เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application
Solar Panel Cleaning Machine Via Application

ขจรเดช ปะทะพันธ์[1], วิรัช หมั่นบรรจง[2], ประสานพันธ์ สายสิญจน์[3*], กฤตเมธ สายสิญจน์[4], และ กรรณิกา สายสิญจน์[5]

Khajondat Patapan[1], Wirat Manbanchong[2] Prasarnphan Saisin[3*] Kittamate Saisin[4] and Kannigar Saisin[5]

*[*12345]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองคาย 43000*

*[*12345]Field of Electrical Technology, Nongkhai Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1 Nongkhai 43000*

Received : 2021-05-18 Revised : 2021-06-02 Accepted : 2021-05-10

บทคัดย่อ

เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application สร้างขึ้นมามีจุดประสงค์เพื่อออกแบบสร้าง และเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ผลการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานผ่าน Application ตัวเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นส่วนตัวเครื่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้ในการติดตั้งชุดควบคุมและมอเตอร์ในการขับชุดขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้ขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ซึ่งติดตั้งขนแปรงสำหรับขัดล้างและสายยางสำหรับฉีดพ่นน้ำเพื่อทำความสะอาด ซึ่งผลการหาประสิทธิภาพ พบว่า เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ใช้เวลาในการล้าง 40 วินาที/แผ่น มีความสะอาดใกล้เคียงกับการล้างจากแรงงานคนโดยวัดจากแรงดันไฟฟ้า และทำงานเทียบได้ 2 เท่าจากแรงงานคน ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้เท่ากับ 50%

คำสำคัญ : โซล่าเซลล์, แอพพลิเคชั่น, แผงโซล่าเซลล์

Abstract

The purposes of this project were to design, make and find an efficiency of the solar panel cleaning machine via the application. The result of the design and construction of a solar panel washing machine through the Application can be ordered through the application. The machine is divided into 3 parts : Part 1 is the part for installing equipment, part 2 is for installing the control unit and motor to drive the solar panel scrubbing unit, part 3 is the part that is used to scrub the solar cell. Equipped with a brush for scrubbing and a hose for spraying water for cleaning. The results showed that the solar panel washing machine through the application took 40 seconds/sheet of washing time, and the cleanliness was close to which of the human labor measured by the voltage. Besides, the work is equivalent to 2 times that of human labor which resulted in cost savings of 50%.

Keywords : Solar Cells, Application, Solar Panel

*ประสานพันธ์ สายสิญจน์

E-mail : prasanphun2514@gmail.com

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผงโซล่าเซลล์จะผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ประมาณ 4-5 ชั่วโมงจากเวลาทั้งหมดที่มีประมาณ 12-13 ชั่วโมง ใน 1 วันเมื่อติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ที่มีขนาด 100 W/m^2 จะให้ประสิทธิภาพการผลิต

พลังงานไฟฟ้าได้วันละประมาณร้อยละ 10 [1] สิ่งสำคัญสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์คือทำอย่างไรประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงที่สุดเมื่อพิจารณาจากการกำหนดเวลาล้างทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นเวลาทุก ๆ เดือนใน 1 ปี ในโรงผลิตไฟฟ้าโซล่าฟาร์มขนาด 38 MW ในพื้นที่ 500 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายค่าแรงครั้งละ 416,600 บาท ต่อ 1 โรงผลิตไฟฟ้าโซล่าฟาร์มขนาด 10 MW ในพื้นที่ 180 ไร่ เสียค่าใช้จ่ายค่าแรงครั้งละ 67,600 บาท ต่อ 1 เดือน คิดเป็นเงินลงทุนในการแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 562 วัตต์ต่อบาท และในโรงผลิตไฟฟ้าโซล่ารูฟขนาด 100 kW ในพื้นที่ 700 m^2 ค่าใช้จ่ายครั้งละ 30,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นเงินลงทุนในการล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 148 วัตต์ ต่อบาท ซึ่งการล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจเป็นการล้างแผงโซล่าเซลล์ที่เสียค่าใช้จ่ายในการล้างถูกมากเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น ค่าแรงคนงาน ค่าอุปกรณ์ในการทำความสะอาด ค่าน้ำยาในการทำความสะอาด [2]

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้แผงโซล่าเซลล์ มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด และเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการล้างแผงโซล่าเซลล์ที่สูงมาก ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นพลังงานทดแทนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้าเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3.2 ใช้ Tuya 4ch USB DC 5V ในการรับส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3.3 ใช้ Application ในการสั่งการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3.4 ใช้แบตเตอรี่ 12V 5Ah ในการใช้ขับเคลื่อนระบบของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3.5 ใช้ชุดควบคุมรอบมอเตอร์เพื่อควบคุมความเร็วในการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.3.6 หาประสิทธิภาพในการทำงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

1.4.2 นำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ

1.4.3 ช่วยลดปัญหาค่าใช้จ่ายสูงในการล้างแผงโซล่าเซลล์

1.4.4 ใช้งานง่ายปลอดภัยและสะดวกต่อการใช้งาน

1.4.5 เป็นพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนาถึงวัตกรรมอื่น ๆ ต่อไป

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application หมายถึง เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการล้างแผงโซล่าเซลล์ ควบคุมการทำงานผ่าน Application

1.5.2 ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณลักษณะของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application มีความเหมาะสมกับการใช้งาน คงทน มีความปลอดภัย มีความสะดวกในการใช้งาน เก็บบำรุงรักษาได้ง่าย และใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

1.5.3 Application หมายถึง โปรแกรมที่ออกแบบมาสำหรับ สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ที่นำมาใช้ควบคุมเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application โดยการสั่งการผ่าน Application [3]

2. เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application มีขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application การพัฒนาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากสภาพปัญหา อุปสรรค์ที่เป็นปัญหาเชิงงบประมาณ ในเวลาที่ล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพสูงสุด การพัฒนาเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ให้มีประสิทธิภาพได้วางแผนการอุปกรณ์เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ [4] ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักการสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างเครื่องอำนวยความสะดวก ไม่ว่าจะเป็นด้านใดก็ตาม จะต้องคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงมีเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้หรือแสดงให้จริงและใช้งานได้รวมทั้งสามารถเป็นฐานความคิดในการพัฒนา หรือประยุกต์ใช้กับเครื่องอื่น ๆ ต่อไป

2.1.1 เหตุผลที่เลือกสร้างเครื่องดำรงชีวิต

2.1.2 ลักษณะทางเทคนิคและการใช้เครื่อง

2.1.3 การสร้างเครื่องมือ

การออกแบบและสร้างเครื่องมือเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและค่อนข้างละเอียดผู้สร้างจะต้องพิจารณาองค์ประกอบทุก ๆ ด้านที่เกี่ยวข้องประการแรกที่สำคัญได้แก่การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของเครื่องว่าต้องการใช้ทำอะไรทำงานอย่างไรจึงจะแสดงว่าบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งในการออกแบบการสร้างเครื่องมือ ควรพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 โซล่าเซลล์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า พบว่ากำลังไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ จะมีประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำโซล่าเซลล์มาใช้ผลิตกำลังไฟฟ้า

2.2.2 การทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้งานอยู่กลางแจ้ง แผงที่เอียงไม่มากจะถูกฝุ่นละออง เขม่าควัน ละอองเกสรดอกไม้ รวมถึงมูลนกเกาะแน่นได้ ส่งผลให้กำลังการผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงลดลงได้ถึง 20% จะเห็นได้ว่าพลังธรรมชาติจากฝน น้ำค้าง และลมไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่จะทำความสะอาดแผงโซลาเซลล์ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิผล ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ อย่างสม่ำเสมอ [5]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทิดศักดิ์ อินทโชติ และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาหุ่นยนต์ทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ โดยทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วัสดุที่นำมาใช้ในการทำความสะอาดผิวหน้ากระจกแผงโซล่าเซลล์ และการควบคุมหุ่นยนต์แบบไร้สาย หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยระบบสุญญากาศ และมอเตอร์เกียร์ บนแผงโซล่าเซลล์ที่มีความลาดเอียง ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (Arduino) ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ผู้ใช้สามารถควบคุมและสั่งการทำงานหุ่นยนต์แบบไร้สายผ่านชุดก้านควบคุม และดูสภาพพื้นที่การปฏิบัติงานผ่านจอแสดงผลจากกล้องที่มีการติดตั้งไว้ที่ตัวหุ่นยนต์ การทำงานของหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดจะใช้แปรงปัดแบบลูกกลิ้ง หมุนผักทำความสะอาดบนผิวหน้ากระจกแผงโซล่าเซลล์ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำควาสะอาดให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการศึกษา พบว่า การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ทำควาสะอาดด้วยระบบสุญญากาศบนผิวหน้ากระจกแผงโซลาร์เซลล์ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ดีที่พื้นเอียง 0 ถึง 20 องศา และการศึกษาวัสดุที่นำมาใช้ทำแปรงทำความสะอาดผิวหน้ากระจกแผงโซล่าเซลล์ พบว่า ใช้แปรงอุตสาหกรรมทำความสะอาดได้ดีที่สุด คิดเป็น 90% การควบคุมหุ่นยนต์ได้ระยะไกลที่สุด 12 m

เจนวิทย์ สุวรรณโชติ [7] ได้ทำการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบสำหรับทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบบบนหลังคา เพื่อใช้ทดแทนแรงงานคน

เพื่อลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่บนหลังคาสูง รวมถึงป้องกันความเสียหายทั้งต่อแผงเซลล์และหลังคาจากการใช้แรงงานคน ซึ่งได้ออกแบบตามความต้องการของผู้ประกอบการ โดยหุ่นยนต์มีน้ำหนัก 47 kg มีความกว้าง 1,300 mm ยาว 1,179 mm สูง 236 mm วัสดุเป็นสแตนเลสสตีล ที่สามารถทนแสงแดดและน้ำได้ดี มีเซนเซอร์ป้องกันหุ่นยนต์ตกจากแผงทั้งหมด 8 ตำแหน่ง และสามารถถอดประกอบได้ 7 ชิ้น โดยโครงสร้างทุกชิ้นผ่านการทดสอบความแข็งแรงด้วยคำสั่ง Solidworks Simulation Static Test ในโปรแกรม Solidworks และมีระบบล้อที่สามารถเคลื่อนที่ข้ามช่องว่างระหว่างแผงเซลล์ที่กว้าง 100 มิลลิเมตร ได้มีวัสดุหุ้มล้อเป็นผ้าหนังวัวเพื่อให้สามารถเกาะแผงเซลล์ในสภาพการทำงานที่เปียกน้ำได้ สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความลาดเอียงได้ถึง 15 องศา มี Arduino Mega เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์คุม DC มอเตอร์ ขนาด 120 W ใช้กำลังไฟ 24 V ทั้งหมด 4 ตัว สำหรับชุดขับเคลื่อน 4 ชุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการทำความสะอาดด้วยคนแล้ว หุ่นยนต์ทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบบนหลังคาสามารถคุ้มทุนในเวลา 1 ปี 11 เดือน

