บทคัดย่อ

173592

การผลิตไฟฟ้าแบบกระจายจากพลังงานหมุนเวียนโดยใช้ระบบแผงโซล่าเซลล์เชื่อมต่อระบบจำหน่าย เป็นทิศทางหลักของการประยุกต์โซล่าเซลล์ในโลกและในประเทศไทย วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไฟฟ้าของการเชื่อมต่อระบบแผงโซล่าเซลล์กับระบบจำหน่าย ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพไฟฟ้ามีสามประการคือ ความเข้มของแสงอาทิตย์ คุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผง และอินเวอเตอร์ งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ การหาสแตติกและไดนามิกพารามิเตอร์ของแผง และการ ศึกษาคุณภาพไฟฟ้าของระบบเนื่องจากการเปลี่ยนค่าความเข้มและอัตราการเปลี่ยนความเข้มของแสง

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมการออกแบบการส่องสว่างทาง photometry เพื่อออกแบบและสร้างชุดแสงอาทิตย์เทียมแบบให้แสงคงที่บนพื้นฐานของ radiometry ชุดแสงอาทิตย์เทียมมีพื้นที่ทดสอบแผงเซลล์ 20 x 32 cm. สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในห้องทดสอบระหว่าง 20-80 °C เพื่อใช้ในการทดสอบหาสแตติกพารามิเตอร์ (R_s, R_{sh}, R_D และR_d) ของแผงโซล่าเซลล์ ภายใต้สภาวะถูกแสงและไม่ถูกแสง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอเทคนิคการหาสแตติกพารามิเตอร์ด้วย IV curve เพียงเส้นเดียวเป็นครั้งแรก นอกจากนั้นได้แสดงว่าความต้านทานไดนามิกในกรณีที่ไม่สมมุติว่าความต้านทานอนุกรมมีค่าน้อยและไม่สมมุติว่าความต้านทานขนานมีค่าอนันต์ มีค่าต่างจากกรณีมีสมมุติฐานดังกล่าวได้มากซึ่งเป็นแนวปฏิบัติโดยทั่วไป ผู้วิจัยเรียกความต้านทานไดนามิกกรณีแรกว่าความต้านทานไดนามิกภายใน R_d และกรณีหลังว่าความต้านทานไดนามิกภายนอก R_D ในงานวิจัยได้หาสแตติกและไดนามิกพารามิเตอร์ (R_s, R_{sh}, R_d, R_D, C_T และ C_D) ของแผงโซล่าเซลล์

3 ชนิด ด้วยเทคนิคการไบอัสตรงและกลับร่วมกับสัญญาณคาบชนิดไซน์นูซอย์และรูปคลื่นสี่เหลี่ยม แผงทั้งสามได้แก่ แผงซิลิกอนผลึกเดี่ยวขนาด 4.5 Wp แผงซิลิคอนผลึกย่อย 10 Wp และแผงซิลิกอนอสัณฐาน 6 Wp

จากนั้น ได้ศึกษาพฤติกรรมของระบบจริงจำนวน 4 ระบบ 3 สถานี เป็นระบบในกรุงเทพมหานคร 2 ระบบ จังหวัดสมุทรปราการ 1 ระบบ และจังหวัดเชียงใหม่ 1 ระบบ ขนาดของระบบไม่เกิน 5 kWp เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของกำลังไฟฟ้าของระบบแผงโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อระบบจำหน่าย โดยพิจารณาผลกระทบของค่าความเข้มแสงช่วง 0-1000 W/m^2 และอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงตั้งแต่ 4-25 $W/m^2/s$ ผู้วิจัยวัดฮาร์มอนิกของสัญญาณเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ถึงฮาร์มอนิกที่ 31 ทั้งการศึกษาผลกระทบของค่าความเข้มแสงและอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงเป็นการศึกษาครั้งแรกในประเทศไทย นอกจากนั้น ได้จำลองการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงให้อินเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อสายจำหน่าย โดยแทนระบบแผงโซล่าเซลล์ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ประการสุดท้ายได้ศึกษาเบื้องต้นเพื่อเพิ่มคุณภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพของระบบโดยใช้แบตเตอรี่เป็นตัวรักษาระดับแรงดัน

การทดสอบชุดแสงอาทิตย์เทียมแสดงว่าสามารถใช้หลัก photometry เพื่อการคำนวณค่ากำลังส่องสว่างแบบจุดต่อจุดมาออกแบบชุดแสงอาทิตย์เทียม Class C ตามมาตรฐาน Australian AS 2915-1987 การหาสแตติกพารามิเตอร์ของเซลล์ซิลิกอนผลึกเดี่ยวแสดงว่า ค่า R_d กับ R_D ต่างกันได้มากกว่า 50% ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านๆมาถือว่า R_d และ R_D เป็นค่าเดียวกันเนื่องจากสมมุติฐานที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการหาไดนามิกพารามิเตอร์ พบว่า R_D และ R_d จะเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันไบอัสตรงและกลับที่ป้อนให้กับแผงโซล่าเซลล์ ส่วนค่า C_T และC_D จะขึ้นอยู่กับแรงดันที่ตกคร่อมแผงโซล่าเซลล์และความถี่

