บทที่ 3

การออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิค

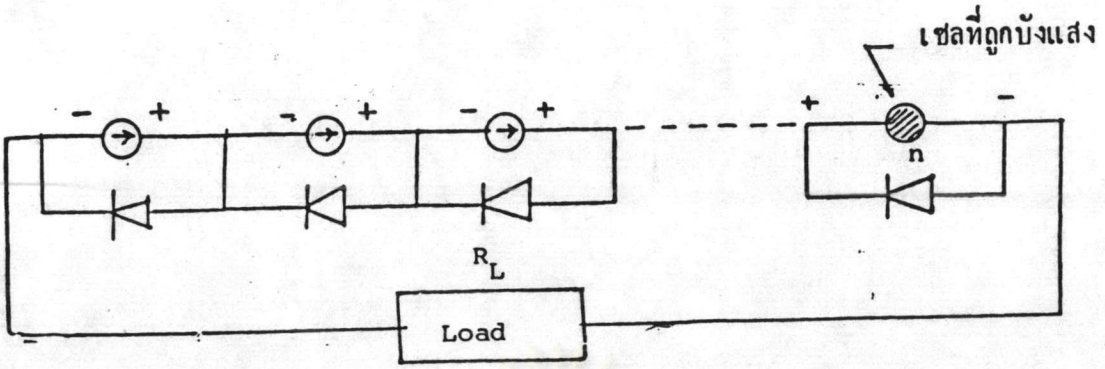
ในการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิคเพื่อใช้กับสถานีรับ-ส่งสัญญาณ ขององค์การโทรศัพท์ ณ สถานีเขาบ้านดอย อ.พาน จ.เชียงราย ซึ่งมีค่าความต้องการพลังงาน 10,680 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี เนื่องจากเซลแสงอาทิตย์แต่ละตัวให้แรงดันไฟฟ้าได้เพียงประมาณ 0.5 โวลท์ (เซลชนิดซิลิกอน) หรือประมาณ 1 โวลท์ (เซลชนิดแกเลี่ยมอาเซนายด์) ในการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิคนี้ จะใช้เซลชนิดซิลิกอน (สาเหตุที่เลือกเซลชนิดซิลิกอนนี้เนื่องจากเป็นเซลที่มีราคาถูก เหมาะสำหรับใช้งานกับระบบที่ไม่รวมแสงและเป็นเซลชนิดที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง) ซึ่งเซลฯ จะให้กระแสไฟฟ้าได้ตามขนาดพื้นที่ที่ใช้รับแสง ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการ โดยให้มีกระแสไฟฟ้าและแรงดันให้เหมาะสมกับโหลดที่ต่อ จึงจำเป็นต้องนำเอาเซลฯ หลาย ๆ ตัวมาต่อกันทั้งแบบขนาน-อนุกรม หรือแบบอนุกรม-ขนาน ในรูปของแผงเซลแสงอาทิตย์

การต่อเซลแสงอาทิตย์แบบขนาน-อนุกรม และแบบอนุกรม-ขนาน

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเซลแสงอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงอาทิตย์ พื้นที่รับแสงและประสิทธิภาพของตัวเซลแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าตามที่โหลดต้องการ จึงจำเป็นต้องนำเซลจำนวนมากมาต่อกันแบบขนาน-อนุกรม หรือแบบอนุกรม-ขนาน การนำเซลจำนวนมากมาต่อกันอาจมีผลเสียต่อความเชื่อถือได้ของระบบได้ เช่น กรณีที่เซลใดเซลหนึ่งหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของแผงถูกบัง อาจทำให้เซลหรือกลุ่มของเซลนั้นเสียหายได้ ในตอนนี้เราจะพูดถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีที่เราเอาเซลจำนวนมากมาต่อกัน จากนั้นเราจะพิจารณาผลเสียและวิธีแก้ไข โดยจะแบ่งการพิจารณาออกเป็นสองกรณี คือ กรณีที่เซลต่ออนุกรมกันหมด และกรณีที่เซลต่อขนานกันหมด

การต่อเซลแบบอนุกรม

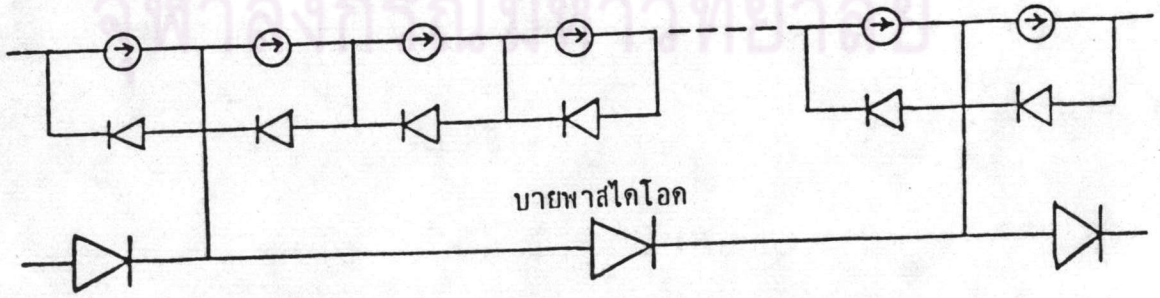
ในการที่ต่อเซลแสงอาทิตย์แบบอนุกรมกันทั้งหมด แล้วจ่ายพลังงานให้กับโหลด เมื่อมีเซลใดเซลหนึ่งถูกบังแสง จะทำให้เซลนั้นถูกไบอัสกลับ ซึ่งการถูกไบอัสกลับจะทำให้แผงเซลที่ต่ออนุกรม



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อเซลแสงอาทิตย์แบบอนุกรม จำนวน n เซล เข้ากับโหลด

