงานให้ปั้มน้ำหยุดทำงานให้ ไฟสถานะดับ และส่งข้อความ OFF ไปที่ NETPIE เพื่อแสดงผลไฟสถานะต่อไป



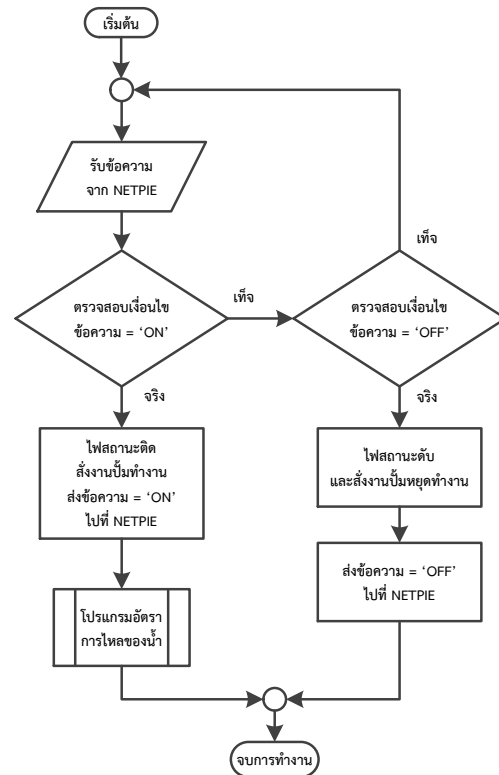
รูปที่ 9 แผนผังการทำงานของรวมของระบบ

ในโปรแกรมการทำงานแบบสั่งงานโดยผู้ใช้จะสั่งงานให้รดน้ำพืชได้ตลอดเวลาตามผู้ใช้งาน ที่ปั้มน้ำเปิดปั้มน้ำ และปิดปั้มน้ำ โดยโปรแกรมจะรอรับข้อความจากผู้ใช้งาน NETPIE และตรวจสอบว่าเป็นข้อความ ON หรือไม่ ถ้าใช่ให้ไฟสถานะทำงานติด ส่งข้อความ ON ไปที่ NETPIE และสั่งงานปั้มน้ำให้ทำงานรดน้ำพืช จากนั้นเข้าสู่โปรแกรมวัดอัตราการไหลของน้ำเพื่อเช็คว่ามีน้ำไหลในท่อน้ำหรือไม่ จากจอแสดงผลบนสมาร์ตโฟน ถ้าอัตราการไหลที่เก็บไว้ที่ตัวแปร FlowRate เท่ากับ 0 สามารถสั่งหยุดปั้มน้ำได้โดยผู้ใช้งาน ที่ปั้มน้ำปั้มน้ำบนหน้าจอแสดงผล โดย NETPIE จะส่งข้อความ OFF เมื่อ

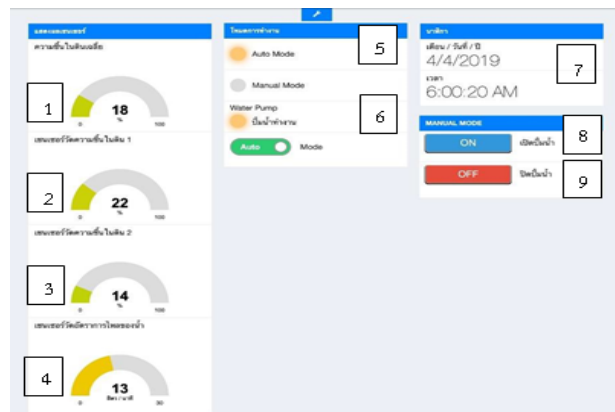
โปรแกรมตรวจสอบว่าเป็นข้อความ OFF จะสั่งให้ไฟสถานะดับ
สั่งงานปั๊มหยุดทำงาน และส่งข้อความ OFF ไปที่ NETPIE เพื่อแสดง
ไฟสถานะต่อไป



รูปที่ 10 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 11 แผนผังการทำงานของโปรแกรมการทำงานแบบสั่งงานโดย
ผู้ใช้