คุณภาพไฟฟ้าของระบบทั้ง 4 ที่ศึกษามีลักษณะเหมือนกันกล่าวคือ ที่ความเข้มแสงต่ำคุณภาพของกำลังไฟฟ้าจะต่ำ สังเกตได้จาก เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ลดลงและ % THDc เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่าและอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง จะเห็นอย่างเด่นชัดว่าเมื่อความเข้มแสงต่ำกว่า 400 W/m^2 และอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงสูงกว่า 8 $W/m^2/s$ ขึ้นไป แรงดันไฟฟ้า ณ จุด PCC เปลี่ยนแปลง 1-3 V ค่า % THDc เพิ่มขึ้นอีก 6 % แต่ยังอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

การทดลองส่วนการจำลองระบบแผงโซล่าเซลล์ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตรงและศึกษาคุณภาพไฟฟ้าของระบบ เทียบกับระบบจริง ให้ผลที่เหมือนกัน การศึกษาเบื้องต้นเพื่อเพิ่มคุณภาพไฟฟ้าและ

173592

ประสิทธิภาพของระบบโดยใช้แบตเตอรี่เป็นตัวรักษาระดับแรงดัน แสดงว่าการเพิ่มคุณภาพไฟฟ้าและประสิทธิภาพด้วยแบตเตอรี่นี้ใช้ได้

คำสำคัญ : โซล่าเซลล์ / สแตติกและไดนามิกพารามิเตอร์ / ชุดแสงอาทิตย์เทียม / ระบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย / คุณภาพกำลังไฟฟ้า

Abstract

173592

Distributed power generation (DPG) by renewable energy using PV-grid interactive systems is becoming important worldwide and in Thailand. The research undertaken in this thesis focuses on factors influencing electrical power quality of the grid connected systems. There are 3 important factors, namely, radiation intensity and fluctuation, electrical characteristics of PV modules, and inverters. The work carried out consists of 2 parts. The first part is on determination of static and dynamic characteristics of modules. The second part concerns impacts of solar radiation levels and fluctuations on power quality.

A commercial software based on photometry to calculate illumination resulting from numbers of point sources is used to design and construct a small solar simulator. The simulator has a test area of 20 cm x 32 cm and the test chamber temperature can be

controlled between 20-80° C. The simulator is used to determine static parameters (R_s, R_{sh}, R_D and R_d) of modules under dark and illuminated conditions. In the research, the author first proposes a new technique to determine static parameters from one IV curve. Moreover, it is shown that the dynamic resistance taking into account finite series and shunt resistance can be quite different from a normal assumption of negligible series resistance and very large shunt resistance. The author has named the dynamic resistance of the first case the internal dynamic resistance R_d, and the second case the external dynamic resistance R_D. Static and dynamic parameters (R_s, R_{sh}, R_d, R_D, C_T and C_D) of 3 types of modules are determined under forward bias using sinusoidal and square wave signals. The 3 types of modules are 4.5 Wp single crystalline silicon, 10 Wp polycrystalline silicon and 6 Wp amorphous silicon.

Measurements on power quality of 4 PV-grid interactive systems are made, each is less than 5 kWp. Two systems are in Bangkok, one in Samutprakarn in central Thailand and one in Chiangmai in northern Thailand. For the first time in Thailand, a study on the power quality is carried out. In our study, the radiation intensity varies from 0-1000 W/m^2 and the rate of change of radiation is between 4-25 $W/m^2/s$. Outputs of the inerter are measured up to 31^{st} harmonic. We also simulate dc inputs to an inverter connecting to a distribution transformer using a dc generator instead of a PV array and look at the power quality. Lastly, a preliminary study to improve power quality and efficiency of a PV-grid interactive system using a battery bank as a voltage regulator.

We can build a Class C solar simulator according to the Australian Standard AS 2915-1987 using the commercial software in the design, and use the simulator in determining parameters of modules. It is found that R_d and R_D can differ by 50% due to the

assumption given above. R_d and R_D are voltage dependent. C_T is voltage dependent and C_D is voltage and frequency dependent.

Power quality of the 4 systems are similar. At low radiation the power quality is low. This manifests as low power factor and large total current harmonic distortion -% THDc. Below 400 W/m^2 and at the rate of radiation change above 8 $W/m^2/s$ it is evident that the voltage variation at the point of common coupling – PCC (between the inverter, the load and the low end of the distribution transformer) is between 1-3 V and the % THDc increase to 6 %. However, this is within the prescribed standards.

Simulation of a PV array by a dc generator to study the power quality of an inverter connected to a distribution transformer yield similar results. Preliminary investigation on using a battery bank as a voltage regulator to increase the efficiency and improve power quality indicates that such approach is feasible.

Keywords : Solar Cells / Static and Dynamic Parameters /Solar Simulator / Grid-Connected System