



อินเวอร์เตอร์ 1 เฟส สมรรถนะสูงสำหรับระบบที่ไม่เชื่อมต่อกับกริดในชุมชนห่างไกล
High Performances Single Phase Inverters for Off-Grid System in Rural Area Network

โยธิน คำแสน¹พร้อมรบ คำธาร²ศุภลักษณ์ ศรีตา² สุรศักดิ์ อยู่สวัสดิ์² และอุเทน คำน่าน*²

¹นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 50300

²อาจารย์สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 50300

E-mail promrop.kh@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษา ออกแบบ จำลอง สร้าง และทดสอบเครื่องแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบ H บริดจ์ หรือ อินเวอร์เตอร์แบบ 2 ระดับขั้น1 เฟส โดยระบบที่นำเสนอสามารถควบคุมแรงดันเอาต์พุตให้มีลักษณะเป็นรูปคลื่นไซน์ที่พิกัดแรงดัน220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ด้วยเทคนิคการควบคุมวงรอบแรงดัน และวงรอบกระแส ด้วยชุดควบคุมแบบ พีโอ ต้นแบบอินเวอร์เตอร์ในระดับห้องปฏิบัติการถูกออกแบบไว้ที่พิกัดแรงดันบัลไฟตรง400 โวลต์ พิกัดแรงดันไฟสลับ220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ที่พิกัดกำลังไฟฟ้า1000 วัตต์ จากผลการจำลองและการทดสอบ อินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอ สามารถรักษาระดับแรงดันด้านไฟสลับ ให้คงที่ได้ตามเงื่อนไข ผลจากการทดสอบเป็นเครื่องยืนยันว่าระบบที่นำเสนอสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งระบบที่นำเสนอสามารถนำไปต่อยอด และนำไปประยุกต์ ปรับใช้งานในระบบไฟฟ้าที่ไม่เชื่อมต่อกับกริดสำหรับชุมชนห่างไกลได้

คำสำคัญ: อินเวอร์เตอร์, วงรอบกระแส, วงรอบแรงดัน, ตัวควบคุมแบบพีโอ

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่า สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีความห่วงใยราษฎรในพื้นที่ ทุรกันดาร โดยเฉพาะเด็กและเยาวชน ด้วยทรงเห็นว่าเด็กและเยาวชนเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาในชุมชนมากที่สุด จึงโปรดเกล้าฯ ให้ดำเนินการแผนพัฒนาเด็กและเยาวชน ในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในพื้นที่อำเภอแม่จอน โดยมีส่วนบริการการศึกษาของโรงเรียนอำเภอแม่จอน เป็นหน่วยงานหลักในการสนองพระราชดำริ ดำเนินการจัดการศึกษาในรูปแบบศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา “แม่ฟ้าหลวง” ในห้วยน้ำที่ห่างไกลซึ่งการศึกษาภาคปกติไม่สามารถเข้าถึงได้ เพื่อส่งเสริมให้เด็ก และเยาวชนได้เรียนรู้ และสร้างลักษณะนิสัย และพฤติกรรมที่เหมาะสม ทั้งด้านการเกษตร โภชนาการ สุขภาพ การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ การฝึกทักษะพื้นฐานด้านอาชีพ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งวัฒนธรรมท้องถิ่น จากนั้นจึงขยายงานพัฒนาเข้าสู่ชุมชน เพื่อช่วยให้ชุมชนแก้ไขปัญหาความขาดแคลนพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อให้ชุมชนมีความพร้อมและสามารถสนับสนุนและดำเนินการพัฒนาเด็ก และเยาวชนในถิ่นทุรกันดารได้อย่างยั่งยืนต่อไป

