

ระบบควบคุมวาล์วน้ำไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติง

Low Power Water Valve Control Systems through Internet of Things

กฤษณ์ ทองขุนคำ^{1*}
Grit Tongkhundam^{1*}

บทคัดย่อ

นวัตกรรมชิ้นนี้เป็นนํ้าเสนอระบบควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วน้ำแบบไร้สายผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้คลื่นความถี่ 433 MHz มีรัศมีการเชื่อมต่อสัญญาณ 100 ม. สามารถควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ผ่านโทรศัพท์มือถือผ่านระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงของระบบสมาร์ทโฮม โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่แบบชาร์จชนิดลิเทียม 18650 มีข้อดีคือ ขนาดเล็ก ติดตั้งได้ง่าย สะดวกและปลอดภัย เพราะไม่ต้องเดินสายไฟ โดยสามารถเปิด-ปิดน้ำได้ถึง 10,000 ครั้ง ต่อการชาร์จไฟเพียง 1 ครั้ง ทำให้สามารถใช้งานได้ ไม่ต่ำกว่า 1 ปี ต่อ การชาร์จแบตเตอรี่ เพียงครั้งเดียว เครื่องต้นแบบออกแบบโดยใช้ระบบประมวลผล ATMEGA 328 ใช้พลังงานต่ำมาก เพียง 6 ไมโครแอมป์ รองรับน้ำแรงดันสูง 10 บาร์ ได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย เช่น ระบบให้น้ำในแปลงเกษตรขนาดเล็กและระบบให้น้ำในฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328 อินเทอร์เน็ตออฟติง วาล์ว

Abstract

This innovation presents low power wireless water valve via internet of things systems using 433 MHz radio frequency. This system can control valve by smart phone that used principle based on internet of things function on 3G networks via Wifi hotspot on 3G mobile telephone. This system use power from 18650 lithium battery type. It is small, easy to install, flexible and salty (no wire and external power to install). It uses very low power (6uA). (10,000 on-off per one time battery charging). This prototype design use microcontroller ATMEGA328. It is very low power (6uA). This valve can be used for many applications such as irrigation system in livestock farms and garden watering.

Keywords: Microcontroller ATMEGA328, Internet of Things, Valve

บทนำ

ในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตออฟติงเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้น โดยเฉพาะ ด้านการเกษตร มีการประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตกับแปลงปลูกพืชทางด้านเกษตร ที่เรียกว่า Smart Farming [1] โดยสามารถเฝ้าติดตามค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญงอกงามของพืช เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และสามารถควบคุมค่าดังกล่าวให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ โดยอัตโนมัติ [2] อย่างไรก็ตาม ในแปลงเกษตรที่ใช้งานจริงนั้นมีขนาดพื้นที่กว้าง ดังนั้น จำวนต้องมีเซ็นเซอร์วัดค่าต่าง ๆ หลายตัว จึงมีการพัฒนาการเชื่อมระบบการควบคุมการรดน้ำต้นไม้ในแปลงเกษตรขนาดใหญ่ เป็นแบบเครือข่ายเชื่อมต่อเข้าหากันโดยใช้โปรโตคอลซิกบี [3] อย่างไรก็ตาม ระบบที่กล่าวมาข้างต้นมีความยุ่งยากในการติดตั้ง หากมีการนำมาประยุกต์ใช้กับการรดน้ำต้นไม้ในบริเวณบ้านจะทำให้ไม่สะดวก จึงมีการพัฒนาวาล์วน้ำที่ใช้สำหรับสวมกับก๊อกน้ำและสามารถควบคุมตั้งเวลาเปิด-ปิดวาล์วน้ำได้ตามเวลาที่ต้องการ [4] โดยติดตั้งได้ง่ายมากเพราะไม่มีการเดินสายไฟเพราะใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านขนาด AAA สามก้อนสามารถทำงานได้ประมาณ 3 เดือน อย่างไรก็ตาม วาล์วนี้ดังกล่าว ไม่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดได้จากโทรศัพท์มือถือ จึงมีการพัฒนาระบบควบคุมวาล์วน้ำผ่านโทรศัพท์มือถือ [5] แต่ข้อเสียของระบบ

¹ อ., สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

¹ Lecturer, Department of Computer and Information Technology, faculty of Science, Thaksin University Phatthalung, 93210