รูปที่ 12 การออกแบบส่วนแสดงผลและสั่งงาน NETPIE
Freeboard

2.3. ส่วนการแสดงผล และสั่งงานบน NETPIE

การออกแบบหน้าจอแสดงผลของ NETPIE Freeboard แสดงดังรูปที่ 12 มีรายละเอียดดังนี้

- หมายเลข 1 แสดงค่าความชื้นในดินเฉลี่ยที่วัดได้จากเซนเซอร์ทั้ง 4 ตัว ที่ได้จากการรับค่า Moisture จากระบบ แสดงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

- หมายเลข 2 แสดงค่าความชื้นในดินเฉลี่ยที่วัดได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ที่ได้จากการรับค่า Moisture1 และ Moisture2 จากระบบ แสดงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

- หมายเลข 3 แสดงค่าความชื้นในดินเฉลี่ยที่วัดได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 3 และตัวที่ 4 ที่ได้จากการรับค่า Moisture3 และ Moisture4 จากระบบ แสดงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์

- หมายเลข 4 แสดงค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอัตราการไหลที่ได้จากการรับค่าอัตราการไหลเก็บไว้ที่ตัวแปร FlowRate จากระบบ แสดงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 30 ลิตรต่อวินาที

- หมายเลข 5 แสดงไฟสถานะการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เลือกสั่งงานระบบด้วยโหมดอัตโนมัติ โหมดสั่งงานโดยผู้ใช้เมื่อผู้ใช้เลือกสั่งงานระบบด้วยโหมดสั่งงานโดยผู้ใช้ และสถานะการทำงานของปั้มน้ำโดยไฟสถานะติดเมื่อได้รับข้อความ ON จากระบบ และไฟสถานะดับเมื่อได้รับข้อความ OFF จากระบบ

- หมายเลข 6 เป็นปุ่มโยกเพื่อสั่งงานระบบให้ทำงานในโหมดอัตโนมัติ (AUTO) และโหมดสั่งงานโดยผู้ใช้ (MANUAL)

- หมายเลข 7 แสดงวันที่ และเวลาปัจจุบันที่ใช้งานระบบ โดยอ้างอิงเวลาจากเซิร์ฟเวอร์ของ NETPIE

- หมายเลข 8 เป็นปุ่มสั่งงานให้ปั้มน้ำทำงาน โดยจะสั่งงานในโหมดสั่งงานโดยผู้ใช้

- หมายเลข 9 เป็นปุ่มสั่งงานให้ปั้มน้ำหยุดทำงาน โดยจะสั่งงานในโหมดสั่งงานโดยผู้ใช้

3. ผลการทดลอง

นำแผงโซลาร์เซลล์ข้อมูลจำเพาะกำลังไฟฟ้า 100 วัตต์ แรงดันขณะเปิดวงจรเท่ากับ 21.60 โวลต์ กระแสขณะลัดวงจร 5.87 แอมแปร์ ต่อเข้ากับโมดูลควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 28 แอมแปร์ชั่วโมง ต่อขนานกัน 2 ตัว เพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งระบบ รวมถึงให้กับปั้มน้ำขนาด 12

โวลต์ 180 วัตต์ ซึ่งจะสามารถใช้งานปั้มน้ำได้ 3 ชั่วโมง 44 นาที ที่กำลังจ่ายสูงสุด

จากแปลงสาธิตทดสอบการทำงานของระบบ โดยทำการทดลองและเก็บผลการทดลองเป็นระยะเวลา 2 วันคือวันที่ 4 - 5 เมษายน พ.ศ.2562 โดยเลือกโหมดการทำงานที่หน้าจอสมาร์ตโฟนที่หมายเลข 6 โยกไปด้านขวาที่โหมดอัตโนมัติ (AUTO) ระบบสามารถทำงานได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.9 และแสดงผลได้ดังรูปที่ 13 และเมื่อเลือกโหมดการทำงานที่หน้าจอสมาร์ตโฟนที่หมายเลข 6 โยกไปด้านซ้ายที่โหมดสั่งงานโดยผู้ใช้ (MANUAL) จากนั้นไปที่หน้าจอแสดงผลหมายเลข 8 กด ON เปิดปั้มน้ำ ค่าความชื้นในดินที่หน้าจอหมายเลข 1 ถึง 3 มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอัตราการไหลของน้ำที่หน้าจอหมายเลข 4 แสดงค่า 13 ลิตรต่อวินาที ซึ่งสามารถสั่งงานเลือกโหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุป

ระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การแสดงผลข้อมูลเปลี่ยนแปลงค่าได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอินเทอร์เน็ต และการวัดความชื้นในดินมีค่าความผิดพลาดเป็นไปตามสภาพดินแต่ละชนิดซึ่งมีจุดอ้อมตัวของน้ำ และมีค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดินที่มีความร่วนไม่เกาะตัวกันจะทำให้การนำไฟฟ้าของเซนเซอร์มีค่าน้อยกว่าดินที่มีความเหนียวเนื้อละเอียด ซึ่งผู้ท้าววิจัยจะนำไปพัฒนาทำเครื่องมือวัดความชื้นที่สามารถเลือกชนิดของดินได้เพื่อลดความผิดพลาดการวัดค่าความชื้นในดินสำหรับใช้ในงานชลประทาน และปฐพีวิทยาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] นายสมบุญ มั่นความดี นางสาวผจงจิตต์ ศรีสุข และนางสาวสุภัทราหนูนา รณ, “การพัฒนาเครื่องวัดความชื้นในดินทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อจัดการดินและน้ำชลประทานในดินทรายอย่างมีประสิทธิภาพ”, โครงการวิจัยกลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน พ.ศ. 2551.
- [2] ปรีชา มหาไม้ นำพร ปัญญาใหญ่ และ ภาสวรรณ วัชรดำรงศักดิ์, “ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน”, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ปีที่8, หน้า 15 - 26, ฉบับที่ 2 กันยายน 2557.
- [3] นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์, “ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย”, การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการ

เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2, หน้า 77 – 84, วันที่ 30-31 มีนาคม 2559.

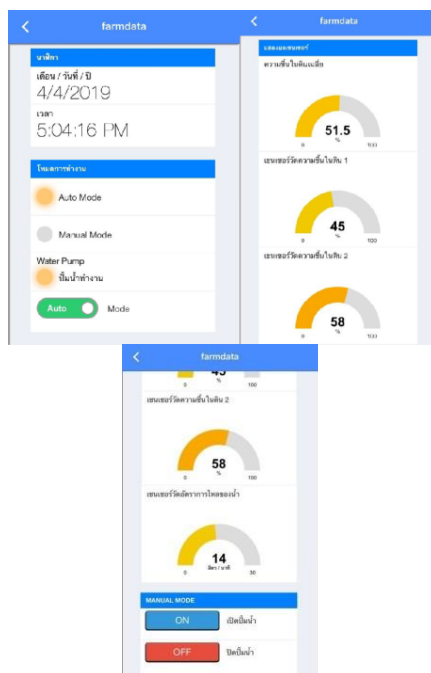
- [4] NECTEC a member of NSTDA, “คู่มือการใช้งาน NETPIE An Official Guide to NETPIE”, เอกสารเวอร์ชัน 2017-02-02.

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการทำงานของระบบอัตโนมัติ

วันที่	เวลา	ความชื้น1 (%)	ความชื้น2 (%)	ความชื้นเฉลี่ย (%)	อัตราการใช้ปุ๋ย (L/min)	เงื่อนไขที่พบเพื่อสั่งปั๊มหยุดทำงาน
4 เม.ย	6.00 น.	8	13	10.5	13	20 นาที
	17.00 น.	51	44	47.5	14	10 นาที
5 เม.ย	6.00 น.	77	81	79	0	0 นาที
	17.00 น.	58	53	55.0	13	ความชื้น 80%



กรณีการ มูลโพธิ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาเอก วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ. 2549 ตามลำดับ เริ่มทำงานที่ภาควิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ. 2549 ถึงปัจจุบัน มีความสนใจในงานด้านออกแบบวงจรรวมที่ใช้พลังงานและแรงดันต่ำ งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ และนวัตกรรมหุ่นยนต์



รูปที่ 13 หน้าจอแสดงผลการทำงานของระบบอัตโนมัติผ่านหน้าสมาร์ตโฟนวันที่ 4 เมษายน 2562 เวลา 17.04 น.