เพื่อการแก้ไขปัญหาวิกฤตพลังงานที่เกิดขึ้นในศูนย์การเรียนรู้ชุมชนบนพื้นที่สูง แหล่งพลังงานทางเลือกที่มีศักยภาพเพื่อการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันนี้ ประกอบด้วย พลังงานที่ได้จากแสงแดด พลังงานที่ได้จากลม และพลังงานที่ได้จากแรงดันของน้ำ ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าหลักให้กับศูนย์การเรียนรู้ชุมชนชาวไทยภูเขา “แม่ฟ้าหลวง” ต่างๆ เพื่อให้กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้กำหนดไว้

สรุปปัญหาหลักของการใช้เทคโนโลยีของเจ้าหน้าที่รัฐ (ครู) และชาวบ้าน (ชาวไทยบนเขตพื้นที่สูง) ในปัจจุบันนี้สามารถสรุปได้เป็นประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ กลุ่มเป้าหมายไม่สามารถนำเอาพลังงานสะอาดที่มีอย่างเพียงพอมาใช้ตามความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเทคโนโลยีของระบบ Solar Home ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มีความยุ่งยาก สลับซับซ้อนมากเกินไป ทำให้เกิดปัญหาที่ตามมา คือ ไม่สามารถซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตัวเองขาดความรู้พื้นฐานในการบำรุง ดูแล และรักษา เทคโนโลยีเหล่านั้นระบบถูกทิ้งร้างเมื่อเกิดความเสียหาย โดยทั่วไประบบ Solar Home ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์และ อินเวอร์เตอร์ (แปลงแรงดันไฟตรงเป็นแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์) ซึ่งเมื่ออินเวอร์เตอร์เกิดความเสียหายแผงเซลล์จะถูกทิ้งไว้และไม่ได้รับการดูแลจากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะสร้างอินเวอร์เตอร์ต้นทุ่นต่ำ และมีคุณภาพที่ดีสามารถซ่อมแซมได้ง่ายขึ้นเพื่อทดแทนระบบเดิม

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าชุดอินเวอร์เตอร์มีลักษณะของแรงดันเอาต์พุตเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ข้อดีของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม คือสามารถสร้างได้ง่าย และอุปกรณ์สวิตซิ่งจะทำงานที่ความถี่ต่ำ แต่มีข้อเสียคือ แรงดันเอาต์พุตมีองค์ประกอบของค่าฮาร์มอนิกอยู่มากและไม่สามารถปรับค่าแรงดันเอาต์พุตได้ ดังนั้นหากต้องการปรับค่าแรงดันเอาต์พุตสามารถทำได้จากการปรับระดับแรงดันอินพุต หรือขยายรูปคลื่น จึงไม่เหมาะสมกับการใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทมอเตอร์เนื่องจากมีผลทำให้มอเตอร์เกิดความร้อนมากกว่าปกติ เกิดเสียงรบกวนและเกิดการสั่นทางกลซึ่งทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์ลดลง[1][2] โครงการนี้ จึงทำการปรับปรุง ชุดอินเวอร์เตอร์ให้มีสัญญาณเอาต์พุตที่มีรูปแบบเป็นรูปคลื่นไซน์โดยได้ออกแบบให้มีพิกัดแรงดันอินพุต 400 โวลต์พิกัดแรงดันเอาต์พุต 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์มีพิกัดกำลังไฟฟ้า 1000 วัตต์ซึ่งให้คุณภาพไฟฟ้าเทียบเคียงกับระบบไฟฟ้าทั่วไป และสามารถใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภทได้

สำหรับบทความนี้นำเสนอการออกแบบ จำลอง และสร้างอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระ ซึ่งในรายละเอียดได้กล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบถูกแสดงในตอนต่อ 2 รายละเอียดการออกแบบตัวควบคุมปรากฏอยู่ในหัวข้อที่ 3 การจำลองการทำงานของอินเวอร์เตอร์อยู่ในหัวข้อที่ 4 สำหรับหัวข้อที่ 5 ได้กล่าวถึงการทดสอบอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระ และสรุปในหัวข้อสุดท้าย

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [3]

