O-CP15

การออกแบบ และใช้งานพลังงานทดแทนเพื่อใช้งานโหลดกระแสตรงและสลับร่วมกัน

Design and Use Renewable Energy for DC and AC Load

รุ่งเพชร ก่องนอก[1]* ดุสิต อุทิศสุนทร[2] สุทธินันท์ ต้นโพธิ์[1] และรุ่งเรือง วังไธสง[1]

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา E-mail: krungphet@gmail.com
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาราชภัฏบุรีรัมย์ E-mail: dusit.sut@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ เสนอการออกแบบการใช้พลังงานทดแทนสำหรับใช้งานโหลดไฟฟ้าร่วมกันระหว่างกระแสตรงและกระแสสลับ เพื่อให้การใช้งาน และกำลังสูญเสียจากการเปลี่ยนพลังงาน ค่าใช้จ่ายการติดตั้ง โซล่าเซลล์อย่างเหมาะสม โดยใช้พลังงานพื้นฐานเดิม เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนไฟฟ้าที่อำนวยสะดวกใช้พลังงานกระแสสลับ ซึ่งจะช่วยให้ลดค่าใช้จ่าย และค่าความสูญเสียจากอินเวอร์เตอร์ลงได้ และหากอินเวอร์เตอร์ชำรุดระบบไฟฟ้าที่จำเป็นที่ใช้งานยังสามารถทำงานต่อไปได้ จากการทดสอบการใช้งานโซล่าเซลล์แบบติดตั้งเดี่ยว โหลดรวม 640 วัตต์ ช่วงการใช้งานสูงสุดที่เวลา 19.00 - 22.00 น. ใช้กำลังสูงสุด 230 วัตต์ กำลังไฟฟ้าใช้งานจริงรวม 580 วัตต์ ใช้แบตเตอร์รี่ 125 แอมแปร์ - ชั่วโมง 4 ลูก อินเวอร์เตอร์แบบคลื่นซายด์สมบูรณ์ ขนาด 500 วัตต์ จากการใช้งานใช้อินเวอร์เตอร์มีกำลังวัตต์ที่ต่ำลง ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลดลงด้วย เมื่อทำการทดสอบให้อินเวอร์เตอร์ชำรุด ระบบไฟฟ้าพื้นฐานที่ใช้งานสามารถทำงานได้ตามปกติ ส่วนระบบอำนวยความสะดวกอื่นต้องรอแก้ไขอินเวอร์เตอร์ให้แล้วเสร็จก่อนจึงสามารถทำงานได้

คำสำคัญ: การใช้งานโหลดไฟฟ้าร่วมกัน, กำลังสูญเสียจากการเปลี่ยนพลังงาน

1. บทนำ

การใช้พลังงานในปัจจุบัน เป็นพลังงานที่ได้มาจากการทับถมของซากพืช ซากสัตว์ หรือที่เรียกว่าพลังงานฟอสซิลเป็นหลัก จากสถิติการใช้พลังงานของกระทรวงพลังงาน และพลังงานในภาพรวมของโลก พบว่าพลังงานดังกล่าว จะมีให้ใช้ได้อีกประมาณ 40 ปี เห็นได้ว่า หากมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง จะทำให้อนาคตอันใกล้ พลังงานจากฟอสซิลที่มีอยู่ก็จะลดลง และในที่สุดเราจะไม่มีพลังงานใช้อีกต่อไป ทางออกของปัญหาดังกล่าว จึงน่าจะเป็นการเสาะหาพลังงานทางเลือก หรือพลังงานทดแทน เพื่อช่วยให้สถานการณ์พลังงาน ของประเทศหรือของโลก เป็นไปในแนวทางที่ดีขึ้น พลังงานทางเลือกมีใช้งานอย่างหลากหลาย ประกอบด้วย พลังงานจากลม พลังงานจากน้ำ และพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประเทศไทย เป็นประเทศที่เหมาะสมมากสำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า เพราะในรอบปี ประเทศไทยมีแสงแดดอย่างพอเพียง สำหรับการผลิตไฟฟ้า อีกทั้งค่าการบำรุงรักษาไม่สูงมากนัก

2. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานทดแทนและอุปกรณ์ที่ใช้งาน พลังงานทดแทนถูกคิดค้น วิจัย และพัฒนา เพื่อนำมาแทนพลังงานจากฟอสซิล ที่ใช้แล้วหมดไปหรือทำให้เกิดมลพิษ เพราะเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อมลพิษ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เช่น พลังงานแสงอาทิตย์(โซล่าเซลล์) กังหันลม บ่อชีวมวล ฯลฯ ซึ่งเป็นพลังงานที่มีอยู่ตามธรรมชาติ สามารถมีทดแทนได้อย่างไม่จำกัด พลังงานเหล่านี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การนำซิลิกอนราคาถูก มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำเป็นแผ่นบางที่เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซล่าเซลล์ รับแสงตกกระทบแผ่นเซลล์แล้วเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเป็นต้น

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานของแสงและพลังงานของความร้อนที่แผ่รังสีมาจาก พลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ พลังงานที่เกิดจากแสงและพลังงานที่เกิดจากความร้อน

1. พลังงานที่เกิดจากแสง รูปแบบการนำพลังงานของแสงอาทิตย์มาใช้งานแบ่งอย่างกว้างๆ เป็น 2 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับวิธีการในการจับพลังงานแสง การแปรรูปให้เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง และการแจกจ่ายพลังงานที่ได้ใหม่ นั้นรูปแบบแรกเรียกว่า เป็นการใช้วิธีการของโฟโตโวลต้าอิคส์

2. พลังงานที่เกิดจากความร้อน หรือเรียกว่า solar thermal เป็นการเปลี่ยนพลังงานของแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนโดยตรงอีกรูปแบบหนึ่งก็คือ พาสซีฟโซลาร์ เป็นวิธีการใช้ประโยชน์ทางอ้อม

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดนั้น ต้องวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทยมีการวิจัยและการทดลองจากหลายหน่วยงาน พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมเอียงสำหรับประเทศไทยคือ มุม 15 องศา หันทางทิศใต้

2.2 ความสำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ (หรือแสงจากหลอดไฟ) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ได้โดยตรง เมื่อแสงตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะผลิตไฟฟ้าได้ทันที ไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าสะอาดและไม่สร้างมลภาวะเป็นพิษขณะใช้งาน ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ทำการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ไว้กลางแดดก็สามารถใช้งานได้ การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สร้างเสียง หรือมีส่วนเคลื่อนไหวรบกวน และไม่เคยมีการคัดค้านการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากทำงานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เท่านั้น พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มนุษย์ได้มาฟรีและไม่สิ้นสุด อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ยาวนานกว่า 20 ปี ดังนั้นเมื่อลงทุนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เราก็จะเสียค่าใช้จ่ายเพียงส่วนนี้เท่านั้น

2.3 การเปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า รังสีของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยอนุภาคของพลังงานที่เรียกว่า "โฟตอน"(Photon) โดยโฟตอนจะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำของเซลล์แสงอาทิตย์ จนอยู่ในสถานะ Excited State เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากโฟตอนแล้วจะกระโดดออกมาจากอะตอม เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ขั้วไฟฟ้า (Electrode) ที่อิเล็กตรอนมารวมกัน และเคลื่อนที่ผ่านเรียกว่า "ขั้วลบ" และขั้วที่อยู่ตรงข้ามจะเรียกว่า "ขั้วบวก" เมื่อขั้วทั้ง 2 ถูกต่อคั่นด้วยหลอดไฟฟ้าก็จะทำให้มี

แสงสว่างเกิดขึ้น สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันคือสารซิลิคอน เพราะมีราคาต่ำ หาได้ง่ายในธรรมชาติ ซึ่งมีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ หรือการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์ เป็นต้น

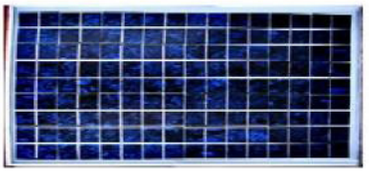
2.4 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบ หรือคำนวณจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ ประกอบด้วย ความเข้มของแสง และอุณหภูมิโดยรอบพื้นที่