พรหมพักตร์ บุญรักษา [8] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอัตมัติ โดยการออกแบบต้นแบบเครื่องทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติด้วย Arduino โครงสร้างของเครื่องทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 70x30 m^2 หลักการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นถูกควบคุมโดยบอร์ด Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบมาให้มีลักษณะเด่นที่ใช้งานง่าย ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวขนาด 80 W ทำการทดสอบเครื่องเป็นเวลา 6 เดือน ผลการวิจัย พบว่าเมื่อเครื่องล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกตั้งค่าให้ทำงานที่อุณหภูมิเริ่มต้น 42 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าขาออกของแผงที่ติดตั้งเครื่องล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่ากำลังไฟฟ้าขาออกสูงกว่าแผงที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเครื่องทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อัตโนมัติด้วยมีค่า 0.67% กำลังไฟฟ้าขาออกเฉลี่ยรวม คือ 4.603 kWh

3. ขั้นตอนและวิธีดำเนินโครงงาน

การสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เป็นโครงการเชิงทดลองการสร้างนวัตกรรมประเภทสิ่งประดิษฐ์ได้ การนำความรู้ความสามารถจากการศึกษาทางหลักวิชาการ และทักษะปฏิบัติของการเรียนในสาขางานเทคโนโลยีไฟฟ้า ระหว่างศึกษาในระดับเทคโนโลยีบัณฑิตไฟฟ้า เพื่อใช้แก้ปัญหากระบวนการผสมเป็นประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพและสังคมใช้ประสบการณ์ที่ได้รับไปพัฒนาเองในอนาคต ระหว่างการดำเนินโครงการ มีครูที่ปรึกษา ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ตามระยะการทำงานมีการนำเสนอความก้าวหน้า 3 ครั้ง เพื่อให้การสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ผิดพลาดน้อยที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษาตามลำดับดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วิธีการศึกษาค้นคว้า และขั้นตอนการดำเนินงานตามโครงงาน

3.1.1 ศึกษาค้นคว้ารายละเอียด เกี่ยวกับการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์จากอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.1.2 ปรึกษาอาจารย์หรือผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์

3.1.3 ออกแบบชุดโครงสร้าง ของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.1.4 ออกแบบชุดระบบสั่งการ การทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.1.5 วางแผนและเรียงลำดับขั้นตอน การสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้เป็นระบบระเบียบและเข้าใจง่าย

3.1.6 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

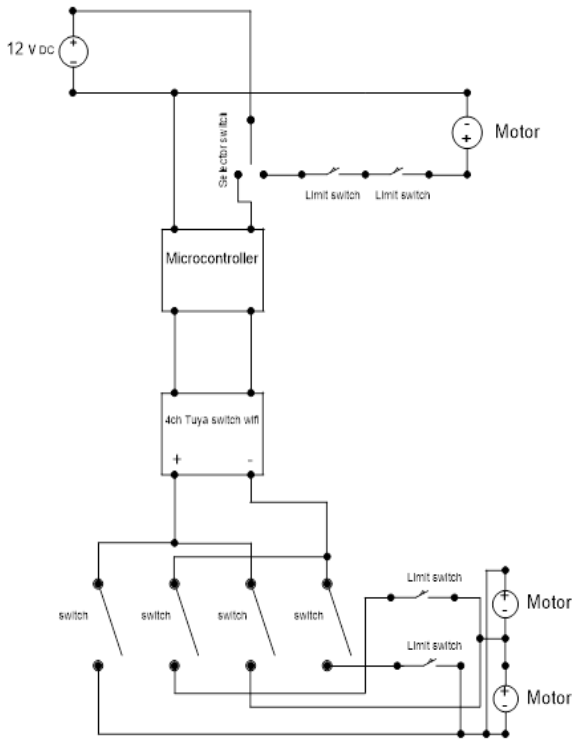
3.1.7 ดำเนินการสร้างชุด โครงสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.1.8 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการขับเคลื่อนและตัดวงจร

3.1.9 ติดตั้งชุดคำสั่งและอุปกรณ์ในการควบคุมต่าง ๆ

3.1.10 ทดสอบระบบการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.1.11 สรุปผลการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังวงจรการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.2 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคณะทำงานได้ศึกษาข้อมูลหลักทางทฤษฎี ค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่มีหลากหลายช่องทางในปัจจุบัน มาเป็นแนวทางและสนับสนุนการสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ใช้ดำเนินการสร้างตามข้อมูลที่ได้มาทุกประการ เพื่อให้การสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application บรรลุตามวัตถุประสงค์ ทุกขั้นตอนยึดสภาพความต้องการขณะทำการล้างทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ให้สามารถแก้ปัญหาและใช้ประโยชน์ได้จริง

3.3 ออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.3.1 การออกแบบ

3.3.1.1 การออกแบบโครงสร้าง

ในการออกแบบตัวโครงสร้างได้วางแผนออกแบบกลไกและการสร้างตัวเครื่องให้มีความสามารถดังนี้

1) ให้ตัวเครื่องเดินไปทางขวาโดยการสั่งการผ่าน Application และหยุดเมื่อตัวเครื่องเดินไปถึงสุดโต๊ะ การเดินนั้นพิจารณาเลือกใช้ล้อระหว่างล้อพลาสติกและล้อยาง ผลการทดลองใช้พบว่า การใช้ล้อยางจะมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้ล้อพลาสติก ควบคุมการเดินด้วยมอเตอร์เกียร์ 2 ตัว กำหนดการเดินโดยการสั่งการผ่านแอพพลิเคชั่น โดยใช้ 4 CH Tuya Switch, Wifi Switch ในการับคำสั่งและทำตามและหยุดเมื่อไปสุดโต๊ะโดยใช้ Limit switch ในการตัดวงจรหยุดการทำงาน