โครงสร้างวงจรกิจจของอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุทางด้านดีซีบัสซึ่งมีหน้าที่กรองแรงดันดีซีบัส สวิตช์จำนวน 4 ตัว ซึ่งในโครงการนี้เลือกใช้ IGBT ซึ่งมีหน้าที่แปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ตัวเหนี่ยวนำด้านโหลดซึ่งมีหน้าที่กรองกระแส และตัวเก็บประจุทางด้านโหลดซึ่งมีหน้าที่กรองแรงดันด้านไฟฟ้ากระแสสลับให้เรียบ เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอินเวอร์เตอร์จะพิจารณาด้วยวงจรมูลฐานแสดงดังภาพที่ 2 โดยสมมุติฐานว่าชุดสวิตช์ เป็นตัวแทนแหล่งจ่ายแรงดันที่ออกมาจาก อินเวอร์เตอร์

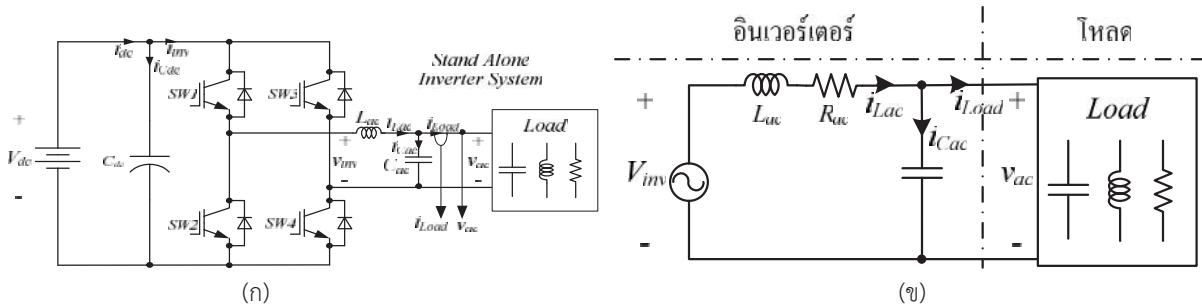
จากวงจรมูลฐานของอินเวอร์เตอร์จะพิจารณา 2 ส่วนหลักด้วยกันคือ กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (i_{Lac}) และแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (v_{Cac}) ซึ่งกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำสามารถหาได้จากวงจรมูลฐานซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$V_{inv} = V_{ac} + sL_{ac}i_{Lac} + R_{Lac}i_{Lac} \quad (1)$$

$$i_{Lac} = \frac{(V_{inv} - v_{ac})}{(sL_{ac} + R_{Lac})} \quad (2)$$

เมื่อ R_{Lac} คือความต้านทานแฝงในตัวเหนี่ยวนำ สำหรับแรงดันจากอินเวอร์เตอร์ (V_{inv}) สามารถหาได้จากสมการที่ 3

$$V_{inv} = mV \square \quad (3)$$



ภาพที่ 1 (ก) วงจรกิจจอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอ (ข) วงจรมูลฐานอินเวอร์เตอร์

เมื่อ m คือค่ามอดดูเลชั่นอินเด็กซ์ หรือค่าสั่งควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ และ $V \square$ คือสัญญาณสามเหลี่ยมที่นำมามอดดูเลตเพื่อสร้างสัญญาณ สับสวิตช์ ส่วนแรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ (v_{Cac}) สามารถหาได้จากสมการที่ 4

$$v_{Cac} = v_{ac} = i_{Cac} R_{Cac} + \frac{i_{Cac}}{sC} \quad (4)$$

$$v_{Cac} = v_{ac} = i_{Cac} \left(R_{Cac} + \frac{1}{sC} \right) \quad (5)$$

เมื่อ R_{Cac} คือความต้านทานแฝงในตัวเก็บประจุ และจากสมการที่ 4 สามารถหากระแสตัวเก็บประจุ i_{Cac} ได้จากสมการที่ 6