* Corresponding author: E-mail address grit43@gmail.com

ดังกล่าว คือ ขนาดใหญ่ และต้องใช้ไฟฟ้าจากไฟฟ้าบ้านจึงต้องอาศัยช่างไฟฟ้าในการเดินสายไฟ ซึ่งหากไม่มีความชำนาญในการเดินสายไฟก็จะอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว ทำให้ไม่สะดวกยุ่งยากต่อการใช้งานและติดตั้งอย่างมาก

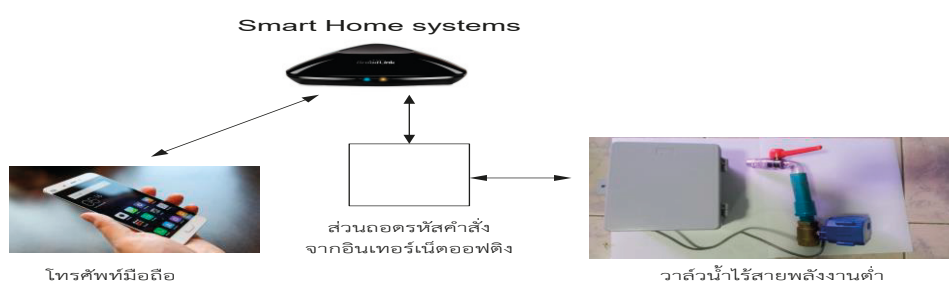
นวัตกรรมนี้เป็นการนำจุดด้อยของระบบควบคุมวาล์วน้ำจากที่กล่าวมาข้างต้นมาพัฒนาเป็นวาล์วน้ำไร้สายพลังงานต่ำ ที่ใช้สวมกับก๊อกน้ำตามบ้านทั่วไป แล้วทำให้ก๊อกน้ำสามารถตั้งค่าเวลาเปิด-ปิดน้ำได้เองโดยอัตโนมัติหรือควบคุมเปิด-ปิดได้จากโทรศัพท์มือถือและสามารถเชื่อมต่อได้กับระบบสมาร์ทโฮม (RM-PRO) [6] โดยเน้นให้ขนาดเล็กและติดตั้งได้ง่ายสามารถสวมกับก๊อกน้ำทั่วไปได้โดยไม่ต้องเดินสายไฟ ด้วยการออกแบบระบบควบคุมทั้งหมดให้กินไฟน้อยมากในระดับไมโครแอมป์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ 1 ปี หรือ 10,000 ครั้งต่อการประจุแบตเตอรี่ 1 ครั้ง โดยไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนานวัตกรรมระบบเปิดปิดวาล์วน้ำแบบไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติงโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับระบบสมาร์ทโฮม และสามารถควบคุมสั่งงานได้จากโทรศัพท์มือถือ

