บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาพัฒนาจักรยานปั่นร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแบบพึ่งพาตนเอง ในพื้นที่โรงเรียนอนุบาลเกาะกูด จังหวัดตราด ในครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวความคิดหลักทางวิศวกรรม ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งสามารถรวบรวมได้ตามลำดับ ดังนี้

ประวัติความเป็นมาโรงเรียนอนุบาลเกาะกูด

โรงเรียนอนุบาลวัดราษฎร์บำรุงครั้งแรกชื่อว่า “โรงเรียนบ้านคลองหินดำ” ตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2506 เปิดทำการสอนครั้งแรกชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นายประจิม วัฒนา อดีตผู้ใหญ่บ้านเป็นผู้ริเริ่มร่วมกันกับผู้ปกครองนักเรียนในท้องถิ่นพร้อมราษฎรบริเวณใกล้เคียงให้ความอุปการะการเรียนการสอนจัดตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการทุกประการ

เปิดทำการสอนครั้งแรกมีผู้ปกครองนำเด็กนักเรียนมาเข้าเรียน และย้ายมาจากโรงเรียนบ้านเกาะไม้ซี้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รวม 26 คน ครูทำการสอน 1 คน อาศัยศาลาการเปรียญเป็นสถานที่เรียนชั่วคราวตลอดมา

วันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ.2506 กระทรวงศึกษาธิการอนุมัติเงิน 30,000 บาท (สามหมื่นบาทถ้วน) สร้างอาคารเรียนขนาด 2 ห้องเรียน มุงสังกะสีกั้นฝารอบแต่งบประมาณยังไม่พอขาดพื้น ประตู และหน้าต่าง โดยได้ติดต่อขอความช่วยเหลือจากนายประจิม วัฒนา เพื่อดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ โดย นางกิมหุน วัฒนา คุณแม่ของนายประจิม วัฒนา เห็นความสำคัญของการศึกษาจึงมอบเงินสนับสนุนจำนวน 10,000 บาท (หนึ่งหมื่นบาทถ้วน) อาคารเรียนจึงแล้วเสร็จแต่ยังขาดฝาประจันห้อง เมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2509 ซึ่งเป็นวันเปิดภาคเรียนปีการศึกษาใหม่ จึงย้ายเข้ามาเรียนในอาคารเรียน

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2511 ได้รับงบประมาณจากกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 20,000 บาท (สองหมื่นบาทถ้วน) เพื่อสร้างบ้านพักครูแบบใต้ถุนสูงจำนวน 2 ห้องนอน

วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519 ได้รับเงินซ่อมแซมอาคารเรียน จากคณะกรรมการสภาตำบล เรียกว่า “เงินพัน” เป็นจำนวน 17,500 บาท (หนึ่งหมื่นเจ็ดพันห้าร้อยบาทถ้วน) เพื่อเปลี่ยนหลังคาสังกะสีเป็นกระเบื้องลอนคู่ และฝาประจันห้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปีการศึกษา 2519 ทางองค์การบริหารส่วนจังหวัด ได้เห็นว่าการเปิดเรียนถึงชั้น ป. 7 ยังขาดอาคารเรียนจึงอนุมัติเงินจำนวน 394,000 บาท สร้างอาคารเรียนแบบ ป.1 ข.4 ห้องเรียนและบ้านพักครู แบบ 2 ห้องนอน ครัว ส้วมอยู่ใต้ถุน จำนวน 2 หลัง

วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ได้รับเงินจัดสรรสร้างส้วม 2 ที่นั่งในวงเงิน 16,000 บาท (หนึ่งหมื่นหกพันบาทถ้วน)

วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ได้รับคำสั่งให้เปลี่ยนชื่อโรงเรียนบ้านคลองหินดำ เป็นโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุง

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ได้รับงบประมาณจากองค์การบริหารส่วนจังหวัดสร้างโรงอาหารแบบ 312 จำนวน 1 หลัง ราคา 170,000 บาท (หนึ่งแสนเจ็ดหมื่นบาทถ้วน)

วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2544 ได้รับงบประมาณจัดสรรสร้างส้วม 2 ที่นั่ง วงเงิน 20,000 บาท (สองหมื่นบาทถ้วน)

วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2544 โรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงได้รับคัดเลือกให้เป็นโรงเรียนเครือข่ายสหวิทยาเขตของโรงเรียนอนุบาลตราด จึงได้เปลี่ยนชื่อจากโรงเรียนวัดราษฎร์บำรุงเป็นโรงเรียนอนุบาลวัดราษฎร์บำรุง

ปีพ.ศ. 2545 นายสุรินทร์ พนมทม ได้บริจาคที่ดิน 15 ไร่เพื่อสร้างโรงเรียนแห่งใหม่ โดยไม่ต้องใช้ที่ดินของวัด สร้างครั้งแรกมีอาคารแบบ สปช. 105/29 ราคา 2,151,800 บาท บ้านพักนักเรียนแบบกรมอาชีวศึกษา ราคา 350,000 บาท ส้วมแบบ สปช. 601/26 ราคา 136,050 บาท และได้ทำการเรียนการสอนในที่แห่งใหม่ในวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2546

ปีการศึกษา 2546 ทางโรงเรียนอนุบาลวัดราษฎร์บำรุง ได้รับการคัดเลือกจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตราด ให้เข้าร่วมโครงการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ โรงเรียนต้นแบบระดับตำบล และเข้าร่วมโครงการ 1 อำเภอ 1 โรงเรียนในฝัน

ปีพ.ศ. 2549 โรงเรียนอนุบาลวัดราษฎร์บำรุงได้ผ่านการประเมินให้เป็นโรงเรียนต้นแบบ 1 อำเภอ 1 โรงเรียนในฝันประจำกิ่งอำเภอเกาะกูด และด้วยความร่วมมือของชาวบ้านหมู่ที่ 1 ต.เกาะกูดสร้างศาลาอเนกประสงค์ประจำหมู่บ้านขึ้นจำนวน 1 หลัง ราคา 250,000 บาท

ปีพ.ศ. 2550 ได้รับคำสั่งให้โรงเรียนอนุบาลวัดราษฎร์บำรุงเปลี่ยนชื่อเป็น **โรงเรียนอนุบาลเกาะกูด**

ปีพ.ศ. 2554 โรงเรียนอนุบาลเกาะกูดได้ผ่านการประเมินคุณภาพภายนอกรอบที่ 3 โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดสอบ O NET สูงสุดเป็นอันดับที่ 3 ของจังหวัดตราด

ปีพ.ศ. 2555 โรงเรียนอนุบาลเกาะกูดได้รับการจัดสรรงบประมาณจากโรงเรียนในฝัน (ธนาคารกรุงไทย) ราคา 280,000 บาท (สองแสนแปดหมื่นบาทถ้วน) เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเป็นห้องสมุด และได้งบจัดสรรบ้านพักครูอีกหลังจำนวนเงิน 454,150 บาท (สี่แสนห้าหมื่นสี่พันหนึ่งร้อยห้าสิบบาทถ้วน)

ปัจจุบันโรงเรียนอนุบาลเกาะกูดตั้งอยู่เลขที่ 130 หมู่ที่ 1 ตำบลเกาะกูด อำเภอเกาะกูด จังหวัดตราด เปิดทำการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวม 8 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 143 คน มีจำนวนครูทั้งหมด 13 คน แบ่งเป็นผู้อำนวยการสถานศึกษา 1 คน ข้าราชครู ค.ศ. 2 จำนวน 1 คน ข้าราชการครู ค.ศ. 1 จำนวน 1 คน ข้าราชการครู/ครูผู้ช่วย จำนวน 6 คน พนักงานราชการ จำนวน 3 คน ครูอัตราจ้าง จำนวน 1 คน ซึ่งมีนางนิกร ผงทอง เป็นผู้อำนวยการโรงเรียนจนถึงปัจจุบัน (นิกร ผงทอง, 2557, กรกฎาคม 15)

ปรัชญาโรงเรียนอนุบาลเกาะกูด

“แสงสว่างเสมอด้วยปัญญาไม่มี”

คำขวัญของโรงเรียน

"รักษ์สิ่งแวดล้อม เพียบพร้อมคุณธรรม ก้าวนำเทคโนโลยี สืบสาน ประเพณี คือที่เรียนรู้คู่ชุมชน"

สีประจำโรงเรียน "สีฟ้า – ขาว"

วิสัยทัศน์ของโรงเรียน

"โรงเรียนอนุบาลเกาะกูดมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกายความรู้คุณธรรม ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะการประกอบอาชีพที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความพอเพียงส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษา สามารถหาความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นและสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีพื้นฐานในการประกอบอาชีพ มีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นตามศักยภาพของผู้เรียน"

พันธกิจ

1. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน
2. จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานการศึกษา
3. จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม
4. จัดการเรียนรู้โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น
5. จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถประกอบอาชีพได้

เป้าประสงค์

1. ชุมชนมีส่วนร่วมในการบริหารและจัดการศึกษาในโรงเรียน
2. นักเรียนมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานการศึกษา
3. นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่และอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข
4. นักเรียนสามารถใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และสื่อเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ได้ตามศักยภาพและความต้องการของตน
5. นักเรียนมีความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพในชุมชนตามความสนใจ
6. นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

ลักษณะของจักรยานปั่นผลิตกระแสไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

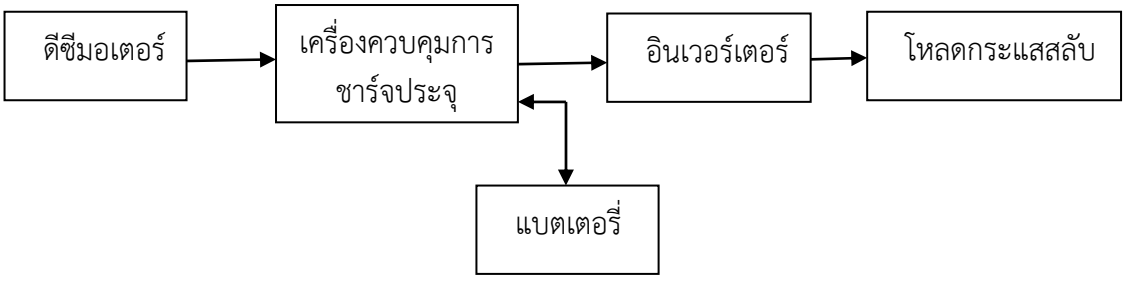
โดยจะใช้มอเตอร์ชนิดฮับมอเตอร์ (Hub Motor หรือ Brushless DC Motor) ซึ่งจะไม่มีชุดแปรงถ่าน มอเตอร์แบบนี้จะติดตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางของล้อหรือดุมล้อบริเวณล้อหลังของจักรยาน ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการทำงานโดยเป็นได้ทั้งมอเตอร์และเครื่องกำเนิดฟ้าในเครื่องเดียวกัน มีขนาดตั้งแต่ 24 ถึง 48 โวลต์ โดยมอเตอร์แบบนี้จะมีระดับราคาขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันไฟฟ้า ในส่วนของการดูแลบำรุงรักษาก็กระทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ค่อนข้างสูงคือตั้งแต่ 5 ถึง 10 แอมแปร์ สามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ปั่นไฟ โดยทำเป็นจักรยานปั่นไฟได้ ลักษณะของมอเตอร์ชนิดไม่มีแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) แสดงในภาพที่ 2.1 (อีไบค์ไทยคิท, 2550)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Brushless DC Motor)

2. เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ

Hub Motor ที่ต่อบริเวณล้อหลังของจักรยานปั่นน้ำ เมื่อขณะปั่นจักรยานปั่นน้ำ มอเตอร์ก็จะทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงออกมาเข้ากับระบบที่ได้ออกแบบไว้และต่อพ่วงกับแบตเตอรี่เพื่อประจุไฟฟ้าไว้ใช้งาน ซึ่งในบางครั้งรอบของการปั่นจักรยานอาจไม่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งวัน ทำให้กระแสและแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากมอเตอร์ดังกล่าวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้แรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่คงที่ ซึ่งถ้าหากมีการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่โดยตรงก็จะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรและที่สำคัญคือจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงด้วย ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จประจุจึงถูกออกแบบมาเพื่อทำให้การชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและยังป้องกัน ความเสียหายที่เกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ที่มีแรงดันสูงเกินพิกัดอีกด้วย (Over Load) หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ คือเครื่องควบคุมการชาร์จจะต่อระหว่าง Hub Motor กับแบตเตอรี่และโหลดโดยจะกำหนดค่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่ให้เหมาะสม ถ้าหากอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุจะทำการปลดโหลดออกจากระบบทันที (Load disconnect) เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลต์ (สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ 12 โวลต์) และจะต่อการทำงานของโหลดใหม่ (Load reconnect) เมื่อแบตเตอรี่มีค่าแรงดันตามที่กำหนดไว้ โดยหลักการทำงานและลักษณะของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุจะแสดงในภาพที่ 2.2 และ 2.3 (โซล่าสมายด์โนวเลจ, 2557)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ

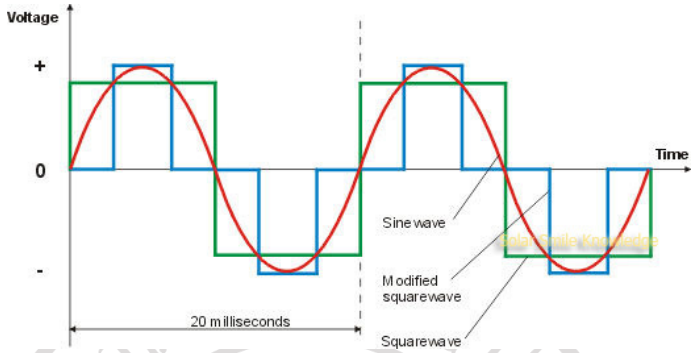
ภาพที่ 2.3 ลักษณะของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่

3. อินเวอร์เตอร์

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อให้สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้ ซึ่งหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ก็คือจะรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่เครื่องอินเวอร์เตอร์ที่มาจากแบตเตอรี่ แล้วส่งผ่านวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องอินเวอร์เตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงแรงดันให้สลับกันไปมาระหว่างความต่างศักย์ที่เป็นบวกและลบจนได้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟกระแสสลับโดยมีจำนวนครั้งที่สลับไปมาเท่ากับ 50 ถึง 60 ครั้งต่อวินาที (ความถี่ 50 ถึง 60 เฮิรตซ์) แล้วแต่การออกแบบวงจรภายใน โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตและใช้กันอยู่ในประเทศไทยโดยทั่วไปจะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอยู่ที่ 220 ถึง 230 โวลท์ (V) ความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) โดยมีรูปแบบของรูปคลื่นแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1. รูปคลื่นแบบสแควร์เวฟ (Square Wave) จะมีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยมและมีความใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับรูปคลื่นชนิดโมดิฟายซานย์เวฟ (Modified-Sinewave) ส่วนใหญ่จะจำหน่ายอยู่ในเครื่องอินเวอร์เตอร์ที่มีราคาถูกและหาซื้อได้โดยทั่วไป อินเวอร์เตอร์แบบนี้จะมีลักษณะที่แรงดันขาออกเป็นแบบสองลูกคลื่น โดยสามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่มีผลต่อรูปแบบของลูกคลื่นมากนัก เช่น หลอดไฟฟ้า แต่หากนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีขดลวดเป็นส่วนประกอบ เช่น มอเตอร์พัดลม ก็จะทำให้เกิดเสียงฮัมและความร้อนจากตัวมอเตอร์ส่งผลให้มอเตอร์เสียหายได้ เนื่องจากรูปแบบของลูกคลื่นไม่สอดคล้องกับหลักการทำงานภายในของตัวมอเตอร์นั่นเอง

3.2. รูปคลื่นแบบซายน์เวฟ (Sine Wave) หรือที่เรียกตามทั่วไปว่าเพียวซายน์เวฟ (Pure-Sine Wave) เครื่องอินเวอร์เตอร์ที่ผลิตรูปคลื่นลักษณะนี้จะมีราคาที่สูงกว่าชนิดแรก เนื่องจากรูปคลื่นซายน์เวฟชนิดนี้จะรองรับการนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทุกชนิดโดยไม่ทำให้เกิดปัญหาเหมือนชนิดแรก และมีรูปแบบของลูกคลื่นที่ผลิตได้เหมือนกับระบบไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยทุกประการ คือหากนำเอาท์พุตของเครื่องอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้ไปจ่ายให้กับพัดลมก็จะทำงานปกติไม่เกิดเสียงฮัมแต่อย่างใด รูปแบบของลูกคลื่นและลักษณะของเครื่องอินเวอร์เตอร์ที่ใช้สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าจะแสดงในภาพที่ 2.4 และ 2.5 (โซล่าสมายด์โนวเลจ, 2557)



ภาพที่ 2.4 รูปแบบของลูกคลื่น

ภาพที่ 2.5 ลักษณะของอินเวอร์เตอร์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC to AC)

4. แบตเตอรี่

แบตเตอรี่คืออุปกรณ์ที่ทำหน้ากักเก็บพลังงานไฟฟ้าและจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกไปใช้งานโดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งเราสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆคือ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดหรือแบบน้ำและแบตเตอรี่แบบแห้งซึ่งจะนิยมใช้ในรถยนต์ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่อีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่าแบตเตอรี่แบบ Deep Cycle ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ที่มีคุณสมบัติเหนือกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ทั่วไป คือ เป็นแบตเตอรี่ที่มีความสามารถในการปล่อยค่าประจุไฟฟ้าได้มากถึงร้อยละ 60 ถึง 80 ของประจุไฟฟ้ารวมทั้งหมดและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าคือได้ประมาณ 4 ถึง 5 ปี ในขณะที่แบตเตอรี่รถยนต์ทั่วไปนั้นจะมีความสามารถในการปล่อยค่าประจุไฟฟ้าได้เพียงร้อยละ 10 ถึง 20 เท่า ของประจุไฟฟ้ารวมทั้งหมดและมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าคือ 1 ถึง 2 ปีเท่านั้น จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงทำให้แบตเตอรี่แบบ Deep Cycle มีความเหมาะสมและนิยมนำมาใช้งานร่วมกับชุดแผงโซล่าเซลล์ กังหันลม และจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นอย่างยิ่ง เพราะมีประสิทธิภาพสูงตลอดจนมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าแบตเตอรี่แบบทั่วไป โดยจะมีข้อควรระวังในการใช้งานแบตเตอรี่ที่ควรเข้าใจคือ

1. ไม่ควรปล่อยให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุไฟฟ้าไปจนหมด เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุของแบตเตอรี่ลดลงเป็นอย่างมากและไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุใหม่ได้

2. ควรออกแบบระบบวงจรไฟฟ้าให้มีการชาร์จแบตเตอรี่แบบเต็มระบบทุกวัน เพราะหากชาร์จประจุลงแบตเตอรี่แบบไม่เต็มระบบ จะส่งผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

3. ไม่ควรติดตั้งแบตเตอรี่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เพราะจะส่งผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง โดยลักษณะของแบตเตอรี่แบบ Deep Cycle จะแสดงในภาพที่ 2.6 (โซล่าสมายด์โนวเลจ, 2557)

ภาพที่ 2.6 ลักษณะของแบตเตอรี่แบบดีพไซเคิล (Deep Cycle)

5. การคำนวณแรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การคำนวณแรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหาได้ดังนี้ (เกียรติศักดิ์, 2556)

แรงบิด (Torque)	T =	F x R	(N.M.)
งานที่ได้จากแรงใน 1 รอบการหมุน	=	แรง x ระยะทาง	
	=	F x 2pr	(Jule)
กำลังที่เกิดขึ้น (P_O)	=	F x 2pr x N/60	(Jule/s)
	=	(F x r) (2pN/60)	(Jule/s)
เมื่อความเร็วเชิงมุม	V =	2pN/60	(Rad/s)
ดังนั้นกำลังที่เกิดขึ้น (P_O)	=	T x V	(Jule/s, W)
กำลังไฟฟ้า (P)	=	V x I	(W)
ประสิทธิภาพ (h)	=	(P_O/P_I) x100	

เมื่อ P_O = กำลังด้าน Output

P_I = กำลังด้าน Input

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ายังขดลวดอาร์เมเจอร์ จะเป็นไปตามสูตรกฎของโอห์มดังนี้ (วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง, 2557)

$$I_a = \frac{V}{R_a}$$

เมื่อ I_a = กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดอาร์เมเจอร์

V = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์

R_a = ความต้านทานภายในขดลวดอาร์เมเจอร์

พลังงานแสงอาทิตย์

1. เซลล์แสงอาทิตย์พลังงานทดแทนที่ยั่งยืน

พลังงานถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อต้นทุนของประเทศในทุกด้านทั้งทางด้านเศรษฐกิจการเมือง และสังคม ล้วนแล้วแต่มีส่วนเชื่อมโยงกับพลังงานแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการดำรงชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ การผลิตวัตถุดิบ หรือแม้แต่ต้นทุนการผลิตภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของประชากรและมีการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พลังงานมีจำกัดและขาดแคลน รวมถึงสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศไทยและทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงานให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และสามารถตอบสนองความต้องการการพลังงานใช้ในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอดังนั้น กระทรวงพลังงานจึงได้จัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 ถึง 2565) โดยมอบหมายให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการจัดหา ดำเนินการ และพัฒนาพลังงานทดแทนด้านต่าง ๆ ขึ้น เพื่อให้ประเทศมีความยั่งยืนและมั่นคงในด้านพลังงาน

พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง และคงที่ตลอดทั้งปีซึ่งมีความเข้มของรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.0 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน (MJ/m2/day) หรือ 5.0 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน (kWh/m2/day)จัดอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหลาย ๆ ประเทศ (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) ดังนั้น ในปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์ จึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกันพลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กน3605 ตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้ อุปกรณ์ที่นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ คือ แผ่นโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) จึงจัดว่าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่สะอาดและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะใด ๆ ต่อโลก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2. ประเภทของเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความเย็น สำหรับเอกสารฉบับนี้จะนำเสนอเฉพาะเทคโนโลยีที่มีการใช้งานในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย และมีความคุ้มค่าในปัจจุบัน ได้แก่ เทคโนโลยีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และความร้อน ในรูปแบบของการผลิตน้ำร้อน และการอบแห้งดังนี้ (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

2.1. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ 1.เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ 2. เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

2.2 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ได้แก่ การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด 1.การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติเป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่มีถังเก็บอยู่สูงกว่าแผงรับแสงอาทิตย์ ใช้หลักการหมุนเวียนตามธรรมชาติ 2.การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียนเหมาะสำหรับการใช้ผลิตน้ำร้อนจำนวนมาก และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง 3.การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสานเป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งจากการระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็น หรือเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

1. การอบแห้งระบบ Passive เป็นระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน

2. การอบแห้งระบบ Active เป็นระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น มีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ

3. การอบแห้งระบบ Hybrid เป็นระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโซล่าเซลล์

Solar Cell หรือ **PV** มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ Photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น Photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้าเมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมาจนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อปีค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide) อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide) แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้ (นิรนาม, 2555)

1. ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

1.1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก

1.2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบามาก และประสิทธิภาพเพียงร้อยละ 5 ถึง 10

1.3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ แคดเมียม เทลเลอไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 20 ถึง 25

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

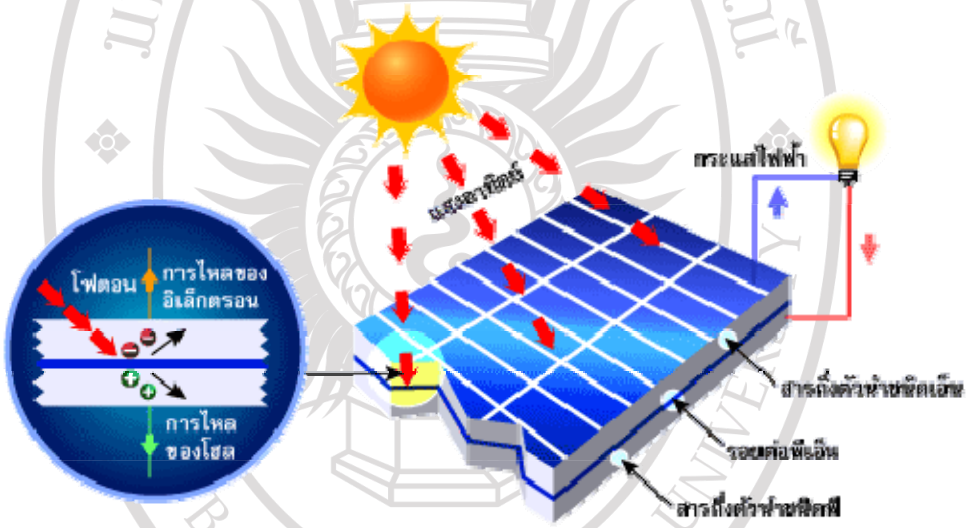
2. โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็น

ขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200 ถึง 400 ไมครอน (0.2 ถึง 0.4 มิลลิเมตร) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้าขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

3. หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ดังภาพที่ 2.7 จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอน และโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

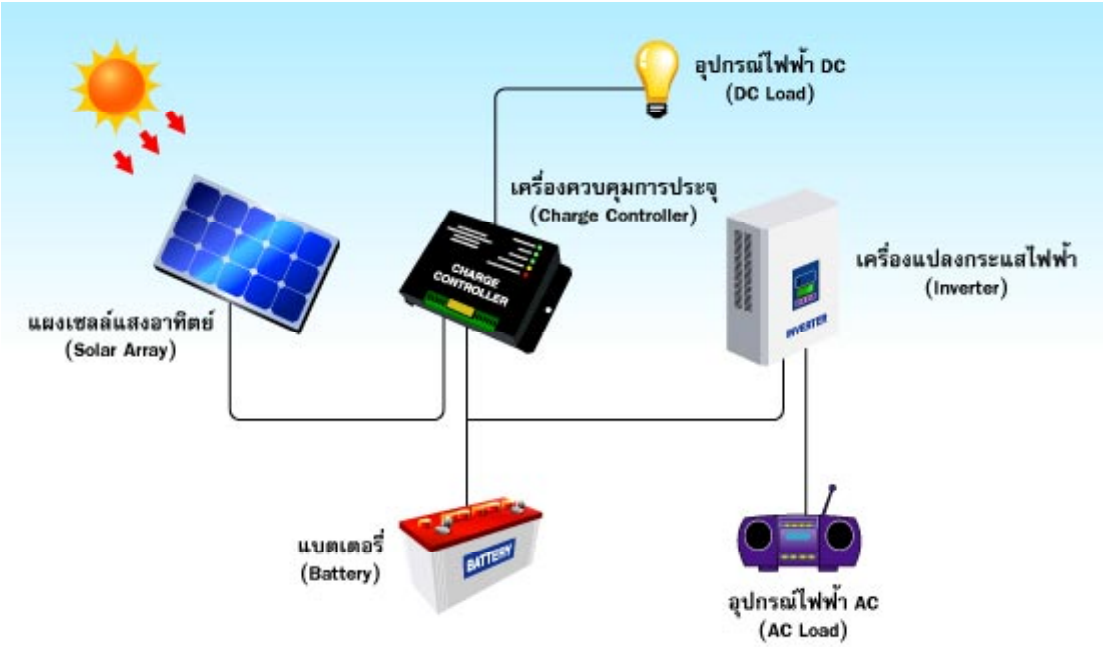


ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

4. อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไปจะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ดังภาพที่ 2.8 โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา



ภาพที่ 2.8 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

4.1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

4.2. เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

4.3. แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

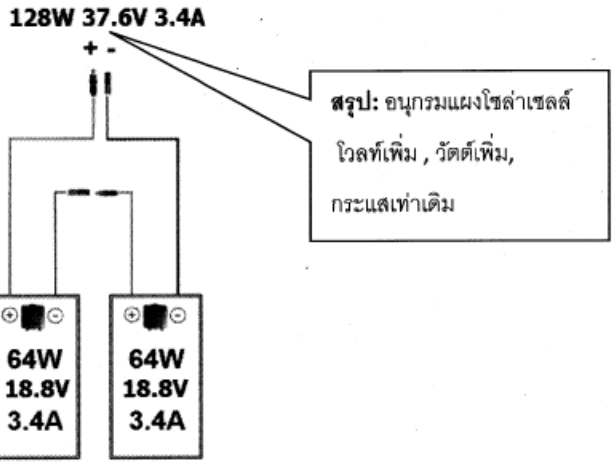
4.4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast

4.5. ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

5. การเชื่อมต่อแผงโซล่าเซลล์

5.1. การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบอนุกรม

การอนุกรมแผงโซล่าเซลล์นั้นจะเป็นการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับโหลดโดยกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร โดยภาพที่ 2.9 นั้นจะเป็นตัวอย่างการนำแผงโซล่าเซลล์ขนาด 64 วัตต์ แรงดัน 18.8 โวลต์ กระแส 3.4 แอมแปร์ จำนวนสองแผงมาต่อกันแบบอนุกรม ซึ่งจะทำให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มเป็น 128 วัตต์ แรงดันรวมของระบบเพิ่มเป็น 37.6 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 3.4 แอมแปร์ เท่าเดิม (นครินทร์ รินผล, 2559 : หน้า 11-26)

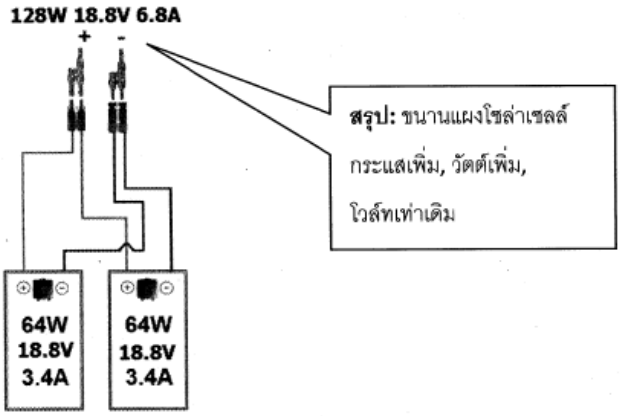


ภาพที่ 2.9 การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบอนุกรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

5.2. การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบขนาน

การขนานแผงโซล่าเซลล์นั้นจะเป็นการเพิ่มระดับกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับโหลดโดยแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมาจะมีค่าเท่ากันทั้งวงจร โดยภาพที่ 2.10 นั้นจะเป็นตัวอย่างการนำแผงโซล่าเซลล์ขนาด 64 วัตต์ แรงดัน 18.8 โวลต์ กระแส 3.4 แอมแปร์ จำนวนสองแผงมาต่อกันขนานกัน ซึ่งจะทำให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มเป็น 128 วัตต์ กระแสไฟฟ้ารวมของระบบเพิ่มขึ้นเป็น 6.8 แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้า 18.8 โวลต์ เท่าเดิม

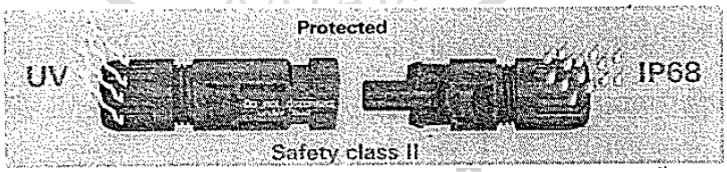


ภาพที่ 2.10 การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบขนาน

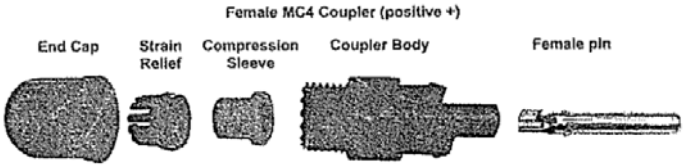
5.3. การเชื่อมต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์

