

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมรรถนะอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์และความเหมาะสมที่จะนำไปต่อร่วมกับระบบสายจำหน่ายของการไฟฟ้า
หน่วยกิตของวิทยานิพนธ์	12 หน่วย
โดย	นายพลศักดิ์ ภูววิเชียรฉาย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร ดร.วีระพล โมนยะกุล อาจารย์ธวัชชัย สุวรรณคำ
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาสมรรถนะอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Solar To AC - STAC) ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีกลุ่มบริษัทปริเมียร์ มีการจดสิทธิบัตร STAC ในสหรัฐอเมริกา STAC เป็นที่สนใจในแง่วิชาการ และเป็นที่น่าสนใจของหน่วยงานของรัฐที่จะให้การส่งเสริม เพราะเป็นการนำพลังงานหมุนเวียนที่เกิดจากแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าสลับ โดยผู้ประดิษฐ์ระบุข้อดีของสิ่งประดิษฐ์คือไม่ต้องมีแบตเตอรี่และอินเวอร์เตอร์ ดังนั้นการทดสอบสมรรถนะที่ทุกฝ่ายยอมรับจะทำให้มีข้อมูล และเกิดความมั่นใจในประสิทธิภาพ คุณภาพ และถูกต้องตรงกับเกณฑ์ข้อกำหนดของการไฟฟ้า นักวิชาการจากมหาวิทยาลัย (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) การไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง (กฟน. กฟภ. กฟผ.) สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ(สพข.) บริษัทผู้เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ และผู้ทดสอบ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ) ได้ตกลงยอมรับแนวทางและวิธีทดสอบตามที่ผู้ทดสอบเสนอ

การดำเนินการทดสอบแบ่งเป็น 4 ด้านคือ ด้านการหักล้างฮาร์มอนิก ด้านสภาวะเกิดจากการทำงานเองโดยอิสระ ด้านการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางสายตัวนำ และด้านประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

การหักล้างฮาร์โมนิกของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าต่อฮาร์โมนิกที่มีอยู่ในระบบเดิม แบ่งการทดสอบเป็น 2 วิธี คือ

1. พิจารณาทิศทางของกระแส และผลรวมกระแสฮาร์โมนิกในรูปของปริมาณรวมฮาร์โมนิกโดยอาศัยทฤษฎี Power flow และ Kirchhoff's current law การทดสอบใช้โหลดที่กระแสฮาร์โมนิกคงที่

ผลการทดสอบพบว่าค่ากระแสฮาร์โมนิกเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลักษณะของฮาร์โมนิกที่มีอยู่เดิมในระบบและค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ขณะที่บันทึก ทำให้กระแสฮาร์โมนิกรวมไหลเข้าระบบการไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น

2. พิจารณาค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวมของแรงดัน (Total Harmonic Voltage Distortion, THD_v) ที่จุดต่อร่วม โดยอาศัยการใช้ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้าต่ออนุกรมกับขดลวดค้ำานเอาท์พุท ของหม้อแปลงเพื่อ Scale up ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกแรงดันให้เห็นผลชัดเจนขึ้น

ผลการทดสอบพบว่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวมของแรงดันที่จุดต่อร่วม มีค่าเพิ่มขึ้น และแปรตามค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวมของแรงดันของแหล่งจ่ายและค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ขณะที่บันทึกด้วย

ผลการทดสอบการหักล้างฮาร์โมนิกทั้ง 2 วิธีสรุปได้ว่า STAC ไม่สามารถหักล้าง ฮาร์โมนิกที่มีอยู่ในระบบได้

ส่วนด้านสถานะทำงานเองโดยอิสระของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าการทดสอบเมื่อระบบของการไฟฟ้าหยุดจ่ายไฟ ขณะโหลดมีการสะสมพลังงานในรูปสนามแม่เหล็กพบว่า STAC มีโอกาสเกิดสถานะการทำงานเองโดยอิสระ ที่จุดต่อร่วม มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 50 โวลต์ รูปของสัญญาณแรงดันและระยะเวลาทำงานเองโดยอิสระขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของโหลดที่ต่ออยู่ และความเข้มรังสีอาทิตย์ขณะที่เกิดการหยุดจ่ายไฟของการไฟฟ้า

การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางสายตัวนำของ STAC เกิดจากสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์หยุดกระแสไฟฟ้าเป็นช่วงๆที่มีความถี่สูง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและเวลาของแรงดันและกระแสจ่ายโหลด สามารถเป็นแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดผลการรบกวนอันเนื่องมาจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผลการทดสอบในช่วงความถี่ต้น พบระดับสัญญาณรบกวนสูงสุด ที่ความถี่ 70.3 kHz มีแอมพลิจูด ขนาด 4.43 mV ที่ช่วงความถี่ปลาย ระดับสัญญาณรบกวนสูงสุด ที่ความถี่ 960 kHz มีแอมพลิจูดขนาด 10.99 mV เมื่อนำมาเทียบกับเส้นจำกัดตามมาตรฐานทาง EMC มีค่าเกินเส้นจำกัดตามมาตรฐาน CISPR 14

การทดสอบด้านสมรรถนะโดยรวมของระบบผ่านอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า การดำเนินการวิจัยจากการจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าระบบไฟฟ้าจริง พบว่าช่วงความเข้มรังสีอาทิตย์ 600–950 W/m²

ประสิทธิภาพระบบรวมเท่ากับ 6.92% และค่าประสิทธิภาพรวมของระบบระยะสั้นรายวันเฉลี่ย 6.6% ความสามารถในการดึงพลังงานของอุปกรณ์แปลงไฟเท่ากับ 71.8 % ประสิทธิภาพรวมเฉลี่ย (ไม่ใช่ประสิทธิภาพที่ความถี่ 50 Hz) ของอุปกรณ์แปลงไฟเท่ากับ 97.59 % ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์รวมเฉลี่ยมากกว่า 0.9 ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของกระแส (THD_i) เฉลี่ย 40%

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า อุปกรณ์ STAC ต่อเข้ากับระบบได้ แต่ผลิตกระแสฮาร์มอนิกสู่ระบบไฟฟ้าเกินค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ตาม Class A equipment ของ International Standard IEC 1000-3-2 และมีโอกาสทำงานเองโดยอิสระ (Islanding Effect) ซึ่งอาจเป็นอันตราย อุปกรณ์นี้ควรได้รับการวิจัยและพัฒนาเทคนิคเพิ่มเติมด้านการสร้างสัญญาณกระแสเพื่อลดฮาร์มอนิก และด้านการป้องกันการทำงานเองโดยอิสระ จะมีความเหมาะสมทางเทคนิคที่จะนำมาใช้งาน ช่วยส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า

คำสำคัญ (Keywords) : เซลล์แสงอาทิตย์ / อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า /

ฮาร์มอนิก / สถานะทำงานเองโดยอิสระ / การแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กทาง
สายตัวนำ / สมรรถนะ