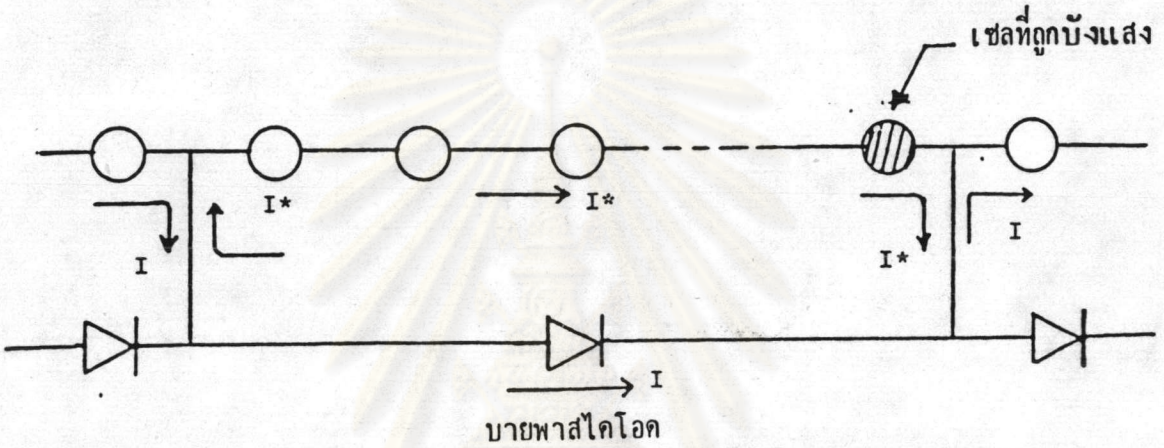
นั้น จ่ายกำลังงานออกมาน้อย กรณีที่รุนแรงที่สุดคือแผงเซลถูกลัดวงจรซึ่งจะมีผลให้เซลที่ถูกบังแสงย่อมถูกไบอัสกลับด้วยแรงดันที่มีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันจากแต่ละเซลที่ได้รับแสง (แรงดันแต่ละเซลจะมีค่าแรงดันใกล้เคียงกับแรงดันเปิดวงจร คือประมาณ 0.5 โวลท์) เพราะว่าเซลที่ถูกบังแสงนั้น ขณะนี้เหมือนภาระไฟฟ้า

การออกแบบให้แผงเซลแสงอาทิตย์ที่ต่อกันแบบอนุกรมมีความปลอดภัย คือต้องให้ผลบวกของแรงดันจากเซลที่ได้รับแสงมีค่าน้อยกว่าแรงดันพัง (Breakdown Voltage ซึ่งเป็นค่าแรงดันสูงสุดที่จะทำให้เซลที่ถูกบังแสงเสียหาย) ของเซลที่ถูกบังแสงนั้น ดังนั้นเมื่อต้องการต่อเซลอนุกรมกันจำนวนมาก ๆ จึงจำเป็นต้องมีการป้องกัน จะทำได้โดยแบ่งเซลออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ n เซล ซึ่งจำนวนเซลแต่ละกลุ่มจะต้องให้ค่าแรงดันน้อยกว่าค่าแรงดันพังที่จะทำให้เซลเสียหายได้แล้วใช้ไดโอด (Diode) ต่อคล่อมกลุ่มเซลดังกล่าว โดยให้ไดโอดถูกไบอัสกลับในขณะที่เซลทำงานปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งไดโอดที่นำมาต่อคล่อมกับกลุ่มเซลนี้ เราเรียกว่า บายพาสไดโอด (by pass diode)



รูปที่ 3.2 แสดงแผงเซลแสงอาทิตย์ที่ต่ออนุกรมไว้โดยต่อบายพาสไดโอดไว้แต่ละกลุ่ม

เมื่อเซลถูกบังแสงตามรูปที่ 3.3 กระแสที่ไหลผ่านเซลที่ถูกบังแสงจะมีค่าต่ำ คือจะมีค่าเท่ากับกระแสของเพียงในกลุ่มของเซลที่ถูกบังแสงเท่านั้น และเซลที่ถูกบังแสงนี้จะถูกไบอัสกลับด้วยแรงดันรวมจากเซลที่ทำงานปกติในกลุ่มนั้น ซึ่งบายพาสไดโอดที่ต่อไว้กับกลุ่มที่ถูกบังแสงนั้นจะถูกไบอัสตามด้วยแรงดันที่ได้จากแผงเซลอื่น ซึ่งจะทำให้กระแสและแรงดันจากแผงเซลอื่นจะผ่านตัวบายพาสไดโอดที่ต่อไว้กับกลุ่มที่มีเซลถูกบังแสงนั้น ซึ่งแรงดันจากนอกแผงเซลที่ถูกบังแสงจะไม่มีส่วนไบอัสกลับต่อเซลที่ถูกบังแสงนี้เลย จึงเกิดความปลอดภัยต่อแผงนั้น



รูปที่ 3.3 แสดงการไหลของกระแสในแผงเซลแสงอาทิตย์ขณะที่เซลหนึ่งถูกบังแสง

<u>การต่อเซลแบบขนาน</u> [17]

ในกรณีที่มีเซลจำนวน n เซลมาต่อขนานกับวงจรสมมูลย์ของกลุ่มเซลดังกล่าว จะเป็นดังรูปที่ 3.4 (ก) โดยที่ I_{sc} เป็นกระแสที่เกิดจากแสงอาทิตย์ และ I_D เป็นกระแสภายในของเซล เมื่อเซลใดเซลหนึ่งถูกบังแสงจะทำให้ I_{sc} ของเซลนั้นลดลงเป็น I^*_{sc} ซึ่งจะทำให้แรงดันของเซลนั้นลดลง แต่เนื่องจากเซลทั้งหมดต่อขนานกันอยู่ ดังนั้นเซลที่ถูกบังแสงจะถูกไบอัสตาม ซึ่งมีค่าแรงดันเท่ากับเซลที่ไม่ถูกบังแสง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 (ข) ในกรณีที่กลุ่มเซลที่ต่อขนานกันไม่ได้ต่ออยู่กับโหลด ซึ่งจะเป็นกรณีที่จะเป็นอันตรายต่อเซลที่ไม่ถูกบังแสงมากที่สุด กระแสในเซลที่ถูกบังแสง I''_D จะมีค่าตามสมการ