สำหรับการต่อแผงโซล่าเซลล์นั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกและปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์ส่วนใหญ่จะมีคอนเนกเตอร์หรือแจ๊คเชื่อมต่อ (MC 4 Connection) ติดตั้งมากับแผงโซล่าเซลล์ ดังภาพที่ 2.11 ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถป้องกันรังสียูวีและป้องกันฝุ่น และน้ำได้ โดย MC4 นั้นประกอบไปด้วยตัวเมียซึ่งเป็นขั้วบวก (+) ดังภาพที่ 2.12 และตัวผู้ซึ่งเป็นขั้วลบ (-) ดังภาพที่ 2.13

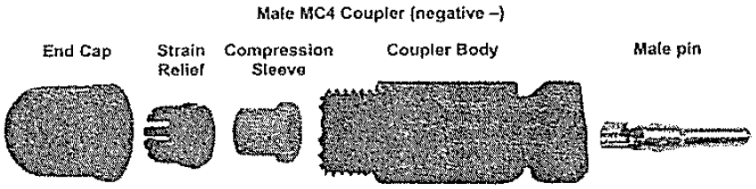
โดยหากต้องการอนุกรมแผงโซล่าเซลล์เพื่อเพิ่มแรงดันในระบบสามารถทำได้โดยการต่อ MC4 ตัวผู้และตัวเมียเข้าด้วยกันดังภาพที่ 2.14 และหากต้องการขนานแผงโซล่าเซลล์เพื่อเพิ่มกระแสในระบบสามารถใช้ตัวต่อ PV-Branch หรือเรียกว่า Couplers โดยจะมีทั้งแบบสำหรับตัวผู้และแบบสำหรับตัวเมียเพื่อที่จะสามารถต่อ MC4 ตัวเข้าด้วยกันได้ดังภาพที่ 2.15 ซึ่งการเพิ่มกำลังไฟฟ้าในระบบให้สูงขึ้นเพื่อใช้งานนั้นสามารถต่อแผงโซล่าเซลล์โดยผ่านคอนเนกเตอร์ได้ดังภาพที่ 2.16



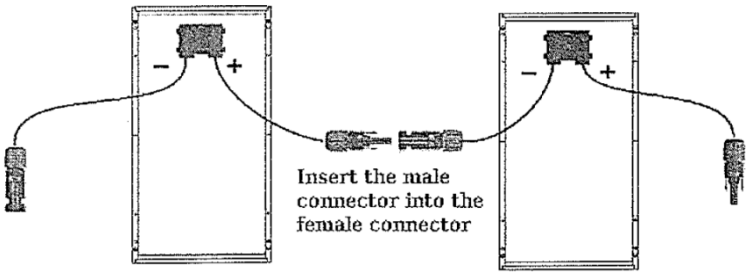
ภาพที่ 2.11 การป้องกันจากการรังสีดวงอาทิตย์ และน้ำฝน



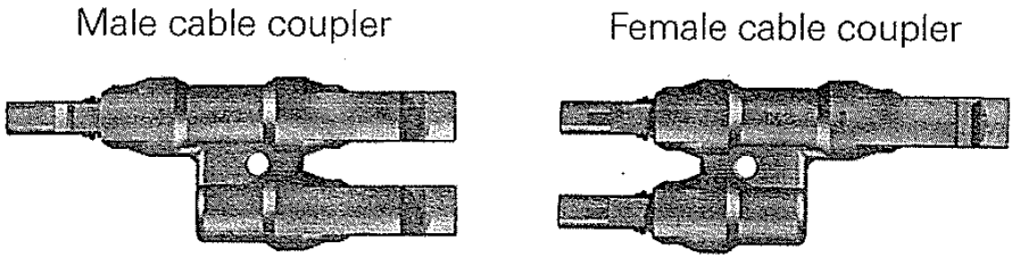
ภาพที่ 2.12 ส่วนประกอบของคอนเนกเตอร์ (MC4) ตัวเมีย (ขั้ว +)



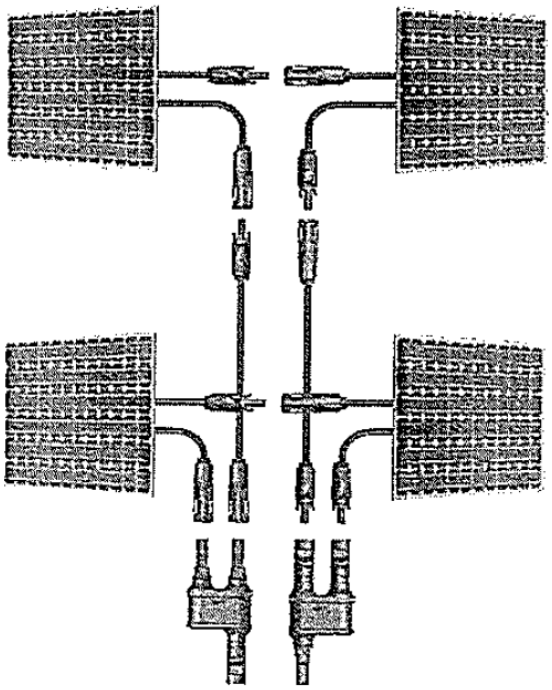
ภาพที่ 2.13 ส่วนประกอบของคอนเนกเตอร์ (MC4) ตัวผู้ (ขั้ว -)



ภาพที่ 2.14 การเชื่อมต่อแผงโซล่าเซลล์โดยใช้คอนเนกเตอร์แบบ MC4

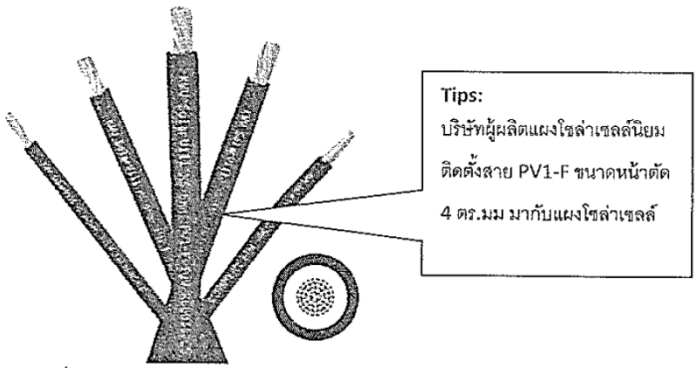


ภาพที่ 2.15 ตัวต่อคอนเนกเตอร์ MC4 PV Branch หรือ Coupler ตัวผู้และตัวเมีย



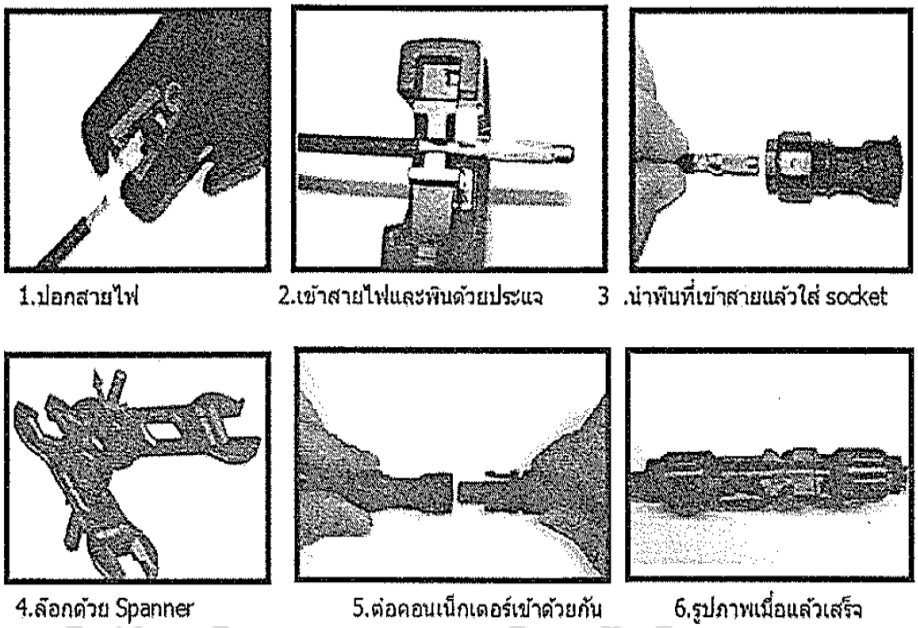
ภาพที่ 2.16 การเชื่อมต่อแผงโซล่าเซลล์

สายไฟฟ้าใช้งานในการเชื่อมต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์นั้น จะใช้สายที่เรียกว่า สาย PV / PV 1-F ซึ่งมีความสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 80 องศาเซลเซียส โดยสายชนิดนี้จะประกอบด้วยสายเส้นเล็กๆ จำนวนมาก ทำให้เหมาะกับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไฟไหลผ่านได้ดี เพราะไฟฟ้ากระแสตรง จะวิ่งที่ขอบของสายไฟเส้นเล็กๆ มีค่าความสูญเสียการไฟฟ้าน้อยกว่าการใช้สายไฟเส้นใหญ่ ๆเพียงเส้นเดียว นอกจากนี้ยังเคลือบด้วยนิเกิล เพื่อป้องกันการกัดกร่อน ของสายไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 สาย PV / PV 1-F

การเข้าสายไฟและคอนเนกเตอร์ MC4 นั้น นับว่ามีความสำคัญอย่างมากในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ เพราะหากทำการเข้าสายไฟหรือคอนเนกเตอร์ MC4 ไม่แน่นย่อมส่งผลถึงปัญหาที่เกิดขึ้นตามมา อาทิเช่น ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงอาทิเช่น อัคคีภัยซึ่งเกิดจากความร้อนที่เกิดจากความต้านทานบริเวณรอยต่อของสายไฟและคอนเนกเตอร์ เป็นต้น ซึ่งผู้ติดตั้งควรจะเข้าสายไฟและคอนเนกเตอร์ให้แน่นและตรวจเช็คทุกครั้ง ซึ่งอาจจะใช้กล้องตรวจจับความร้อนร่วมด้วยในการตรวจสอบ ซึ่งขั้นตอนการสายไฟฟ้านั้นเริ่มจากการปอกสายไฟและเข้าสายไฟกับหัวพินด้วยประแจเข้าหัวนอต MC4 แล้วนำหัวพินตัวผู้หรือตัวเมียเข้าซ๊อกเกต หลังจากนั้นก็ล๊อกซ๊อกเกตให้แน่นด้วยอุปกรณ์เข้าหัว MC4 (Spanner) เมื่อทำการเข้าสายไฟกับหัว MC4 เรียบร้อยแล้ว ก็จะสามารถเชื่อมต่อ MC4 ระหว่างตัวผู้และตัวเมียได้ โดยวิธีการเข้าสายไฟกับคอนเนกเตอร์ MC4 สามารถแสดงดังภาพที่ 2.18

