

การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท อาจใช้แบบอิสระเป็นบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) แบบเชื่อมต่อกับสายจำหน่ายเพื่อผลิตพลังงาน (Grid connected PV system) และเพื่อชดเชยระดับแรงดันปลายสายหรือชดเชยกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายจำหน่าย (Compensation losses of distribution systems) วิทยานิพนธ์นี้เป็นงานวิจัยชิ้นแรกของประเทศไทยที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชดเชยกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสาย การศึกษาใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากสถานีวิจัยสัตว์ป่าละเมาะซึ่งมีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 0.75 kWp อินเวอร์เตอร์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งขนาด 3.5 kW สถานีวิจัยอยู่ห่างจากหม้อแปลงจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประมาณ 80 กม. การศึกษามี 3 ส่วนคือ การเก็บข้อมูลและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ณ สถานีวิจัยฯ การออกแบบการทดลองและสร้างระบบทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการยกระดับแรงดันไฟฟ้าฯ และการทำโมเดลลิงการชดเชยกำลังไฟฟ้าสูญเสีย

การเก็บข้อมูลที่สถานีพบว่า ภาระไฟฟ้าแต่ละวันมีลักษณะคล้ายกันในแต่ละวัน โดยมีค่าสูงใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาประมาณ 19:00 – 23:00 น. และ 6:00 – 8:00 น. ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อ(Point of common coupling-PCC/พีซีซี) มีค่าต่ำใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาประมาณ 17:00 – 22:00 น. และ 5:00 – 7:00 น. แรงดันไฟฟ้าตกดังกล่าวเพราะภาระไฟฟ้าสูงในระยะทางกว่า 80 กม.

การทดสอบสมรรถนะของระบบ พบว่า ประสิทธิภาพของแผงมีค่าประมาณ 5-6 % ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์มีค่าประมาณ 75% ประสิทธิภาพรวมของระบบฯ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.25 % ค่า utilization factor เท่ากับ 1.52 kWh/kWp ค่าประสิทธิภาพที่ต่ำ ทำให้ค่า utilization factor ต่ำ

การทดสอบและเก็บข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า พบว่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อกับระบบขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าจริงในกริด และกำลังไฟฟ้าของภาระทางไฟฟ้า ระบบเซลล์มีขนาด 0.75 kWp ถือว่าเล็กเมื่อเทียบกับขนาดของอินเวอร์เตอร์และระบบจำหน่ายไฟฟ้า การยกระดับแรงดันไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดได้มาก ถ้าภาระไฟฟ้าของระบบต่ำและมีความเข้มแสงอาทิตย์สูง

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าในกรณีแรกที่ระบบฯ ผลิตกำลังไฟฟ้าจ่ายให้กับทั้งภาระไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการและระบบจำหน่าย กำลังไฟฟ้าจากระบบเซลล์ที่จ่ายเข้าไปในระบบจำหน่าย จะทำให้แรงดันที่พีซีซีสูงขึ้น ถ้าสัดส่วนการจ่ายกำลังไฟฟ้าจริงจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากริดเพิ่มมากขึ้น ส่วนในกรณีที่สอง เมื่อระบบฯ จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับระบบจำหน่ายเพียงอย่างเดียว พบว่า แรงดันที่พีซีซีสูงขึ้น โดยแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น จะสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าที่ป้อนสู่ระบบจำหน่ายและแปรผันตรงกับความเข้มแสงอาทิตย์

การทำโมเดลถึงการชดเชยกำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ใช้ข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ ภาระทางไฟฟ้า ณ สถานีวิจัยฯ และพารามิเตอร์ของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่า ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถชดเชยหรือลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายจำหน่าย โดยการลดการสูญเสียขึ้นกับความเข้มแสงอาทิตย์ ในสภาวะการใช้งานจริง หม้อแปลงแรงต่ำของระบบจำหน่ายที่สถานีวิจัยฯ (ขนาด 30 kVA) มีภาระไฟฟ้าเพียง 5-6% การชดเชยการสูญเสียจากระบบแผงขนาด 0.75 kWp เป็นประมาณ 5% จากการโมเดลลิง ถ้าภาระของหม้อแปลงเป็น 100% และเพิ่มขนาดแผงเป็น 0.9 kWp ระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะชดเชยได้ 100% และจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าระบบจำหน่ายได้

Applications of solar cells in rural areas can take several forms, namely, solar home systems, grid-connected systems for power generation and for compensation loss of a distributed system or uplifting the voltage at end points. The thesis is the first feasibility study in Thailand on the compensation loss. Data at the Chachoeng-Sau Wild Life Research Station are used. The system there consists of a 0.75 kWp solar cell array and a grid-connected inverter of 3.5 kWp, and is 80 km. away from a distribution transformer of the Provincial Electricity Authority of Thailand. The study involves data collection at the Station, experimentation on compensation loss in the University laboratory and modeling of loss compensation.

Analysis of electrical loads at the Station shows daily similar patterns. Large loads are observed around 19.00-23.00 and 06.00-08.00 hrs. The voltage at the Point of Common Coupling (PCC) drops between 17.00-22.00 and 05.00-07.00 hrs and is due to large loads along the 80 km. line, not because of the load within the Station. The array efficiency is low and about 5-6%, the inverter efficiency 75%, whereas the total system efficiency is 3.25%. The solar cell utilization factor is 1.52 kWh/kWp. Monitoring the system shows that the PCC voltage depends on the real power of the grid and the Station load. The array is quite small in comparison to the inverter and the power within the distribution line. Compensation loss can be big or the voltage at the end of the line at the Station can be substantially increased if the system load is not big and the radiation is high.

Laboratory experimentation indicates that when the solar cell array supplies both the local load and the distribution system, an array electrical power (fed into the grid) uplifts the PCC voltage, if the array power is increasing. On the other hand, if the array supplies only the distribution system, the PCC voltage also increases. The increase is related to the power fed to the grid and radiation.

Upon modeling on compensation loss, an array can compensate the distribution system losses depending on the radiation. In the actual system, the Station transformer operates at only 5-6% of its rating and the compensation loss by the array is about 5%. If the transformer operates at its rating and an array is increased to 0.9 kWp, the compensation loss can be 100% and the array can feed electricity to the grid.