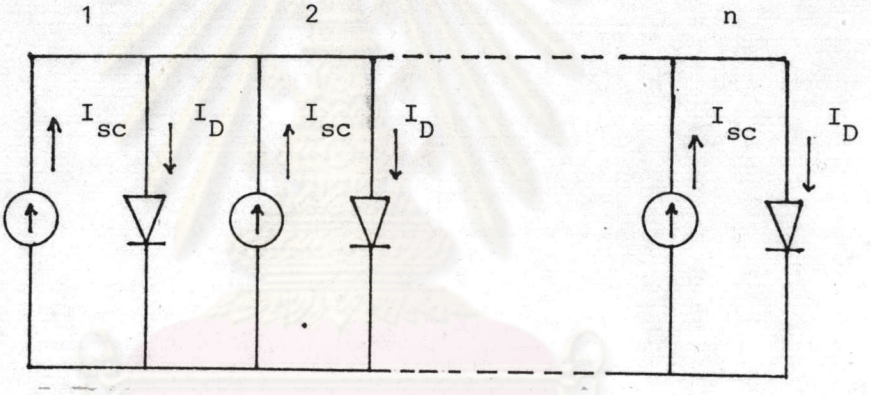
$$I''_D = (n-1)(I_{sc}-I'_D) \qquad \text{.....(3.1)}$$

แต่เนื่องจากเซลมีคุณสมบัติเหมือนกัน I''_D จะมีค่าเท่ากับ I'_D เพราะแรงดันคล่อมเซลมีค่าเท่ากัน ดังนั้นจากสมการ (3.1) จะได้ว่า

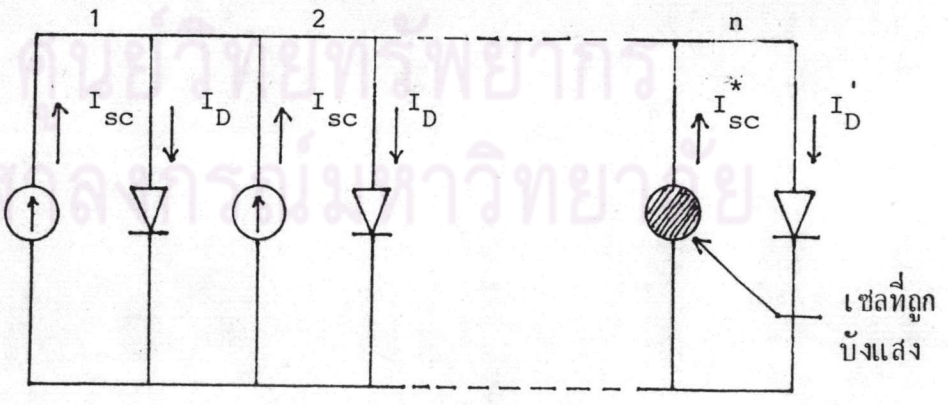
$$I_D' = \frac{n-1}{n} I_{sc} \qquad \text{.....(3.2)}$$

$$.I = I_D' - I_{sc}^* \qquad \text{.....(3.3)}$$

และแรงดันคล่อมเซลจะมีค่าน้อยกว่าแรงดันวงจรเปิด V_{oc} แม้จะมีเซลมาต่อขนานกันมากเท่าไรก็ตาม ค่ากระแสที่ไหลเข้าในเซลที่ถูกบังแสงจะมีค่าไม่เกิน I_{sc} และแรงดันคล่อมเซลจะมีค่าไม่เกิน V_{oc} และค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าไม่เกิน $V_{oc} * I_{sc}$ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จะไม่ทำให้เซลเสียหาย ในกรณีที่แรงดันเปิดวงจรของเซลที่ถูกบังแสงมีค่าน้อยกว่า ของกลุ่มเซลที่ไม่ถูกบังแสงแล้วกระแสที่ไหลเข้าเซลที่ถูกบังแสงอาจมีค่ามากกว่า I_{sc} ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของแรงดันเปิดวงจร และค่าความแตกต่างนี้จะเป็นตัวกำหนดจำนวนเซลสูงสุดที่จะมาต่อขนานกันได้ โดยเซลจะไม่เสียหายเมื่อถูกบังแสง

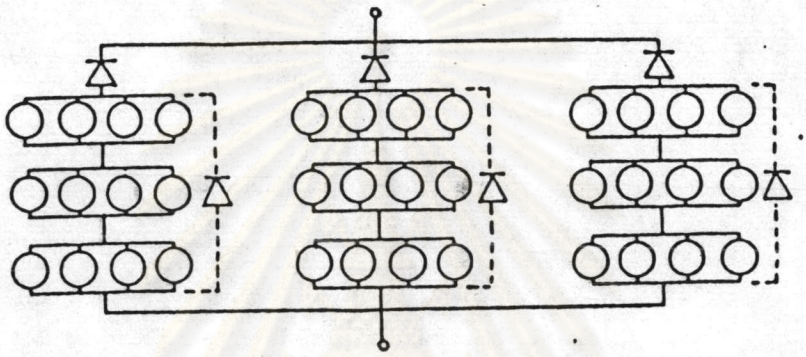


รูปที่ 3.4 (ก) วงจรสมมูลย์ของกลุ่มเซลที่ต่อขนานกัน n เซลโดยไม่มีโหลด



รูปที่ 3.4 (ข) วงจรสมมูลย์ของเซลที่ต่อขนานกันและมีเซลถูกบังแสง

ในกรณีที่เราต่อเซลแบบขนาน-อนุกรม เมื่อนำเซล n ชุด มาต่ออนุกรมกันโดยที่แต่ละชุดมีเซล m เซล ต่อขนานกันอยู่ การคำนวณหาจำนวนชุดที่จะต้องต่อขนานด้วยบายพาสไดโอดจะทำได้ในทำนองเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อของการต่อเซลแบบอนุกรม โดยคิดว่ากลุ่มเซลที่ต่อขนานเป็นเสมือนกับ I เซล ส่วนกรณีที่เราต่อเซลแบบขนาน-อนุกรม คือนำเอากลุ่มเซล P ชุด มาต่อขนานกัน โดยให้แต่ละชุดมี q เซล ต่ออนุกรมกันอยู่ก็ได้ ในทำนองเดียวกันการต่ออนุกรม-ขนาน ก็ให้คิดเสมือนว่าจำนวนเซลที่ต่ออนุกรมกันเป็นเสมือนกับ 1 เซล



รูปที่ 3.5 แสดงการต่อเซลแสงอาทิตย์แบบขนาน-อนุกรม [1]

การต่อเซลแบบขนาน-อนุกรม ดังรูปที่ 3.5 จึงเป็นแบบที่เหมาะสมที่สุดในการป้องกันข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการบังเงา เซลลัดวงจร เซลที่มีลักษณะสมบัติกระแสและแรงดันไฟฟ้าไม่เท่ากัน และการได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์บนแผงเซลไม่สม่ำเสมอ การต่อเซลแบบนี้ยังช่วยลดจำนวน By pass diode ที่ใช้ให้มีน้อยที่สุด และเป็นแบบที่มีความเชื่อถือได้สูงที่สุดด้วย

