การพัฒนาและออกแบบเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC MICROORGANISM FILLING MACHINE VIA INTERNET SYSTEM

ธีรวัฒน์ ติ๊บอ้าย[1*] ชัชวาลย์ แสงแก้ว[1] ธราธิป ภู่ระหงษ์[2]
Theerawat Tibeye[1*] Chatchawarn Sangkaew[1] Tharathip Phurahong[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS 2) ศึกษาสมรรถนะของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS 3) ประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ เพื่อการออกแบบ และพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS มาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ ผลการวิจัย พบว่าเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติสามารถลดขั้นตอนการทำงานลงจากแบบเดิมที่ต้องเปิดน้ำใส่ถังรอจนกว่าน้ำจะได้ปริมาณที่กำหนดไว้เติมผงจุลินทรีย์ลงแล้วแช่และเทน้ำแช่จุลินทรีย์ลงบ่อบำบัด ผู้วิจัยจึงได้การออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติเพียงเปิดเครื่องเทจุลินทรีย์ สามารถโหมดเครื่องตั้งเวลาดิจิทัลและระบบควบคุมอัตโนมัติด้วย Smart phone iOS แล้วนำผงจุลินทรีย์ เติมลงไปในถังแช่ปริมาณ 200 ลิตร เครื่องเติมจุลินทรีย์ทำงานตามขั้นตอนการเติมน้ำใส่ถังแช่จุลินทรีย์ ใช้เวลาเฉลี่ย 6.11 นาที การปล่อยน้ำจุลินทรีย์จากถังแช่ไปยังบ่อบำบัด ใช้เวลาเฉลี่ย 17.15 นาที ความพึงพอใจการใช้งานเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ด้านลักษณะทางกายภาพ อยู่ในระดับดี และด้านลักษณะการใช้งาน อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : การพัฒนาและออกแบบ เครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ระบบอินเตอร์เน็ต

[1*] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคน่าน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ2 55000
[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม 48000
[1*] Department of Electrical Power, Nan Technical College, 55000
[2] Industrial Electrical Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon phanom University 48000
*Corresponding author e-mail : Theerawat.tib@gmail.com and Tharathip_ph@npu.ac.th

Abstract

This research was aimed to 1) design and create the automatic microorganism filling machine via internet system, 2) study the competency of the machine, and 3) evaluate the suitability of using the machine.

The research results were the automatic microorganism filling machine via internet system was able to reduce the process of filling microorganism. The traditional process ๘=had to fill in the water to the tank according to the water amount and took microorganism powder to ferment in the septic tank. The design tank of this research for filling the microorganism into the tank automatically. The digital timing machine and controlling by iOS Smart phone. The tank for microorganism ferment of 200 ml. size took 6.11 minutes, and the time for leaving microorganism water from the tank to septic tank took 17.15 minutes. In addition, the satisfaction of the users on physical feature was at the "๘ood" level (means = 4.22), and on the implementation was at the "Good" level. (means = 3.96)

Keyword: Development and design, Automatic microorganism filling machine, Internet system

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามาให้เราได้เรียนรู้และพัฒนาสิ่งใหม่ๆให้เราได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน อยู่มาเรื่อย ๆ โดยเฉพาะแอปพลิเคชั่นในระบบ Smart Phone อย่างเช่น ระบบปฏิบัติการ iOS หรือระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งมีแอปพลิเคชั่นที่ นักวิจัยและพัฒนาโปรแกรม iOS นั้นเป็นระบบปฏิบัติ Open source ที่กำลังได้รับความนิยม เพราะสามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นให้สามารถนำมาประยุกต์ ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยใช้ Smart Phone เคลื่อนที่ไปที่ไหนก็ได้ ซึ่งปัจจุบันนี้เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่มีใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย และยังมีระบบอินเทอร์เน็ต ที่มีใช้กันทั่วประเทศ จึงคิดประยุกต์ใช้โดยนำโมดูล Wi-Fi มาต่อเข้ากับบอร์ด Arduino แล้วมันจะนำข้อมูล ที่ถูกส่งมาไปประมวลผลข้อมูลและสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามที่ต้องการ โดยใช้ Smart Phone เป็นตัวควบคุมและแจ้งการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้ใช้งานได้ทราบ ทำให้ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ภาวะน้ำเสียนับวันทวีเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น มนุษย์ใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย

และรวมถึงการทิ้งขยะลงแหล่งน้ำ ลำคลอง ซึ่งปริมาณขยะในแต่ละวันจะมีมาก และขยะเหล่านี้ยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ส่งกลิ่นเน่าเหม็น และสร้างมลพิษทางกลิ่นให้กับสิ่งแวดล้อม เฉพาะเขตเมืองใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบโดยตรงในการให้บริการน้ำที่สะอาดให้กับประชาชน ที่การประปาส่วนภูมิภาคจะเป็นผู้รับผิดชอบ โดยพื้นที่เหล่านี้มีจำนวนประชากรหนาแน่น ระบบการเติมจุลินทรีย์ของแหล่งอุตสาหกรรมที่ผ่านมา เติมจุลินทรีย์โดยให้พนักงานช่างอาคารเติมน้ำใส่ถังหนึ่งร้อยลิตรหลังจากนั้นเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงไปแช่ทิ้งไว้เป็นเวลาสองชั่วโมงหลังจากนั้นเทเชื้อจุลินทรีย์ที่แช่ในถังไว้ลงไปในบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำงานหลายขั้นตอนกว่าจะเติมเชื้อจุลินทรีย์เสร็จ และใช้เวลาในการเติมจุลินทรีย์ไม่ต่อเนื่องไม่ตรงกันในแต่ละสัปดาห์ ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียออกมาไม่ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้เป็นการเพิ่มงานให้กับพนักงาน อีกงานหนึ่ง ทำให้พนักงานมีเวลาในการปฏิบัติงานอื่นได้น้อยลง ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงได้นำระบบอินเทอร์เน็ต มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าไร้สายโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต Wi-Fi จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน ประหยัดเวลารวมทั้งประสิทธิภาพ ในการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวก และสุขภาพทางจิตดีในขณะเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและช่วงเวลาในการเติมเชื้อจุลินทรีย์ได้มาตรฐานตามระยะเวลาที่กำหนดส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS

2. เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS

3. เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การเชื่อมต่อแบบ Bluetooth คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทางด้วยคลื่นวิทยุ ระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือสายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด โดย Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 GHz. ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมาจะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้อง

เรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น [1] มาตรฐานการเชื่อมต่อ Bluetooth เป็นมาตรฐานการส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สาย โดย Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ปัจจุบัน เรากำลังใช้มาตรฐาน Bluetooth 3.0 ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะด้านการประหยัดพลังงาน และใช้มาตรฐานเดียวกับ WiFi คือ IEEE 802.11 [2]

2. แอนดรอยด์ (Android) คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก และอุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามต้องการ และหากมองในมุมนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้วนั้น การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้ Android SDK เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนา [3] โดยสถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์นั้นถูกแบ่งออกเป็นลำดับชั้น หรือจะเรียกว่า Layer โดยแต่ละชั้นจะเรียกใช้บริการจากระดับชั้นที่อยู่ด้านล่างลงไป ซึ่งสามารถเป็นออกได้เป็น 4 ชั้นหลัก คือ ชั้นลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel), ชั้นไลบรารี (Libraries), ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework) และชั้นแอปพลิเคชัน (Application) [4]

