

การพัฒนาระบบการเฝ้าติดตามและบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

DEVELOPMENT OF WATER PURIFIER MONITORING AND MAINTENANCE SYSTEM VIA INTERNET SYSTEM

จิรศักดิ์ ส่องบุญแก้ว¹, มีนา รัตนกร², ยศสัน วัฒนธนาสาร³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธนบุรี

²สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธนบุรี

³วิศวกร, บริษัท เบโคไทย จำกัด

Jirasak Songboonkeaw¹, Meena Rattanakon², Yosson Watthanathanasarn³

¹Electrical Engineering Department Thonburi University, jirasak1163@gmail.com

²Electrical Engineering Department Thonburi University

³Engineer, Beko Thai Company Limited

E-mail: jirasak1163@gmail.com

Received: June 1, 2019

Revised: June 15, 2019

Accepted: June 20, 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบการซ่อมบำรุงเครื่องกรองน้ำด้วยการควบคุมระยะไกล เพื่อใช้ในการตรวจสอบและควบคุมระบบกรองน้ำผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือและสามารถบันทึกค่าการทำงาน ค่าความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำ การออกแบบได้นำอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น WEMOS - D1 - R32 ทำหน้าที่สำหรับการอ่านค่า เซนเซอร์ และควบคุมสวิทช์เพื่อสั่งควบคุม พัลส์ มิตซูบิชิ ทำงานในการสั่งการของระบบเครื่องกรองน้ำ การแสดงผลใช้ Blynk แอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลและค่าการทำงาน จากผลการทดสอบพบว่า การควบคุมการทำงานผ่านระบบแอปพลิเคชัน สามารถประเมินค่าประสิทธิภาพของระบบกรองน้ำเพื่อควบคุมให้มีค่า pH อยู่ในระดับ 7-9 ตามมาตรฐาน เมื่อค่า pH เปลี่ยนไปจากที่กำหนดไว้จะสามารถสั่งให้ระบบสามารถล้างถังกรองผ่านระบบมือถือได้

คำสำคัญ: เครื่องกรองน้ำ , การล้างแบบย้อนกลับ, ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper presents to design the water filter service maintenance by using remote control checking and control the water filter using smart phone and collect all data from pH level. The principle of this project was using Arduino microcontroller WEMOS-D1-R32 to read all data sensor and control switch to control Mitsubishi PLC working as main system of water filter system. The system using Blynk application to display data and working process. The result of this paper found that the control system by using smart phone application can

estimate a performance of water filter control pH level at 7 - 9 follow standard, then the pH level change, the system can control the system to backwash the water filter system through the smart phone.

Keywords: Water Purifier, Backwash, Microcontroller.

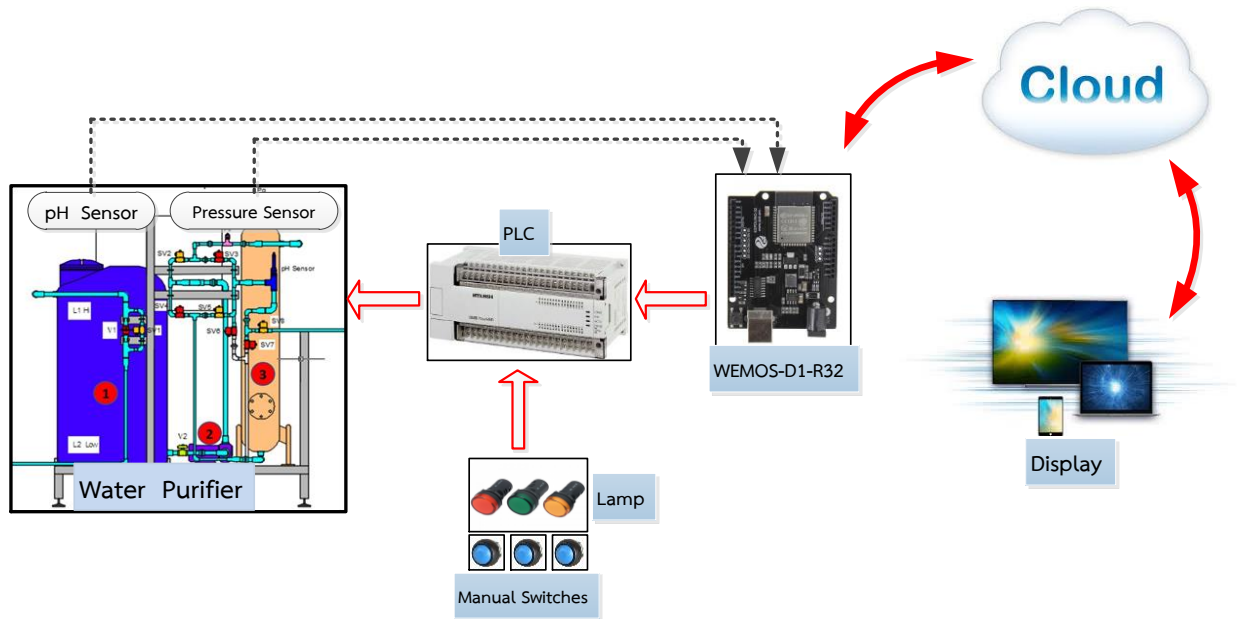
บทนำ

เนื่องจากการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในปัจจุบันจำเป็นจะต้องมีน้ำสำหรับการดำรงชีพของมนุษย์และจำเป็นที่จะต้องบริโภคน้ำสะอาดเพื่อสุขภาพที่ดีของร่างกาย คุณภาพของน้ำจึงมีอิทธิพลต่อสุขภาพร่างกาย เหตุผลสำคัญที่สุดที่คุณภาพของน้ำมีความสำคัญก็คือ การที่มนุษย์เราจะต้องบริโภคน้ำถึงหนึ่งตันต่อปีซึ่งเป็นปริมาณที่มหาศาล ฉะนั้นการแสวงหาแหล่งน้ำที่สะอาดไม่มีสารพิษไม่มีเชื้อโรคไว้สำหรับอุปโภค บริโภคเป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน โดยแหล่งน้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภคในปัจจุบันมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติประกอบด้วย แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง น้ำตก ส่วนอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนกักเก็บน้ำต่าง ๆ จัดเป็นแหล่งน้ำที่ถูกสร้างขึ้นด้วยมนุษย์ แหล่งน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณของน้ำน้อยกว่าแหล่งน้ำประเภทแรก โดยแหล่งน้ำนี้เกิดจากการที่น้ำผิวดินซึมผ่านพื้นดินลงสู่ระดับที่ต่ำกว่าแม่น้ำ ลำคลองและทะเลไปสะสมปริมาณน้ำอยู่ด้านล่างของแหล่งน้ำดังกล่าวนี้ การนำน้ำจากแหล่งน้ำประเภทนี้ขึ้นมาใช้จะทำให้เกิดการขุดหรือเจาะบ่อบาดาลลงไปจนถึงชั้นน้ำและสูบน้ำขึ้นมา ซึ่งจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติดังกล่าวมาแล้วนั้น ในการที่จะนำมาบริโภคได้จะต้องเป็นน้ำที่มีความสะอาดถูกหลักอนามัยโดยจะต้องผ่านกระบวนการกรองด้วยกรรมวิธีที่ถูกต้อง