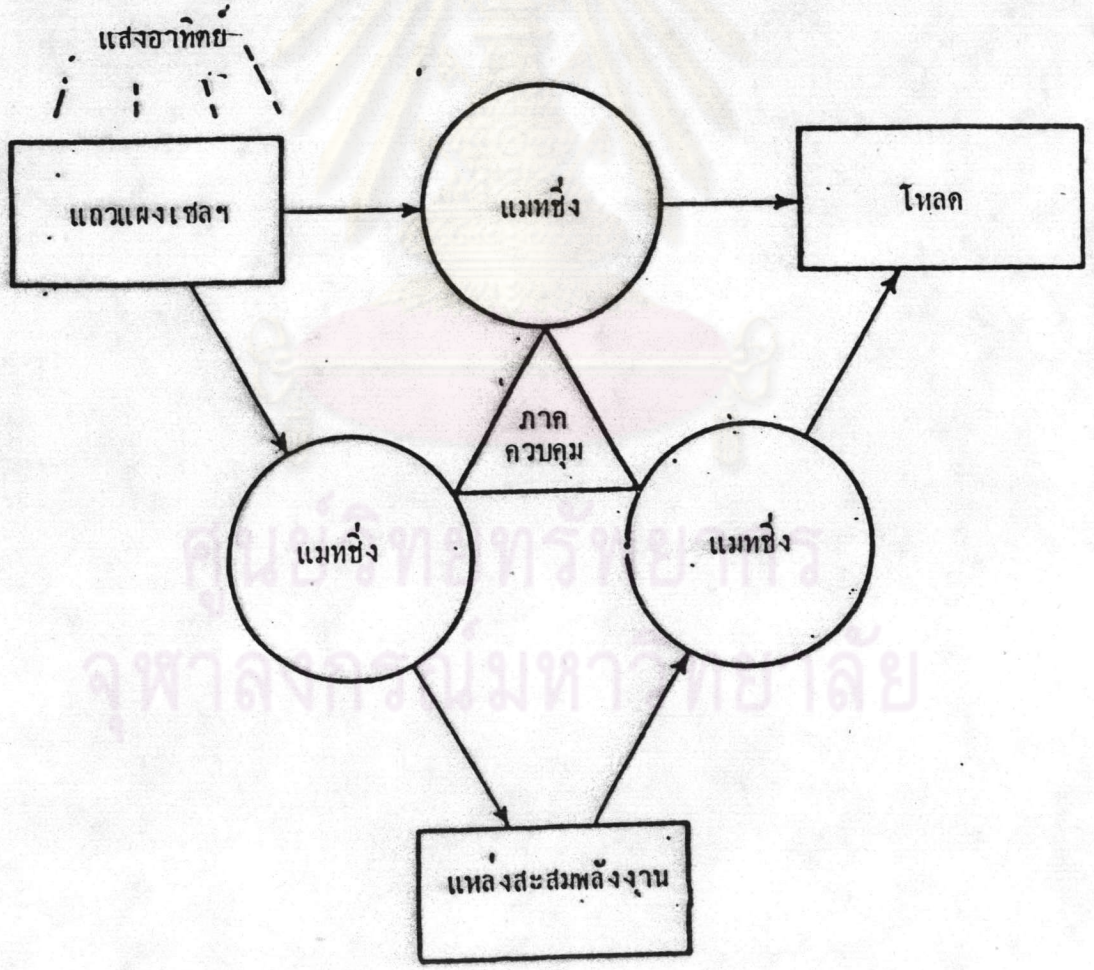
เพื่อป้องกันความเสียหายทางด้านไฟฟ้าที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการบังเงา จึงมีการออกแบบแผงเซลแสงอาทิตย์เป็นโมดูลย่อย ๆ แยกเป็นอิสระจากกัน โดยมี Blocking diode ต่อไว้แต่ละชุด ในการออกแบบแผงเซลแสงอาทิตย์ จึงกระทำในรูปของโมดูลมาตรฐานที่มีกระแสและแรงดันไฟฟ้าแน่นอน จากนั้นจึงเอาโมดูลดังกล่าวมาต่อเข้าด้วยกันอีกทีหนึ่ง

ในการออกแบบระบบไฟโตโวลตาอิคนั้น เราจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมระหว่างพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์และโหลดที่ต้องการใช้ โดยให้ระบบมีราคาต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่ง

มีประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้สูงสุดด้วย การออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิคนั้น เราจะต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ 3 ประการด้วยกันคือ

1. ลักษณะความต้องการของโหลด
2. การเลือกโครงสร้างที่เหมาะสมของระบบ
3. การเลือกขนาดส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบ

การที่เราจะสามารถเลือกโครงสร้างและขนาดให้เหมาะสมกับความต้องการของโหลดจึงมีความจำเป็นที่จะต้องรู้จักส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในระบบโฟโตโวลตาอิค และเข้าใจคุณสมบัติและหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จะต้องใช้เป็นอย่างดี ซึ่งระบบโฟโตโวลตาอิคโดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงระบบโฟโตโวลตาอิค [17]

009737

แสงอาทิตย์

สิ่งที่เราจะกล่าวถึงในระบบโฟโตโวลตาอิคก็คือพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้เพราะแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของระบบ และพลังงานออกของระบบจะแปรค่าตามพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ซึ่งความเข้มของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกบนพื้นผิวที่ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์จะมีค่าเป็น I_n ซึ่งเราจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ โดยที่

$$I_n = 1,353 \quad watt/M^2 \qquad .....(3.4)\ [2]$$

ความเป็นจริงแล้ว ค่า I_n จะไม่ใช่ค่าที่คงที่ที่เดียว คือมันจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้ค่าของ I_n เปลี่ยนแปลงไปประมาณ $\pm$ 3% จากค่าเฉลี่ย แต่อย่างไรก็ตามเราจะถือว่า I_n เป็นค่าคงที่

ในการกำหนดความเข้มของแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าประมาณ 600 วัตต์/ม^2 [9] แต่อย่างไรก็ดี ค่านี้ได้บอกค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงอาทิตย์ที่แท้จริง ซึ่งเป็นการบอกค่าเฉลี่ยที่มีค่าต่ำสุดของปี ณ ทุก ๆ ตำแหน่งทั่วประเทศไทย ซึ่งปริมาณแสงอาทิตย์ดังกล่าวนี้จะมีรวมทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย ในการคำนวณการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิค เราจะใช้ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ 600 วัตต์/ม^2