3. การพัฒนาแอปพลิเคชัน ด้วย Android SDK (Android Software Development Kit) เป็นชุดโปรแกรมที่ทาง Google พัฒนาออกมาเพื่อแจกจ่ายให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือผู้สนใจทั่วไปนำไปใช้งานกันได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ซึ่งก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์นั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในชุด SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ อย่างเช่น Emulator ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถสร้างแอปพลิเคชัน และนำมาทดลองใช้งานบนอีมูเลเตอร์ โดยมีสภาวะแวดล้อมเหมือนกับการนำไปใช้งานโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จริง ๆ [5] ส่วนโปรแกรม Eclipse และ Android SDK โปรแกรม Eclipse เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก จากผู้ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา โดยมีคุณสมบัติคือ ติดตั้งง่าย สามารถใช้กับ J2SDK ได้ทุกเวอร์ชั่น มี Plug-in ที่ใช้สำหรับเสริมประสิทธิภาพของโปรแกรม สำหรับแนวโน้มในอนาคตของการใช้ภาษาจาวาที่ควบคู่กับการออกแบบเชิงวัตถุจะมีมากขึ้น ซึ่งสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้เปิดการเรียนการสอนภาษาจาวามากขึ้นเป็นเหตุให้ตัว Eclipse เองจำเป็นต้องมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น

4. บอร์ด IOIO (โยโย่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยฝีมือของ YTAI Ben-Tsvi (ชื่ออ่านว่า อีทาย) ซึ่งเป็นวิศวกรชาวอิสราเอลของบริษัท Google นั่นเอง บอร์ด IOIO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เกิดมาเพื่อเชื่อมต่อกับแอนดรอยด์โดยเฉพาะ ไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ต้องรอคำสั่งจากแอนดรอยด์เท่านั้น ดังนั้นผู้ใช้งานจึง

เขียนโค๊ดแค่ฝั่งแอนดรอยด์เท่านั้น โดยผู้ผลิตจะมีไลบรารีของบอร์ด IOIO ให้ใช้ในโค๊ดฝั่งแอนดรอยด์เลย ดังนั้นจึงสามารถสั่งงานบอร์ด IOIO ด้วยคำสั่งในแอปพลิเคชัน โดยมีการเชื่อมต่อกับแอนดรอยด์ด้วยกัน 3 วิธี คือ ADB : เป็นการเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล Android Debug Bridge โดยเชื่อมต่อผ่านสาย USB โดยตรงระหว่างแอนดรอยด์กับบอร์ด, AOA : เป็นการเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล Android Open Accessory โดยเชื่อมต่อผ่านสาย USB เช่นกัน และ Bluetooth : เป็นการเชื่อมต่อผ่าน Bluetooth โดยบอร์ด IOIO สามารถเสียบ Bluetooth Dongle ได้ แล้วให้ฝั่งแอนดรอยด์เชื่อมต่อกับบอร์ดแบบไร้สาย [6]

5. การพัฒนาและออกแบบเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติของธนาคารกรุงไทย สาขาน่าน พบว่า ระบบการเติมจุลินทรีย์ของธนาคารกรุงไทยที่ผ่านมาเติมจุลินทรีย์โดยให้พนักงานช่างอาคารเติมน้ำใส่ถังหนึ่งร้อยลิตรหลังจากนั้นเติมจุลินทรีย์ลงไปแช่ทิ้งไว้เป็นเวลาสองชั่วโมงหลังจากนั้นเทจุลินทรีย์ที่แช่ในถังไว้ลงไป ในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งทำงานหลายขั้นตอนกว่าจะเติมจุลินทรีย์เสร็จ และใช้เวลาในการเติมจุลินทรีย์ไม่ต่อเนื่อง ไม่ตรงกันในแต่ละสัปดาห์ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียออกมาไม่ได้ตามที่ต้องการนอกจากนี้เป็นการเพิ่มงานให้กับพนักงานอีกงานหนึ่งทำให้พนักงานมีเวลาในการปฏิบัติงานอื่นได้น้อยลง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้คิดค้นเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกในการเติมจุลินทรีย์ ให้กับบ่อบำบัดน้ำเสีย และลดเวลาในการเติมจุลินทรีย์ให้น้อยลงเพื่อที่จะทำให้พนักงานช่างอาคาร มีเวลาไปปฏิบัติงานในส่วนอื่นได้มากขึ้น