สำหรับชุมชนเมืองการจะนำน้ำมาสำหรับอุปโภค บริโภคอย่างถูกหลักอนามัยนั้นไม่ใช่เรื่องลำบากมากนัก เนื่องจากมีหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น การประปาส่วนหลวงและการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งจะทำหน้าที่บริหารจัดการน้ำให้สะอาดและปลอดภัยสำหรับการบริโภค แต่สำหรับในชุมชนที่ห่างไกลและอยู่นอกเขตของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ก็จะมีการบริหารจัดการน้ำให้ถูกหลักอนามัยและปลอดภัยสำหรับการอุปโภค บริโภค ด้วยตัวของชุมชนเอง เช่น การประปาหมู่บ้าน เป็นต้น โดยระบบของการประปาหมู่บ้านนั้นน้ำที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำบาดาลซึ่งจะต้องผ่านกรรมวิธีการกรองด้วยเครื่องกรอง[เครื่องกรองน้ำ เชมวิค, 2560] ส่งผลทำให้เครื่องกรองน้ำเป็นอุปกรณ์หลักของระบบการประปาหมู่บ้านที่จะทำให้ได้น้ำที่สะอาดแต่ถ้าหากระบบการกรองของเครื่องกรองน้ำขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง จากสาเหตุการขาดบุคลากรที่มีความชำนาญในการดูแลรักษาบวกกับระยะทางที่ห่างไกลก็จะทำให้น้ำที่ผลิตได้จากเครื่องกรองไม่สะอาดและไม่เหมาะสำหรับการอุปโภค บริโภค

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำที่ไม่ต่อเนื่อง บทความวิจัยนี้จึงได้มีการพัฒนาการเฝ้าติดตามและบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำด้วยการเพิ่มเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาเสริมการกรองน้ำจากอุปกรณ์ทั่วไปให้ดีขึ้นกว่าเดิมและยังสามารถควบคุมระบบเครื่องกรองน้ำในที่ห่างไกลและยังสามารถเก็บข้อมูลการกรองน้ำในแต่ละวันเพื่อมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำจากค่า pH ของน้ำและแรงดันของน้ำในระบบของเครื่องกรองน้ำผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ(Smart Phone) และคอมพิวเตอร์(Computer) เป็นข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำด้วยกรรมวิธี การทำความสะอาดถังกรองน้ำ (Backwash Mode) ที่สามารถสั่งการผ่านอุปกรณ์ Smart Phone ได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำในพื้นที่ห่างไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการและการออกแบบ



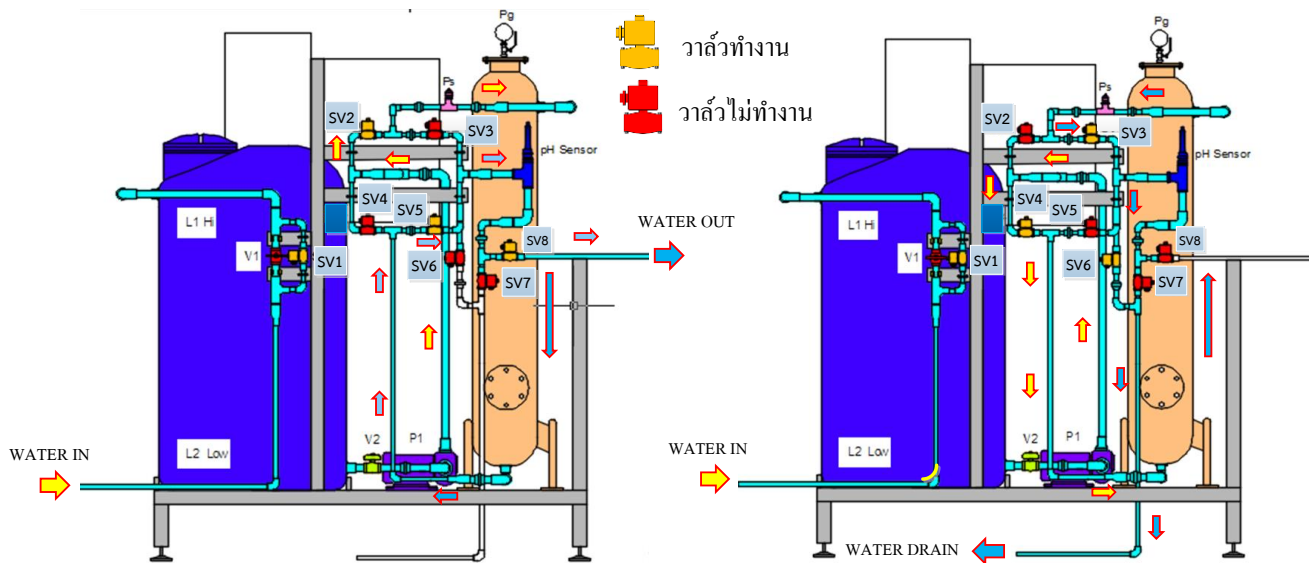
รูปที่ 1 ระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

การออกแบบระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำจะแบ่งการออกแบบเป็นส่วนต่างๆ ประกอบด้วย ระบบเครื่องกรองน้ำ(Water Purifier) , ชุดควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้(Programmable Logic Controller ,PLC) [เดชฤทธิ์ มณีธรรม, 2559] , ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32 ,สวิตช์ควบคุมด้วยมือ(Manual Switches) ,ส่วนการแสดงผล (Display)ที่สามารถแสดงสถานะการทำงานและสั่งการผ่านอินเทอร์เน็ตได้ตามรูปที่ 1 เป็นภาพที่อธิบายการทำงานของระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำผ่านอินเทอร์เน็ต โดยมีอุปกรณ์หลักเป็นระบบเครื่องกรองน้ำที่ทำหน้าที่ในการกรองน้ำ ซึ่งจะเซ็นเซอร์วัดค่า pH (pH Sensor) และเซ็นเซอร์วัดค่าแรงดันของน้ำ(Pressure Sensor) เป็นตัวตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบกรองน้ำโดยจะส่งค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32 เพื่อส่งค่าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับการแสดงผลในการเฝ้าติดตามและสั่งการในการบำรุงรักษาระบบเครื่องกรองน้ำ ถ้าหากระบบเครื่องกรองน้ำมีความผิดปกติก็สามารถสั่งการจากส่วนแสดงผลที่เป็นอุปกรณ์ Smart Phone หรือ Computer ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุม PLC ให้เกิดกระบวนการทำความสะอาดถึงกรองน้ำหรือที่เรียกว่าการBackwash เพื่อให้ระบบการกรองน้ำกลับเข้าสู่สภาวะปกติ โดยที่แต่ละส่วนของระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำผ่านอินเทอร์เน็ตจะมีรายละเอียด ดังนี้

1. ระบบเครื่องกรองน้ำ (Water Purifier)

เครื่องกรองน้ำเป็นอุปกรณ์หลักของระบบที่สามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพหรืออาจใช้น้ำบาดาล มาผ่านระบบเครื่องกรองน้ำดื่ม เพื่อให้มีน้ำมีคุณลักษณะทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของน้ำที่ใช้สำหรับดื่ม การใช้เครื่องกรองน้ำดื่มอย่างถูกต้องและมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอจะเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องกรองน้ำดื่มและทำให้ผู้ใช้ได้ดื่มน้ำที่มีคุณภาพที่ดีและสะอาดในทางตรงกันข้ามหากผู้ใช้ไม่มีความรู้และความเข้าใจในการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำดื่ม เครื่องกรองน้ำดื่มนั้นก็จะเป็นแหล่งที่สะสมตะกอนสิ่งเจือปนและเชื้อโรคอยู่ในเครื่องกรองทำให้ผู้ใช้ได้บริโภคน้ำที่มีคุณภาพไม่ดีและไม่สะอาดเพียงพอที่จะใช้ดื่ม ดังนั้นสิ่งสำคัญของระบบถึงกรองน้ำจะต้องมีกระบวนการ Backwash ของถึงกรองน้ำเพื่อเป็นการล้างตะกอนสิ่งเจือปนในถึงกรองน้ำให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำงานของระบบเครื่องกรองน้ำจะมีลักษณะการทำงานอยู่สองสถานะ คือ

สภาวะระบบเครื่องกรองน้ำทำงานปกติและสภาวะที่เครื่องกรองน้ำมีการการทำความสะอาดถังกรองน้ำตามรูปที่ 2. จากรูปที่ 2 ก. ระบบกรองน้ำทำงานปกติโดยการสั่งควบคุมให้ระบบเริ่มต้นการทำงานด้วยการควบคุมจาก Manual Switches เพื่อให้ PLC ควบคุมการทำงานของวาล์วแต่ละตัวให้ทำงานตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้วาล์ว SV1 , SV2 , SV5 และ SV8 ทำงาน โดยที่น้ำจากแหล่งน้ำจะเข้ามาทางน้ำเข้า(Water In) ผ่านวาล์ว SV1 เข้าสู่ถังเก็บน้ำ จากนั้นน้ำในถังเก็บน้ำจะถูกนำเข้าสู่ระบบถังกรองด้วยปั้มน้ำ(P1) ผ่านวาล์ว SV2 และ Pressure Sensor เข้าสู่ถังกรองน้ำและผ่านกระบวนการกรองน้ำตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะไหลผ่านวาล์ว SV5 , ผ่าน pH Sensor และวาล์ว SV8 เป็นน้ำสะอาดเพื่อนำไปอุปโภคหรือบริโภคทางด้านน้ำออก(Water Out) ต่อไป แต่ถ้าหากว่าค่าจาก Pressure Sensor และ pH Sensor ผิดปกติ



ก. ระบบเครื่องกรองน้ำใช้งานปกติ

ข. ระบบการทำความสะอาดถังเครื่องกรองน้ำ

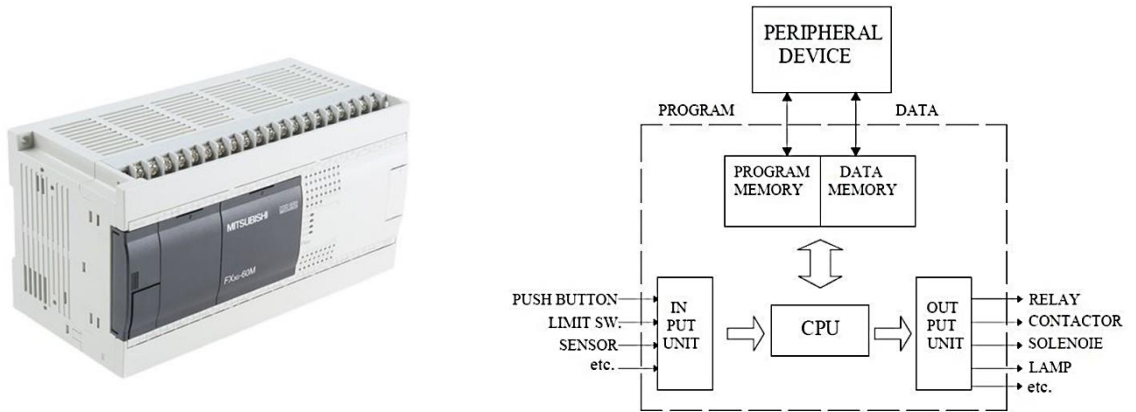
รูปที่ 2 ระบบถังกรองน้ำ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

ผู้ดูแลระบบก็สามารถเปลี่ยนระบบการทำงานของระบบเครื่องกรองน้ำจากการใช้งานปกติเป็นระบบการทำความสะอาดถังเครื่องกรองน้ำตามรูปที่ 2 ข ด้วยการให้วาล์ว SV2 , SV5 และ SV8 หยุดทำงานและเปลี่ยนให้ วาล์ว SV4 , SV3 และ SV6 ทำงานแทน เพื่อให้ น้ำจากถังเก็บน้ำเกิดการไหลย้อนกลับเข้าสู่ถังกรองน้ำผ่านวาล์ว SV4 และไหลย้อนออกจากถังกรองน้ำผ่าน SV3 และ SV6 เป็นน้ำทิ้ง(Water Drain) ออกสู่ภายนอกเพื่อนำตะกอนในถังกรองน้ำออกจากกระบวนการกรองน้ำสำหรับการทำความสะอาดหรือที่เรียกว่าระบบ Backwash

2. ชุดควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller, PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด - สเตท (Solid - State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid - State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม [เดชฤทธิ์ มณีธรรม, 2559 และ PLC Mitsubishi, 2554] โดย PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูลและหน่วยป้อนโปรแกรม ซึ่ง PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้การทำงานของ PLC หน่วยประมวลผลของ CPU จะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ด้วยการได้รับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตและส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่าการสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการ

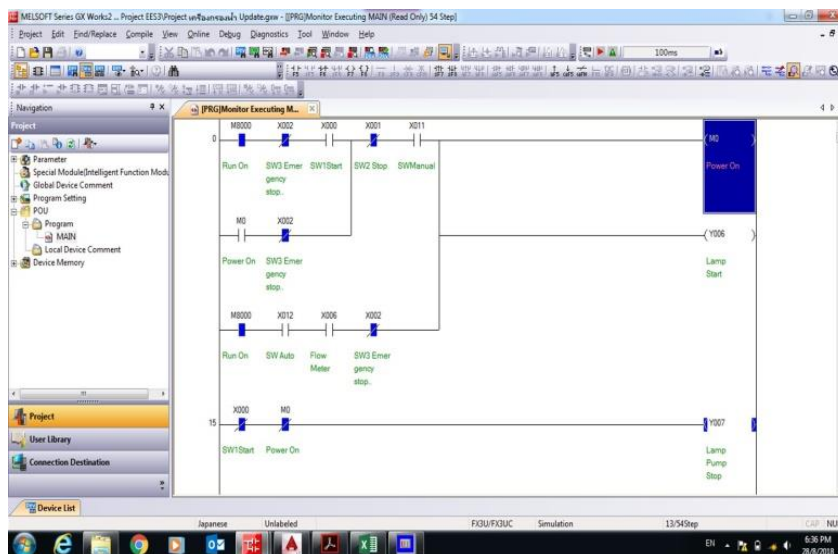
สแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 0.001 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุต การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสถานะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วย



ก. PLC MITSUBISHI รุ่น FX3G - 60M

ข. โครงสร้างภายในของ PLC

รูปที่ 3 ชุดควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)



รูปที่ 4 ภาษา Ladder Diagram (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

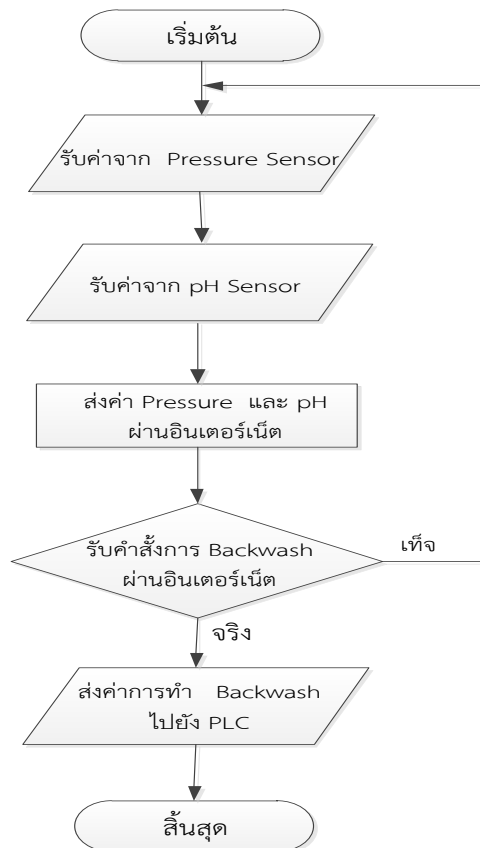
เอาต์พุต ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย I/O Scan คือการบันทึกสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตและให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน Program Scan คือการให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง ในงานวิจัยนี้จะใช้ PLC MITSUBISHI รุ่น FX3G - 60M รูปที่ 3 โดยมีอินพุตเป็น จาก Manual Switches และสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32 สำหรับเอาต์พุตของ PLC เป็นโซลินอยด์วาล์ว SV1, SV2, SV3, SV4, SV5, SV6 และ SV8 ตามลำดับ ซึ่ง PLC จะทำงานตามโปรแกรมที่ป้อนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Ladder Diagram ตามรูปที่ 4

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32

ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32 เป็นบอร์ดอาดุยโน(Arduino) ที่นำเอา Arduino UNO R3 กับ ESP8266 WiFi มารวมกันในบอร์ดๆ เดียวทำให้ผู้ใช้งานไม่ต้องระบบ WiFi ภายนอก ซึ่งจะเป็นบอร์ด Arduino UNO with Built - in WiFi โดยมีคุณสมบัติตามโครงสร้างในการใช้งานจะเป็นแบบ Arduino UNO R3 มีอินพุต / เอาต์พุต 14 ขา คือ ขาสัญญาณ D0-D13 โดยแต่ละขาสัญญาณจะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป[McRoberts and Michael, 2010] เช่น ขาสัญญาณ D0,D1 จะใช้เป็นขาสัญญาณที่ติดต่อทางพอร์ตอนุกรม(Serial Port, Rx Tx) นอกจากนั้นจะเป็นขาสัญญาณที่ใช้ติดต่อกับขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตและบางขาสัญญาณยังทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณ Pulse Width Modulation(PWM) นอกจากนั้นยังมีขาสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกอีก 6 ขาสัญญาณ คือขาสัญญาณ A0-A5 ตามรูปที่ 5 ในการทำงานของบอร์ดจะทำงานตามโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา C [Robert Lafore, 1991] เพื่อรับค่าจากเซ็นเซอร์ Pressure Sensor และ pH Sensor ส่งค่าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตให้กับส่วนแสดงผล ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานด้วยผังการทำงานตามรูปที่ 6