แผงเซลแสงอาทิตย์

ในระบบโฟโตโวลตาอิค แผงเซลแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งอยู่ในรูปของไฟฟ้ากระแสตรง โดยการนำเซลแสงอาทิตย์หลาย ๆ เซลมาต่อกันแบบอนุกรม ขนาน และผสม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ได้แรงดันและกระแสไฟฟ้าตามที่ต้องการ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้าของแผงเซลแสงอาทิตย์ จะมีลักษณะเหมือนกับเซลแสงอาทิตย์เพียงเซลเดียว แต่จะมีกระแสและแรงดันไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นกว่าเซลเดียว ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนเซลที่นำมาต่ออนุกรมและขนานกัน ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับชนิดของเซล เซลแสงอาทิตย์ที่มีแพร่หลายอยู่ในขณะนี้ได้แก่ ซิลิกอนเซล ซิลิกอนเซลนี้จะมีประสิทธิภาพประมาณ 12-14% [1] ตัวอย่างเช่น แถวแผงเซลชนิดซิลิกอนที่มีพื้นที่ 1 ม^2 รับพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มของแสง 600 วัตต/ม^2 จะได้พลัง

งานไฟฟ้าประมาณ 72 วัตต์/ม^2

ในการออกแบบแผงเซลแสงอาทิตย์ สิ่งที่เราจะต้องพิจารณาได้แก่ สถานที่ที่จะทำการติดตั้ง (ตำแหน่งละติจูดของสถานที่นั้น ๆ) การหาขนาดของแผงเซลได้แสดงไว้ในบทที่ 4

แผงเซลแสงอาทิตย์ที่บริษัทต่าง ๆ ผลิตออกจำหน่ายจะมีกำลังไฟฟ้าแตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่รับแสงของเซล ตัวอย่างเช่น แผงเซลของบริษัทอาร์โก้ ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีเซลแสงอาทิตย์แบบซิลิกอนซึ่งต่อกันแบบอนุกรม 35 เซล และแต่ละเซล จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ซม. ซึ่งมีค่ารับรังสีที่ 1,000 วัตต์/ม^2 และ 800 วัตต์/ม^2 ตามลำดับ ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าโหลดไฟฟ้าที่ใช้เซลแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานนั้นจะต้องการพลังงานมากกว่าที่ได้จากแผงเซลแผงเดียว ดังนั้นจึงต้องนำแผงเซลเหล่านี้มาต่ออนุกรมและขนานกันเพื่อให้มีแรงดันและกระแสไฟฟ้าตามที่โหลดต้องการ

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของแผงเซลแสงอาทิตย์ ที่ต่อแบบอนุกรม 35 เซล โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละเซล 10 ซม. ที่มีค่ารับพลังงานแสงอาทิตย์ 1,000 วัตต์/ม^2 และ 800 วัตต์/ม^2 [15]

SOLAR INSOLATION	ความเข้มของแสงอาทิตย์ 1,000 W/M^2			ความเข้มของแสงอาทิตย์ 800 W/M^2		
TEMPERATURE	0°C	25°C	50°C	0°C	25°C	50°C
I_{sc} (A)	2.56	2.57	2.59	2.05	2.06	2.07
V_{oc} (V)	23.32	21.29	19.23	23.26	21.23	19.23
V_{pmax} (V)	19.15	17.12	15.15	19.11	17.08	15.06
I_{pmax} (A)	2.13	2.32	2.34	1.84	1.85	1.87
P_{max} (W)	44.16	39.74	35.43	35.09	31.56	28.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของโหลดทางไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิค สำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับสถานีรับ-ส่งสัญญาณ เราจะต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ลักษณะและคุณสมบัติของภาระทางไฟฟ้าหรือโหลดของสถานี ทั้งนี้เพราะลักษณะโครงสร้างของระบบและขนาดของส่วนต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะโหลดของสถานีฯ

โหลดของสถานีเขาบ้านดอยมีลักษณะดังนี้ [3]

1. ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลท์
2. ใช้กระแสไฟฟ้า 50.80 แอมแปร์ (คงที่) ซึ่งคำนวณได้จากค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีของสถานี
3. ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง

เมื่อเราทราบขนาดและลักษณะของโหลดแล้ว จึงทำการออกแบบขนาดของแถวแผงเซลเพื่อให้มีพลังงานจ่ายให้กับโหลดอย่างเพียงพอตลอดเวลา

แหล่งเก็บสะสมพลังงาน (แบตเตอรี่)

เนื่องจากในปัจจุบันระบบโฟโตโวลตาอิคเป็นระบบที่มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นสถานีที่ใช้งานมักจะเป็นที่ที่ระบบสายส่งการไฟฟ้าของรัฐเข้าไปไม่ถึง หรือสถานีอยู่ในถิ่นทุรกันดารซึ่งการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงกระทำได้ยาก ซึ่งทำให้ระบบโฟโตโวลตาอิคจึงเป็นระบบที่น่าสนใจ สำหรับพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นแหล่งเก็บสะสมพลังงานจึงมีความจำเป็นเพื่อใช้ในการเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ในขณะที่ไม่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งสถิติจำนวนวันที่ที่ไม่มีแสงอาทิตย์ติดต่อกันสูงสุดถึง 11 วัน [3] ดังนั้นแหล่งเก็บสะสมพลังงานจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้นแหล่งเก็บสะสมพลังงานจึงจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ เพราะสามารถที่จะเก็บประจุไฟฟ้าได้โดยตรงจากแผงเซลแสงอาทิตย์ และสามารถที่จะนำพลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้ไปใช้กับโหลดได้โดยตรงเช่นกัน

แบตเตอรี่มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิด Lead-Acid และชนิด Nickel-Cadmium แบตเตอรี่ชนิด Nickel-Cadmium มี