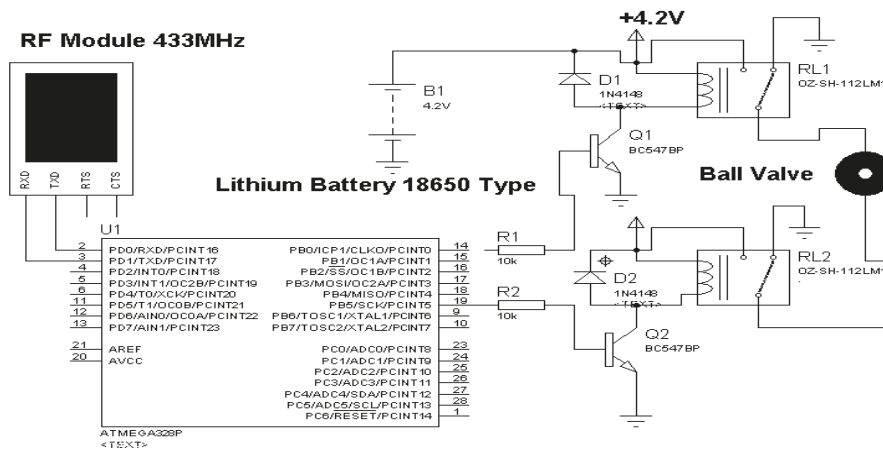
ระเบียบวิธีการศึกษา

นวัตกรรมนี้เป็นการสร้างเครื่องต้นแบบระบบวาล์วน้ำไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติง โดยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระบบควบคุมวาล์วน้ำและส่วนเชื่อมต่อกับระบบสมาร์ทโฮม โดยสามารถเชื่อมต่อได้กับระบบสมาร์ทโฮมไร้สายที่ใช้คลื่นวิทยุความถี่ 433 MHz ซึ่งสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดวาล์วน้ำตามเวลาที่ตั้งโปรแกรมไว้หรือเปิดปิดได้โดยตรงจากโทรศัพท์มือถือ ดังบล็อกไดอะแกรมของระบบ (ภาพที่1) อธิบายได้ว่า เมื่อมีการสั่งงานระบบสมาร์ทโฮมจากโทรศัพท์มือถือไปยัง อุปกรณ์ RM PRO จะส่งรหัสคำสั่ง ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 433 MHz โดยส่วนเชื่อมต่อจะทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสดังกล่าวว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าเป็นรหัสคำสั่งที่ใช้เปิด-ปิดวาล์ว ก็จะส่งต่อรหัสดังกล่าวด้วยคลื่นความถี่ 433MHz ในรูปแบบการส่งคลื่นแบบที่ใช้พลังงานน้อยมาก ไปยังวงจรควบคุมวาล์วน้ำเพื่อเปิดและปิดวาล์วน้ำ

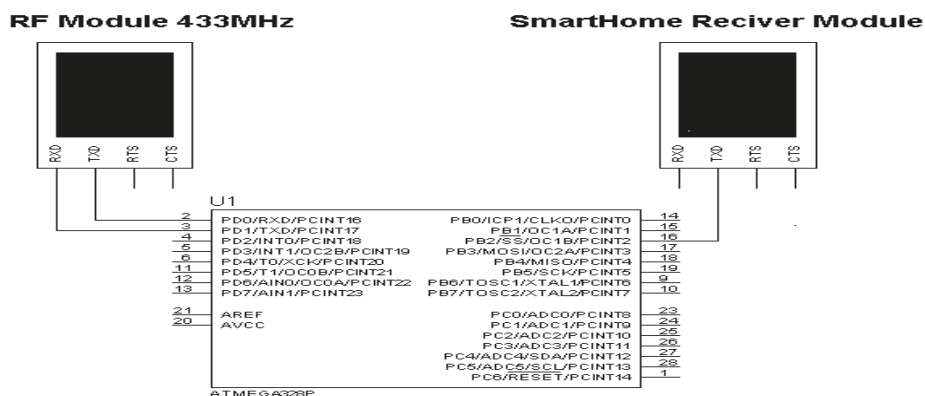


ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมวาล์วน้ำพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติง

นวัตกรรมนี้ใช้วาล์วน้ำแบบบอลวาล์วซึ่งเป็นวาล์วที่ต่างจากวาล์วน้ำแบบโซลินอยวาล์วที่มีใช้ทั่วไป กล่าวคือ วาล์วน้ำแบบบอลวาล์ว ใช้การเปิดและปิด โดยอาศัยลิ้นวาล์วแบบทรงกลมคล้ายลูกบอลหมุนไปมาเพื่อเปิดหรือปิดวาล์ว โดยมีข้อดี คือ มีความทนทานมากกว่าและใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานเฉพาะตอนเปิดและปิดวาล์วเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากโซลินอยวาล์วที่จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาในขณะที่เปิดวาล์ว บอลวาล์วที่ใช้สามารถรับแรงดันน้ำได้ 10 บาร์ โดยวงจรระบบควบคุมวาล์วน้ำใน (ภาพที่2) มีบอลวาล์วเชื่อมต่อกับวงจรขับวาล์วน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ทำหน้าที่รับสัญญาณจาก MCU ATMEGA328 เพื่อขับรีเลย์ RY1 และ RY2 ตามลำดับ โดยรีเลย์จะเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้า 4.2 โวลต์จากแบตเตอรี่ เพื่อควบคุมการเปิดและปิดน้ำ โดยมี MCU ATMEGA328 ทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นรหัสคำสั่งซึ่งรับมาจากโมดูลเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุ (RF Module) ความถี่ 433MHz เพื่อควบคุมการทำงานของบอลวาล์ว โดยมีแบตเตอรี่ชนิดชาร์จได้ แบบลิเทียมไอออน ขนาด 4.2 โวลต์ 4200 มิลลิแอมป์ ต่อชั่วโมง เป็นพลังงานเลี้ยงให้ทั้งวงจรทั้งหมด ในส่วนของส่วนเชื่อมต่อกับระบบสมาร์ทโฮมจะใช้บอร์ด ARDUINO NANO (ภาพที่ 3) ซึ่งจะตรวจสอบรหัสคำสั่งที่รับจากระบบสมาร์ทโฮมแล้วจึงส่งต่อรหัสคำสั่งไปยังวงจรควบคุมวาล์วน้ำแบบไร้สายต่ออีกครั้ง ซึ่งการส่งด้วยวิธีนี้ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าการส่งโดยตรงจากสมาร์ทโฮม