$$i_{Cac} = i_{Lac} - i_{Load} \quad (6)$$

เมื่อกระแสโหลด i_{Load} เป็น Disturbances ซึ่งไม่สามารถคาดเดาได้ และจากสมการที่ 2 3 5 และ 6 นำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อินเวอร์เตอร์ได้ดังภาพที่ 3 ด้านขวามือ ซึ่งจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อินเวอร์เตอร์จะเห็นว่าจะประกอบด้วย 2 วงรอบ คือวงรอบกระแส และวงรอบแรงดันด้านโหลดกระแสสลับ ดังนั้นเพื่อที่จะควบคุมแรงดันโหลดให้คงที่ได้จึงจำเป็นต้องควบคุมทั้งวงรอบกระแส และวงรอบแรงดันด้าน โหลดกระแสสลับ ซึ่งจะได้ออกมาในหัวข้อต่อไป

3. การควบคุม

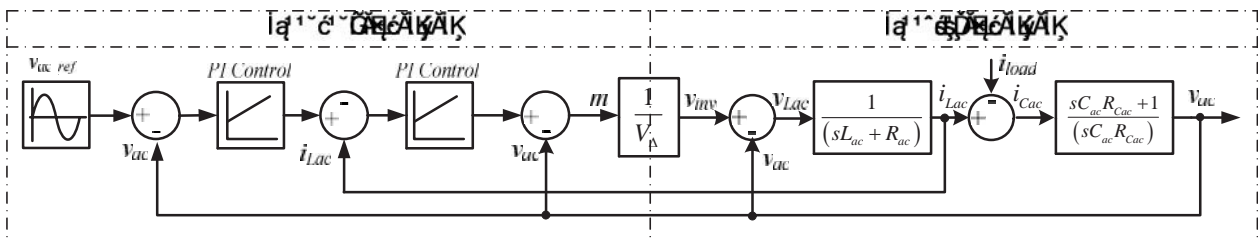
การควบคุมนั้นเป็นส่วนสำคัญสำหรับอินเวอร์เตอร์ ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งจุดประสงค์หลักของ โครงการนี้นำเสนอการควบคุมแรงดันกระแสสลับอินเวอร์เตอร์ให้คงที่ในสภาวะโหลดต่างๆ โดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอ (PI Controller) และเพื่อความปลอดภัยของอินเวอร์เตอร์ระบบควบคุมต้องมีความสามารถจำกัดกระแสโหลดได้ในสภาวะกระแสเกินกว่าที่กักอินเวอร์เตอร์ได้ ซึ่งสมการระบบ ควบคุมแสดงดังสมการที่ 7

$$m = -v_{ac} + \left(K_{pi} + \frac{K_{ii}}{s} \right) (i_{Lac_ref} - i_{Lac}) \quad (7)$$

เมื่อ K_{pi} คืออัตราขยายของตัวควบคุมแบบพี K_{ii} คืออัตราขยายของตัวควบคุมแบบไอของวงรอบกระแสและกระแสอ้างอิง (i_{Lac_ref}) หาได้จากวงรอบแรงดัน หรือ Voltage Loop แสดงดังสมการที่ 8

$$i_{Lac_ref} = \left(K_{pv} + \frac{K_{iv}}{s} \right) (v_{ac_ref} - v_{ac}) \quad (8)$$

เมื่อ K_{pv} คืออัตราขยายของตัวควบคุมแบบพี K_{iv} คืออัตราขยายของตัวควบคุมแบบไอของวงรอบแรงดัน และเมื่อ v_{ac_ref} คือแรงดันอ้างอิงของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจากสมการที่ 7 และ 8 สามารถนำไปสร้างระบบควบคุมอินเวอร์เตอร์ได้แสดงดังภาพที่ 2 ซ้ายมือ ซึ่งพิกัดของกระแสจะถูกควบคุมด้วย Limiter กระแสอ้างอิง (i_{Lac_ref}) ที่ออกมาจากวงรอบแรงดัน สำหรับในการออกแบบตัวควบคุมของวงรอบกระแสได้ใช้วิธีการเทียบสัมประสิทธิ์ของสมการคุณลักษณะลำดับ 2 (Second order equation)[4] โดยกำหนดให้ตัวประกอบความหน่วง (Damping ratio ; ζ) และความถี่ธรรมชาติ (Natural frequency ; ω_n) โดยทั่วไปแล้วค่า ζ ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.707 และค่า ω_n ที่ต้องการจะถูกออกแบบให้เท่ากับ 2 เท่าของโพลระบบจะได้ค่าพารามิเตอร์ $K_{pi}=0.925$ และ $K_{ii}= 17.7$ และสำหรับการออกแบบตัวควบคุมในลูปแรงดันจะใช้วิธี Symmetrical optimum [5] ในการออกแบบตัวควบคุม ซึ่งจะได้ค่าพารามิเตอร์ $K_{pv}=3.742$ และ $K_{iv}= 4010.89$