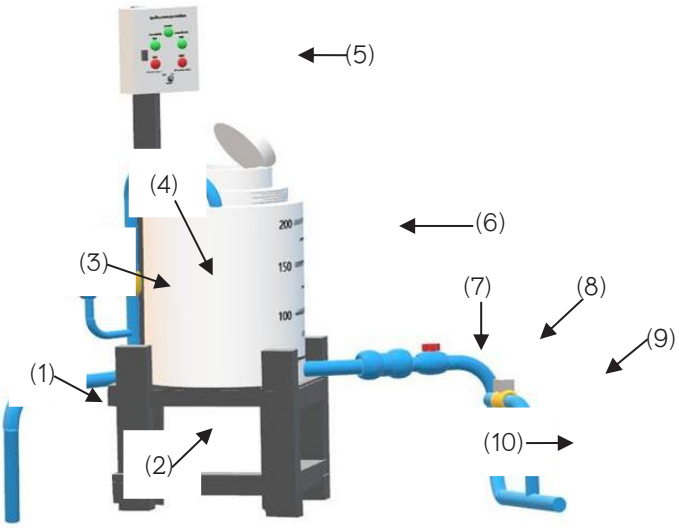
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เพื่อการพัฒนาและออกแบบเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน การศึกษาข้อมูลเพื่อออกแบบ การออกแบบต้นแบบชิ้นงาน การออกแบบระบบ ระบบปฏิบัติการ Smart Phone ดังนี้

การออกแบบต้นแบบชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเครื่องต้นแบบชิ้นงานโดยมีการจัดทำส่วนโครงสร้างและส่วนประกอบจัดเตรียมเหล็ก เพื่อทำฐานโครงสร้างและส่วนประกอบของโครงสร้างตามแบบตู้ควบคุมขนาด กว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 28 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร เตรียมถังน้ำขนาดความกว้าง 63 เซนติเมตร และความสูงขนาด 66 เซนติเมตร แบบโครงสร้าง

ส่วนประกอบของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติดังภาพที่ 4 มีดังนี้ (1) ท่อน้ำทางด้านน้ำเข้า (2) ฐานตั้งเครื่องเติมจุลินทรีย์ (3) วาล์วใบพัดทางด้านน้ำเข้า (4) โซลินอยวาล์ว (5) ตู้ควบคุม (6) ถังแช่จุลินทรีย์ขนาด 200 ลิตร (7) ท่อต่อยูเนียน (8) วาล์วน้ำ ปิด – เปิด (9) มอเตอร์ไดร์วาล์ว (10) วาล์วใบพัดทางด้านน้ำออก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ

การออกแบบระบบระบบปฏิบัติการ Smart Phone

การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สายบนระบบปฏิบัติการ Smart Phone iOS จะเน้นไปที่การพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และเพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย และลดระยะเวลาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น หลอดไฟ โดยสามารถใช้สมาร์ทโฟนในการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของรีเลย์ ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อช่วยในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้หลอดไฟแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังภาพที่ 2

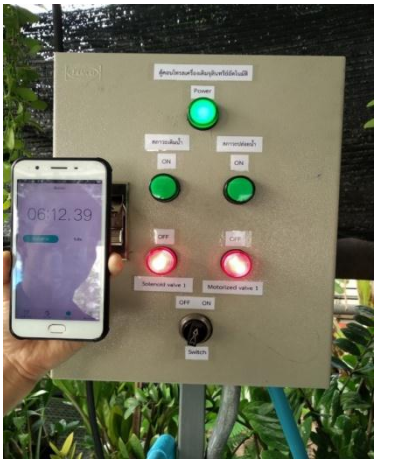


ภาพที่ 2 ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายไร้สายบนระบบปฏิบัติการ Smart Phone

สามารถควบคุมด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่และตรวจสอบสถานการทำงานของระบบบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ ควบคุมหรือใช้งานในระบบสัญญาณการควบคุมจะถูกส่งออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโมดูล ESP8266 และจะมีการรับสัญญากลับมาจากโมดูล ESP8266 ซึ่งการทำงานนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการเขียนโปรแกรมลงในข้อมูลและมีการติดตั้งบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมีหน้าที่ ในการสร้างสัญญาณควบคุมดังกล่าวและประมวลสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อเป็นการตรวจสอบสถานการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและแจ้งผลที่หน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้ผู้ใช้งานทราบ ดังนั้นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้นั้น ต้องเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีระบบปฏิบัติการ iOS



ภาพที่ 3 ติดตั้งตู้คอนโทรล โซลินอยด์วาล์ว สวิตช์ลูกลอย และ ท่อน้ำ

ภาพที่ 4 การใส่ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ลงในถังและการตั้งเวลาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ

ผลของการวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ และวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสมรรถนะ

1.1 ผลการทดลองเวลาในการเติมจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย ปริมาณ 200 ลิตร การวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสมรรถนะของเวลาในการเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ครอบคลุมผลการวิเคราะห์ทำงานตามวันเวลาที่กำหนด และบันทึกผลการทดลอง ทุกวันอังคาร และ วันพฤหัสบดี ในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562 ปรากฏ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเวลาในการเติมจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย ปริมาณ 200 ลิตร

วัน / เดือน / ปี	การทำงานของเครื่อง		เวลาในการเติมจุลินทรีย์		เวลาที่ใช้งาน (นาที)
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	เริ่มทำงาน	หยุดทำงาน	
1/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.16
6/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.13
8/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.20
13/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.10
15/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.12
20/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.19
22/8/2562	√	-	10.00 น.	10.17 น.	17.10
	ร้อยละ100				$\bar{X}$ =17.15

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เติมจุลินทรีย์ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 วันอังคารและวันพฤหัสบดี เป็นเวลา 7 วัน เพราะเครื่องตั้งเวลาดิจิตอลที่ใช้ตั้งเวลาควบคุม การปิด-เปิดของเครื่องสามารถตั้งวันเวลาได้ จึงทำการทดลองโดยการตั้งเวลาเครื่องตั้งเวลาดิจิตอล ให้เริ่มทำงานที่เวลา10.00 น. ทดลองในระยะเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ทุกวันอังคารและวันพฤหัสบดี เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเริ่มปล่อยจุลินทรีย์เวลา10.00 น.ในวันอังคารและวันพฤหัสบดีของทุกสัปดาห์ เวลาค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 17.15 นาที

1.2 การทดลองเวลาโซลินอยด์วาล์วเปิดน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร

ตารางที่ 2 การทดลองเวลาโซลินอยด์วาล์วเปิดน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร

วัน / เดือน / ปี	การทำงานของเครื่อง		เวลาในการเติมน้ำใส่ถัง		เวลาที่ใช้งาน (นาที)
	ทำงาน	ไม่ทำงาน	เริ่มทำงาน	หยุดทำงาน	
1/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.12
6/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.15
8/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.09
13/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.13
15/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.16
20/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.09
22/8/2562	√	-	10.17น.	10.23น.	6.07
ร้อยละ100					$\bar{X}$ =17.15

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดลองการทำงานเติมน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร โดยการทำงานต่อเนื่อง จากเวลาในการเติมจุลินทรีย์ตามตารางที่ 1 ผลการทดลองเวลาที่เติมจุลินทรีย์จนถึงเวลาที่สวิตช์ลูกลอยตก พบว่า การเติมน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร ได้ทุกวันอังคารและวันพฤหัสบดีในเดือน สิงหาคม พ.ศ.2562 และใช้เวลาเฉลี่ย 6.11 นาที

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ผู้วิจัยประเมินความเหมาะสม 2 ด้าน คือ ลักษณะทางกายภาพ และ ลักษณะการใช้งาน ผู้ประเมิน ได้แก่ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ ทดลองใช้งานแล้วตอบแบบสอบถาม มีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ครอบคลุมการวิเคราะห์ ขนาดความเหมาะสม แก่การติดตั้ง คุณภาพในการเติมจุลินทรีย์ ความเหมาะสมด้านการใช้วัสดุ

