

บทที่ 3

การจำลองแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

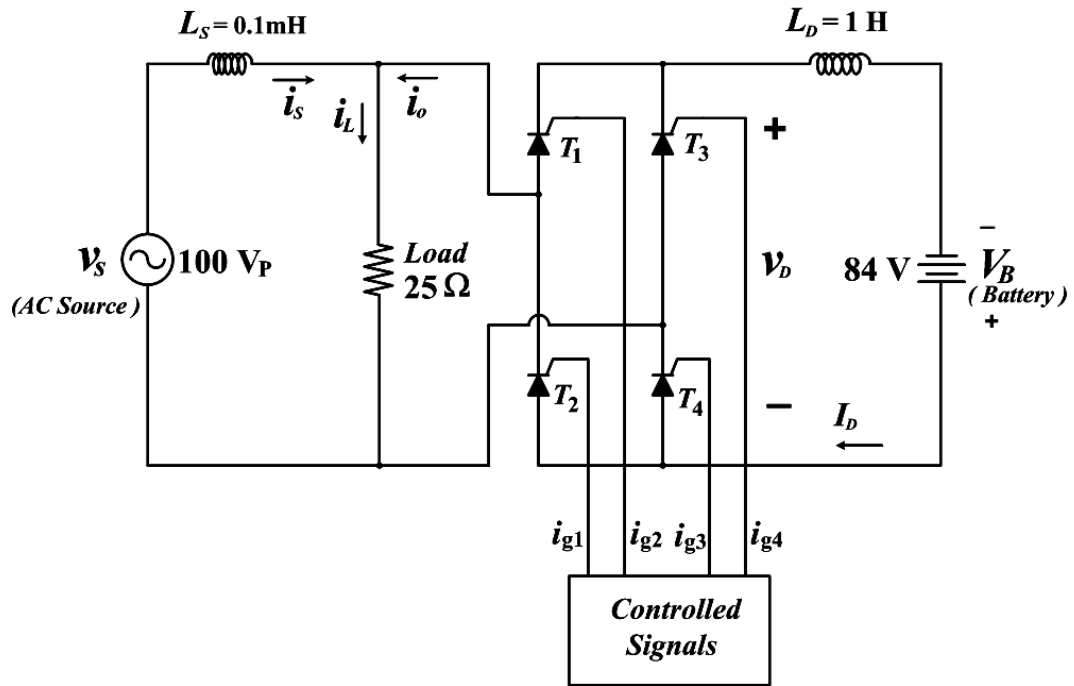
3.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการจำลองแบบระบบที่ได้ออกแบบขึ้นของระบบในการเชื่อมต่อเพื่อร่วมกันจ่ายโหลดระหว่างแหล่งจ่ายดีซีและแหล่งจ่ายเอซีจากไลนการไฟฟ้าโดยใช้ทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสที่ทำงานในโหมดไลนคอมมิวเตท โดยจะใช้โปรแกรม PSPICE ในการจำลองแบบเพื่อหาลักษณะคลื่นตามจุดต่างๆ ในวงจร จากนั้นจะใช้ FFT ในโปรแกรม MATLAB ช่วยในการวิเคราะห์คลื่นแรงดันและกระแสทางด้านเอซีของอินเวอร์เตอร์เพื่อคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า 3 ค่า ได้แก่ กำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซีไลนการไฟฟ้า P_s กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด P_L ในย่านการเปลี่ยนแปลงของค่ามุมจุดชนวน α จาก $110^\circ - 170^\circ$ เพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเหล่านี้ขณะร่วมกันจ่ายโหลดตัวต้านทาน 25Ω และขณะจ่ายโหลดตัวต้านทาน 12Ω

3.2 ระบบที่ใช้สำหรับการจำลองแบบ

เพื่อยืนยันความถูกต้องของหลักการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ของระบบในการเชื่อมต่อเพื่อร่วมกันจ่ายโหลดระหว่างแหล่งจ่ายดีซีและแหล่งจ่ายเอซีจากไลนการไฟฟ้าโดยใช้ทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสจะใช้วิธีการจำลองการทำงานของระบบที่นำเสนอโดยใช้โปรแกรม PSPICE เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการในการควบคุม เพื่อพิจารณาลักษณะของรูปคลื่นตามจุดต่างๆ ในวงจร โดยวงจรทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์หนึ่งเฟสที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายดีซีและแหล่งจ่ายเอซีจากไลนการไฟฟ้า 50 Hz ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วงจรทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์ที่ทำงานในโหมด 2 (ไลนคอมมิวเตทอินเวอร์เตอร์) ซึ่งได้กล่าวในรายละเอียดไว้ในบทที่ 2 โดยการทำงานในโหมดนี้จะมีช่วงของการควบคุมมุมจุดชนวน (α) อยู่ในย่าน $90^\circ \sim 180^\circ$ ทั้งนี้เพื่อควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายดีซีไปยังโหลดร่วมกับแหล่งจ่ายเอซี โดยวงจรที่ใช้ในการจำลองแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 โดยที่แหล่งจ่ายดีซีประกอบด้วยแบตเตอรี่ 12 โวลท์ทั้งหมด 8 ลูกต่อในลักษณะอนุกรมได้ขนาดแรงดัน $V_B = 84 \text{ V}$ แล้วใช้ $L_D = 1 \text{ H}$ กรองกระแสดีซี I_D ให้เรียบป้อนเป็นอินพุทให้กับวงจรทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์ที่ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ทั้ง 4 ตัวด้วยสัญญาณขับเกท i_{g1}, i_{g2}, i_{g3} และ i_{g4} เพื่อควบคุมมุมจุดชนวนในย่าน $90^\circ \sim 180^\circ$ ส่วนด้านแหล่งจ่ายเอซีไลนการไฟฟ้าจะใช้แรงดันเท่ากับ