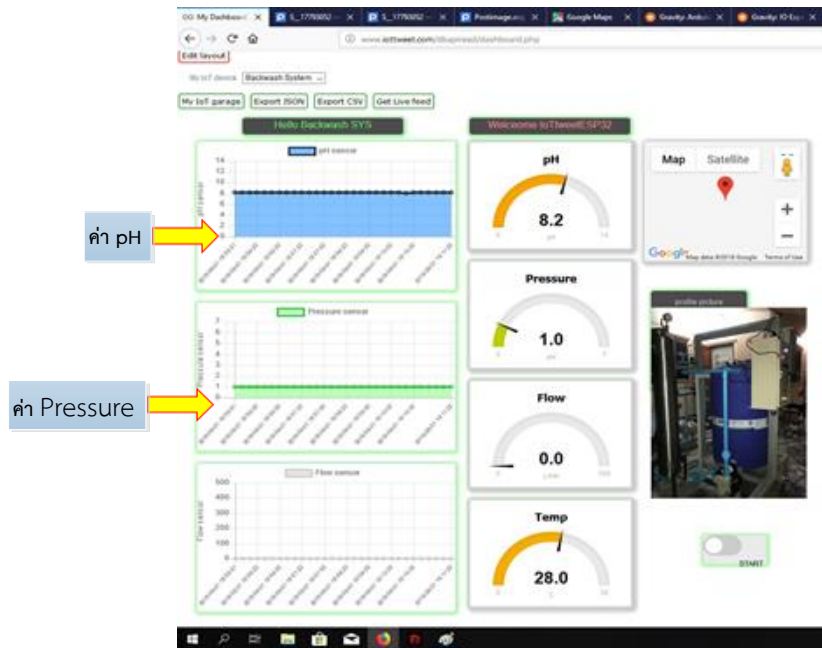
รูปที่ 5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32



รูปที่ 6 ผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32

4. ส่วนการแสดงผล (Display)

ในส่วนของการแสดงผลสามารถแสดงผลได้ 2 รูปแบบ คือ แสดงผลผ่าน Computer และผ่าน Smart Phone โดยการแสดงผลทางเครื่อง Computer นั้นจะอาศัยส่งข้อมูลผ่านระบบ Cloud ไปยังเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลทาง www.jottweet.com [กอบเกียรติ สระอุบล, 2537] ที่ได้ออกแบบการแสดงผลตามรูปที่ 7 สำหรับการแสดงผลผ่าน Smart Phone นั้นจะแสดงผลผ่าน Blynk Application Smart Phone โดยสามารถสั่งงานในแบบลักษณะการกด Start ที่หน้าจอ Smart Phone ในกรณีการทำงานเกิดความผิดปกติในระบบน้ำที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ระบบก็จะ Alarm ขึ้น เพื่อสั่งกด Start Backwash ให้ทำงาน ตามรูปที่ 8

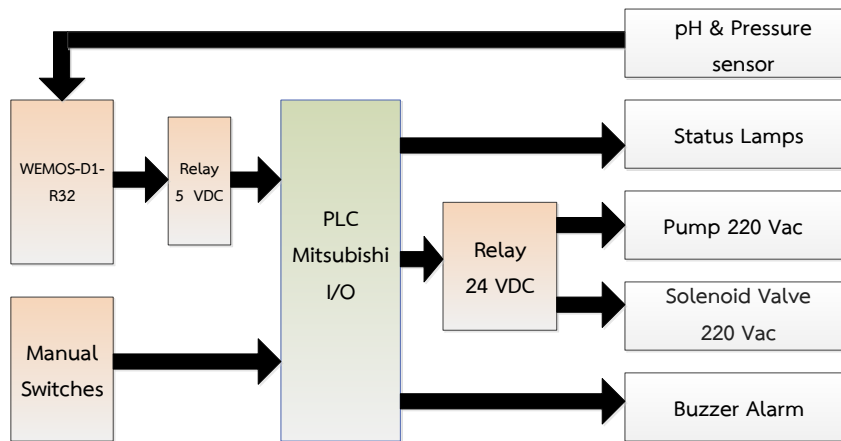


รูปที่ 7 การแสดงผลผ่าน Computer



รูปที่ 8 การแสดงผลผ่าน Smart Phone

5. การทำงานของระบบที่ออกแบบ



รูปที่ 9 รูปแบบระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำที่ออกแบบ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

หลักการทำงานเริ่มโดยใช้ Blynk App ที่ Smart Phone สั่งการทำงานมาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น WEMOS-D1-R32 โดยจะต้องมีการเขียนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งบอร์ดจะต้องทำการเชื่อมต่อสัญญาณกับ Blynk App โดยจะใช้อินเทอร์เน็ต WiFi, 3G เป็นตัวกลางเพื่อเชื่อมต่อกับ Blynk Sever ให้สามารถโต้ตอบการทำงานไปมาได้เพื่อไปสั่งให้ PLC ทำงาน ดังนั้นการที่ PLC จะเริ่มสั่งการทำงาน Backwash ระบบได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณการกด Start จาก Blynk App ของ Smart Phone หรือการกดจาก Manual Switches หน้าตู้คอนโทรลเท่านั้น ซึ่งการสั่งงานจาก Blynk App จะส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้รีเลย์ 5 VDC เป็นตัวรับสัญญาณ Output จากตัวบอร์ดโดยสัญญาณจากตัวบอร์ดจะออกมา 5 VDC แล้วใช้สั่งงานให้ Coil รีเลย์เพื่อใช้หน้าคอนแทคเป็นสวิทช์สั่ง PLC ให้ทำงาน สำหรับการสั่งการทำงานจากหน้าตู้คอนโทรลจะรับสัญญาณจาก Push Button Switch โดยตรง ในกระบวนการนี้ PLC เป็นตัวหลักในการรับคำสั่งและสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น รีเลย์ มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว โดยจะใช้รีเลย์ 24 VDC เป็นหน้าคอนแทคช่วยในการตัดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า 220 VAC เพราะว่า Output ที่จ่ายออกจาก PLC จะเป็น 24 VDC ซึ่งไม่สามารถขับโหลด 220 VAC ได้โดยตรงตามรูปที่ 9



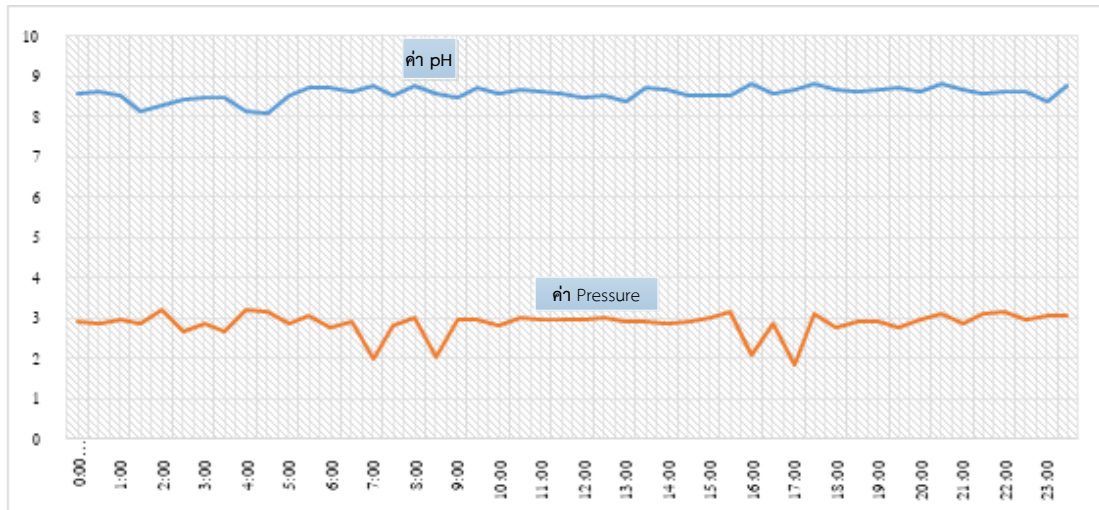
รูปที่ 10 ภาพระบบการเฝ้าติดตามและการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำที่ได้ออกแบบ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