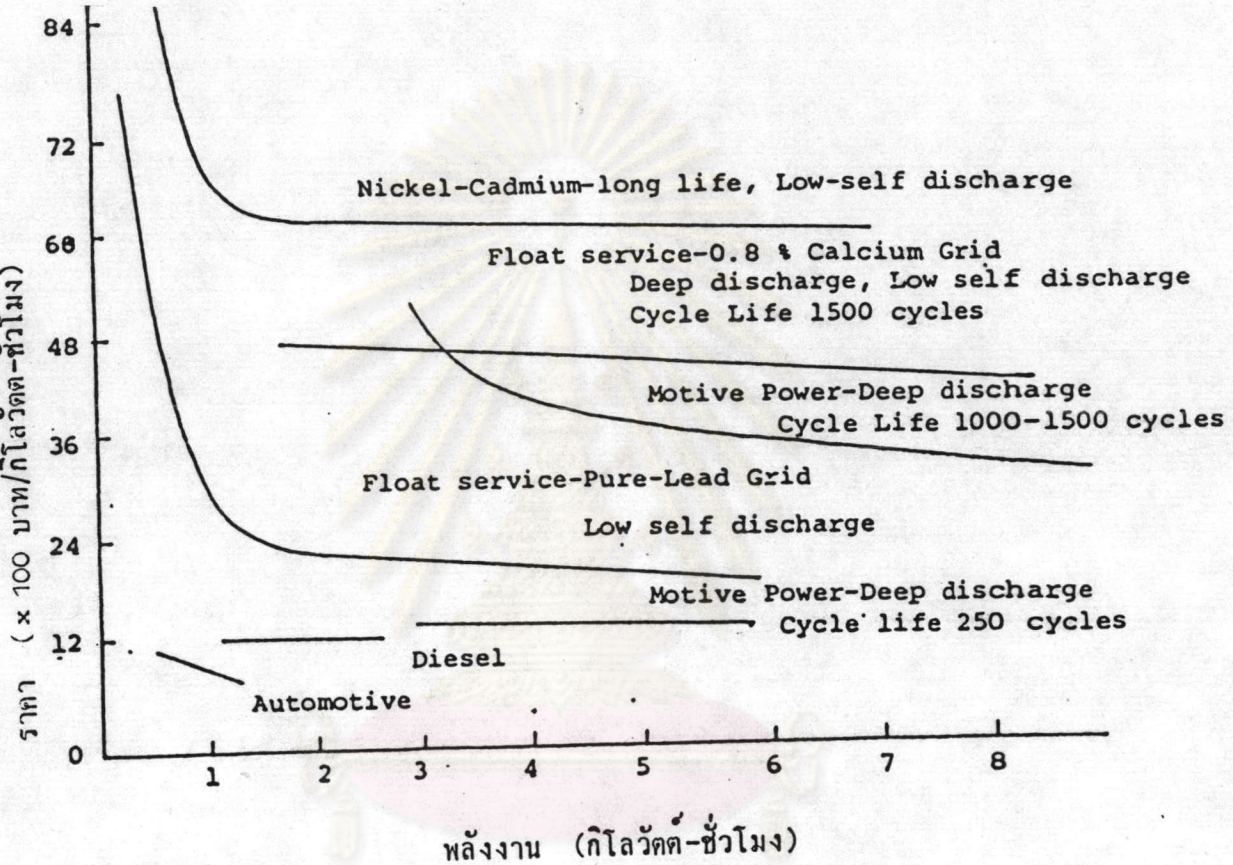
ข้อดีคือมีอายุการใช้งานมากกว่าชนิด Lead-Acid และสามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ได้ถึง 100 KW-H/M^3 [1] ข้อเสียของแบตเตอรี่ชนิด Nickel-Cadmium ก็คือมีราคาแพง ไม่เป็นที่นิยมใช้โดยทั่วไป แบตเตอรี่ชนิด Lead-Acid เป็นแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ทั่วไปในปัจจุบัน เพราะมีราคาค่อนข้างถูกและมีอายุการใช้งานพอสมควรคือ 7-10 ปี ประสิทธิภาพประมาณ 70% แต่จะต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ในการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิคนี้ได้เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิด Lead-Acid เพื่อให้เหมาะสมต่อการลงทุนและค่า Battery Factor ที่ใช้จะมีค่า 270.6 [16] เพื่อให้ขนาดของแบตเตอรี่มีปริมาณในการเก็บประจุไฟฟ้า เพื่อที่จะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 11 วัน ซึ่งสถิติสูงสุดของวันที่ไม่มีแสงอาทิตย์ติดต่อกันถึง 11 วัน [3]

<u>หมายเหตุ</u> การคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ได้แสดงไว้ในบทที่ 4 ในหัวข้อการหาขนาดของแบตเตอรี่

<u>แมทชิ่ง</u>

จากรูปที่ 3.6 นั้น จะเห็นได้ว่าระบบโฟโตโวลตาอิคมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน คือ แผงเซลแสงอาทิตย์ โหลด และแหล่งเก็บสะสมพลังงาน ส่วนประกอบหลักทั้ง 3 ส่วนนี้เมื่อมาประกอบกันเป็นระบบมักจะต้องมีการต่อถึงกัน โดยผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้ส่วนประกอบหลักนั้นต่อกันได้อย่างเหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

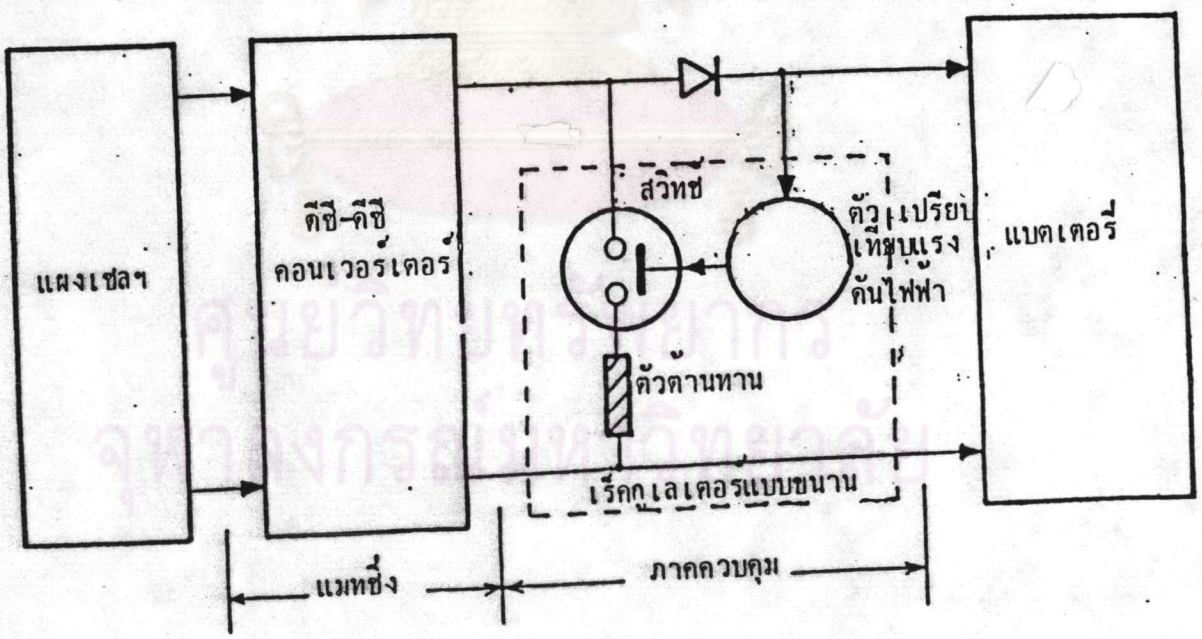


รูปที่ 3.7 ราคาเปรียบเทียบของแบตเตอรี่ชนิด Lead Acid และ Nickel Cadmium [1]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแมทชิ่งระหว่างแผงเซลกับแหล่งเก็บสะสมพลังงาน

ในกรณีที่แหล่งเก็บสะสมพลังงานเป็นแบตเตอรี่ ตัวแมทชิ่งมักจะเป็นตัวที่ใช้ปรับระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของแผงเซลฯ ให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่ประจุในแบตเตอรี่ หรือที่เรียกว่า ดีซี - ดีซี คอนเวอร์เตอร์ (แมทชิ่ง) และแมทชิ่งตัวนี้จะป้องกันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลกลับไปสู่แผงเซลฯ ในกรณีที่ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือในกรณีที่แสงอาทิตย์มีไม่พอที่จะประจุแบตเตอรี่ เช่น ตัวบล็อกกิ้งไดโอดจะไม่ยอมให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลไปสู่แถวแผงเซลฯ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 นอกจากนี้ก็อาจจะมีวงจรป้องกันเพื่อไม่ให้ประจุแบตเตอรี่มากเกินไป ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเป็นเร็คกูเลเตอร์แบบต่อขนาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.8 ซึ่งตัวเร็คกูเลเตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการเก็บประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เพราะในการเก็บประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่จากแผงเซลจนเกินพอ ในบางครั้งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพลง จึงจำเป็นต้องมีวงจรเร็คกูเลเตอร์ควบคุมการเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในระบบด้วย คือเมื่อเก็บประจุไฟฟ้าเต็มแบตเตอรี่แล้ว วงจรเร็คกูเลเตอร์จะทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินนั้นทิ้งเสียโดยจ่ายให้กับตัวต้านทาน เพื่อคายพลังงานออกไปในรูปของความร้อน

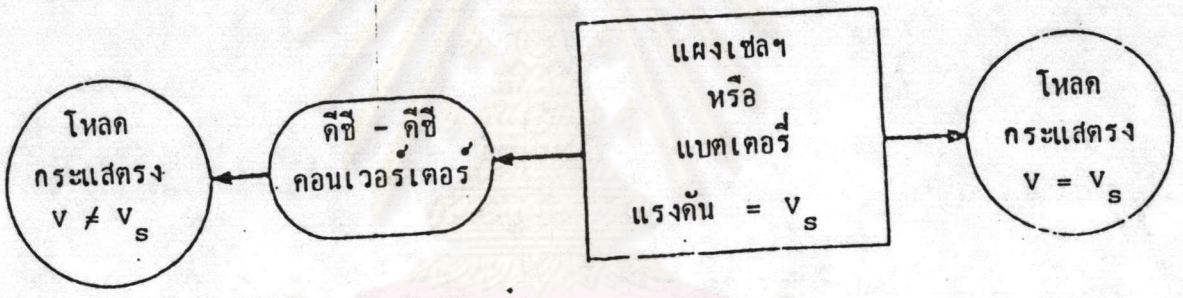


รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะการแมทชิ่งระหว่างแผงเซลฯ กับแบตเตอรี่ [17]

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแมทชิ่งระหว่างแผงเซลแสงอาทิตย์กับโหลด

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแถวแผงเซลฯ นั้น จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ในขณะที่โหลดเป็นโหลดที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง นอกจากนี้ระดับแรงดันของโหลดที่ใช้อาจจะไม่เท่ากันกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลฯ ซึ่งในกรณีนี้เราอาจจำเป็นต้องใช้ ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ เพื่อปรับระดับแรงดันของโหลดและแผงเซลฯ ให้เท่ากัน การเลือกใช้ชนิดและขนาดของคอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของโหลด แต่โดยทั่วไปแล้วเราสามารถที่จะกำหนดชนิดของโหลดได้ ซึ่งโหลดใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดและแรงดันไฟฟ้าขนาดเดียวกันกับแรงดันไฟฟ้า ที่ได้จากแผงเซลแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้ ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้จะมีราคาแพงและเป็นการเพิ่มความยุ่งยากให้กับระบบ



รูปที่ 3.9 แสดงการแมทชิ่งระหว่างแผงเซลฯ แบตเตอรี่ และโหลดต่าง ๆ

การแมทชิ่งระหว่างแหล่งเก็บสะสมพลังงานกับโหลด [17]

ในขณะที่พลังงานจากแผงเซลฯ มีไม่พอกับความต้องการของโหลดแล้ว โหลดจะต้องดึงพลังงานส่วนหนึ่งมาจากแหล่งเก็บสะสมพลังงาน (แบตเตอรี่) ดังนั้นตัวแมทชิ่งระหว่างแหล่งเก็บสะสมพลังงานกับโหลดจะต้องทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สะสมอยู่ให้กับโหลด ดังนั้นจึงเป็นการแมทชิ่งของแผงเซลฯ กับโหลดทุกประการ

ภาคควบคุมระบบโฟโตโวลตาอิค

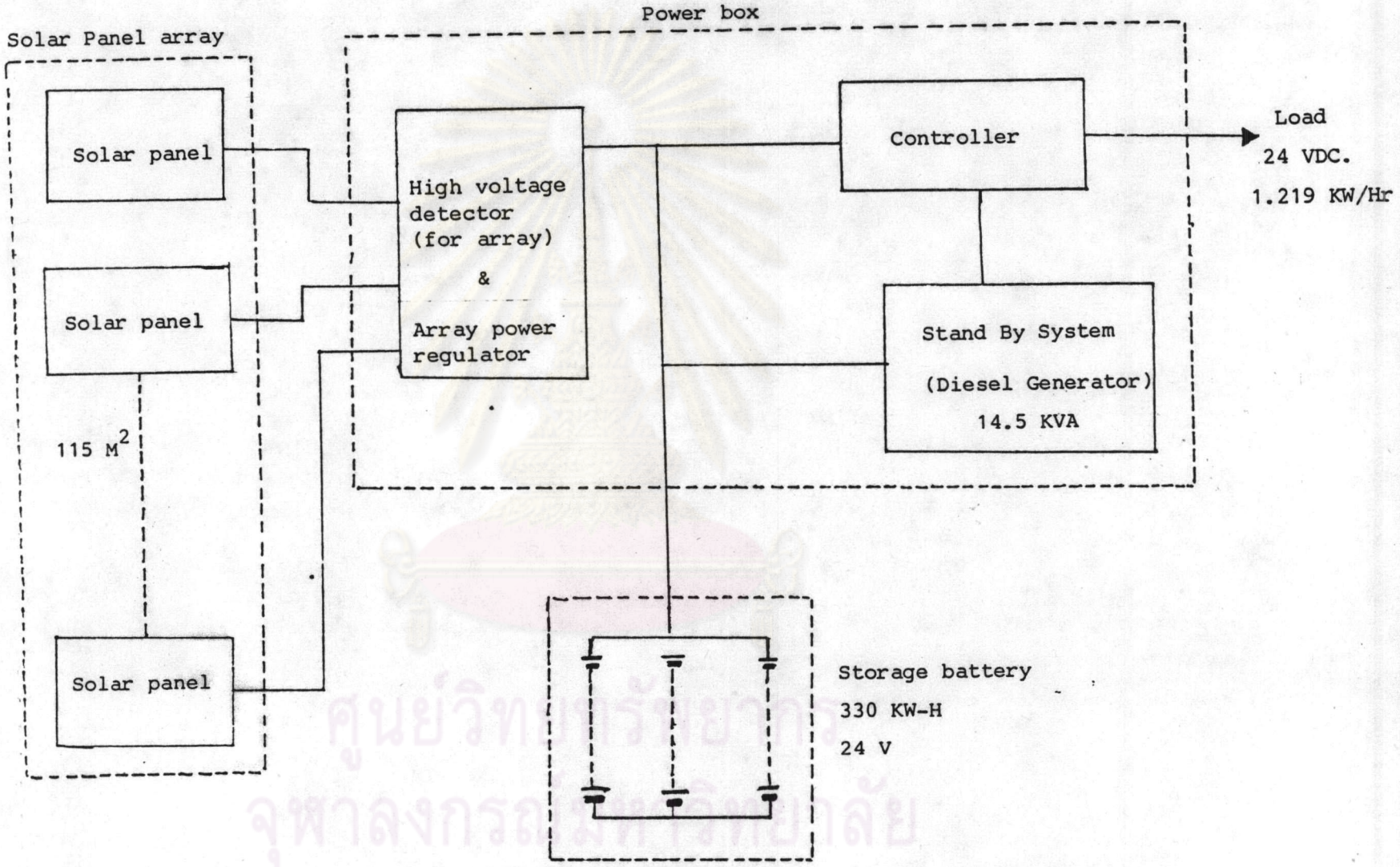
ภาคควบคุมของระบบโฟโตโวลตาอิคนี้ จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการใช้และเก็บสะสมพลังงานให้เหมาะสม นอกจากนี้ยังอาจทำหน้าที่จัดลำดับก่อนหลังในการใช้งาน กรณีที่พลังงานมีจำกัด ลักษณะและความสลับซับซ้อนของระบบโฟโตโวลตาอิคจะขึ้นอยู่กับโครงสร้าง ขนาด และวัตถุประสงค์ในการใช้งานของระบบ เป็นต้นว่าต้องการให้ระบบมีความเชื่อถือได้สูงและง่ายต่อการบำรุงรักษา เป็นต้น ซึ่งได้กล่าวรวมไว้แล้วในหัวข้อของการแมทชิ่ง ระหว่างแผงเซลกับแหล่งเก็บสะสมพลังงาน

จำนวนชั่วโมงที่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละเดือน

จำนวนชั่วโมงที่มีพลังงานแสงอาทิตย์สามารถที่จะหาได้จากสถิติประจำเดือน ของสถานีที่ที่จะทำการติดตั้ง ซึ่งในแต่ละสถานที่สามารถที่จะแสดงให้เห็นโดย Reference Locality สำหรับ Daily Global Radiation จะได้จากค่าเฉลี่ยหลาย ๆ ปี ของแต่ละเดือน ซึ่งจำนวนชั่วโมงที่มีพลังงานแสงอาทิตย์จะไม่เกินระดับต่ำสุดที่ให้ และค่าแฟคเตอร์จะเป็น 6.77 [16] ซึ่งค่านี้จะเป็นประโยชน์ในการที่จะใช้หาขนาดของแถวแผงเซลแสงอาทิตย์ และค่าแฟคเตอร์ดังกล่าวคำนวณมาจากจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ของเดือนที่มีค่าต่ำสุด

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ของแต่ละเดือนจากค่าเฉลี่ยในรอบ 10 ปี [3]

มกราคม	240	ชั่วโมง	พฤษภาคม	170	ชั่วโมง	กันยายน	120	ชั่วโมง
กุมภาพันธ์	250	ชั่วโมง	มิถุนายน	150	ชั่วโมง	ตุลาคม	170	ชั่วโมง
มีนาคม	250	ชั่วโมง	กรกฎาคม	110	ชั่วโมง	พฤศจิกายน	190	ชั่วโมง
เมษายน	220	ชั่วโมง	สิงหาคม	110	ชั่วโมง	ธันวาคม	220	ชั่วโมง



รูปที่ 3.10 Block diagram of Solar cell power supply system
ของสถานีรับ-ส่งสัญญาณเขาบ้านดอย อ.พาน จ.เชียงราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย