รหัสโครงงาน 56EE101

ระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าระบบการไฟฟ้า 1 เฟส

Single Phase Grid Connected Solar Power Generating System Model

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงงานวิศวกรรมนี้ได้เลือกที่จะนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ โดยจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปซึ่งเวลาตอนกลางคืนจะใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้าฯ และเวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์จะนำพลังงานที่เหลือนั้นจ่ายคืนให้กับระบบของการไฟฟ้าฯ หลักการทำงานจะนำพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์มาจ่ายให้ยังระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าฯ โดยนำแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมาแปลงเป็นแรงไฟฟ้ากระแสสลับโดยวงจรอินเวอร์เตอร์แบบ (ไอจีบีที) และนำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้นี้มาเชื่อมต่อเข้าไปยังระบบของการไฟฟ้าตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้า การออกแบบและสร้างชุดจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบเชื่อต่อเข้าระบบ 1 เฟส ขนาดไม่ต่ำกว่า 130 วัตต์ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต สามารถแบ่งวงจรออกเป็น 4 ส่วน คือ วงจรเรียงกระแสที่ใช้ในส่วนควบคุมวงจรขับขาเกต IGBT, วงจรอินเวอร์เตอร์ด้วย IGBT, การออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์และวงจรเลื่อนเฟส เพื่อให้เกิดการส่งกำลังงานเข้าระบบ จากการออกแบบดังกล่าวทำให้ลดความสูญเสียในการใช้หม้อแปลงกำลังและแบตเตอรี่ในระบบลงได้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์และการอบรมสั่งสอนของรองศาสตราจารย์ ดร.กีรติ ชยะกุลคีรี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และอาจารย์ ปรากฤต เหลี่ยงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความรู้ จรรยาบรรณวิชาชีพ แรงบันดาลใจ แนวทางในการคิดและการแก้ปัญหา ให้คำแนะนำต่างๆในทุกๆเรื่องตลอดจนหนังสือรายงานและเอกสารต่างๆ ที่ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาและอ้างอิงและที่สำคัญที่สุดคือครอบครัวที่สนับสนุนและให้กำลังใจ ดังนั้นคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี ทางผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและต้องขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีปทุมที่เอื้อเฟื้อสถานที่และห้องปฏิบัติการในการจัดทำโครงงานอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการห้องทดลอง

ท้ายที่สุดนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษา รวมไปถึงความช่วยเหลือต่างๆตลอดการจัดทำโครงงาน ซึ่งทำให้โครงงานนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประการ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 วิธีการดำเนินงานของโครงงาน	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 โครงสร้างของโครงงาน	3
1.6 แผนการดำเนินงานโครงงาน	4
1.7 ประโยชน์ของโครงงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 พลังงานแสงอาทิตย์	6
2.2 ระบบอินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า	14
2.3 ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า	15
2.4 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา	20
2.5 อุปกรณ์เพาเวอร์อิเล็กทรอนิคส์คอนโทรล	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและหลักการทำงานของวงจร	35
3.1 การออกแบบระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าฯ	35
3.2 การออกแบบชุดอินเวอร์เตอร์และควบคุมเฟสให้ตรงกับการไฟฟ้า	36
3.3 การออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์	38
3.4 การต่อแผงพลังงานแสงอาทิตย์แบบอนุกรม	39
3.5 การออกแบบวงจรเลื่อนมุมเฟส	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 ผลการทดสอบวงจรควบคุมขับขาเกต	42
4.2 ผลการทดสอบวงจรชุดอินเวอร์เตอร์	43
4.3 ผลการทดสอบวงจรควบคุมเฟสโดยวงจรเลื่อนมุมเฟส	44
4.4 ผลการทดสอบระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าระบบไฟฟ้า 1 เฟส	46
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก ก data sheet IGBT 4PC40UD และ IC 7815	51

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานโครงงาน 4

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานระดับแรงดันสูงสุดและต่ำสุดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 18

ตารางที่ 2.2 อัตรารับซื้อไฟฟ้า Feed-in Tariff (FiT) 20

ตารางที่ 2.3 ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 20

ตารางที่ 2.4 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่รับซื้อ (MWp) 21

ตารางที่ 2.5 รายการค่าใช้จ่ายสำหรับกลุ่มบ้านอยู่อาศัย (ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1) 23

ตารางที่ 2.6 รายการค่าใช้จ่ายสำหรับอาคารธุรกิจโรงงาน (ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2-5) 23

ตารางที่ 2.7 การยื่นขออนุญาตหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อการผลิตไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา 24

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ แบบเชื่อมต่อเข้าระบบไฟฟ้า 1 เฟส 53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ผังแสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ 3

ภาพที่ 2.1 ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) 8

ภาพที่ 2.2 พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) 8

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) 9

ภาพที่ 2.4 ชนิดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 10

ภาพที่ 2.5 ขนาดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 11

ภาพที่ 2.6 ชุดควบคุมวงจรอัดประจุ (Charge controller) 11

ภาพที่ 2.7 แบตเตอรี่แบบต่างๆ 12

ภาพที่ 2.8 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) 12

ภาพที่ 2.9 รูปคลื่นสี่เหลี่ยมและรูปคลื่นซานย์ 13

ภาพที่ 2.10 สัญลักษณ์และชื่อเรียกขาของ (ไอจีบีที) ชนิดเอ็นแชนเนล 27

ภาพที่ 2.11 โครงสร้างของ (ไอจีบีที) ชนิดเอ็นแชนเนล 27

ภาพที่ 2.12 ลักษณะของกราฟแสดงคุณสมบัติของกระแสและแรงดันของ IGBT 27

ภาพที่ 2.13 สภาวะนำกระแสขาเดรนเมื่อได้รับแรงดันไบอัสตรง 28

ภาพที่ 2.14 การป้องกันการแลตช์ 30

ภาพที่ 2.15 วงจรสมมูลของ (ไอจีบีที) 32

ภาพที่ 2.16 ลักษณะการสวิตช์ของกระแสและแรงดันขณะนำกระแสและ 33
ลักษณะของกระแสและแรงดันขณะหยุดนำกระแส

ภาพที่ 2.17 พื้นที่การทำงานที่ปลอดภัยของ (ไอจีบีที) 34

ภาพที่ 3.1 ชุดขนานเข้าระบบการไฟฟ้า 35

ภาพที่ 3.2 วงจรเรียงกระแสที่ใช้ในส่วนการควบคุมขับขาเกต 36

ภาพที่ 3.3 วงจรการสวิตช์ไอจีบีที 37

ภาพที่ 3.4 รูปคลื่นสี่เหลี่ยมจากการสวิตช์ไอจีบีที 38

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.5 ชุดแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Module) 39

ภาพที่ 3.6 วงจรเลื่อนเฟส 40

ภาพที่ 4.1 ลักษณะของสัญญาณพัลส์ รูปบน Output A1 และรูปล่าง Output B1 42

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของสัญญาณพัลส์ รูปบน Output A2 และรูปล่าง Output B2 42

ภาพที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ที่จะใช้ในการขนานกับระบบการไฟฟ้า 43

ภาพที่ 4.4 รูปคลื่นไซน์ที่มีการเลื่อนเฟส 45

ภาพที่ 4.5 สัญญาณสี่เหลี่ยมของระบบจำลองการผลิตไฟฟ้าฯที่ใช้ในการขนานเข้ากับสัญญาณไซน์ของระบบการไฟฟ้า 46

ภาพที่ 4.6 ผลการทดลองกำลังงานไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ 48