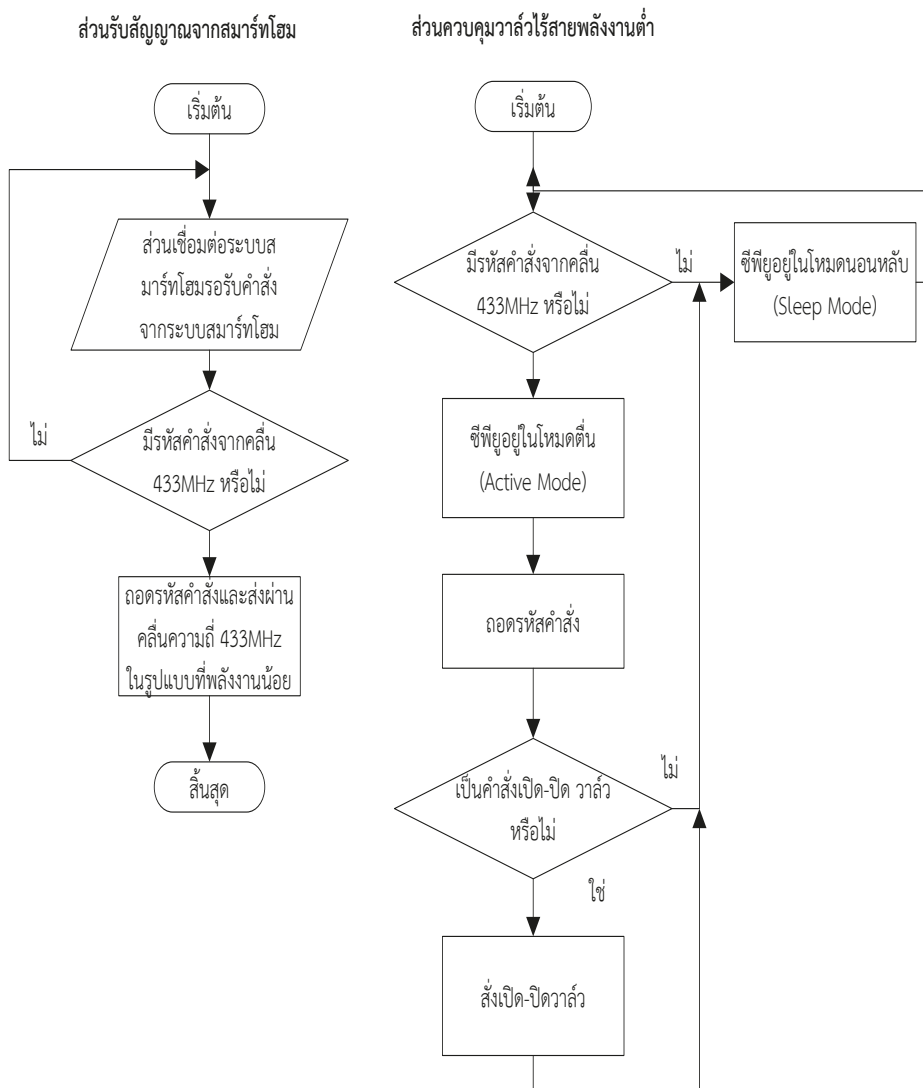


ภาพที่ 2 วงจรระบบควบคุมวาล์วน้ำไร้สายคลื่นวิทยุความถี่ 433 MHz พลังงานต่ำ



ภาพที่ 3 วงจรส่วนเชื่อมต่อกับระบบสมาร์ทโฮมหรืออินเทอร์เน็ตออฟติง

โพล์ชาร์ตแสดงการทำงานของหน่วยประมวลผลในส่วนเชื่อมต่อกับระบบสมาร์ทโฮม (ภาพที่4) ซีพียูจะรอรับสัญญาณวิทยุรหัสคำสั่งจากระบบสมาร์ทโฮม ถ้าเป็นรหัสคำสั่งที่ใช้ในการเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ก็จะแปลงสัญญาณดังกล่าวและส่งรหัสคำสั่งในรูปแบบที่ใช้พลังงานน้อยมาก โดยส่งผ่านโมดูลรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ เมื่อส่งเสร็จซีพียูก็จะรอรับคำสั่งใหม่อีกครั้ง ในส่วนของหน่วยประมวลผลระบบควบคุมวาล์วน้ำแบบไร้สายพลังงานต่ำ เมื่อโมดูลรับสัญญาณวิทยุคลื่นความถี่ 433 MHz โดยซีพียู (ATMEGA 328) จะทำงานในโหมดประหยัดพลังงานกินกระแสไฟฟ้าน้อยสุดหรือโหมดนอนหลับ (Sleep Mode) รอรับรหัสสัญญาณเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ถ้าสัญญาณที่เข้ามาเป็นรหัสที่ใช้เปิด-ปิดวาล์ว ซีพียูก็จะตื่น (Active Mode) และสั่งเปิดหรือปิดวาล์ว เมื่อทำงานเสร็จก็จะเข้าสู่โหมดนอนหลับอีกครั้ง



ภาพที่ 4 เพลวชาร์ตแสดงการทำงานของระบบควบคุมวาล์วไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติง

ผลการศึกษา