ผลการวิจัย

ในการทดสอบระบบนี้จะทำการเปิดระบบเครื่องกรองน้ำให้ทำงานเองโดยอัตโนมัติเพื่อที่จะทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ ซึ่งจะใช้เวลาทดสอบข้อมูล 7 วัน จากนั้นมาดาลที่สกรปรกและใช้เวลาต่อวันที่ 24 ชั่วโมงในการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับแต่ละช่วงเวลาเพื่อที่จะให้ปั้มน้ำทำงาน และกำหนดให้ทำงานต่างเวลากัน โดยการปล่อยน้ำหลังจากการกรองทั้ง แล้วให้เครื่องกรองทำงาน แล้วรอผลจาก Data Logger ที่ระบบได้ส่งไปเก็บที่ Server แล้วโหลดข้อมูลมา

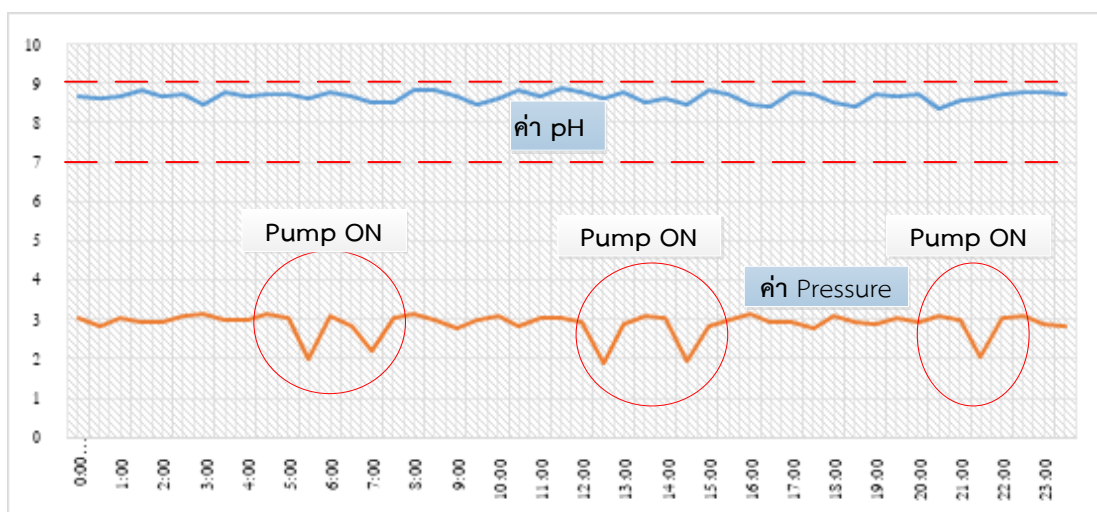
ทำการวิเคราะห์ผล หากระบบมีการแจ้งเตือนปัญหาผ่านมาทาง Blynk Application ก็จะทำให้การ Backwash ตามลำดับขั้นตอน การซ่อมบำรุงระบบเครื่องกรองน้ำผ่านระบบควบคุมทางไกลจนกว่าค่าจะได้ตามที่ติดตั้งไว้ในโปรแกรม จะแบ่งการทดสอบในงานวิจัยนี้ออกเป็น

1. ระบบทำงานในสภาวะปกติ

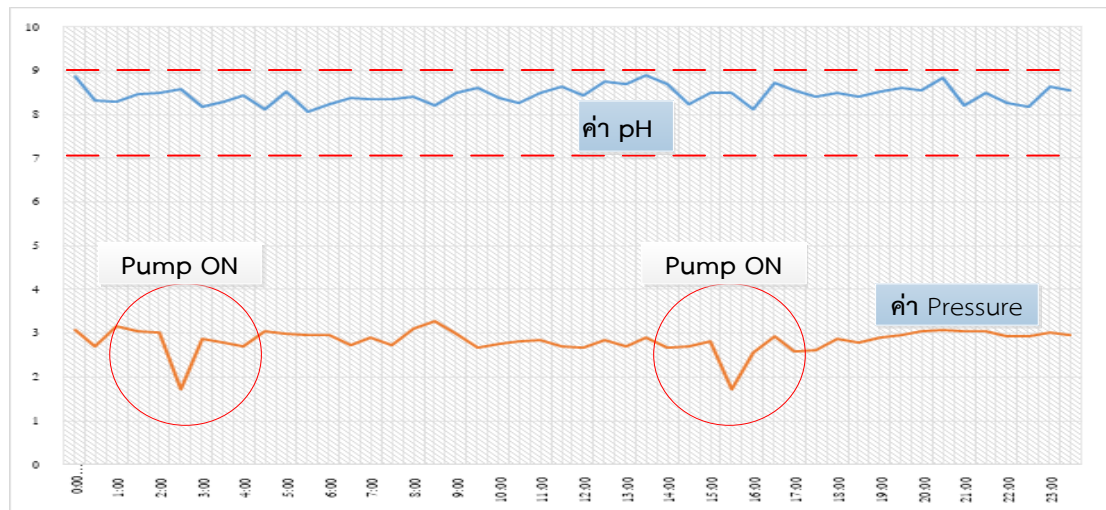


รูปที่ 11 ผลการทดสอบวัดค่า pH และ ค่า Pressure ของวันที่ 1 (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