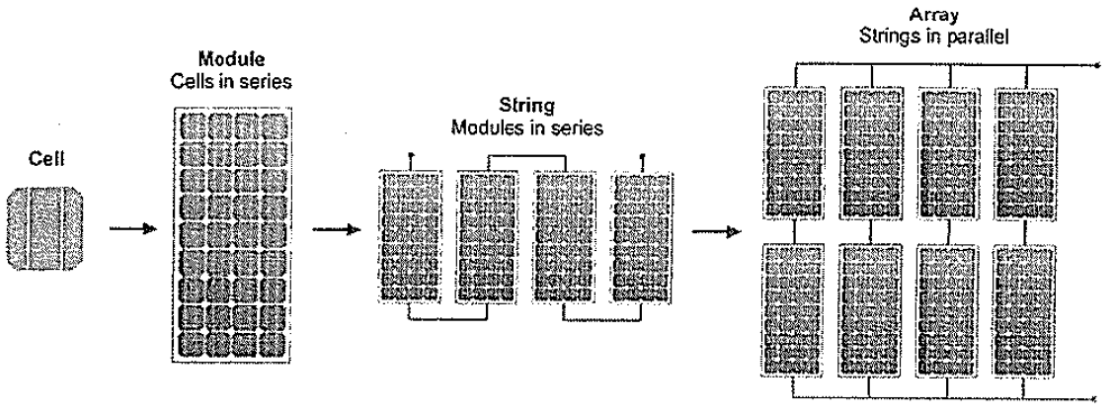


ภาพที่ 2.18 ขั้นตอนการเข้าคอนเนกเตอร์ MC4

5.4. การเพิ่มกำลังไฟฟ้าในระบบ

แผงโซล่าเซลล์ในแต่ละแผง (Module) นั้นจะประกอบไปด้วยเซลล์ (Cell) หลายๆ ตัวต่ออนุกรมหรือขนานกันภายในแผงโซล่าเซลล์ แต่อย่างไรก็ตามกำลังไฟฟ้าที่ผลิตด้วยแผงโซล่าเซลล์ 1 แผงอาจจะไม่เพียงพอต่อการใช้งานในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องนำแผงโซล่าเซลล์มาต่อกัน โดยหากนำแผงโซล่าเซลล์มาต่อนุกรมกันหลายๆ แผง จะเรียกว่า สตริง (String) และการต่อสตริงขนานกันหลายๆแถวจะเรียกว่า อาเรย์ (Array) ซึ่งสามารถอธิบายดังภาพที่ 2.19

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร



ภาพที่ 2.19 การเพิ่มกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

6. ชนิดของโซล่าเซลล์

ชนิดของโซล่าเซลล์ที่วางขายในท้องตลาดในประเทศไทย ปี 2558 สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Crystalline และ Thin-Film โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1. แผงโซล่าเซลล์ประเภท Crystalline

เซลล์แสงอาทิตย์แบบคริสตัลไลน์ (Crystalline Solar Cells) เป็นโซล่าเซลล์ที่เป็นสร้างจากผลึกสารกึ่งตัวนำอาทิเช่น ซิลิกอน (SI) เป็นต้น ซึ่งให้กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่สูงกว่าแบบฟิล์มบาง (Thin Film) แต่ประสิทธิภาพการทำงานจะลดลงอย่างมากเมื่อทำงานในกาภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและไม่ตอบรับย่านความถี่ทุกย่านของแสงอาทิตย์ ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปีน้อยกว่าแบบฟิล์มบาง โดยเซลล์แสงอาทิตย์แบบคริสตัลไลน์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

6.1.1. แบบโมโนคริสตัลไลน์ (Mono Crystalline) หรือซิงเกิ้ลติคริสตัลไลน์ (Single Crystalline) โซล่าเซลล์ชนิดนี้จะเป็นชนิดผลึกเดี่ยว โดยนำซิลิกอนไปหลอมละลายที่อุณหภูมิสูงถึง 1500 องศา เพื่อสร้างแท่งผลึกขนาดใหญ่ก่อนไปตัดเป็นแผ่นเวเฟอร์ โดยแผงโซล่าเซลล์แบบผลึกเดี่ยวนั้นจะมีราคาแพงกว่าแบบโพลีคริสตัลไลน์แต่จะให้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการติดตั้ง โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 15 ถึง 20 เนื่องจากการเรียงตัวผลึกในแต่ละเซลล์ที่ดีกว่า โดยจะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลงอย่างมาก เมื่อทำงานในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงโดยการติดตั้งนั้นจะใช้พื้นที่ประมาณ 7 ถึง 9 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์

6.1.2. แบบโพลีคริสตัลไลน์ (Poly Crystalline) หรือมัลติคริสตัลไลน์ (Multi Crystalline) หรือแบบผลึกรวมได้ถูกพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของแบบผลึกเดี่ยวโดยนำซิลิคอนมาหลอมในเบ้าให้เป็นแท่งแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงช้าๆ ก่อนไปตัดเป็นแผ่นเวเฟอร์ โซล่าเซลล์แบบผลึกผลมนั้นจะมีประสิทธิภาพกำลังไฟฟ้าต่ำกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อยเพราะการเรียงตัวของผลึกในเซลล์ที่แตกต่างกันโดยแบบผลึกรวมนั้นจะมีขอบเกรนของผลึก (Grain boundaries) เป็นจำนวนมากทำให้ผลึกเรียงตัวกันไม่ดี แต่แบบ Mono Crystalline จะไม่มีของเกรน ทำให้การเรียงตัวของผลึกดีกว่าแบบ Poly Crystalline โดยเซลล์แบบโพลีคริสตัลไลน์นั้นจะมีกำลังไฟฟ้าที่สูงกว่าแบบ

ฟิล์มบาง เมื่อเทียบกับพื้นที่ติดตั้งแต่จะน้อยกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 13 ถึง 16 โดยในปี 2558 โซล่าเซลล์แบบผลึกผสมนั้นจะมีสัดส่วนบนทั้งตลาดมากที่สุดเพราะมีราคาที่ถูกและให้ประสิทธิภาพของกำลังไฟฟ้าสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการติดตั้ง โดยการติดตั้งนั้นจะใช้พื้นที่ 7.5 ถึง 10 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์

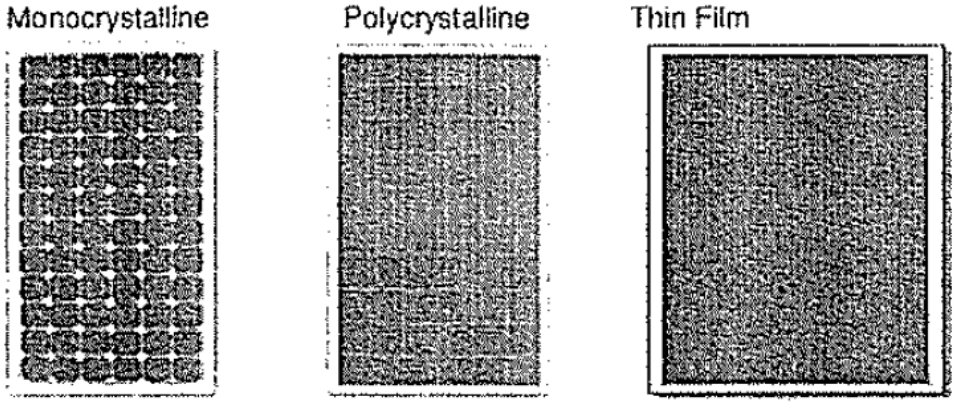
6.2 แผงโซล่าเซลล์ประเภท Thin Film

แผงโซล่าเซลล์แบบฟิล์มบาง (Thin Film) จะมีความไวแสงมากที่สุด ทำให้สามารถรับแสงที่มีความยาวคลื่นในย่านต่ำๆ ได้ดี ส่งผลทำให้รับแสงในพื้นที่มีเมฆหมอก ฝุ่นละออง ท้องฟ้าคลื้มๆ มีฝนตกชุก หรือแสงจากหลอดไฟฟ้าได้ สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิสูงได้ดี นิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เป็นต้น แต่มีข้อเสียคือให้กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่การติดตั้งไม่สูงมากจึงทำให้ต้องใช้พื้นที่มากในการติดตั้ง แต่ถ้าเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปีนั้นจะสูงกว่าแบบคริสตัลไลน์เนื่องจากคุณสมบัติไวแสง และตอบรับย่านความถี่ทุกย่านของแสงอาทิตย์ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

อะมอร์ฟัสซิลิกอน (Amorphous Silicon) มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 6 ถึง 8 ใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 14 ถึง 20 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์

แคดเมี่ยมเทลลูไลด์ (Cadmium telluride : CdTe) มีประสิทธิภาพประมาณ ร้อยละ 9 ถึง 11 ใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 12 ถึง 17 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์

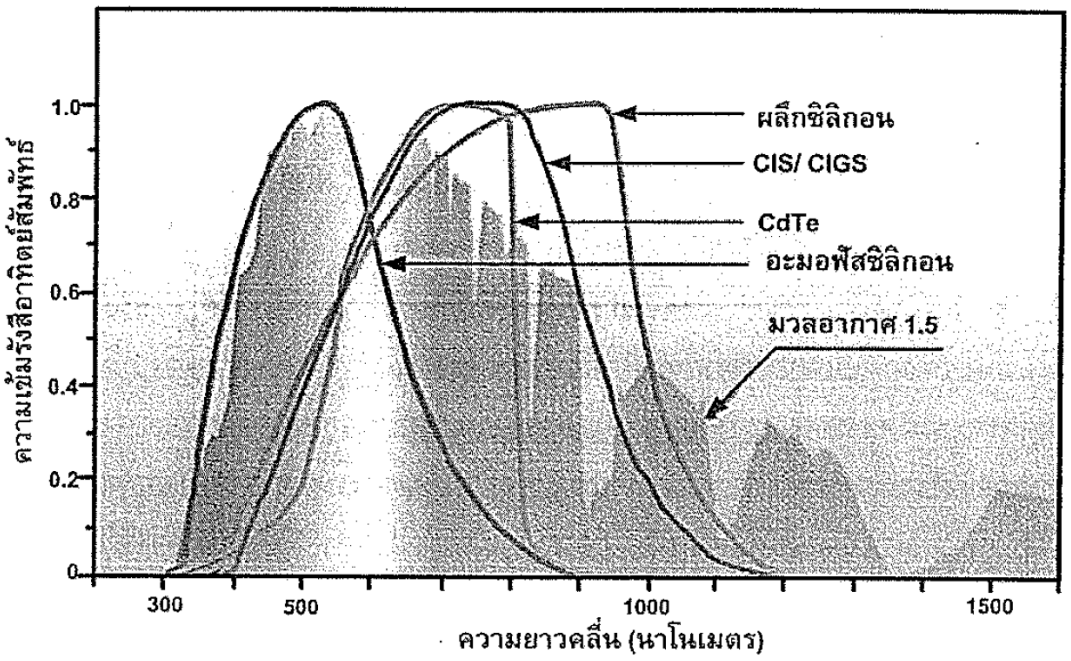
คอปเปอร์อินเดียมไดเซเลเนียม (Copper indium diselenide : CIS) มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 10 ถึง 12 ใช้พื้นที่ในการติดตั้งประมาณ 9 ถึง 11 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์