ผลการพัฒนานวัตกรรมเครื่องต้นแบบระบบวาล์วน้ำแบบไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตออฟติง (ภาพที่ 5) ประกอบด้วย ชุดวงจรควบคุมวาล์วน้ำ ภาครับสัญญาณวิทยุความถี่ 433 MHz และแบตเตอรี่ขนาด 4.2 โวลต์ บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 19x14x10 ซม. ซึ่งสามารถกันแดดและกันน้ำได้ สามารถติดตั้งได้กับก๊อกน้ำทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยตัวบอลวาล์วจะอยู่นอกกล่องต่อกับท่อพีวีซีขนาด 0.5 นิ้ว และสายยางใส่เพื่อไปสวมต่อกับก๊อกน้ำ โดยส่วนเชื่อมกับกับสมาร์ทโฮม MCU ATMEGA328 ใช้บอร์ด ARDUINO NANO ภาครับสัญญาณจากสมาร์ทโฮม และโมดูลรับส่งสัญญาณวิทยุความถี่ 433 MHz ต่อวงจรทดลองในแผงโฟโต้บอร์ดและใช้ไฟเลี้ยง 5V จากแบตเตอรี่ ทดสอบสั่งงานควบคุมกับโทรศัพท์มือถือแอนดรอยด์ โดยใช้ App E-control (ภาพ 6) สามารถควบคุมการเปิดและปิดวาล์วได้จากระยะไกล โดยทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานของระบบควบคุมวาล์วได้ผลดังนี้ โดยขณะสแตนด์บายจะกินกระแสไฟฟ้า 100 ไมโครแอมป์ ในขณะที่เปิดวาล์วใช้เวลา 4 วินาที ใช้กระแสไฟฟ้า 130 มิลลิแอมป์ ในขณะที่ปิดวาล์วใช้เวลา 6 วินาที กระแสไฟฟ้า 150 มิลลิแอมป์ และจากการทดสอบตั้งเวลาเปิดและปิดวาล์วอัตโนมัติ วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 90 วัน และทดสอบวัดค่าแรงดันในแบตเตอรี่ ผลปรากฏว่าแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงน้อยมาก จากตอนประจุเต็ม 4.2 โวลต์ ลดลงเหลือ 4.05 โวลต์



ภาพที่ 5 เครื่องต้นแบบระบบวาล์วน้ำแบบไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตของระบบสมาร์ทโฮม



ภาพที่ 6 แอปพลิเคชันที่ใช้กับระบบสมาร์ทโฮมสำหรับควบคุมเครื่องต้นแบบระบบการเปิด-ปิดวาล์วน้ำ