เส้นกราฟจากรูปที่ 11 ค่า pH วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มวันที่ 1 หลังจากผ่านระบบถังกรองโดยวัดค่า 24 ชั่วโมง จากการใช้งานสามารถวิเคราะห์ค่าจากกราฟได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ช่วงปกติระหว่าง 7 - 9 ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 8.57 สามารถดื่มน้ำจากการกรองได้ส่วนเส้นกราฟค่า Pressure แสดงการวัดแรงดันของน้ำ ระบบการกรอง 24 ชั่วโมงจากการใช้งาน ค่าแรงดันที่ต่ำลงจะลดลงต่ำเมื่อระบบกรองสั่งเปิดวาล์วการทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานที่ปกติในระหว่างระบบสั่งทำงาน สามารถวิเคราะห์ค่าจากกราฟนี้ได้ว่า สารกรองในถังยังไม่สกปรก โดยปรับค่าการตัดการทำงานของปั้มน้ำที่ 3 บาร์เพื่อวัดค่าข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง ในกราฟนี้มีการสั่งงานกรองอยู่ 2 ช่วงเวลา ซึ่งเป็นช่วงการกรองเติมน้ำเข้าถังพักน้ำดื่มที่กรองแล้วเมื่อน้ำดื่มลดลงจากระดับน้ำที่กำหนด



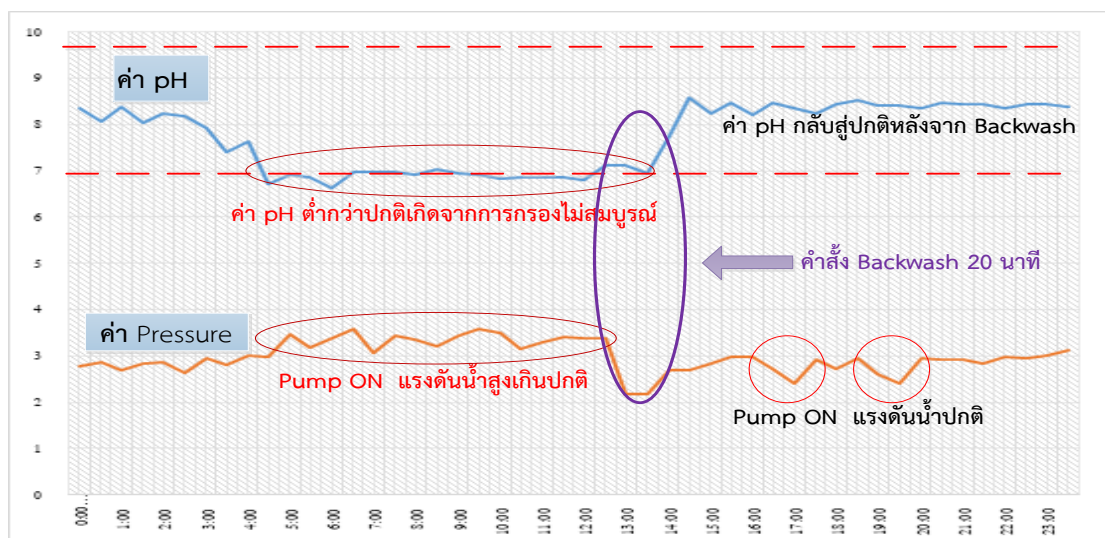
รูปที่ 12 ผลการทดสอบวัดค่า pH และ ค่า Pressure ของวันที่ 2 (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)



รูปที่ 13 ผลการทดสอบวัดค่า pH และ ค่า Pressure ของวันที่ 3 (จิริศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

เส้นกราฟจากรูปที่ 12 เป็นค่า pH วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มวันที่ 2 จากการใช้งานสามารถวิเคราะห์ค่าจากกราฟได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ช่วงปกติระหว่าง 7 - 9 ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 8.67 ส่วนเส้นกราฟค่า Pressure แสดงการวัดแรงดันของน้ำระบบการกรอง 24 ชั่วโมงจากการใช้งาน ในกราฟนี้มีการสั่งงานกรองอยู่ 3 ช่วงเวลา ซึ่งเป็นช่วงการกรองเติมน้ำเข้าถังพักน้ำดื่มที่กรองแล้วเมื่อน้ำดื่มลดลงจากระดับน้ำที่กำหนด เส้นกราฟจากรูปที่ 13 เป็นค่า pH วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มวันที่ 3 จากการใช้งานสามารถวิเคราะห์ค่าจากกราฟได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ช่วงปกติระหว่าง 7 - 9 ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 8.45 ส่วนเส้นกราฟค่า Pressure แสดงการวัดแรงดันของน้ำ ระบบการกรอง 24 ชั่วโมงจากการใช้โดยปรับค่าการตัดการทำงานของปั้มน้ำที่ 3 บาร์เพื่อวัดค่าข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง ในกราฟนี้มีการสั่งงานกรองอยู่ 2 ช่วงเวลา

2. ระบบทำงานในสภาวะผิดปกติ

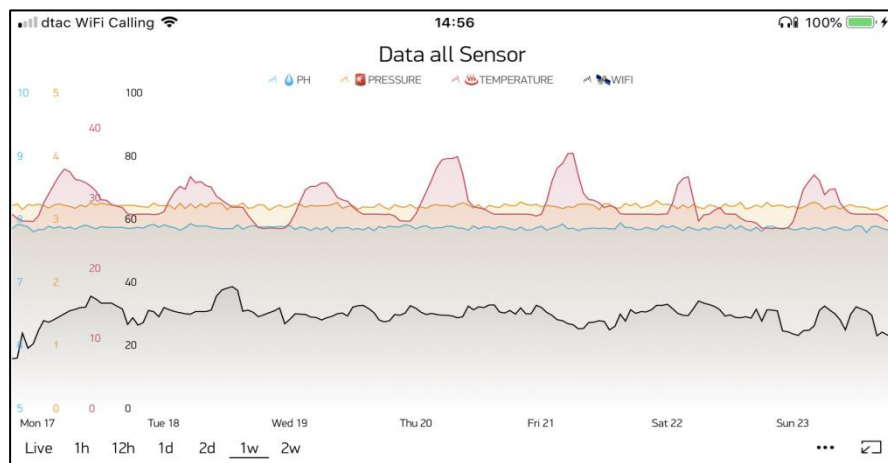


รูปที่ 14 ผลการทดสอบวัดค่า pH และ ค่า Pressure ของวันที่ 4 (จิริศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