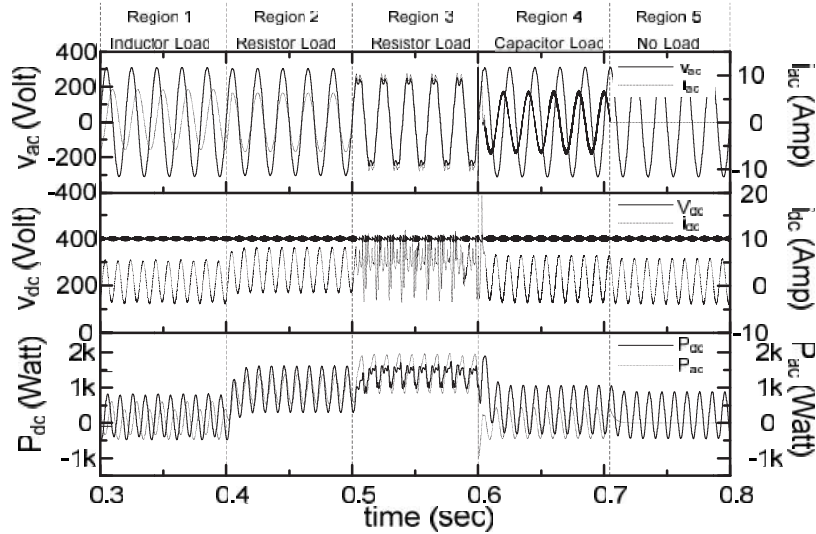
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอ

4. ผลการจำลองการทำงานอินเวอร์เตอร์

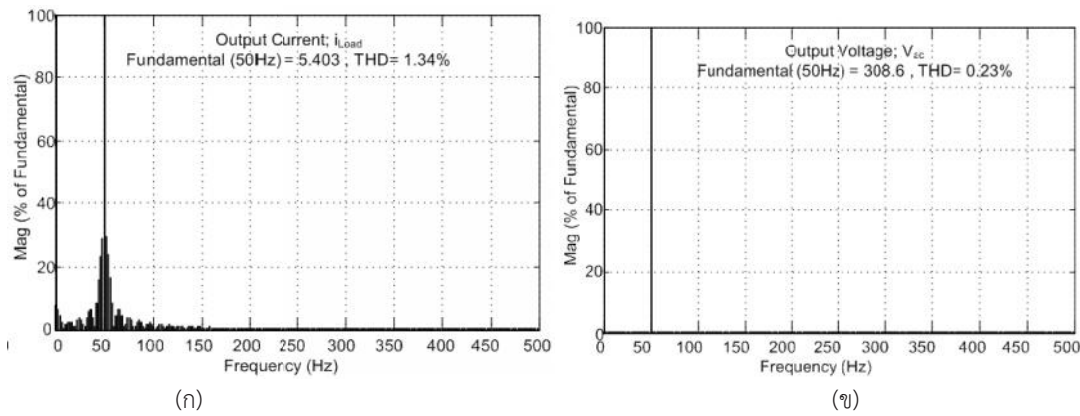
ระบบอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระที่นำเสนอแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งจากภาพจะเห็นว่าระบบประกอบด้วยชุดกำลัง และชุดควบคุมที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อข้างต้น ซึ่งระบบควบคุมจะรับค่ากระแส และแรงดันจากอินเวอร์เตอร์มาเพื่อทำการควบคุมด้วยวงรอบกระแส และวงรอบแรงดัน สัญญาณที่ได้จะถูกนำไปมอดูเลตด้วยเทคนิค Bipolar และจะส่งสัญญาณสับสวิตซ์ออกมา จำนวน 4 ชุดเพื่อนำไปขับสวิตซ์ระบบกำลังของอินเวอร์เตอร์ต่อไป