2.5 ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ

1. คริสตัลซิลิกอนโซล่าเซลล์ (Mono crystalline Silicon) หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) สร้างจากแผ่นซิลิกอนที่แข็งและบาง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม แผ่นกลม ครึ่งวงกลม ฯลฯ ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต พื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์ มีหลายขนาด เช่น 60,100,160 ตารางเซนติเมตร หนา 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพ 14-17% เนื่องจากทำมาจากซิลิกอนผลึกเดี่ยว ซึ่งมีขบวนการผลิตที่ยุ่งยากกว่าซิลิกอนแบบผลึกรวม จึงมีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนชนิดอื่น อายุการใช้งานประมาณ 30 ปี

รูปที่ 1 โซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลซิลิกอน

2.โพลี่คริสตัลซิลิกอน (Poly crystalline Silicon) หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก ลักษณะเป็นแผ่นแข็งเช่นเดียวกันกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนผลึกเดี่ยว ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยวเล็กน้อยคือประมาณ 13-15% เนื่องจากเกิดการสูญเสียพลังงานที่รอยต่อของผลึกแต่ละผลึก แต่ราคาก็จะถูกกว่าแบบผลึกเดี่ยว เพราะกรรมวิธีในการผลิตจะไม่ซับซ้อนเท่ากับแบบผลึกเดี่ยว มีอายุการใช้งานโดยประมาณ 25 ปี



รูปที่ 2 โซล่าเซลล์แบบโพลี่คริสตัลซิลิกอน

3. เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอน (Amorphous Silicon Solar Cell) มีลักษณะเป็นฟิล์มบาง หนาประมาณ 0.5 ไมโครมิลลิเมตร ทำให้ประหยัดเนื้อที่ และไม่สิ้นเปลืองวัสดุสามารถนำไปติดบนแผ่นฟิล์มพลาสติกหรือกระจกได้ กระบวนการผลิตยังไม่ยุ่งยาก และไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงอีกด้วย ประสิทธิภาพต่ำประมาณ 5-7% เท่านั้น และอายุการใช้งานยังสั้นกว่าซิลิกอนแบบผลึกอีกด้วยเหมาะกับการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ เป็นต้น มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี

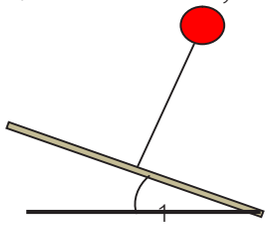
รูปที่ 3 โซล่าเซลล์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอน

2.6 ตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทย การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดนั้น ต้องวางแผง เซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ วิธีที่ดีที่สุดคือใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) โดยติดตั้งบนโครงเหล็กที่มีมอเตอร์ และระบบเซ็นเซอร์ควบคุมให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หันหน้าตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน วิธีนี้จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด แต่ก็เป็นวิธีที่มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน วิธีที่สองคือวางมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับประเทศไทยมีการวิจัย และการทดลองจากหลายหน่วยงาน พบว่าค่าเฉลี่ยของมุมเอียงที่ดีที่สุดของประเทศไทยคือมุม 15 องศา หันหน้าไปทางทิศใต้

1) การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายแผงมาต่อกันทำได้ 2 วิธี ดังนี้

- การต่อแบบอนุกรม การต่อแบบนี้เมื่อต้องการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้ผลิตได้มากกว่าที่จะได้แผงเดียว แต่กระแสไฟฟ้าที่ได้ยังคงเท่ากับที่ได้จากแผงเดียว

- การต่อแบบขนาน การต่อแบบนี้เมื่อต้องการกระแสไฟฟ้าที่มากขึ้น แต่แรงดันไฟฟ้าจะยังคงเท่ากับได้จากแผงเดียว ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า หากต้องการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในเวลากลางคืน จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่เก็บพลังงานไว้ใช้งาน ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอิสระ (Stand-alone solar system) จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไว้ใช้