ภาพที่ 2.20 แผงโซล่าเซลล์ชนิดต่างๆ

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์	พื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการ สำหรับ 1 กิโลวัตต์สูงสุด (ตารางเมตร)	
เซลล์แบบผลึกเดี่ยว	7 - 9	
เซลล์แบบผลึกเดี่ยวประสิทธิภาพสูง	6 - 7	
เซลล์แบบหลายผลึก	7.5 - 10	
Copper indium diselenide (CIS)	9 - 11	
Cadmium telluride (CdTe)	12 - 17	
เซลล์แบบอะมอร์ฟัส	14 - 20	

ภาพที่ 2.21 พื้นที่ในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์ โพลีคริสตัลไลน์ และฟิล์มบาง



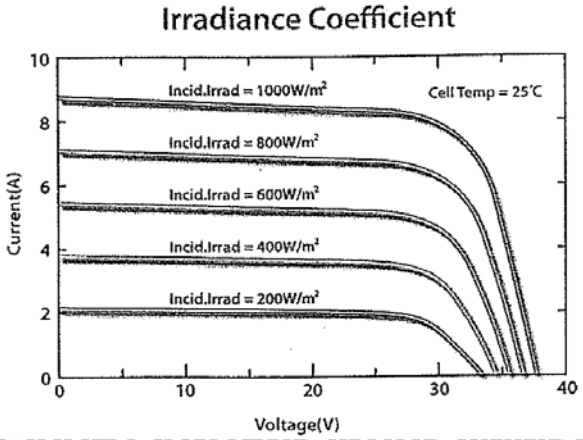
ภาพที่ 2.22 ผลตอบสนองต่อสเปกตรัมแสงอาทิตย์ของโซล่าเซลล์ประเภทต่าง ๆ

หมายเหตุ : ในอนาคตอาจจะมีเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ใหม่ๆ ขึ้นมากมาย อาทิ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Super crystalline หรือเรียกว่าแบบ Amorphous Triple Junction เซลล์ชนิดนี้จะรวมเอาข้อดีของทั้ง Amorphous และ Crystalline มาไว้ด้วยกัน โดยมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ Amorphous และสามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงร่วมกับแบบฐานรองประเภทพลาสติก ทำให้มีน้ำหนักเบา การขนส่งสะดวก สามารถติดตั้งตามพื้นผิวของวัสดุต่างๆ ได้หลากหลาย แต่มีข้อเสียคือมีราคาแพงกว่าชนิดอื่นๆ ถึงร้อยละ 30 แต่ในอนาคตเมื่อมีการแข่งขันทางตลาดจะส่งผลทำให้ ราคาถูกลง ผู้เขียนคาดว่าจะได้รับความนิยมและนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้น

7. ผลกระทบที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าของโซล่าเซลล์

กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงนั้นจะส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์โดยตรง เพราะกำลังไฟฟ้าคือผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า (P = VxI) เพราะฉะนั้นปัจจัยเรื่องความเข้มแสงและอุณหภูมิจะเป็นตัวแปรสำคัญของการผลิตไฟฟ้าด้วยแผงโซล่าเซลล์

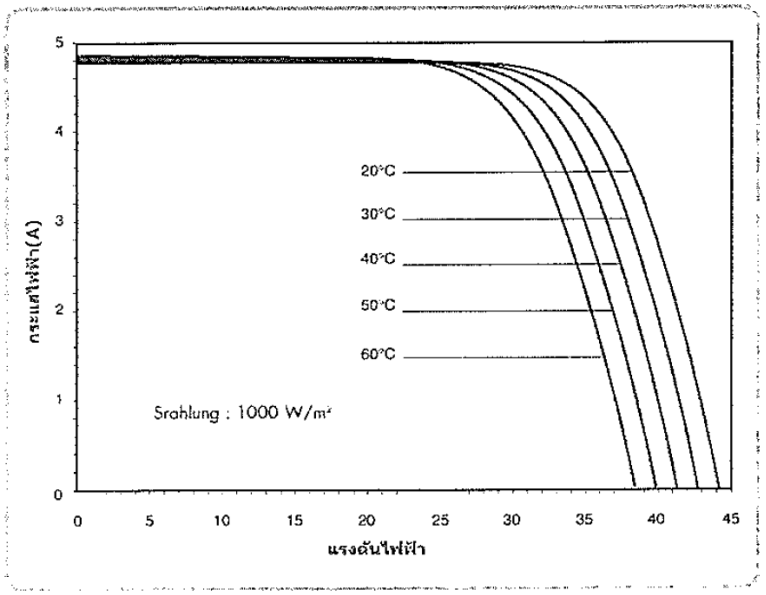
7.1. ผลกระทบจากความเข้มแสง หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งมีหน่วยที่นิยมใช้กันคือ วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ซึ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงโซล่าเซลล์นั้นจะมีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกจากแผงโซล่าเซลล์ ถ้าความเข้มของแสงลดลงจะส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่ลดลง และถ้าความเข้มของแสงมีค่ามากขึ้นก็จะส่งผลทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงโซล่าเซลล์นั้นจะมีผลกระทบที่น้อยมากต่อแรงดันไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ (ในอุดมคติถือว่าไม่มีผลกระทบ) โดยภาพที่ 2.23 จะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความเข้มแสงในการทดสอบแผงโซล่าเซลล์ที่สภาวะความเข้มแสงที่แตกต่างกัน



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ภาพที่ 2.23 ผลกระทบของความเข้มแสงที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

7.2. ผลกระทบจากอุณหภูมิ อุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนแผงโซล่าเซลล์ในแต่เวลานั้นจะส่งผลต่อระดับแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงโซล่าเซลล์ โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์นั้นลดลง และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะส่งผลทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมินั้นจะมีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากโซล่าเซลล์น้อยมากๆ (ในอุดมคติถือว่าไม่มีผลกระทบ) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 2.24



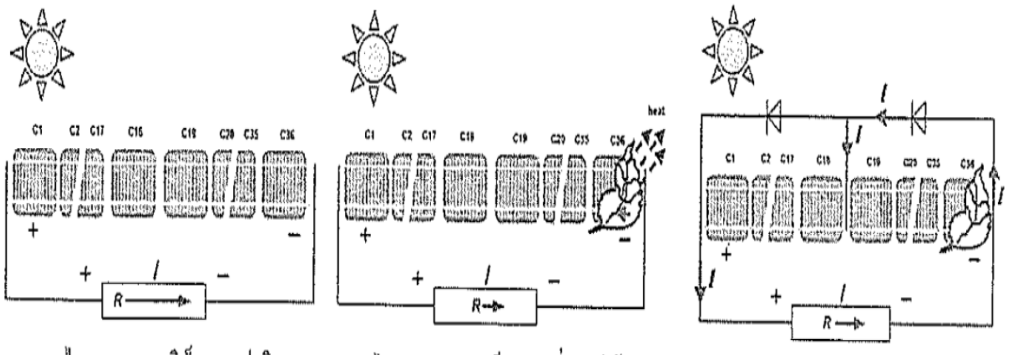
ภาพที่ 2.24 ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

7.3. ผลกระทบเมื่อเกิดเงาบัง การเกิดเงาบนแผงโซล่าเซลล์นั้นจะส่งผลต่อความสูญเสียที่เกิดจากกำลังไฟฟ้าที่ลดลงอย่างมากเมื่อมีเงาตกลงบนแผงโซล่าเซลล์และยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นในตัวเซลล์ เนื่องจากเซลล์ที่ถูกบังจะทำหน้าที่เป็นภาระทางไฟฟ้าแทนที่จะเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งในทางปฏิบัติการต่อเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมหากันเป็นแผงโซล่าเซลล์นั้นจะต้องมี Bypass Diode เข้าไปในแผงเซลล์เพื่อทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านชั่วขณะ

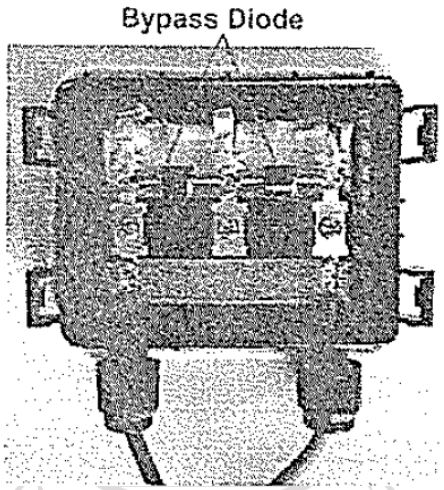
กรณีที่เกิดเงาบังหรือแม้กระทั่งกรณีที่เซลล์เสียหายถาวร Bypass Diode จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแผงเซลล์เป็นปกติ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลผ่านส่วนของเซลล์ที่เกิดเงาบังเป็นผลทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าโดยรวมจากแผงโซล่าเซลล์มีการลดทอนเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 2.25 โดยในแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะมี Bypass Diode อยู่ในกล่องรวมสาย (Junction Box) ที่ต่ออยู่กับแผงดังภาพที่ 2.26 แต่อย่างไรก็ตามการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่ดีนั้นควรติดตั้งในสถานที่ไม่มีเงาบังเพื่อลดความสูญเสีย

นอกจากการติดตั้ง Bypass Diode ในแผงโซล่าเซลล์เพื่อลดผลกระทบจากเงาที่ตกกระทบบนเซลล์ของแผงโซล่าเซลล์แล้ว ผู้ติดตั้งบางรายได้นิยมติดตั้ง Bypass Diode เพิ่มเติมข้างนอกแผงโซล่าเซลล์ เพื่อลดผลกระทบจากเงาที่ตกกระทบบนแผงโซล่าเซลล์ในแต่ละสตริง เนื่องจาก

กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านแผงโซล่าเซลล์ที่ไม่เกิดเงาบัง ทำให้เงาที่ตกกระทบบนแผงโซล่าเซลล์ในสตริงนั้นๆ มีผลต่อกำลังไฟฟ้าของระบบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังภาพที่ 2.27

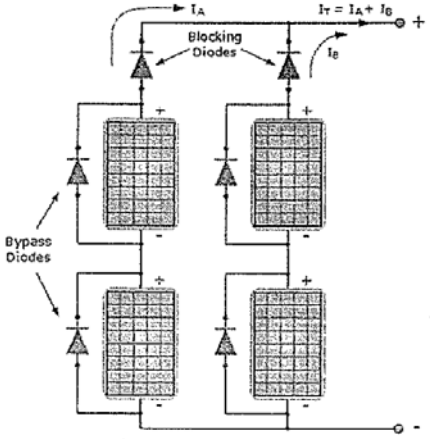


ภาพที่ 2.25 การไหลของกระแสอิเล็กตรอนของโซล่าเซลล์



ภาพที่ 2.26 การติดตั้ง Bypass Diode บริเวณ junction box ของแผงโซล่าเซลล์

ในระบบโซล่าเซลล์นั้นการติดตั้งจะต้องคำนึงถึงผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันของแต่ละสตริงซึ่งเกิดจากหลายปัจจัยอย่างเช่น เงาจากอาคาร ความเข้มแสงที่ลดลงเนื่องจากการบังแดดจากเมฆในบางสตริง คุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์ที่ไม่เท่ากัน มุมเอียงของการติดตั้งที่ไม่อยู่ระนาบเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สตริงที่มีค่ากำลังไฟฟ้าต่ำกลายเป็นโหลดทางไฟฟ้าชั่วคราวทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากสตริงที่ยังคงผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดีมายังสตริงที่ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ต่ำซึ่งทำให้กำลังไฟฟ้าโดยรวมมีค่าลดลง ดังนั้นเพื่อป้องกันภาวะดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้ง Blocking Diode ที่ปลายสายของทุกสตริงเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนจากสตริงตัวอื่นๆ ดังภาพที่ 2.27

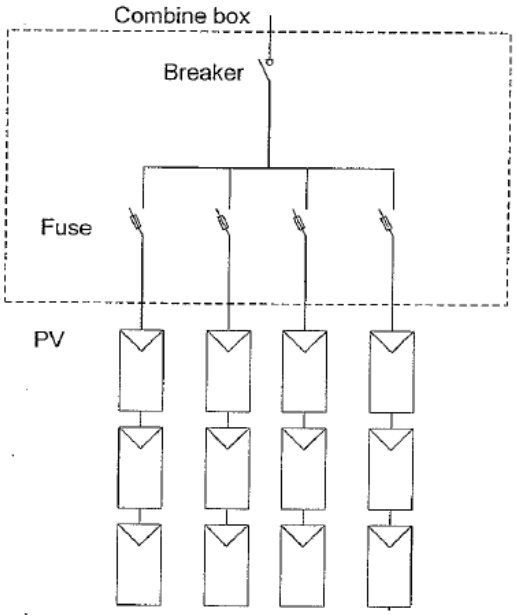


ภาพที่ 2.27 การติดตั้ง Blocking Diode และ Bypass Diode

โดยการติดตั้ง Blocking Diode นั้นจะต้องคำนึงถึงผลของการสูญเสียจากแรงดันตกคร่อมของไดโอดซึ่งจะลดทอนไปส่วนหนึ่ง ซึ่งจากการศึกษาจากการติดตั้งบนหลังคาบ้านเรือน 1000 หลังคา ในประเทศเยอรมันพบว่า การติดตั้ง Blocking Diode นั้นมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปีใกล้เคียงกับบ้านที่ไม่ได้ติดตั้ง Blocking Diode เนื่องจากค่าความสูญเสียที่เกิดในแต่ละสตริงได้ถูกเชยจากค่าความสูญเสียที่เกิดบน Blocking Diode เพราะฉะนั้นแล้วหากสตริงที่ต่อกันในแต่ละอาเรย์มีคุณสมบัติที่เหมือนกัน (แผงโซล่าเซลล์รุ่นเดียวกัน จำนวนแผงเท่ากัน) ก็ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Blocking Diode เพิ่มเติมแต่อย่างใด

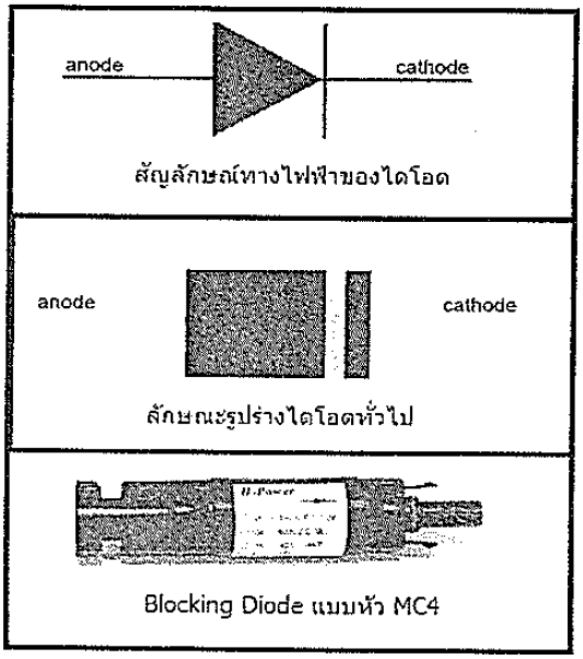
โดย Blocking Diode นั้นจะเหมาะสมในการต่อป้องกันกรณีคุณสมบัติแต่ละสตริงไม่ใกล้เคียงกัน เช่น ใช้แผงโซล่าเซลล์ที่ต่างรุ่นกัน จำนวนของแผงโซล่าเซลล์ในแต่ละสตริงต่างกัน หรือคุณสมบัติของสภาพล้อมแตกต่างกันมาก (มุมรับแสง พื้นที่เกิดเงาและไม่เกิดเงา) เพราะจะเกิดกระแสย้อนกลับเข้ามาในสตริงปริมาณสูงมากหากไม่มี Blocking Diode ป้องกัน ซึ่งในการออกแบบนั้นจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมอีกครั้ง

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นควรติดตั้งฟิวส์ (Fuse) ในแต่ละสตริง ดังภาพที่ 29 เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินกว่ากระแสใช้งานปกติ ซึ่งฟิวส์จะทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าสูงกว่าตัวมันจะทำให้เกิดการละลายของตัวนำภายในฟิวส์ทำให้เกิดการเปิดวงจร ส่งผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในสตริงนั้น ๆทำให้สามารถป้องกันอันตรายจากกระแสที่ไหลเกินการใช้งานได้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดอัคคีภัยได้



ภาพที่ 2.28 การต่อฟิวส์ในกล่องรวมแผงโซล่าเซลล์

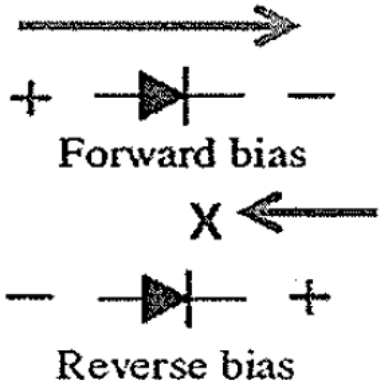
เกร็ดความรู้ : ไดโอด (Diode) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งซึ่งผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำ ประกอบไปด้วยขั้วแอดโนด (Anode) และคาโธด (Cathode) โดยมีรูปร่างและสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้าดังภาพที่ 2.29



ภาพที่ 2.29 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไดโอด

ลิขสิทธิ์ของ

การใช้งานไดโอดนั้น ถ้าต้องการให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้จะต้องต่อขั้วบวก (+) เข้าแอดโนดและขั้วลบ (-) เข้าคาโธด เรียกการต่อแบบนี้ว่า Forward bias และหากต้องการไม่ให้กระแสไหลผ่านไดโอดได้ให้ทำการต่อขั้วบวก(+) เข้าที่คาโธด และขั้วลบ (-) เข้าที่แอดโนด เรียกการต่อแบบนี้ว่า Reverse Bias ดังแสดงในภาพที่ 2.30



ภาพที่ 2.30 การใช้งานไดโอดแบบ Forward bias และ Reverse Bias

8. คุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์

คุณสมบัติด้านของแผงโซล่าเซลล์ที่ทางผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์ระบุมานั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1. การทดสอบประสิทธิภาพของแผงเซลล์ (Performance testing) ที่ทางผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์บอกมานั้นจะประกอบด้วยมาตรฐานการทดสอบ 2 ชนิดดังนี้

8.1.1 Performance at Standard Test Condition (STC) คือ การทดสอบแผงเซลล์เมื่อได้รับแสงความเข้มแสง (Irradiance) ที่ 1000 W/m² อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

8.1.2 Performance at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) คือการทดสอบแผงเซลล์เมื่อได้รับแสงความเข้มแสง (Irradiance) ที่ 800 W/m² อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

8.2 ค่าพื้นฐานทางไฟฟ้าที่ต้องรู้

Pmax = กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์ วัตต์ (Watt)

Imp = กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดของแผงโซลาเซลล์ แอมป์ (Amp)

Vmp = แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดของแผงโซล่าเซลล์ โวล์ท (Volt)

VOC = ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเกิดการเปิดวงจร โวล์ท (Volt)

Isc = ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเกิดการลัดวงจร แอมป์ (Amp)

Module Efficiency = ค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์หน่วยเป็นร้อยละ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

นอกจากนี้ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์นั้นยังขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อองศา (%/°C) โดยเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ในแต่ละรุ่นที่เลือกใช้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้งานดังต่อไปนี้

Temperature of Pmax= ค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์ หน่วยเป็น (%/°C)

Temperature of Voc = ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเกิดการเปิดวงจร หน่วยเป็น (%/°C)

Temperature of Isc = ค่าสัมประสิทธิ์ของกระแสไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเกิดการลัดวงจร หน่วยเป็น (%/°C)

8.3. ค่าพื้นฐานทางกลที่ต้องรู้

Dimension = ขนาดของแผงโซล่าเซลล์ (ยาวxกว้างxหนา) หน่วยเป็นเมตร (Meter : m)

Weight = น้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์ หน่วยเป็น กิโลกรัม (Kilogram: kg)

Cable Type = ชนิดสายเคเบิ้ล

Connector = ชนิดขั้วต่อแผงโซล่าเซลล์

เนื้อหาเพิ่มเติม : การเลือกซื้อแผงโซล่าเซลล์ ยิ่งประสิทธิภาพของแผงยิ่งสูงยิ่งดี และค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์ยิ่งต่ำยิ่งดี และน้ำหนักรวมของโมดูลยิ่งเบายิ่งดี สำหรับจังชั่นบ๊อกควรเป็น IP65 หรือ67 ซึ่งจะช่วยกันน้ำกันฝุ่นได้ เฟรมควรใช้อุปกรณ์ที่ไม่เป็นสนิมเช่น อลูมิเนียม กระจกควรเป็นกระจกที่ให้แสงผ่านได้ดีและแข็งแรงต่อแรงกระแทกได้