2) ให้ตัวเครื่องเคลื่อนที่ไปทางซ้ายโดยการสั่งการผ่าน Application และหยุดเมื่อไปถึงสุดโต๊ะ การเดินนั้นพิจารณาเลือกใช้ล้อระหว่าง ล้อพลาสติกและล้อยาง ผลการทดลองใช้พบว่า การใช้ล้อยางจะมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้ล้อพลาสติก ควบคุมการเดินด้วยมอเตอร์เกียร์ 2 ตัว กำหนดการเดินโดยการสั่งการผ่านแอพพลิเคชั่นโดยใช้ 4CH Tuya Switch, Wifi Switch ในการรับคำสั่งและทำตาม และหยุดเมื่อไปสุดโต๊ะโดยใช้ Limit switch ในการตัดวงจรหยุดการทำงาน

3) ให้มีชุดขัดเพื่อใช้ในการขัดทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์ ชุดขัดสามารถหมุนขัดและหยุดหมุนเมื่อไปถึงสุดโต๊ะ การขัดนั้นพิจารณา

เลือกใช้ระหว่าง แปรงขัดแบบอ่อนและแบบแข็ง ผลการทดลองใช้พบว่าการใช้แปรงขัดแบบแข็งจะมีความเหมาะสมกว่าการใช้แปรงขัดแบบอ่อน ควบคุมการทำงานโดยการเปิดสวิตช์ และหยุดทำงานโดยการใช้ Limit switch ในการตัดต่อวงจร ด้วยการต่ออนุกรม Limit switch ในการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและทางขวา

ออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงและสามารถแก้ปัญหาได้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบให้มีน้ำหนักที่เบา ทำให้ง่ายต่อการขนย้าย ออกแบบให้รับกับแผงโซล่าเซลล์ได้อย่างพอดี

3.3.1.2 การออกแบบวงจร

ในการออกแบบวงจรควบคุมได้วางแผนออกแบบกลไก ให้มีความสามารถดังนี้

1) ให้สามารถสั่งการผ่าน Application ได้ การสั่งการนั้น พิจารณาเลือกระหว่างโมดูล Microcontrollerและ 4CH Tuya Switch ,Wifi Switch ผลการทดลองใช้พบว่า การใช้ 4CH Tuya Switch, Wifi Switch จะมีความเหมาะสมกว่าการใช้โมดูล Microcontroller กำหนดให้การทำงานสั่งการผ่าน Application

2) ให้หยุดการทำงานเองเมื่อตัวเครื่องทำงานเดินไปถึงสุดโต๊ะ การตัดวงจรหยุดการทำงาน พิจารณาเลือกใช้ Limit switch การตัดวงจรหยุดการทำงานเนื่องจาก Limit switch นั้นเหมาะสมที่สุดแล้ว

3) ให้สามารถทำงานเดิน ไป-กลับ ได้ โดยการสั่งการผ่าน Application การไปกลับสามารถสั่งการผ่าน Application ได้เลยโดยไม่ต้องอยู่ใกล้เครื่อง

4) สามารถสั่งการให้แปรงขัดทำงานและหยุดเองได้เมื่อตัวเครื่องทำงานเดินไปถึงสุดโต๊ะ ในการสั่งการใช้สวิตช์โยก 2 ทางในการเปิดระบบและจะเริ่มทำงานเมื่อตัวเครื่องเริ่มทำงาน และจะหยุดทางงานเองเมื่อตัวเครื่องทำงานเดินไปถึงสุดโต๊ะ ตัดวงจรโดยการต่ออนุกรม Limit switch ในฝั่งซ้ายและขวา และทำงานเมื่อ Limit switch ทั้งสองอยู่ในสถานะ NC ออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน ของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบให้สามารถ ควบคุมได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมผ่าน Application ได้สามารถควบได้ในระยะที่ไม่มีกำหนด

3.3.1.3 ออกแบบการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ

เพื่อให้สอดคล้องกับตัวเครื่องและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้เลือกการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.4 วัสดุอุปกรณ์

3.4.1 วัสดุอุปกรณ์สำหรับโครงสร้างตัวเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.4.2 วัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดขัดล้างของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.4.3 วัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดน้ำฉีดล้างของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.4.4 วัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดขับเคลื่อนและประคองของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.4.5 วัสดุอุปกรณ์สำหรับชุดระบบควบคุมการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.5 ขั้นตอนการประกอบ ดำเนินการประกกอบตัวเครื่อง ตามรูปขั้นตอนการประกอบตัวโครงสร้าง

3.6 การทดสอบ การทดสอบการใช้งานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เมื่อประกอบตัวเครื่องเสร็จเรียบร้อยก่อนนำไปใช้งานเพื่อหาประสิทธิภาพ ได้ดำเนินการตรวจสอบการทำงานของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ดังนี้

3.6.1 ตรวจสอบการทำงานในการเดิน

3.6.2 ตรวจสอบความเร็วของตัวเครื่อง

3.6.3 ตรวจสอบสมรรถภาพในการล้างของเครื่อง

3.6.4 ตรวจวัดหาระยะเวลาที่เครื่องสามารถทำงานได้

3.6.5 ตรวจสอบการใช้จำนวนคนและค่าใช้จ่ายในการล้างแผงโซล่าเซลล์

3.7 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application พิจารณาจากความ สามารถในการรับส่งข้อมูลในระบบ การตอบสนองการทำงานของระบบ การเดินของตัวเครื่องและการตัดระบบของตัวตัดระบบ การขัดล้างของชุดขัดล้าง การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการดังนี้

3.7.1 เครื่องเดินไปทางขวาเมื่อกดสั่งการและเดินกลับเมื่อสั่งการให้เดินกลับ มีขั้นตอนดังนี้