รูปที่ 4 การวางแผงโซล่าเซลล์สำหรับประเทศไทย

2.7 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยส่วนพื้นฐานที่จำเป็นต้องมีของระบบเดี่ยว ได้แก่ แสงสว่าง และโหลดมอเตอร์ปั๊มน้ำ ซึ่งโหลดทั้งสองเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนโหลดไฟฟ้าที่เป็นระบบรอง ได้แก่ พัดลม เครื่องรับโทรทัศน์ เป็นต้น โดยโหลดภาระทางไฟฟ้าหลัก ประกอบด้วย แสงสว่าง มีกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ จำนวน 3 หลอด (ขณะใช้งานจริง ใช้เพียง 1 - 2 หลอด) และมอเตอร์กระแสตรง 350 วัตต์ จำนวน 1 ตัว และภาระทางไฟฟ้าระบบรอง ประกอบด้วย พัดลมขนาด 16 นิ้ว กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์ 1 ตัว เครื่องรับโทรทัศน์สี ขนาดจอภาพ 14 นิ้ว 60 วัตต์ 1 เครื่อง จากภาระทางไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่นี้ เห็นได้ว่า มีภาระทางไฟฟ้าที่ต้องใช้อินเวอร์เตอร์จริงเพียง 110 วัตต์เท่านั้น ซึ่งหากเดิมใช้โหลดที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับของโหลดไฟฟ้ารวมทั้งหมด 640 วัตต์ ซึ่งจากภาระโหลดที่มีอยู่นำไปใช้คำนวณหาอินเวอร์เตอร์ใช้งานให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

3. วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 แผนการดำเนินงาน การออกแบบ และใช้งานพลังงานทดแทนเพื่อใช้งานโหลดกระแสตรงและสลับร่วมกัน เป็นการประยุกต์ใช้งานโหลดไฟฟ้าทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับเข้าด้วยกัน เพื่อลดค่าการสูญเสียจากการเปลี่ยนถ่ายของระบบ จากไฟฟ้ากระแสตรงที่มีอยู่ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้งาน จึงทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานต่างๆ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานของโครงการ (พ.ศ. 2557)

ลำดับ	การดำเนินงาน	กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาข้อมูล วิธีการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง						↔	↔	↔								
2	ออกแบบระบบโซล่าเซลล์			↔	↔	↔	↔										
3	สร้างระบบโซล่าเซลล์						↔	↔	↔	↔	↔						
4	ทดสอบระบบโซล่าเซลล์									↔	↔	↔	↔	↔	↔		
5	สรุปผลการดำเนินงาน															↔	↔

3.2 การออกแบบ ออกแบบการทำงานของระบบที่จำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการจัดทำโครงการพร้อมกับรู้หลักการทำงานของวัสดุอุปกรณ์แต่ละตัว จึงจะสามารถออกแบบการทำงานของระบบได้ถูกต้องโดยมีรายระเอียดในการออกแบบดังนี้ดังต่อไปนี้

3.2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า การทำงานของระบบจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกานออกแบบพร้อมกับรู้หลักการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ แล้วทำการออกแบบการทำงานของระบบอย่างถูกต้องทราบรายรายระเอียดของโหลดที่จะใช้ออกแบบประกอบด้วย โหลดที่ใช้งานเพื่อการเกษตร และโหลดไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน จากนั้นจึงนำไปสู่ การออกแบบโซล่าเซลล์ ให้เพียงพอกับความต้องการต่อการใช้งาน ซึ่งโหลดที่ใช้ออกแบบประกอบด้วย

ตารางที่ 2 การใช้งานภาระทางไฟฟ้าตามพฤติกรรมการใช้งานจริง

ที่	โหลด	ช่วงเวลาใช้งาน																		
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	5	6	7	8	9	10
1	มอเตอร์กระแสตรง 350 วัตต์						↔													
2	แสงสว่าง 120 วัตต์							↔	↔	↔	↔	↔	↔							
3	พัดลม 12 นิ้ว 50 วัตต์								↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔			
4	โทรทัศน์สี 14 นิ้ว 60 วัตต์								↔	↔	↔	↔	↔				↔	↔		
	กำลังไฟฟ้าใช้งานรวม (วัตต์)						350	120	230				50				60			