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลการจำลองการทำงานอินเวอร์เตอร์ด้วยโปรแกรม Matlab/Simulink ในสภาวะโหลดต่างๆซึ่งประกอบด้วยโหลดตัวเหนี่ยวนำ โหลดตัวต้านทาน โหลดตัวเก็บประจุ และสภาวะไม่มีโหลดซึ่งแสดงดังภาพที่ 3 และตารางพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

จากผลการจำลองดังภาพที่ 4 เป็นการจำลองการทำงานอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระในสภาวะโหลดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กรณีคือ กรณีที่ 1 การจำลองในสภาวะโหลดตัวเหนี่ยวนำกรณีที่ 2 การจำลองในสภาวะโหลดตัวต้านทาน กรณีที่ 3 การจำลองในสภาวะโหลดตัวต้านทานเกินพิกัดกรณีที่ 4 การจำลองในสภาวะโหลดตัวเก็บประจุ และกรณีที่ 5 การจำลองในสภาวะไม่มีโหลด ซึ่งจากผลการจำลองการทำงานจะเห็นได้ชัดว่าระบบอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอสามารถควบคุมแรงดันโหลด v_{ac} ให้คงที่ได้ ในสภาวะโหลดแบบต่างๆ และในสภาวะไม่มีโหลด อีกทั้งยังให้คุณภาพไฟฟ้าที่ดี โดยค่าผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกสัณฐานของกระแส หรือ THDi มีค่าเท่ากับ 1.34% ส่วนค่าผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกสัณฐานของแรงดัน หรือ THDv มีค่าเท่ากับ 0.23% และในกรณีโหลดเกินพิกัดจะเห็นว่า กระแสจะถูกจำกัดไว้ที่พิกัด โดยโครงการนี้จะจำกัดไว้ที่ 10Amp แสดงดังภาพที่ 4 ในช่วง Region 4 จะสังเกตเห็นว่ากระแสจะถูกจำกัดในสภาวะโหลดเกิน และทำให้แรงดันมีปริมาณลดลง เพื่อให้กำลังไฟฟ้าคงที่



ภาพที่ 3 ผลการจำลองการทำงานอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระ

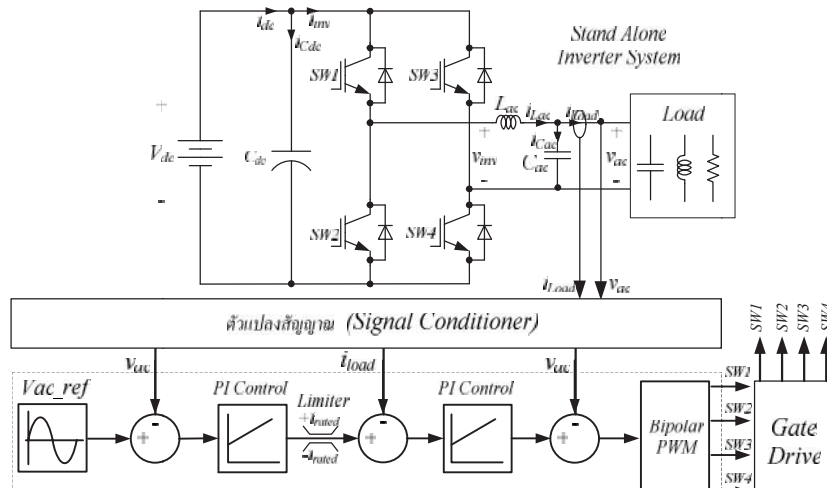


ภาพที่ 4 ผลการจำลองการทำงาน (ก) สเปกตรัมฮาร์มอนิกส์ของกระแส (ข) สเปกตรัมฮาร์มอนิกส์แรงดัน