3.7.1.1 จัดวางเครื่องในตำแหน่งที่ต้องการทำการปรับล็อคให้ได้ในตำแหน่งที่ต้องการ

3.7.1.2 เปิดสวิตซ์การทำงานตรวจสอบปริมาณแบตเตอรี่และ Limit switch

3.7.1.3 เปิด Wifi ให้กับบอร์ดเพื่อให้บอร์ดเชื่อมต่อกับเครือข่าย Application

3.7.1.4 ทำการเชื่อมต่อบอร์ดกับโทรศัพท์ผ่านแอพพลิเคชั่น

3.7.1.5 สั่งการผ่านโทรศัพท์สังเกตการเคลื่อนที่จนหยุดนิ่ง

3.7.1.6 สั่งการให้เครื่องเดินกลับสังเกตการเคลื่อนที่จนหยุดนิ่ง

3.7.1.7 ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.7.1.1-3.7.1.6 อีกจำนวน 2 ครั้ง แล้วบันทึกผล

3.7.2 เวลาที่ใช้ในการล้างแผงโซลาเซลล์เทียบการใช้แรงงานคน

3.7.2.1 เปิดเครื่องทำงานปกติ

3.7.2.2 สั่งการให้เครื่องทำงาน

3.7.2.3 จับเวลาในการทำงานจนกว่าเครื่องจะหยุด บันทึกผลในตาราง

3.7.2.4 ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.7.2.1-3.7.2.3 อีกจำนวน 2 ครั้ง แล้วบันทึกผล

3.7.3 ในการทำงานล้างแผงโซล่าเซลล์ของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างโดยคนล้าง มีการเปลี่ยนแปลงของการผลิตไฟฟ้าต่างกันมากน้อยเพียงใด

3.7.3.1 วัดแรงดันไฟฟ้าแผงโซล่าเซลล์ก่อนทการล้างแผงโซล่าเซลล์

3.7.3.2 ทำการล้างแผงโซล่าเซลล์ด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

3.7.3.3 เก็บข้อมูลบันทึกผล

3.7.3.4 วัดแรงดันไฟฟ้าแผงโซล่าเซลล์ก่อนทำการล้างแผงโซล่าเซลล์

3.7.3.5 ทำการล้างแผงโซล่าเซลล์ด้วยการใช้กำลังคนล้าง

3.7.3.6 เก็บข้อมูลบันทึกผลนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบกัน

3.7.3.7 ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.7.3.1-3.7.3.6 อีกจำนวน 2 ครั้ง แล้วบันทึกผล

3.7.4 ระยะเวลาการเก็บประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

3.7.4.1 เปิดเครื่องทำงานปกติ

3.7.4.2 สั่งการให้เครื่องทำงาน

3.7.4.3 จับเวลาตั้งแต่เครื่องเริ่มเปิดสวิตซ์จนเครื่องแบตเตอรี่หมด บันทึกผล

3.7.4.4 ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.7.4.1-3.7.4.3 อีกจำนวน 2 ครั้ง แล้วบันทึกผล

3.7.5 ในการล้างแผงโซล่าเซลล์ระหว่างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างแผงโซล่าเซลล์ด้วยการใช้กำลังคน มีการใช้กำลังคนและค่าแรงแตกต่างกันมากแค่ไหน

3.7.5.1 ทำการล้างแผงโซล่าเซลล์ในจำนวนวันที่กำหนดด้วยการล้างด้วยการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application โดยการใช้กำลังคน 2 คน คำนวณค่าแรงที่ใช้

3.7.5.2 เก็บข้อมูลบันทึกผล

3.7.5.3 ทำการล้างแผงโซล่าเซลล์ในจำนวนวันที่กำหนดด้วยการล้างด้วยการใช้กำลังคนในการล้างโดยการใช้กำลังคน 4 คน คำนวณค่าแรงที่ใช้

3.7.5.4 เก็บข้อมูลบันทึกผล

3.7.5.5 นำข้อมูลทั้งสองค่ามาทำการคำนวณเปรียบเทียบ บันทึกผล

4. ผลการทดลอง

จากการดำเนินการออกแบบสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application และทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพซึ่งได้นำเสนอผลการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

จากผลการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่นได้ สามารถเดินทำงานและหยุดเองได้และสามารถเดินกลับและหยุดเองได้ สามารถขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ได้ โดยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ที่สร้างขึ้นมาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนตัวเครื่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีช่องเป็นสี่ผืนผ้าตรงกลางกว้าง 18 cm และเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าของทั้งสองด้านกว้าง 7 cm ชิ้นงานมีความกว้างทั้งหมด 40 cm ยาว 124 cm และมีช่องสำหรับติดตั้งมอเตอร์และล้อประคองที่สามารถปรับระดับความแน่นของการหนีบแผงได้ยาว 17 cm เพื่อใช้ติดตั้งมอเตอร์และล้อประคองเช่นกัน ซึ่งไม่สามารถปรับระดับได้ ยาว 22 cm

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้ในการติดตั้งชุดควบคุมและมอเตอร์ในการ ขับชุดขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ ประกอบด้วยส่วนรองรับกล่องเก็บอุปกรณ์ต่างมีฐานกว้าง 10 cm สูง 20 cm มีลักษณะเป็นรูปตัวทีมีปีก กว้าง 17 cm และปีกยาว 5 cm มีจำนวนสองตัวติดตั้งกับชุดโครงเพื่อใช้รองรับกล่องเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ และส่วนที่เป็นส่วนรองรับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับชุดตัวขัดล้างแผงโซล่าเซลล์มีฐานกว้าง 7 cm สูง 22 cm กว้าง 30 cm มีลักษณะเป็นเหมือนตัวยู

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้ขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ประกอบด้วยเพลาขนาด ½” ยาว 150 cm ติดตั้งแปรงขัดตามเพลาเพื่อใช้ในการขัดล้างแผงโซล่าเซลล์รองรับโดยแบริ่งซัพพอร์ทเพลาขนาด ½” และขับเคลื่อนโดยชุดสเตอร์ขนาด 14-28 เพื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนขัดล้าง ดังรูปที่ 2-4