จากตารางพฤติกรรมการใช้งาน พบว่ามีการใช้งานไฟฟ้า ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. ซึ่งโหลดสูงสุดที่ใช้ช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าประมาณ 230 วัตต์ โหลดรวมสูงสุด 580 วัตต์ เมื่อทราบค่าแล้วจึงนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการเลือกอินเวอร์เตอร์เพื่อใช้งานให้เพียงพอกับการใช้งาน ต่อไป

การหาค่าความจุของแบตเตอรี่ จากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน เพื่อหาความจุของแบตเตอรี่ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$Q_B = \frac{P_L}{V_b \times \%DOD \times E_{inv}} \quad (1)$$

เมื่อ Q_B = ความจุแบตเตอรี่ (แอมแปร์-ชั่วโมง)

P_L = กำลังวัตต์รวม (วัตต์)

V_B = แรงดันแบตเตอรี่ (โวลต์)

%DOD = ค่าระดับความลึกการคายประจุ (40-60%)

E_{inv} = ค่าประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (0.8-0.9)

ดังนั้น
$$Q_B = \frac{580}{12 \times 0.6 \times 0.85}$$
= 94.77 A-hr

จากค่า Q_B ที่ได้ เลือกใช้แบตเตอรี่ ขนาด 125 A-hr จำนวน 2 ลูก เพื่อให้เพียงพอใช้งานสำหรับโหลดที่มีอยู่ในบ้านพักหลังนี้ ดังนั้นการหาค่าขนาดของแผงโซลาเซลล์ สามารถทำการหาได้จากสูตร

$$PV = \frac{Pl}{(Q \times C \times H \times I)} \times S \quad (2)$$

เมื่อ PV = กำลังวัตต์ของโซลาเซลล์ (วัตต์)

Q = ค่าพลังงานแสงที่ได้รับ/วัน (เฉลี่ย 5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร)

C = ค่าความสูญเสียของเซลล์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.85)

I = ค่าประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (ประมาณ 0.8-0.9)

S = ค่าความเข้มของแสงบนโลก (ประมาณ 1 กิโลวัตต์/ตารางเมตร)

จากสมการที่ 2

$$PV = \frac{580}{(5000 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.85)} \times 1000$$
= 341.18 วัตต์

จากค่าที่ได้ ต้องหาแผงโซล่าเซลล์ที่มีขนาดเท่ากับหรือมากกว่า ค่าที่คำนวณได้มาใช้งาน ดังนั้นสำหรับภาระโหลดที่มีอยู่นี้ ต้องใช้โซล่าเซลล์ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 2 แผง แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ สนใจเรื่องการใช้งานโหลดแบบผสม โดยมีความมุ่งหวังในออกแบบเพื่อให้ลดขนาดอินเวอร์เตอร์ลง ซึ่งสามารถลดได้ทั้งค่าสูญเสียทางไฟฟ้า จากอินเวอร์เตอร์เอง และค่าใช้จ่ายเรื่องค่าอินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้งาน กรอปกับมีแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้งานเดิมอยู่แล้ว จึงใช้ตามขนาดที่มีอยู่เดิม

กำลังไฟฟ้าโซล่าเซลล์ที่มีอยู่เดิม

กำลังไฟฟ้า = 4 แผง × 140 วัตต์ + 2 แผง × 280 วัตต์
= 1,120 วัตต์

แรงดันไฟฟ้า = 40 โวลต์

กระแสไฟฟ้า = กระแสไฟฟ้า 6 แผง
= 2×7 + 4×7.74
= 44.96 แอมแปร์

ใช้เครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่ เครื่องควบคุมการชาร์จต้องมีขนาดกำลังวัตต์ที่ไม่น้อยกว่าแผงโซลาเซลล์ ซึ่งสามารถทำการคำนวณได้จากสูตร

$$C_{Batt} = \frac{PV}{V_{Batt}} \quad (3)$$

เมื่อ C_{Batt} = ขนาดกระแสประจุ (แอมแปร์)