อุปกรณ์ที่เหมาะสม และ การดูแลรักษา แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายและแปลความหมายปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. ขนาดเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
2. โครงสร้างแข็งแรง	4.40	0.55	ดี
3. รูปทรงเหมาะสมสวยงาม	4.00	0.71	ดี
4. การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม	3.80	0.84	ดี
5. ระบบกลไกการทำงาน	4.40	0.55	ดี
6. ง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา	4.60	0.55	ดีมาก
7. พื้นที่ในการติดตั้งเหมาะสม	3.60	0.55	ดี
เฉลี่ยรวม	4.22	0.59	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติในด้านลักษณะทางกายภาพ โดยภาพรวมเห็นว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี ค่าเฉลี่ย 4.22 ในราย ข้อพบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก 2 ข้อ คือ ข้อ 1. ขนาดเหมาะสม ค่าเฉลี่ย 4.80 และข้อ 6. ง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา ค่าเฉลี่ย 4.60 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี 5 ข้อ คือ ข้อ 2 โครงสร้างแข็งแรง ค่าเฉลี่ย 4.40 ข้อ 3. รูปทรงเหมาะสมสวยงาม ค่าเฉลี่ย 4.00 ข้อ 4. การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม ค่าเฉลี่ย 3.80 ข้อ 5. ระบบกลไกการทำงาน ค่าเฉลี่ย 4.40 และ ข้อ 7. พื้นที่ในการติดตั้งเหมาะสม ค่าเฉลี่ย 3.60

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการใช้งาน

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านการใช้งาน

ด้านลักษณะการใช้งาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. ทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้	4.20	0.45	ดี
2. ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง	4.20	0.84	ดี
3. ใช้งานง่าย	4.20	0.45	ดี
4. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.40	0.89	ปานกลาง
5. อายุการใช้งาน	3.80	0.45	ดี
เฉลี่ยรวม	3.96	0.62	ดี

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นต่อเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ลักษณะการใช้งาน โดยภาพรวมเห็นว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 3.96 ในรายข้อพบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี 4 ข้อ เรียงลำดับ คือ ข้อ 1 ทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ ค่าเฉลี่ย 4.20 ข้อ 2 ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ย 4.20 ข้อ 3 ใช้งานง่าย ค่าเฉลี่ย 4.20 และข้อ 5 อายุการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 3.80 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง 1 ข้อ คือข้อ 4 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 3.40

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ สมรรถนะของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ พบว่า การพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ 1) ด้านสมรรถนะ ของเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ สามารถควบคุมการเติมน้ำเข้าถังแซ่แบบอัตโนมัติด้วยโซเลนอยด์วาล์ว และหยุดเติมแบบอัตโนมัติเมื่อน้ำได้ระดับที่กำหนดด้วยลูกลอย ผลการทดสอบของเวลาที่ใช้เติมจุลินทรีย์ ในเดือนสิงหาคม 2562 วันอังคารและวันพฤหัสบดี 7 วัน เริ่มปล่อยจุลินทรีย์เวลา 10.00 น. เวลาที่ใช้เติม มีค่าเท่ากับ 17.15 นาที และ ผลการทดสอบการทำงานเติมน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร โดยการทำงานต่อเนื่องจากเวลาในการเติมจุลินทรีย์ ในเดือนสิงหาคม 2562 วันอังคารและวันพฤหัสบดี 7 วัน เครื่องตั้งเวลาดิจิตอลเริ่มทำงานที่เวลา 10.17 น. ทดสอบว่าเมื่อเวลาที่เติมจุลินทรีย์จนถึงสวิตช์ลูกลอยตก การเติมน้ำใส่ถังให้ได้ปริมาณ 200 ลิตร เวลาที่ใช้เติมมีค่าเท่ากับ 6.11 นาที 2) ด้านการทำงานของเครื่องเติมจุลินทรีย์ สภาวะการทำงานปกติสามารถเติมน้ำเข้าในถัง และปล่อยจุลินทรีย์ไปยังบ่อบำบัดเป็นไปตามคุณลักษณะที่กำหนด ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการทำโครงการที่จะสร้างเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติเพื่อมาทดแทนในการเติม แบบคนในปัจจุบัน ผลการวิจัยการสร้างเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ เป็นตัวอย่างและเป็นหลักประกัน ในการเติมจุลินทรีย์

บำบัดน้ำเสีย (3) ด้านลักษณะทางกายภาพ ผู้ประเมินมีความคิดเห็นต่อเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติในด้านลักษณะทางกายภาพ โดยภาพรวมเห็นว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.22 ในรายข้อพบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก 2 ข้อ มีค่าเฉลี่ย คือ ข้อ 1. ขนาดเหมาะสม ค่าเฉลี่ย 4.80 และ ข้อ 6. ง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา ค่าเฉลี่ย 4.60 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี 5 ข้อ ค่าเฉลี่ยคือ ข้อ 2 โครงสร้างแข็งแรง ค่าเฉลี่ย 4.40 ข้อ 3. รูปทรงเหมาะสมสวยงาม ค่าเฉลี่ย 4.00 ข้อ 4. การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม ค่าเฉลี่ย 3.80 ข้อ 5. ระบบกลไกการทำงาน ค่าเฉลี่ย 4.40 และ ข้อ 7. พื้นที่ในการติดตั้งเหมาะสม ค่าเฉลี่ย 3.60 ด้านการใช้งาน ผู้ประเมินมีความคิดเห็นต่อเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ลักษณะการใช้งาน โดยภาพรวมเห็นว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 3.96 ในรายข้อพบว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี 4 ข้อ เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ย คือ ข้อ 1 ทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ ค่าเฉลี่ย 4.20 ข้อ 2 ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ย 4.20 ข้อ 3 ใช้งานง่าย ค่าเฉลี่ย 4.20 และข้อ 5 อายุการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 3.80 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง 1 ข้อ คือ ข้อ 4 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 3.40

อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติด้วยระบบอินเทอร์เน็ต Smart phone iOS มาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงจากแบบเดิม เพื่อเพิ่มความสะดวก สบายแม่นยำที่ต้องเปิดน้ำใส่ถังรอจนกว่าน้ำจะได้ปริมาณที่กำหนดไว้ เติมผงจุลินทรีย์ ลงแล้วแช่ และเทน้ำแช่จุลินทรีย์ลงบ่อบำบัด สามารถเปิดเครื่องเทจุลินทรีย์สามารถโหมดการทำงาน ตามขั้นตอนต่าง ๆ เครื่องเติมจุลินทรีย์ทำงานตามขั้นตอนการเติมน้ำใส่ถังแช่จุลินทรีย์เติมลงไปในถังแช่ปริมาณ 200 ลิตร จุลินทรีย์ใช้เวลาเฉลี่ย 6.11 นาที การปล่อยน้ำจุลินทรีย์จากถังแช่ไปยังบ่อบำบัด ใช้เวลาเฉลี่ย 17.15 นาที ความพึงพอใจการใช้งานเครื่องเติมจุลินทรีย์อัตโนมัติ ด้านลักษณะทางกายภาพ มีค่าเฉลี่ย 4.22 อยู่ในระดับดี ด้านลักษณะการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 3.96 อยู่ในระดับดี

เอกสารอ้างอิง

[1] คอมพิวเตอร์เอสวีโอเอ. (2558) **“ BlueTooth คือ อะไร ”**, จาก http://svoapc.svoa.co.th/support/ 137/article/, ธันวาคม.

[2] MEDIATHAILAND. (2558). **“เทคโนโลยี Bluetooth”**, จาก http://mediath2.blogspot.com/2012/06/bluetooth.html. ธันวาคม.

[3] ศุภกิจ ทองดี. (2558). **“บทที่ 1 รู้จักกับแอนดรอยด์”**, จาก http://www.sourcecode.in.th/ articles.php?id=71, ตุลาคม.

[4] จักรชัย โสอินทร์ พงษ์ศธร จันทร์ยอย และณัฐณิชา วีระมงคลเลิศ. (2555). **Android App Development** ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : ไอดีซี พรีเมียร์

[5] วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2558). “การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์”. จาก http://wiwatmee.blogspot.com/ 2012/08/developer android sdk sdk android.html, ตุลาคม 2558.

[6] AKEXORCIST. (2558). **“บอร์ด IOIO คืออะไร?”**. จาก http://www.akexorcist.com/2013/11/ioio-board-ioio.html, ธันวาคม.