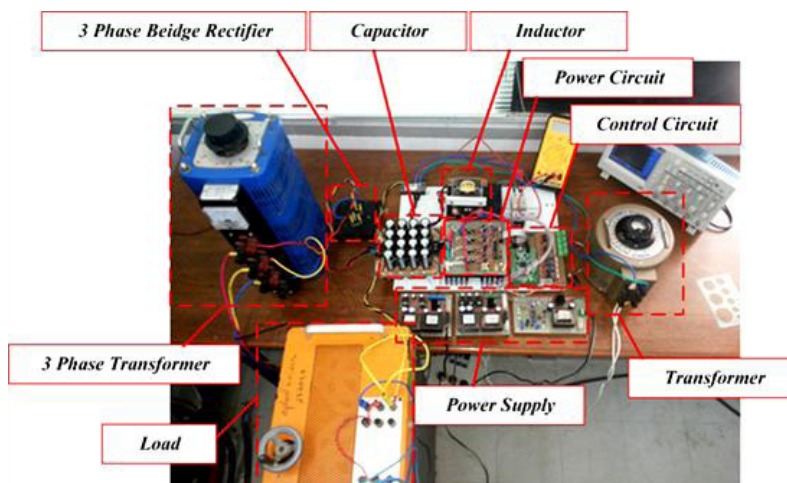
4. ผลการทดสอบ

เพื่อจะยืนยันทฤษฎี ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดสอบอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอในสภาวะคงตัว โหลดตัวต้านทาน ซึ่งระบบทดสอบประกอบด้วยวงจรกำลังซึ่งรวมไว้กับชุดขับเกต หรือ Gate Drive และภาควงจรควบคุมซึ่งเลือกใช้ตัวประมวลผล STM32F4Discovery รวมอยู่กับตัวแปลงสัญญาณหรือ Signal Conditioner สำหรับตีซิปส์ได้มาจากวงจรเรียงกระแสแบบ 3 เฟสผ่านไดโอดบริดจ์ซึ่งเป็นตัวแทนของตีซิปส์ โดยไดอะแกรมอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอแสดงดังภาพที่ 5 และภาพระบบทดสอบชุดต้นแบบอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอแสดงดังภาพที่ 6 ตามลำดับ และสำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดสอบเป็นพารามิเตอร์เดียวกับการจำลองการทำงานซึ่งแสดงตารางที่ 1

การทดสอบการทำงานของอินเวอร์เตอร์จะทำการทดสอบโหลดตัวต้านทานขนาด 40% หรือ 400Watt และ 100% หรือ 1000Watt แสดงดังภาพที่ 7 จากผลการทดสอบชุดต้นแบบอินเวอร์เตอร์ที่นำเสนอพบว่าสามารถรักษาแรงดันโวลต์ให้คงที่ได้ที่โวลต์เปลี่ยนไป ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้เป็นเรื่องยืนยันเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นได้ในการสร้าง ปรับปรุงแก้ไขและทดสอบต่อไป



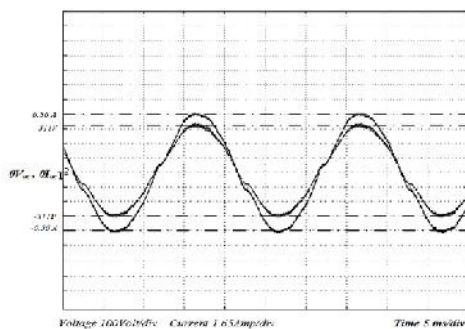
ภาพที่ 5 ไดอะแกรมอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระที่นำเสนอ