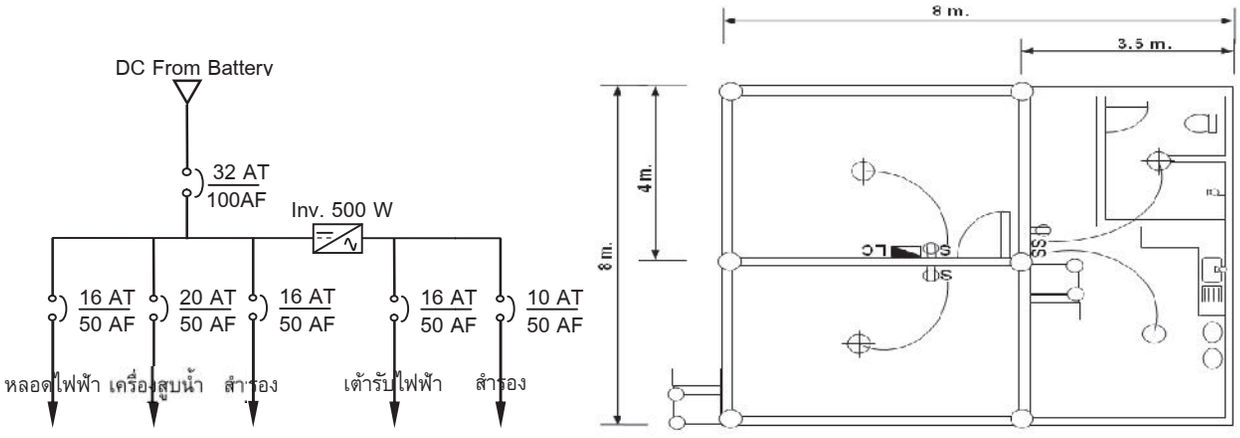
PV = กำลังวัตต์ของโซลาเซลล์ (วัตต์)

V_{Batt} = โวลต์แบตเตอรี่ (โวลต์)

ดังนั้น ค่าความจุแบตเตอรี่เท่ากับ

$$C_{Batt} = \frac{1120}{24}$$
= 46.66 A

เลือกใช้เครื่องประจุแบตเตอรี่ ขนาด 12/24 โวลต์ 50 แอมแปร์



รูปที่ 5 ไดอะแกรมเส้นเดียววงจรไฟฟ้า และตำแหน่งติดตังโหลดในบ้านพัก

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากออกแบบและติดตั้งระบบแล้วเสร็จ คณะได้เก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนประจุเข้าเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ โดยยกตัวอย่างของการทดสอบระบบ ในวันที่ 19 เมษายน 2557 ดังแสดงที่ตารางที่ 3 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.08 $^{\circ}$C แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยจากโซล่าเซลล์ 38.50 V และแรงดันชาร์จเฉลี่ย 24.83 V กระแสชาร์จเฉลี่ย 7.07 A แสดงไว้ในตารางที่ 3

ส่วนที่ใช้งาน ซึ่งทดสอบระบบกับมอเตอร์สูบน้ำ วันที่ 20 เมษายน 2557 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.35 $^{\circ}$C แรงดันไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ 38.50 V และแรงดันแบตเตอรี่ 24.40 V ทำการทดสอบที่โหลดกำลังไฟฟ้าสูงสุด แรงดันโหลดสูงสุด 23.25 V กระแสโหลด 15.85 A มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด 368.51 W ซึ่งระบบสามารถทำงานได้ แสดงค่าการใช้งานในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 พลังงานที่ชาร์จแบตเตอรี่ วันที่ 19 เมษายน 2557

เวลา (นาฬิกา)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	แรงดันไฟฟ้า (V)	แรงดันชาร์จแบตเตอรี่ (โวลต์)	กระแส (แอมป์)	กำลังไฟฟ้า(วัตต์)
07.00	27.9	39	24.6	6.8	167.96
08.00	27.7	39.4	24.7	6.85	169.195
09.00	29.8	39.1	24.7	6.9	171.12
10.00	30.7	39.6	24.8	6.95	173.055
11.00	32.6	40.2	24.9	6.9	171.81
12.00	34.9	38.3	24.9	7.35	183.015
13.00	37.5	38.1	24.9	7.5	187.5
14.00	38.2	36.5	25	7.6	190
15.00	38.5	36.3	25	6.8	167.96

ตารางที่ 4 เวลาใช้งานโหลดกำลังไฟฟ้าสูงสุด วันที่ 20 เมษายน 2557

Time	T ($^{\circ}$C)	V_{Batt}	$V_{(Load)}$	$I_{(Load)}$	$P_{(Load)}$
16.00	32.35	24.4	23.25	15.85	368.51

5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลจากการทดสอบการใช้งานโซล่าเซลล์แบบติดตั้งเดี่ยว โหลดออกแบบรวม 640 วัตต์ ใช้งานสูงสุด 19.00 - 22.00 น. ที่กำลังไฟฟ้า 230 วัตต์ กำลังไฟฟ้าจากใช้งานจริงรวม 580 วัตต์ ใช้แบตเตอร์รี่ 125 แอมแปร์ - ชั่วโมง 4 ลูก อินเวอร์เตอร์แบบคลื่นซายด์สมบูรณ์ ขนาด 500 วัตต์ (หากใช้อินเวอร์เตอร์ทั้งหมด จะใช้อินเวอร์เตอร์ ขนาด 1,000 วัตต์) จากการใช้งานใช้อินเวอร์เตอร์มีกำลังวัตต์ที่ต่ำลง ทำให้ค่าใช้จ่ายสำหรับการซื้ออินเวอร์เตอร์ลดลงด้วย เมื่อทดสอบโดยกำหนดให้อินเวอร์เตอร์ชำรุด (ทำการปิดระบบอินเวอร์เตอร์) ระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้แก่ระบบ แสงสว่างสามารถทำงานได้ตามปกติ ส่วนระบบอำนวยความสะดวกอื่นต้องรอแก้ไขอินเวอร์เตอร์ให้แล้วเสร็จก่อนจึงสามารถทำงานได้

5.2 ปัญหาและการแก้ไข

1. ผู้ใช้งานจะไม่ชินกับระบบเพราะส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับปกติ แก้ไข เมื่อใช้งานไปจะทำให้คุ้นชิน
2. หลอดไฟฟ้ากระแสตรง หาซื้อยากในท้องตลาดทั่วไป แก้ไข ซื้อสำรองไว้เปลี่ยนเมื่อเสีย หรือชำรุด

6. บรรณานุกรม

[1]. นภัทร วัจนเทพินทร์ การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์ด้วยตนเอง
[2]. อดุลย์ กัลยาแก้ว อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2546
[3]. ศิริชัย ลาภาสระน้อย วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[4]. รุ่งเพชร ก่องนอก รุ่งเรือง วังไธสง อัครพล อินทร์หมื่นไวย และดุสิต อุทิศสุนทร การออกแบบและประยุกต์ใช้งานต้นแบบโซล่าเซลล์ในงานเกษตรกรรม การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 26-28 มีนาคม 2557
[5]. สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงานwww.Trainingsiam.com 8 สิงหาคม 2556
[6]. พพ. ยธ. กฟผ. กฟภ. กฟน. สวทช. สอท. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย โรงงานซอเฮง บริษัทบางกอก โซล่าร์ จำกัด จัดทำโดย: สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน เมื่อกุมภาพันธ์ 2553 http://www.dede.go.th สืบค้นวันที่ 16 สิงหาคม 2556
[7]. การประปาส่วนภูมิภาค www.pwa.co.th สืบค้นเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2556
[8]. ปั๊มน้ำกับการใช้งานทางการเกษตร www.mygreengardens.com สืบค้นเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2556
[9]. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ผลงานวิจัย สวทช. สู่เชิงพาณิชย์ ปี 2549-2554. ปทุมธานี : สำนักงานฯ, 2554
http://th.wikipedia.org/wiki/
[10].เซลล์แสงอาทิตย์, องค์ความรู้ (KM) สำนักวิชาการพลังงานภาค 4 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ปี 2555
http://www.kanhasolar.com/index.
[11].ไฟฟฟ้ากระแสตรง , ปี2547 http://www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php
ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm สืบค้นข้อมูลเมื่อ 8 มกราคม พ.ศ.2557
[12].คณะอนุกรรมการพลังงานภาคการขนส่งในคณะกรรมาธิการ พลังงานวุฒิสภา, http://www.aecplastic.com สืบค้นข้อมูลเมื่อ 8 มกราคม พ.ศ. 2557