การคำนวณจำนวนครั้งที่เปิดปิดวาล์วน้ำต่อความจุของแบตเตอรี่

วาล์วน้ำเปิด ใช้กระแสไฟฟ้า 130 มิลลิแอมป์ ใช้เวลาในการเปิดวาล์ว 4 วินาที
 วาล์วน้ำปิด ใช้กระแสไฟฟ้า 150 มิลลิแอมป์ ใช้เวลาในการปิดวาล์ว 6 วินาที
 วาล์วน้ำเปิดและปิด ใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 142 มิลลิแอมป์ ใช้เวลาทั้งหมด 10 วินาที
 ใน 1 นาที จะเปิดปิดวาล์วได้ 6 ครั้ง และใช้พลังงานไฟฟ้า 142 มิลลิแอมป์
 หากใช้เวลา 1 ชม. จะเปิดปิดวาล์วได้ 360 ครั้ง และใช้พลังงาน 140 มิลลิแอมป์
 แบตเตอรี่ขนาด 4200 มิลลิแอมป์ จะเปิด-ปิด ได้เท่ากับ $(4200/140) \times 360 = 10800$ ครั้ง

สรุปและอภิปรายผล

ระบบควบคุมวาล์วน้ำไร้สายพลังงานต่ำผ่านอินเทอร์เน็ตของระบบสมาร์ทโฮมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ร่วมกับก๊อกน้ำทั่วไปได้ โดยสามารถติดตั้งได้ง่ายเพราะเป็นแบบไร้สาย ไม่ต้องเดินสายไฟ โดยใช้คลื่นความถี่ 433 MHz ในการเชื่อมต่อกับระบบ ถอดรหัสสมาร์ทโฮมในระยะทางไม่เกิน 100 เมตร โดยสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตผ่าน ระบบ Home Automation ทั่วไป ซึ่งสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิด วาล์วน้ำ เพื่อบริการอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งไว้ หรือควบคุมการเปิด ปิด ได้โดยตรงจากโทรศัพท์มือถือ เครื่องต้นแบบใช้ MCU ตระกูล ARDUINO ทำงานร่วมกับ RF Module โดยออกแบบให้

วงจรใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด ใช้วาล์วน้ำชนิดบอลวาล์ว และใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไลออนแบบชาร์จได้ชนิด 18650 ขนาด 4.2 โวลต์ 4200 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง จากการทดลองในโหมดสแตนด์บายใช้พลังงานไฟฟ้า 100 ไมโครแอมป์ ในขณะที่เปิดวาล์ว ใช้เวลา 6 วินาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 150 มิลลิแอมป์ ในขณะที่ปิดวาล์วใช้เวลา 4 วินาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 130 มิลลิแอมป์ จากการทดสอบ ตั้งเวลาเปิด-ปิด วาล์ว วันละ 1 ครั้งทุก ๆ วัน เป็นเวลา 3 เดือน ผลปรากฏว่า แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงเพียง 0.15 โวลต์ หรือ ลดลง 15% เมื่อให้แบตเตอรี่ CUTOFF ที่แรงดันไฟฟ้า 3.2 โวลต์

เอกสารอ้างอิง

- [1] นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์. (2559). **ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สาย**. National Conference on Technology and Innovation Manegement. Rajabhat Maha Sarakham Thailand 30-31 Mach 2016.
- [2] เอกลักษณ์ สุ่มพันธุ์ และสมเกียรติ บุญรอดติษฐ์. (2556). “ระบบควบคุมการรดน้ำต้นไม้ด้วยการตรวจสอบความชื้นผ่านโปรโตคอลซิกบี”, ใน **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์**. กรุงเทพฯ: วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2556.
- [3] ภูริช ไวกิด จุฑาวุฒิ จันทรมาลี และนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ. (2559). **โมบายแอปพลิเคชันควบคุมและเฝ้าดูแลแปลงผักเกษตรพอเพียงผ่านพีซีบีบอร์ด**. The 4th ASEAN Undergraduate Conference in Computing (AUC2) 2016.
- [4] ร้านค้าออนไลน์ Watertimerreviews. **เครื่องตั้งเวลารดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ WTR-102**. สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2561, จาก <https://www.watertimerreview.com/product/3/wtr-102>.
- [5] **เครื่องเปิดปิดน้ำผ่านมือถือ E, 3G, 4G, WiFi**. สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2561, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=3wWwPJ0X1Nk&t=11s>.
- [6] ร้านค้าออนไลน์ Livingdewise. **ระบบสมาร์ทโฮม BoardLink RM-PRO**. สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2561, จาก <http://www.livingdewise.com/product/11/broadlink-rm-pro>.