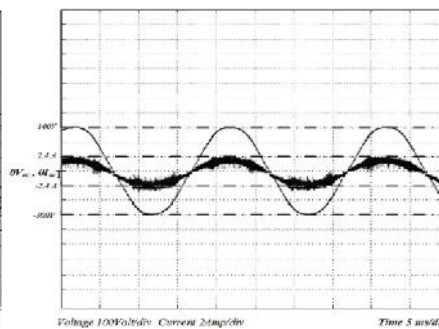
ภาพที่ 6 ระบบทดสอบอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระ

ตารางที่ 1 รายละเอียดพารามิเตอร์ต่างๆ อินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระที่ใช้ในการจำลองการทำงาน

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์
แรงดันอินพุต / เฟส/ พิกัดกำลังอินเวอร์เตอร์	220 V / 50 Hz/1kW
ความถี่สวิตช์	10 kHz
แรงดันดีซีบัส V_{dc}	400 V
ตัวเหนี่ยวนำ L_{oc}/R_{Loc} และตัวเก็บประจุ C_{oc} / R_{Coc}	4.4 mH / 2.11Ohm และ 470 uF / 0.022Ohm
เกนซ์ตัวควบคุมแรงดัน K_{pv} , K_{iv} และกระแส K_{pi} , K_{ii}	0.925, 17.7 / 3.742, 4010.89



(ก)



(ข)

ภาพที่ 7 ผลการทดสอบอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระ (ก) โหลด 100% (ข) โหลด 40%



5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์และออกแบบอินเวอร์เตอร์สมรรถนะสูงอย่างง่าย สำหรับระบบพลังงานทางเลือกชนิดโซลาร์โอม สำหรับชุมชนที่ห่างไกล จากผลการจำลองและทดสอบการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระในสภาวะต่างๆ แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถควบคุมแรงดัน และจำกัดกระแสได้เป็นอย่างดีเมื่อสภาวะโหลดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด อีกทั้งระบบที่นำเสนอให้คุณภาพไฟฟ้าที่ดีโดยความผิดเพี้ยนรวมของแรงดันเท่ากับ 0.23% และความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของกระแสเท่ากับ 1.34% ซึ่งผลการจำลองการทำงานเป็นเครื่องยืนยันระบบอินเวอร์เตอร์แบบแยกตัวอิสระได้เป็นอย่างดีและจากผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่าระบบสามารถควบคุมแรงดันให้คงที่ได้ ซึ่งผลที่ได้เป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุง แก้ไข พัฒนา และการนำไปใช้ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ Energy Conversion and Green Technology มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงใหม่ ขอขอบคุณนักศึกษาในโครงการ และขอขอบคุณทุนโครงการสนับสนุนงานวิจัย/สิ่งประดิษฐ์/โครงการงานนักศึกษาเพื่อมุ่งเน้นบัณฑิตนักปฏิบัติคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kamnam, U.; Yousawat, S.; Sreeta, S.; Muangjai, W.; Somsak, T., "Design and implementation of a distributed solar controller using modular buck converter with Maximum Power Point tracking," *Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2010 45th International* , vol., no., pp.1,6, Aug. 31 2010-Sept. 3 2010
- [2] Kamnam, U.; Srita, S.; Yousawat, S., "A low-cost microcontroller-based maximum power point tracking system with multiple-string connection for PV stand-alone applications," *Power Electronics and Drive Systems (PEDS), 2013 IEEE 10th International Conference on* , vol., no., pp.1343,1348, 22-25 April 2013
- [3] WateeSudmee and BunlungNeammanee. "Control and Implementation of Line Side Converter for Doubly Fed Induction Generator of Wind Turbine." *ECTI-CON.on Control Engineering*. (2007) : 249-252.
- [4] Chong Ng, Li Ran and Lim Bumby. "Unbalanced Grid Fault Ride-Through Control for a Wind Turbine Inverter." *IEEE Transactions on Power Electronics*. (2007) : 154-164.
- [5] W. Leonhard. *Control of Electrical Drives*. 3rd ed. Germany : Springer-Verlag, 2001.