9. การรับประกันของแผงโซล่าเซลล์

ในการเลือกซื้อควรพิจารณาเรื่องการรับประกันแผงโซล่าเซลล์ด้วย โดยทั่วไปแล้วทางบริษัทผู้ผลิตจะรับประกันด้านประสิทธิภาพของแผง 25 ปี (Performance Warranty) จะมีค่าไม่ต่ำกว่า 80% และการรับประกันสินค้า 10 ปี (Product Warranty) โดยการใช้งานจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขการรับประกันตามที่บริษัทผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์ระบุ

10. มาตรฐานของแผงโซล่าเซลล์

ในการเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์นั้นจะต้องพิจารณาถึงมาตรฐานของแผงโซล่าเซลล์ที่ผู้ผลิตได้รับโดยทั่วไปแล้วมาตรฐานที่ทางผู้ผลิตจะต้องระบุในแคตตาล็อกสินค้ามีดังนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

10.1. IEC 61215 หรือ มอก. 1843 คือการทดสอบคุณสมบัติประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเชื่อมต่อเป็นระบบ (solar array) ของแผงโซล่าเซลล์แบบคริสตัลไลน์ (Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval)

10.2. IEC 61646 หรือ มอก. 221 คือการทดสอบคุณสมบัติประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเชื่อมต่อเป็นระบบ (solar array) ของแผงโซล่าเซลล์แบบฟิล์มบาง (Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval)

10.3. IEC 61730 คือการทดสอบด้านความปลอดภัยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามมาตรฐาน (Photovoltaic module safety qualification)

นอกจากนี้แล้วทางผู้ผลิตบางรายยังระบุมาตรฐานการทดสอบด้านอื่นๆเพิ่มเติมในแคตตาล๊อกของสินค้าตัวเอง อาทิเช่น

10.4. IEC 61277 Terrestrial Photovoltaic (PV) Power Generating Systems – General and guide.

10.5. IEC 61345 UV Test for Photovoltaic (PV) Modules.

10.6. IEC 61701 Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules.

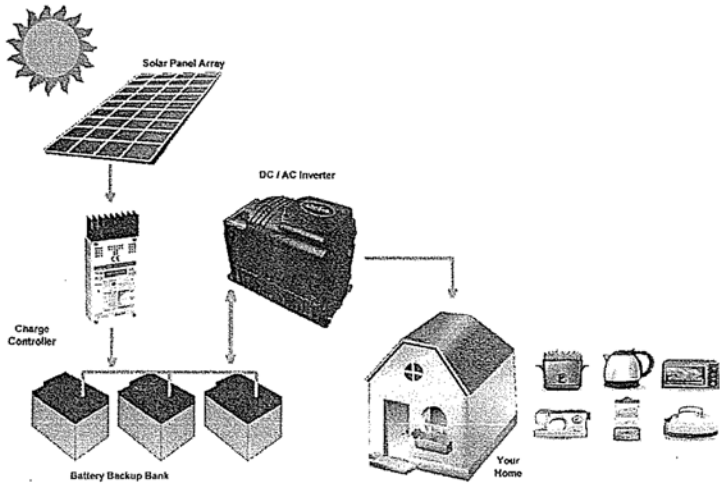
10.7. IEC 61829 Crystalline Silicon Photovoltaic (PV) Array - On-Site measurement of I-V characteristics.

10.8. IEC 62108 Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies -Design qualification and type approval.

11. ชนิดของระบบโซล่าเซลล์

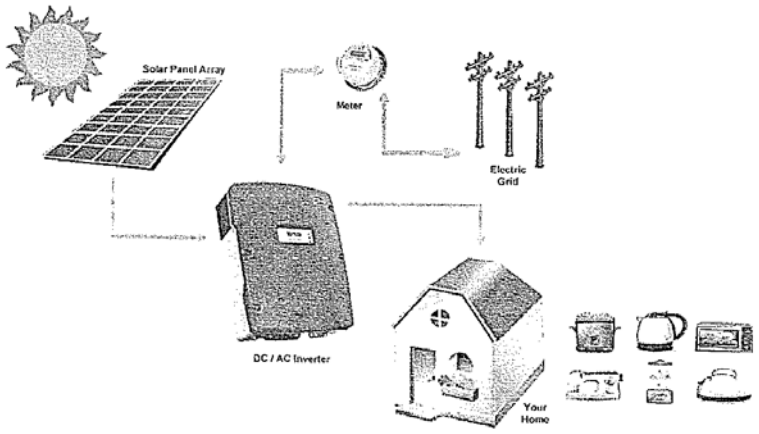
ระบบของโซล่าเซลล์ หากแบ่งชนิดจากการใช้งานทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

11.1. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand Alone System) หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบออฟกริด (Off grid) ซึ่งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระคือระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ข้อดีของระบบคือไม่ยุ่งเกี่ยวกับระบบของการไฟฟ้า ทำให้เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ บ้านหลังที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ยังคงมีไฟฟ้าใช้งานได้ ข้อเสียของระบบดังกล่าวคือต้องใช้แบตเตอรี่เพื่อสำรองพลังงานในการใช้งานตอนกลางคืน ทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงในการลงทุนและบำรุงรักษาเมื่อเทียบกับระบบออนกริด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.31



ภาพที่ 2.31 หลักการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

11.2. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) หรือ ระบบออนกริด (On Grid) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Inverter) เพื่อจ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยตรง ข้อดีของระบบออนกริดคือไม่ต้องใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานทำให้ต้นทุนการติดตั้งและบำรุงรักษาถูกกว่าระบบออนกริด ข้อเสีย คือ เมื่อเกิดไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ระบบดังกล่าวจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าระบบซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.32



ภาพที่ 2.32 หลักการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชายศักดิ์ ไชยจิตต์ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาจักรยานไฟฟ้าพลังงานทดแทน โดยมีวัตถุประสงค์ทำการสร้างจักรยานไฟฟ้า ที่ใช้หลักการควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่มีหน่วยความจำแบบแฟลซ ด้วยเทคนิคการควบคุมความเร็วแบบปรับค่าแรงดัน อาร์เมเจอร์ ที่ทำการปรับความกว้างของพัลส์ให้สอดคล้องกับคันเร่ง และโหลดที่เปลี่ยนแปลงและมีการสร้างพลังงานทดแทนจากการปั่นจักรยาน โดยมอเตอร์จะทำหน้าที่เป็นเจนเนอเรเตอร์ ผลิตแรงดันไฟฟ้าเพื่อประจุพลังงานสู่แบตเตอรี่จากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการใช้งานจริงของจักรยานไฟฟ้าต้นแบบ พบว่าจักรยานไฟฟ้าพลังงานทดแทนต้นแบบ ให้ผลตอบสนองในการขับขี่ที่ดี มีความเร็วสูงสุด 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเดินทางสูงสุดต่อการประจุพลังงาน 22 กิโลเมตร ที่ความเร็ว 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้พลังงานประมาณ 1.82 kW-h ต่อระยะทาง 100 กิโลเมตร และทำการปั่นเพื่อประจุพลังงานด้วยกำลัง 35 วัตต์ ที่ความเร็ว 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

พิมพิไล ไชยนุรักษ์ (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าและการออกกำลังกายคือศึกษาประสิทธิภาพของจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าและความเหมาะสมของการปั่นจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับออกกำลังกาย จากการปั่นจักรยานหมุนไดนาโมแล้วนำพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ การออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานช่วยระบบ

การเผาผลาญพลังงาน ส่งเสริมให้ร่างกายแข็งแรงพร้อมทั้งได้ประโยชน์ในการสร้างพลังงานไฟฟ้าขึ้นมาทดแทน โดยการทดสอบที่ความเร็วรอบการปั่นจักรยานระหว่าง30-50 รอบต่อนาที พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย อัตราการเผาผลาญพลังงานเฉลี่ย และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าสูงขึ้น เมื่อความเร็วรอบการปั่นจักรยานสูงขึ้น โดยที่ความเร็วรอบ 30และ35 รอบต่อนาที ช่วยรักษาสุขภาพและร่างกายให้แข็งแรง ประสิทธิภาพของการปั่นจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าเท่ากับร้อยละ 7.23 และร้อยละ 11.14 และที่ความเร็วรอบ 40-50 รอบต่อนาที ช่วยพัฒนาระบบการทำงานแบบใช้ออกซิเจน ประสิทธิภาพของการปั่นจักรยานผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 15.26 และร้อยละ 18.18 ตามลำดับ

ประวิช บุญเจริญ และเอกชัย นามวงค์ (2555 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสร้างจักรยานออกกำลังกายผลิตไฟฟ้าและเป็นการศึกษาการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟจ่ายออกขนาด 12 โวลต์ เนื่องจาก มีอุปกรณ์ที่สามารถกำเนิดไฟฟ้าจากแรงปั่นได้ ผู้วิจัยจึงนำหลักการดังกล่าวมาจัดสร้างอุปกรณ์ที่สามารถคืนพลังงานให้แก่แบตเตอรี่จากการปั่นด้วยเท้า จากผลของการทดสอบรถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นได้ปริมาณไฟที่จ่ายออกคือขนาด 12 โวลต์ และนำไปใช้งานได้จริง

รุ่งเพชร ก่องนอก และรุ่งเรือง วังไธสง. (2556 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาออกแบบใช้งานโซลาเซลล์เพื่อการเกษตรโดยใช้งานตามภาระโหลดทางไฟฟ้าที่มีอยู่รวม 1,296 วัตต์ โดยมีช่วงเวลาที่ใช้งานที่แตกต่างกัน มีช่วงการใช้งานสูงสุดช่วงเวลา 17.00 ถึง 18.00 น. ใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 930 วัตต์ จากภาระไฟฟ้าที่มีอยู่ คณะผู้จัดทำเลือกใช้โซล่าเซลล์ 120 วัตต์ จำนวน 4 แผงซึ่งเป็นของที่มีอยู่เดิม และ 280 วัตต์ จำนวน 2 แผง กำลังไฟฟ้ารวมของแผงโซล่าเซลล์ 1,120 วัตต์ เลือกใช้งานแบตเตอร์รี่ 125 แอมแปร์ 4 ลูก ใช้กำลังไฟฟ้ารวมสูงสุดในรอบหนึ่งวัน 500 วัตต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง กำลังไฟฟ้าใช้งาน 4,000 วัตต์ สามารถใช้งานในช่วงเวลากลางคืนได้ ทดลองการจ่ายโหลดมอเตอร์กระแสตรงขนาด 373 วัตต์ ซึ่งเป็นโหลดสูงสุดของโหลดรวมที่มีอยู่เป็น สามารถสูบน้ำได้ 4,080 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งเหมาะสมกว่าการใช้ปั๊มพลังงานเครื่องยนต์ ส่วนพลังงานที่เหลือสามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานกับโหลดไฟฟ้าที่มีอยู่ในบ้านพักที่ออกแบบไว้ได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี