T 145517

มีแนวโน้มที่จะใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายมากขึ้นทั่วโลก ปัญหาทางเทคนิคที่อาจเกิดขึ้นคือคุณภาพไฟฟ้าและเสถียรภาพไฟฟ้าของระบบจำหน่ายเมื่อมีระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายแบบกระจายมากขึ้น รวมทั้งปัญหาความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการเนื่องจากปรากฏการณ์ Islanding คุณภาพไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายนี้จะขึ้นกับหลายปัจจัยเช่น การเปลี่ยนแปลงของแสงเนื่องจากปริมาณและการเคลื่อนที่ของเมฆ การบังเงาบนแผงเซลล์เนื่องจากเมฆหรือวัตถุที่ขวางทางเดินของแสง คุณสมบัติไฟฟ้าของแผง คุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์ ลักษณะของภาระไฟฟ้าเป็นต้น เริ่มมีงานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับอิทธิผลของเมฆต่อปริมาณทางไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายมาประมาณ 10 ปี

งานวิจัยเป็นการวิจัยครั้งแรกในประเทศไทยที่จะศึกษาอิทธิผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงต่อปริมาณทางไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่าย การวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาความแตกต่างของความเข้มแสงบนพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของแผงโซล่าเซลล์แผงเดียวกันและของต่างแผงกัน ส่วนที่สองเป็นการศึกษา rise time และ fall time ของกระแสและแรงดันที่ตกคร่อมโซล่าเซลล์และแผงโซล่าเซลล์ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงลักษณะ square wave และ pulse และเมื่อเซลล์และแผงอยู่ที่จุดทำงานต่างๆกัน ส่วนสุดท้ายเป็นการศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ที่ต่อกับระบบจำหน่าย โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสง กระแสและ

แรงดันจากแผงโซล่าเซลล์ กระแสและแรงดันจากอินเวอร์เตอร์ รวมทั้งคุณภาพไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ นอกจากนั้นได้จำลองลักษณะเอาท์พุทของแผงโซล่าเซลล์ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเมื่อเปลี่ยนค่ากระแสชั้นท์ฟิลด์ (shunt field) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าตรงที่ได้จะเปลี่ยนแปลงเสมือนกับการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าจากแผงเมื่อความเข้มแสงเปลี่ยนไป

ได้ศึกษาความแตกต่างของความเข้มแสงบนพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของแผงโซล่าเซลล์แผงเดียวกัน(จุดวัดห่างกัน 6 เมตร)และของพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของต่างแผงกัน (จุดวัดห่างกัน 55 เมตร) ครอบคลุมช่วงเวลาการวัดที่เป็นตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงทุกฤดูกาลได้ ผลการวิเคราะห์แสดงว่าบนพื้นที่เดียวกันและต่างพื้นที่กัน มีโอกาสที่ความเข้มแสงจะต่างกันได้ โดยความเข้มแสงที่ต่างกันไม่เกิน 50 W/m^2 จะมีโอกาสเกิดสูงสุดคือประมาณ 30%

ได้ศึกษา rise time และ fall time ของกระแสและแรงดันของเซลล์ซิลิกอนผลึกเดี่ยวขนาด 10x10 cm. ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสง 2 แบบ แบบแรกมีลักษณะสว่างและมืด เปลี่ยนแปลงความเข้มแสงลักษณะsquare wave ที่ความถี่ 0.1, 0.25 และ 0.5 Hz แบบที่สอง แสงเปลี่ยนความเข้มแสงกะทันหันแบบpulse ที่ความถี่ 10kHz ทั้งนี้ได้เปลี่ยนจุดทำงานของเซลล์ โดยเปลี่ยนค่าความต้านทานที่ต่ออยู่กับเซลล์ พบว่า rise time และ fall time ของกระแสและแรงดันของเซลล์มีค่าต่างกันเมื่อจุดทำงานเปลี่ยนไป ซึ่งแสดงว่า DC model ของเซลล์ซึ่งประกอบด้วยความต้านทานอนุกรม (R_s)และความต้านทานขนาน (R_{sh})ที่มีค่าคงที่ทั้ง 2 ตัว ไม่สามารถอธิบายลักษณะของการเปลี่ยน rise time และ fall time ได้ จำต้องอาศัย AC model ของโซล่าเซลล์ซึ่งมี พารามิเตอร์ อีก 3 ตัวคือ dynamic resistance (R_d) และ transition capacitance (C_T)ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งคู่ขึ้นอยู่กับแรงดันที่ตกคร่อมเซลล์ และ diffusion capacitance (C_D) ซึ่งขึ้นกับแรงดันที่ตกคร่อมและความถี่ของสัญญาณ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ขอบเขตไม่คลุมถึงการหาพารามิเตอร์เหล่านี้ของเซลล์ที่ทำการทดลอง

ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงต่อกระแสและแรงดันของแผงโซล่าเซลล์ขนาด 75 Wในสภาวะทดสอบกลางแจ้ง ทำได้เฉพาะเมื่อแผงทำงานอยู่ในสภาวะเปิดวงจรและลัดวงจร ผลการทดลองยังสรุปไม่ได้ชัดเจน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่าย เก็บข้อมูลจริงจากระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์ขนาด 4.2 kW แบบเชื่อมต่อสายจำหน่าย ที่โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ พบว่า เมื่อระดับความเข้มแสงต่ำ (น้อยกว่า 400 W/m^2) แรงดันกระแสตรงจากแผงและกำลังเอาท์พุท

T 145517

ของอินเวอร์เตอร์จะมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนใกล้เคียงกับการเปลี่ยนความเข้มของแสง แต่ทิศทางของการเปลี่ยนแรงดันกระแสตรงและความเข้มแสงอาจไม่เป็นไปตามกัน ซึ่งต่างจากลักษณะที่ทิศทางการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกันที่ความเข้มแสงสูง(มากกว่า 400 W/m^2) นอกจากนั้นที่ความเข้มแสงต่ำค่าตัวประกอบกำลังและฮาร์โมนิกกระแสเปลี่ยนแปลงไปมากทำให้คุณภาพกำลังไฟฟ้าตกลง แต่ยังอยู่ในขอบเขตที่กำหนดของการไฟฟ้า

เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากระบบจริงมีขีดจำกัด ไม่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงและภาระไฟฟ้าได้ จึงจำลองสัญญาณอินพุทของอินเวอร์เตอร์ซึ่งในระบบจริงเป็นสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ ด้วยสัญญาณกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงเนื่องจากเมฆและทำให้เอาท์พุทของแผงเปลี่ยนไปนั้น อาจจำลองได้โดยการเปลี่ยนกระแสชั้นท์ฟิลด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนนี้ยังไม่มีข้อมูลมากพอ เป็นเพียงแต่แสดงหลักการที่จะใช้ศึกษาพฤติกรรมของอินเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อระบบสายจำหน่าย

Abstract

TE 145517

There is an increasing trend of more photovoltaic (PV) grid connected systems. Possible technical problems raised are quality and stability of the electrical distribution system when more PV units are grid connected, and the islanding effect. Electrical power quality of grid connected systems depend on various factors. They are solar intensity variation due to amount of and movement of clouds, shading of PV arrays, electrical characteristic of arrays, inverter characteristics and electrical loads, etc. Studies on effects of moving clouds on electrical outputs of PV grid connected systems were done overseas about 10 years ago.

This study is the first research undertaken in Thailand on impacts of radiation variation on electrical outputs of PV grid connected systems. The study consists of 3 parts. First, variation of radiation on areas representing positions on the same array and different arrays are studied. Secondly, time responses in terms of rise time and fall time of current and voltage of a cell and an array at different operating conditions are measured. This is done under 2 changing radiation conditions, i.e. step change in intensity or square wave condition and brief intense radiation as light pulse. The last part observes operation of an actual system by monitoring radiation variation, array output current and voltage, inverter output current, voltage and power quality. In addition, study is done by simulating variation in PV array power, due to fluctuating radiation, supplied to an inverter by DC power output from a DC generator. This is achieved by controlling shunt field current of the generator.

A pair of two positions separated by 6 m and another pair of two positions separated by 55 m are chosen as representing 2 locations on the same array and 2 different arrays, respectively. Radiation measurements are undertaken at these locations simultaneously, and cover a length of time adequately covers all seasonal variation. Results show that instantaneous radiation on the same array and different arrays can differ. Radiation difference of less than 50 W/m^2 has the highest probability of occurrence of about 30%.

In the study of response time of current and voltage of a solar cell, a 10x10 cm^2 X-Si cell is used. Step changes in light intensity at the frequencies of 0.1, 0.25 and 0.5 Hz are employed while the pulse light frequency is 10 kHz. Connecting different loads to the cell result in putting the cell at different operating conditions. It is found that rise and fall time of current and voltage at different operating conditions are different. This implies that a DC model of a cell whereby series resistance R_s and shunt resistance R_{sh} that are constant cannot explain the different rise and fall time. An AC model is required. In this AC model, 3 additional parameters, namely, dynamic resistance R_d and transition capacitance C_T both of which are voltage dependent, and diffusion capacitance C_D which is voltage and frequency dependent . Determination of model parameters are outside the scope of this research.

Time response of a PV module is undertaken with a 50 Wp X-Si module. Only open circuit and short circuit conditions are observed. Results are not conclusive.

Monitoring of radiation and inputs and outputs of a PV grid connected system is taken at 4.2 kWp system at Satri Samutprakarn School. At low radiation intensity (below 400 w/m^2), percentage changes in PV array and inverter output powers and radiation intensity are similar. However, the trend of changes are dissimilar where as at high radiation intensity (above 400 W/m^2) the trend is in the same direction. At low intensity, power factor and current harmonics increase resulting in poorer power quality. But it is within the limits stipulated by the electricity utilities.

Variation of inverter input from PV array due to fluctuating radiation is simulated by using DC power output from a DC generator, through controlling the shunt field current. Preliminary results are obtained.