รูปที่ 2 เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

รูปที่ 3 เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

รูปที่ 4 เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

4.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

4.2.1 เวลาที่ใช้ในการล้างแผงโซลาเซลล์เทียบการใช้แรงงานคน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพความเร็วและการใช้กำลังคน ของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างแบบใช้กำลังคน

เวลา (วินาที)	จำนวนที่เครื่องล้างได้ (แผ่น)	ต้องใช้แรงงานคน (คน)
40	1	2
80	2	4
120	3	6
160	4	8
200	5	10

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application นั้นสามารถทำการล้างแผงโซล่าเซลล์หนึ่งแผ่นได้ในเวลา 40 วินาที แต่ถ้าหากใช้กำลังคนในการล้าง และจะล้างให้เสร็จในเวลา 40 วินาที จะต้องใช้กำลังคนถึง 2 คน จะเห็นได้ว่าจะต้องใช้กำลังคนเป็นสองเท่า ของจำนวนแผ่นที่จะล้าง หากจะล้างให้ได้เร็วเท่ากับเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application

4.2.2 ในการล้างแผงโซล่าเซลล์หนึ่งรอบนั้นมีการใช้กำลังคนที่มาก และสิ้นเปลืองต้นทุนเป็นอย่างมาก แต่ถ้าหากใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application จะช่วยลดกำลังคนและลดต้นทุนได้ถึง 50% หากเปรียบเทียบกับการล้างแผงโซล่าเซลล์แบบใช้กำลังคน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการใช้กำลังคนและต้นทุนในการล้างแผงโซล่าเซลล์และประสิทธิภาพในการล้างแผงโซล่าเซลล์กำหนดให้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ใช้แรงงาน 2 และ 4 คน

เวลา (วัน)	จำนวนแผ่นที่เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ล้างได้ (แผ่น)	จำนวนแผ่นที่ล้างได้ในการใช้กำลังคนล้าง (แผ่น)	ความแตกต่างจำนวนแผ่นระหว่างการล้างด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์กับการใช้กำลังคนล้าง
1	720	360	360
14	5,040	2,520	2,520
30	21,600	10,800	10,800

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า ระหว่างการเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ล้างกับการใช้กำลังคนล้าง จะมีความแตกต่างกันดังนี้ การใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ในเวลา 1 วันเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application จะล้างได้จำนวน 720 แผ่น การใช้กำลังคนล้างในเวลา 1 วัน จะล้างได้จำนวน 360 แผ่น จะมีความแตกต่างกัน 720-360=360 แผ่น จากผลการคำนวณจะ พบว่าเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application นั้นมีความสามารถล้างแผงโซล่าเซลล์ได้มากกว่าการใช้กำลังคนล้างถึง 2 เท่า

4.2.3 การเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ที่ล้างด้วยแรงงานคนกับการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการล้างแผงโซล่าเซลล์ ระหว่างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างแผงโซล่าเซลล์แบบการใช้กำลังคน

กำลังของแผงโซล่าเซลล์ (W)	โวลต์ก่อนล้าง (V)	โวลต์หลังล้างด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ ผ่าน Application (V)	โวลต์หลังล้างด้วยการใช้คนล้าง (V)	ผลต่างของแรงดันไฟฟ้า (V)
150	18.52	18.892	19.1	0.208
250	27.09	27.692	27.90	0.211
350	33.78	34.462	34.8	0.338
400	37.62	38.372	38.75	0.378

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าในการล้างแผงโซล่าเซลล์ด้วยการใช้กำลังคนจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ได้มากกว่า การใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application จะมีผลต่างกันประมาณ 1% ตามการคำนวณดังนี้ โวลต์ก่อนล้างของแผงโซล่าเซลล์ขนาด 150 W จะมีแรงดันอยู่ที่ 18.522 V หลังการล้างด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application จะมีแรงดันอยู่ที่ 18.892 V 18.522+2%=18.892 V จะเห็นได้ว่ามีแรงดันเพิ่มขึ้นจำนวน 2% และการใช้กำลังคนล้าง ค่าแรงดันก่อนล้างอยู่ที่ 18.522 V หลังจากการล้างด้วยกำลังคนแรงดันจะอยู่ที่ 19.10 V 18.522+3%=19.10 V จะเห็นได้ว่ามีแรงดันเพิ่มขึ้นจำนวน 3% จะเห็นได้ว่าระหว่างการล้างด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างด้วยการใช้กำลังคน จะมีความแตกต่างกันอยู่ที่ 1% หากเปรียบเทียบระยะเวลาในการล้าง เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application มีประสิทธิภาพสูงกว่า

4.2.4 ระยะเวลาการใช้ของแผงโซล่าเซลล์ที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ที่สร้างขึ้น แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่ เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application สามารถทำงานได้

จำนวนแบตเตอรี่ 12 V 5 Ah (ลูก)	กระแสไฟฟ้าที่ได้หลังจากการต่ออนุกรมแบตเตอรี่ (A)	เวลาที่เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application สามารถทำงานได้ (ชั่วโมง)
1	5	1.5
2	10	3
3	15	4.5
4	20	6

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า แบตเตอรี่ 12 V 5 Ah นั้นสามารถทำงานได้ถึง 1.5 ชั่วโมง หากต้องการให้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ทำงานได้ครึ่งวันจำเป็นต้องทำการต่อขนานแบตเตอรี่จำนวน 3 ลูก แต่ถ้าหากต้องการให้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ทำงานได้ทั้งวันจำเป็นต้องทำการต่อขนานแบตเตอรี่จำนวน 6 ลูก มีความคุ้มค่าในระยะยาวเนื่องจากแบตเตอรี่สามารถอัดประจุไฟฟ้าและเอานำมาใช้ได้

4.2.5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการล้างแผงโซล่าเซลล์กับแรงงานคน แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการล้างแผงโซล่าเซลล์กับแรงงานคน

เวลาที่กำหนด (วัน)	ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ล้าง (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการใช้กำลังคนล้าง (บาท)	ผลต่างค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ล้างกับการใช้กำลังคนล้าง (บาท)
1	700	1,400	700
14	4,900	9,800	4,900
30	21,000	42,000	21,00

จากตารางที่ 5 พบว่า ระหว่างการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application กับการล้างด้วยการใช้กำลังคนมีความแตกต่างกันดังนี้ การใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ล้างในระยะเวลา 1 วัน จะใช้ค่าใช้จ่ายเป็นเงินจำนวน 700 บาท การใช้กำลังคนล้างในเวลา 1 วัน จะใช้ค่าใช้จ่ายเป็นเงินจำนวน 1,400 บาท 1,400-700=700 บาท จากการคำนวณจะเห็นได้ว่าเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการล้างแผงโซล่าเซลล์ได้ถึง 50% หากเปรียบเทียบกับการล้างแผงโซล่าเซลล์โดยการใช้กำลังคนล้าง และหากเปรียบเทียบจำนวนแผ่นโซล่าเซลล์ที่สามารถล้างได้จากการล้างทั้งสองวิธีจากตารางที่ 2 แล้วจะเห็นได้ชัดว่า ในระยะเวลาเดียวกันในการล้างโดยใช้กำลังมากกว่าสองคนแต่สามารถล้างได้น้อยกว่าการล้างแผงโซล่าเซลล์โดยการใช้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ถึง 2 เท่า หากเปรียบเทียบแล้วเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application มีประสิทธิภาพกว่าการล้างด้วยแรงงานจากคน

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินออกแบบและสร้างพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ซึ่งได้ดำเนินการสร้างและทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องซึ่งมีข้อสรุปและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผล

จากผลการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่น โดยสามารถเคลื่อนที่พร้อมทั้งล้างแผงโซลาร์เซลล์ไปกลับระหว่างแผงที่ล้าง และหยุดการทำงานเองได้ ตัวเครื่องระกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนตัวเครื่องมีลักษณะแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ขนาด 40 cm x 124 cm ส่วนที่ 2 ใช้ในการติดตั้งชุดควบคุมและมอเตอร์ในการขับชุดขัดล้าง แผงโซล่าเซลล์ประกอบด้วยส่วนรองรับบล็อกเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ มีฐานกว้าง 10 cm สูง 20 cm มีลักษณะเป็นรูปตัวทีมีปีก กว้าง 17 cm และปีกยาว 5 cm มีจำนวนสองตัวติดตั้งกับชุดโครงเพื่อใช้รองรับกล่องเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนที่สองเป็นส่วนรองรับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับชุดตัวขัดล้างแผงโซล่าเซลล์มีฐานกว้าง 7 cm สูง 22 cm กว้าง 30 cm มีลักษณะเป็นเหมือนตัวยูมีเท้าซึ่งตัวรองรับมีความแข็งแรงและสามารถรองรับอุปกรณ์ได้ และส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้ขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ประกอบด้วยเพลาขนาด ½” ยาว 150 cm ติดตั้งแปรงขัดตามเพลาเพื่อใช้ในการขัดล้างแผงโซล่าเซลล์รองรับโดยแบริ่งซัพพอร์ทเพลา ขนาด ½” และขับเคลื่อนโดยชุดสเตอร์เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 14-28 cm เพื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนขัดล้าง เมื่อนำไปทดลองใช้งาน พบว่า เครื่องล้างแผงโซลล่าเซลล์ผ่าน Application ที่สร้างขึ้นนั้นสามารถตามที่ได้ออกแบบไว้ได้ โดยในการล้าง 1 แผ่นใช้เวลา 40 วินาที เทียบได้กับการใช้แรงงานจากคน จำนวน 2 คน คิดเป็นค่าจ้างเท่ากับ 1,400 บาท และในเวลา 1 วัน สามารถล้างได้จำนวน 720 แผ่น เทียบได้กับการใช้แรงงานจากคนล้างได้เพียง 360 แผ่น จะเห็นได้ว่าเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์