รูปที่ 14 เป็นเส้นกราฟค่า pH วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำดื่ม วันที่ 4 หลังจากผ่านระบบถังกรองโดยวัดค่า 24 ชั่วโมงจากการใช้งานสามารถวิเคราะห์ค่าจากข้อมูลกราฟ พบว่าอยู่ในค่าที่ผิดปกติ (ต่ำกว่า 7) ช่วง pH ปกติคือระหว่าง 7 - 9 จากข้อมูลกราฟทำให้เห็นว่ามีค่าผิดปกติเริ่มตั้งแต่เวลา 3:00 น. ถึง 13:00 น. จึงได้เริ่มทำการ Back Wash ระบบที่เวลา 13:00 น. โดยใช้เวลา 20 นาทีจากโปรแกรม PLC ที่ตั้งไว้ เมื่อครบเวลาแล้ว pH Sensor สามารถอ่านค่าจากน้ำได้อยู่ในค่าปกติที่ตั้งไว้เหมือนเดิม แสดงว่าการกรองน้ำกลับมามีประสิทธิภาพที่ดีอีกครั้ง เส้นกราฟค่า Pressure แสดงการวัดแรงดันน้ำ วันที่ 4 ในระบบการกรอง 24 ชั่วโมงจากการใช้งาน พบว่าค่าแรงดันสูงขึ้นตั้งแต่เวลา 3:00 น. ถึง 13:00 น. ซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ที่ต่ำลงผิดปกติโดยเกิดจากเมื่อระบบกรองสั่งเปิดวาล์วการทำงานพร้อมกับปั้มน้ำ ซึ่งเป็นการทำงานที่ผิดปกติในถังกรองในระหว่างระบบสั่งทำงานทำให้แรงดันในท่อสูงขึ้น สามารถวิเคราะห์ค่าจากข้อมูลกราฟนี้แสดงให้เห็นว่าสารกรองในถังสกปรกมีการติดต่อกับปั้มน้ำบ่อยครั้ง โดยปรับค่าการตัดการทำงานของปั้มน้ำที่ 3 บาร์ จึงได้เริ่มทำการ Backwash ระบบที่เวลา 13:00 น. โดยใช้เวลา 20 นาทีจากโปรแกรม PLC ที่ตั้งไว้ เมื่อครบเวลาแล้ว Pressure Sensor อ่านการทำงานของแรงดันในท่อที่ต่ำลงเมื่อปั้มน้ำทำงานในขณะที่กรองตามปกติ แสดงว่าถังกรองกลับมาสะอาด

3. การแสดงผลเฝ้าดูระบบเป็นรายสัปดาห์

การเฝ้าดูผ่านระบบ Blynk Application Smart Phone สามารถเฝ้าดูและวิเคราะห์กราฟรายสัปดาห์ซึ่งสามารถดูการทำงานระหว่างที่เครื่องกรองทำงานตลอดเวลาตามรูปที่ 15



รูปที่ 15 ผลการเฝ้าติดตามค่า pH และ ค่า Pressure เป็นรายสัปดาห์ (จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว, 2562)

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบแบบการซ่อมบำรุงระบบเครื่องกรองน้ำผ่านระบบควบคุมระยะไกลผ่าน Application สามารถใช้เป็นชุดสาธิตในการศึกษาการทำงานจะพบว่าเมื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมภาษา C และ Ladder Diagram ที่ถูกต้องและป้อนโปรแกรมให้กับบอร์ด WEMOS - D1 - R32 กับ PLC จะสามารถควบคุม Output ได้ตามที่ต้องการและสามารถติดตามผลและการแจ้งเตือนจากระบบเครื่องกรองน้ำได้ตลอดเวลา ในการสั่งงานการควบคุมด้วยบอร์ด WEMOS - D1 - R32 และ PLC สามารถนำเอาเอาต์พุตที่ได้ไปสั่งให้รีเลย์ทำงานเพื่อเป็นการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์เพื่อเปิด - ปิดการไหลของน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดได้

ระบบเครื่องกรองน้ำสามารถสั่งทำงานเริ่ม และหยุดด้วยระบบควบคุมที่ตัว Application Smart Phone และตัวควบคุมที่เครื่องกรองน้ำได้จากนั้นสามารถติดตามดูค่า pH และ Pressure เพื่อวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำในระบบกรองน้ำมาวิเคราะห์ติดตามประสิทธิภาพการกรองได้อย่างเหมาะสมจากจาก Blynk Application Smart Phone และหน้า Website

คอมพิวเตอร์ได้ จากการติดตามดูค่าจากการทดสอบจะพบว่า ช่วงแรกของการติดตั้งเครื่องกรองน้ำเมื่อสั่ง Start ระบบแล้วปล่อยให้กรองน้ำตามปกติ ค่า Pressure เมื่อปั๊มยังไม่ทำงานส่งน้ำให้ไหลผ่านระบบกรอง ค่าแรงดันน้ำในท่อจะอยู่ที่ 2.5 - 3.0 บาร์ แต่เมื่อขณะปั๊มทำงานและส่งน้ำไหลผ่านระบบกรองแรงดันในระบบจะลดลงเหลือ 1 - 2 บาร์ ในช่วงที่ถังกรองยังไม่มีสิ่งตกค้างในถังกรอง เมื่อมีสิ่งตกค้างในถังกรองค่าแรงดันขณะปั๊มทำงานจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นการทำงานของถังกรองนั้นมีการอุดตันในระบบถังกรองแล้ว ซึ่งต้องทำการล้างถังกรอง Backwash เพื่อให้แรงดันขณะทำการกรองน้ำกลับมาอยู่ในระดับช่วงปกติ

ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นการเพิ่มเติมและพัฒนาการออกแบบโปรแกรมในระดับต่อไป ควรออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความซับซ้อนยิ่งขึ้นและเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆทั้งในภาค Input, Output จึงจะทำให้สามารถการออกแบบทั้งระบบไฟฟ้า และวงจร Ladder Diagram ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น อีกส่วนหนึ่งที่ได้จากการทดสอบจะพบว่าสิ่งที่ทำให้ถังกรองสกปรกและอุดตันไวมาจากสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้กรอง ซึ่งควรมีระบบกรองแยกสิ่งสกปรกก่อนนำมาเติมไว้ในถังพักน้ำเพื่อประสิทธิภาพการกรองน้ำที่สะอาดมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เครื่องกรองน้ำ, เชมวิค, ประเทศไทย (2560) , URL:<http://www.amtrade.tht.in/> , เข้าถึงเมื่อ 20 ตุลาคม 2560.
- [2] เดชฤทธิ์ มณีธรรม (2559). คัมภีร์การใช้งาน พีแอล ซี เบสฮอฟฟ์, กรุงเทพฯ: บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด(มหาชน),
- [3] PLC Mitsubishi, มิทซูบิชิ อิเลคทริก. (2554), URL.: <http://www.MitsubishiElectric.com>, เข้าถึงเมื่อ 19 ตุลาคม 2560.
- [4] McRoberts and Michael, (2010). *Beginning Arduino* , Apress
- [5] Robert Lafore, (1991). *Object-Oriented Programming in Turbo C*, Waite Group Press.
- [6] กอบเกียรติ สระอุบล (2537). พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi, กรุงเทพฯ:บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด(มหาชน),