รหัสโครงงาน 56EE106

ผลกระทบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ในระบบจำหน่าย

IMPACT OF PHOTOVOLTAIC POWER SYTEMS ON DISTRIBUTION NETWORKS

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอผลกระทบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ในระบบจำหน่าย เมื่อกล่าวถึงพลังงานแสงอาทิตย์ถือว่าเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดและมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ปัจจุบันได้มีการนำเซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำมาเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดคาร์บอนและก๊าซเรือนกระจก และมีวัตถุประสงค์กระบวนการวิเคราะห์ผลแบบสแตติกของระบบจำหน่ายแบบมัลติเฟสด้วยโปรแกรม DIgSILENT Power Factory เพื่อติดตั้ง PV ที่จำลองแบบโหลดติดลบ (Negative Load) ณ บัสที่อ่อนแอที่สุดที่บัส 890 โดยที่ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส 890 ทั้งสามเฟสจะมีค่าต่ำกว่าขอบเขตของแรงดันไฟฟ้า 0.95 เปอร์ยูนิต (กรณีไม่ได้เชื่อมต่อ PV ที่บัส 890) จากนั้นทำการเพิ่มระดับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่บัส 890 โดยค่าสูงสุดของ PV ที่สามารถเพิ่มขึ้นได้คือ 848 KW โดยที่ระดับแรงดันไฟฟ้าทุกบัสอยู่ในขอบเขตของแรงดันไฟฟ้า 0.95-1.05 เปอร์ยูนิต (กรณีได้เชื่อมต่อ PV ที่บัส 890) ถ้ามีการเพิ่มขนาดของ PV ที่บัส 890 ไปมากกว่า 848 KW ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าของเฟส C ที่บัส 890 จะเกิดแรงดันเกิน 1.05 เปอร์ยูนิต ก่อนบัสอื่นๆ ส่วนผลกระทบของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ต่อระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส กำลังไฟฟ้าจริงสูญเสียโหลดดิ้งแฟคเตอร์สูงสุด และเปอร์เซ็นต์แฟคเตอร์ความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัสหลังจากติดตั้ง PV ขนาด 848 KW ผลกระทบของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในกรณีต่างๆในกรณีที่ไม่คิดผลของโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ ค่าสูงสุดของ PV ที่สามารถเพิ่มขึ้นได้คือ 949 KW. โดยที่ระดับแรงดันไฟฟ้าทุกบัสยังอยู่ในขอบเขตของแรงดันไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “ผลกระทบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์” ได้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ดร.ภรชัย จูอนุวัฒนกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาตลองจนช่วยเหลือในส่วนของการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการปฏิบัติงานทางผู้จัดทำจึงกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงในความกรุณาครั้งนี้

และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ทุกฝ่ายที่ได้มีส่วนในช่วยเหลือจนโครงงานสำเร็จได้ด้วยดีและขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ได้มีส่วนร่วมช่วยเหลือในคำแนะนำ อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจในการจัดทำโครงนี้ด้วย คณะผู้จัดทำจึงมีความรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกๆท่านเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำได้พยายามอย่างยิ่งที่จะให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี แต่หากมีข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 ประโยชน์ของโครงงาน	4
1.5 วิธีดำเนินการ	4
1.6 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีของแสง	7
2.2 เซลล์แสงอาทิตย์	8
2.3 ผลกระทบของระบบผลิตพลังงานด้วยแสงอาทิตย์ในระบบจำหน่าย	16
2.4 การไหลของกำลังไฟฟ้า	18
2.5 การวิเคราะห์เครือข่ายระบบไฟฟ้ากำลัง	19
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	24
3.1 ระบบทดสอบมาตรฐานระบบจำหน่ายตามมาตรฐาน IEEE 34 Node Test Feed	24
3.2 การสร้างแบบจำลอง	24
3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบหา PV ในระบบจำหน่าย IEEE 34 Node Test Feeder	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 29

4.1 ผลการทดลองโปรแกรมกับระบบจำหน่ายมาตรฐาน IEEE 34 Node Test Feeder 29

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง 45

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงความเข้มและสเปคตรัมของแสงอาทิตย์ 8

ตารางที่ 4.1 ผลการ Run Three Phases Power Flow กรณีที่ยังไม่ได้ติดตั้ง PV 30

ตารางที่ 4.2 ผลการ Run Three Phases Power Flow กรณีที่ได้ติดตั้ง PV 34

ตารางที่ 4.3 ผลการ Run Three Phases Power Flow ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส 890
หลังจากติดตั้ง PV ขนาด 848 KW With Regulator 38

ตารางที่ 4.4 สรุปผลกระทบของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในกรณีต่างๆ 42

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาตามสภาพภูมิอากาศ 2
ภาพที่ 1.2 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 34 Node Test feeder 3
ภาพที่ 2.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว 9
ภาพที่ 2.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน 10
ภาพที่ 2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลียมอาร์เซไนด์ 10
ภาพที่ 2.4 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ 11
ภาพที่ 2.5 แสดงหลักการทำงาน “เซลล์แสงอาทิตย์” 11
ภาพที่ 2.6 แสดงส่วนที่เป็นสารกึ่งตัวนำและส่วนที่เป็นโลหะ 12
ภาพที่ 2.7 แสดงภาพเมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ 12
ภาพที่ 2.8 แสดงภาพการที่อิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode 13
ภาพที่ 2.9 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ 13
ภาพที่ 2.10 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย 14
ภาพที่ 2.11 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 15
ภาพที่ 2.12 แสดงการไหลของกำลังไฟฟ้า 19
ภาพที่ 2.13 แสดงภาพระบบส่งจ่ายไฟฟ้า 20
ก. แสดงระบบสายส่ง
ข. วงจรสมมูลของสายส่งแบบ Π
ภาพที่ 2.14 โหลดบัส 22
ภาพที่ 2.15 โวลต์เตจคอนโทรลบัส 23
ภาพที่ 2.16 แสลคบัส 23
ภาพที่ 3.1 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 34 Node Test feeder 24
ภาพที่ 3.2 แบบจำลองระบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DiGSILENT Power Factory 24
ภาพที่ 3.3 แสดงการ Run Three Phases Power Flow 25
ภาพที่ 3.4 แสดงบัสอ่อนแอที่สุด (Bus 890) 26
ภาพที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้ง PV ที่ Bus 890 26
ภาพที่ 3.6 แสดงตำแหน่งการเพิ่มค่า PV ที่ Bus 890 27

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.7 การ Run Three Phases Power Flow ไม่คิดผลของโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ 27
ภาพที่ 3.8 กำลังไฟฟ้าจริงของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์
ที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา 28
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส บัส 890 ผลการ
Run Three Phases Power Flow กรณีที่ยังไม่ได้ติดตั้ง 33
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส บัส 890 หลังจากติดตั้ง PV
ขนาด 450 KW With Regulators 37
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่บัส บัส 890 หลังจากติดตั้ง PV
ขนาด 949 kW With Regulators 41
ภาพที่ 4.4 ผลของ PV ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาต่อระดับแรงดันที่บัส 890
ของระบบมัลติเฟสที่ไม่คิดผลของโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ 43
ภาพที่ 4.5 ผลของ PV ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาต่อระดับแรงดันที่บัส 890
ของระบบมัลติเฟสที่คิดผลโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ 43