ผ่าน Application มีประสิทธิภาพกว่าการล้างด้วยแรงงานจากคน

5.2 อภิปรายผล

จากการออกแบบสร้างเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่นได้ สามารถเดินทำงานและหยุดเองได้ และสามารถเดินกลับและหยุดเองได้ สามารถขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ได้ โดยเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application นั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำการขัดล้างแผงโซล่าเซลล์ให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้จริง สามารถลดการใช้กำลังคนในการล้าง แผงโซล่าเซลล์ได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพสูงสามารถล้างแผงโซล่าเซลล์ ได้เป็นจำนวนที่น่าพึงพอใจเป็นอย่างมาก สามารถลดต้นทุนในการล้างแผงโซล่าเซลล์ได้เป็นอย่างมาก มีความปลอดภัยในการใช้งานและ การปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก สามารถพัฒนานำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ทั้งเพื่อเป็นการค้าหาผลกำไร และการประกอบเป็นอาชีพได้ สอดคล้องกับเทิดศักดิ์ อินทโชติ และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ จากสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บ้านเด่นไม้ซุง อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เพื่อศึกษารวบรวมข้อมูลทางเทคนิคการผลิตพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บ้านเด่นไม้ซุง มีขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 60 $\mathbf{kWp}$ และขนาด แรงดัน 260 $\mathbf{V\ DC}$ ซึ่งประกอบด้วยแผงเซลล์ จำนวน 1,024 แผง มีแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงาน จำนวน 496 ลูก หมู่บ้านเด่นไม้ซุงมีประชากร จำนวน 961 คน 254 ครัวเรือน มีการใช้ไฟฟ้าประมาณ 70.9% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมู่บ้าน การใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดปีประมาณ 47,275.1 $\mathbf{kWh}$ อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ คือ หลอดไฟฟ้า ในแต่ละวันมีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ประมาณ 16 $\mathbf{kW}$ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าได้ปีละ 62,681.7 $\mathbf{kWh}$ ซึ่งผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดในเดือนมีนาคม มีค่าประมาณ 233.93 $\mathbf{kWh}$/day และผลิตได้ต่ำสุดประมาณ 129.30 $\mathbf{kWh}$/day ในเดือนตุลาคม และสอดคล้องกับ เจนวิทย์ สุวรรณโชติและคณะ [7] ได้ทำการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของระบบสูบน้ำ ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร ลักษณะของระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ของบริษัท Solar ARCO ขนาด 47 $\mathbf{Wp}$ จำนวน 15 แผงต่อแบบอนุกรม 3 แผง และขนานกัน 5 ชุด ชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำของบริษัท Mc Donald โมเดล 150307 DSU สายไฟขนาด 25 $\mathbf{m^2}$ ความยาว 306 $\mathbf{m}$ ท่อน้ำชนิด PVC เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2 นิ้ว ความยาว 260 $\mathbf{m}$ และถังพักน้ำขนาด 24 ลิตร ผลการทดสอบระบบภาคนามระยะสั้น พบว่า ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบเท่ากับ 1.7 % ของชุดมอเตอร์/ปั๊มน้ำ เท่ากับ 24 % และของแผงเซลล์เท่ากับ 8 % ระบบมีอัตราการสูบน้ำสูงสุดเท่ากับ 2.4 $\mathbf{m^2/h}$ กระแสไฟฟ้าสูงสุด 11.5 $\mathbf{A}$ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 35 $\mathbf{V}$ กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 400 $\mathbf{W}$ และค่ารังสีแสงอาทิตย์วิกฤตเท่ากับ 400 $\mathbf{W/m^2}$ กระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์ จะมีรูปแบบไม่แน่นอนที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์น้อยกว่า 300 $\mathbf{W/m^2}$ เนื่องจากอยู่ในสภาวะที่มอเตอร์ทำงาน และหยุดทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับ บัญชา สวัสดิ์ทรัพย์ [9] แต่ที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มากกว่า 400 $\mathbf{W/m^2}$แรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบรวม และระบบย่อยของระบบอยู่ที่ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 750 $\mathbf{W/m^2}$ ผลการทดสอบระบบภาคสนามในระยะยาว พบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์เฉลี่ยรายวันเท่ากับ 4.46 $\mathbf{kWh/m^2 - day}$

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรศึกษาพัฒนาต่อยอดโดยให้สามารถแจ้งเตือนหลังการเดินไปสุดโต๊ะ

5.3.2 ควรศึกษาพัฒนาต่อยอดให้สามารถอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ด้วยโซล่าเซลล์ให้สามารถทำงานได้นานเพิ่มขึ้น

5.3.3 ควรศึกษาพัฒนาต่อยอดโดยให้สามารถรีดน้ำออกได้เพื่อลดปัญหาคราบน้ำ

5.3.4 ควรศึกษาพัฒนาต่อยอดให้สามารถนำมาใช้กับร่วมอุปกรณ์อื่นได้

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้เครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ผ่าน Application ที่สามารถนำมาใช้ในงานล้างแผงโซล่าเซลล์ได้และสามารถพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

6.2 สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในการล้างแผงโซล่าเซลล์ได้

6.3 ประหยัดเวลาแรงงานและงบประมาณในการล้างแผงโซล่าเซลล์

6.4 ปลอดภัยในการล้างแผงโซล่าเซลล์

6.5 เป็นพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนาเครื่องล้างแผงโซล่าเซลล์ในแบบอื่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กุลวรีย์ บูรณสัจจะ วราพรและคณะวิชาการ, รายงานสถานภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย. สำนักงานพลังงานแสงอาทิตย์กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงานกระทรวง, พ.ศ. 2563,หน้า 9.

[2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย,โครงการสาธิตระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้านระยะที่ 1, พ.ศ. 2563, หน้า 116-118.

[3] บริษัท กันกุล ชูบุ พาวเวอร์เจน จำกัด และบริษัทกันกุลเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน), พลังงานแสงอาทิตย์ (โซล่าฟาร์ม), พ.ศ. 2563, หน้า 1. [4] บริษัท ไทยชูการ์เทอมินอล จำกัด (มหาชน), พลังงานแสงอาทิตย์ (โซล่ารูฟ), พ.ศ.2563, หน้า 15-18.

[5] บริษัทบางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัทบางจากเอนเนอร์ยี, พลังงานแสงอาทิตย์,พ.ศ.2563, หน้า 69-73.

[6] เทิดศักดิ์ อินทโชติ และคณะ, หุ่นยนต์ทำความสะอาดแผงโซล่าเซลล์, การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม ครั้งที่ 2 19 ตุลาคม 2562, หน้า 308.

[7] เจนวิทย์ สุวรรณโชติและคณะ, โครงการพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบสำหรับทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบบนหลังคา, ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ.2562. หน้า ค.

[8] พรหมพักตร์ บุญรักษา, การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี, พ.ศ.2562, หน้า 4.

[9] บัญชา สวัสดิ์ทรัพย์ และคณะ, “ชุดโหลดชิ้นงานเข้าระบบอัตโนมัติ”, วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา, ปีที่ 4, พ.ศ.2563, หน้า 64-68.