100 V_p ซึ่งผ่านหม้อแปลงลงมาจากแรงดันของการไฟฟ้าและร่วมกันจ่ายโหลดตัวต้านทาน 25Ω เปรียบเทียบกับกรณีจ่ายโหลดตัวต้านทาน 12Ω

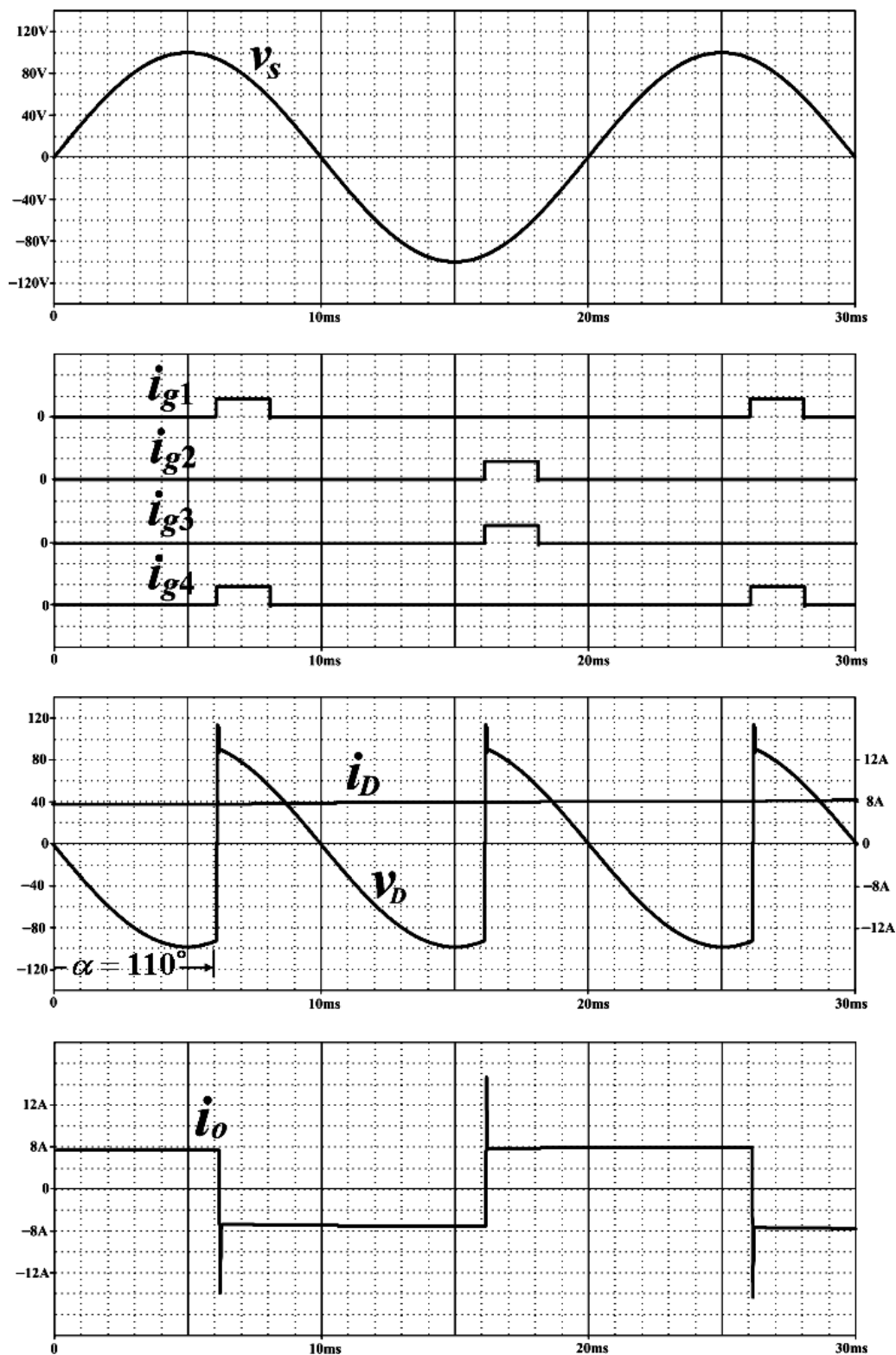


รูปที่ 3.1 ไทริสเตอร์อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสสำหรับต่อใช้งานร่วมกันของแหล่งจ่ายดีซีเข้ากับ แหล่งจ่ายเอซีที่ได้ออกแบบขึ้นและใช้ในการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSPICE

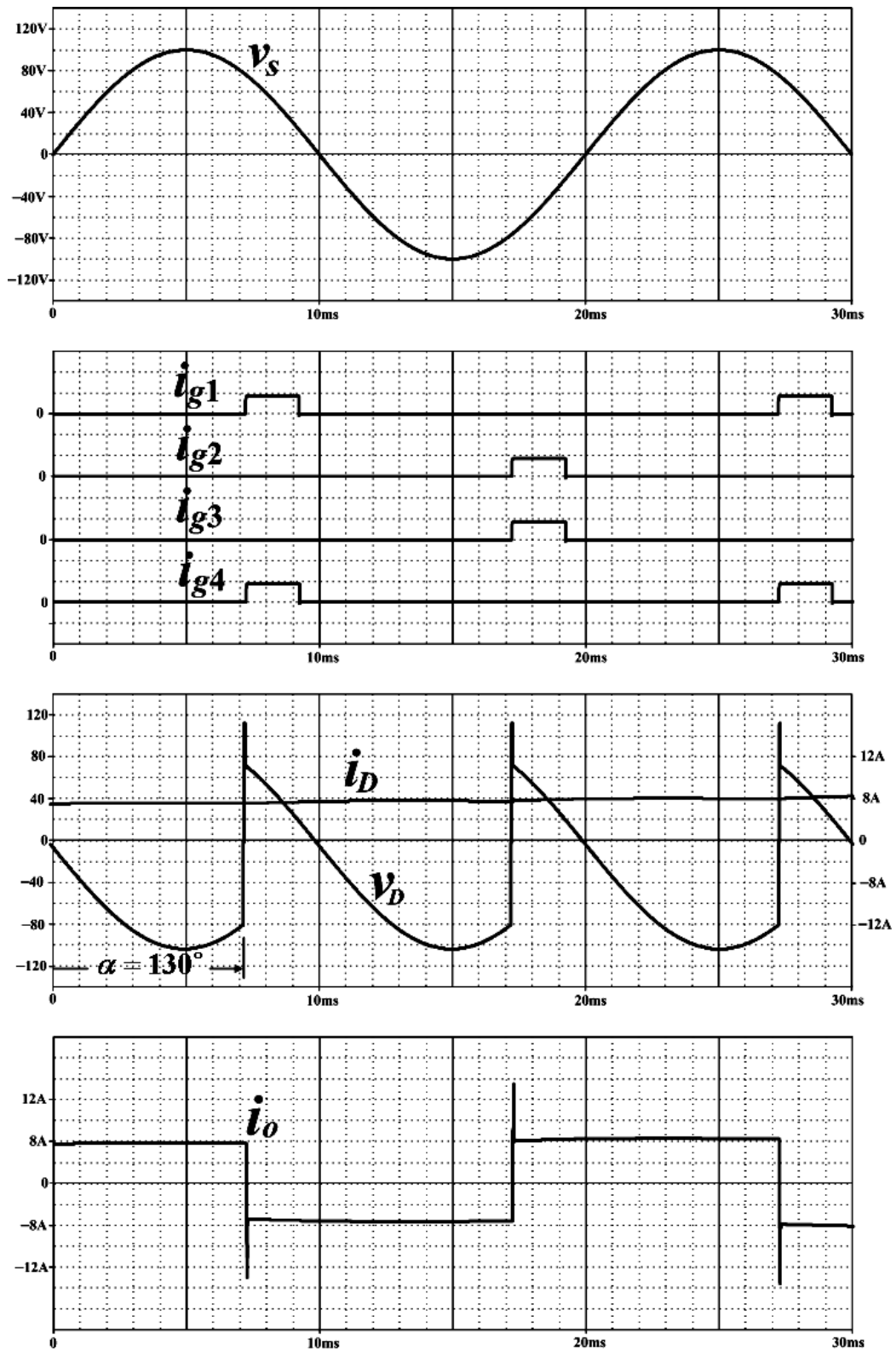
3.3 การควบคุมมุมจุดชนวนเพื่อควบคุมกำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์

ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ สามารถแสดงลักษณะสัญญาณควบคุมและลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านดีซี V_D, i_D กระแสด้านเอซี i_o ที่ได้รับดังรูปที่ 3.2 โดยสัญญาณควบคุมเกทที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทริสเตอร์ทั้ง 4 ตัว i_{g1}, i_{g2}, i_{g3} และ i_{g4} จะต้องทำการออกแบบสัญญาณดังกล่าวเหล่านี้ให้ซิงโครไนซ์กับคลื่นแรงดันเอซี 50 Hz ของการไฟฟ้า V_s ทั้งนี้เพื่อให้อินเวอร์เตอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับแหล่งจ่ายแรงดันเอซีที่ใช้สำหรับการหยุดนำกระแสของไทริสเตอร์ด้วย (การคอมมิวเตทจากเอซีไลน์การไฟฟ้า) ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ดังกล่าว สำหรับการทำงานที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ จะได้แรงดันเฉลี่ยด้านดีซีของอินเวอร์เตอร์มีค่าดังสมการ

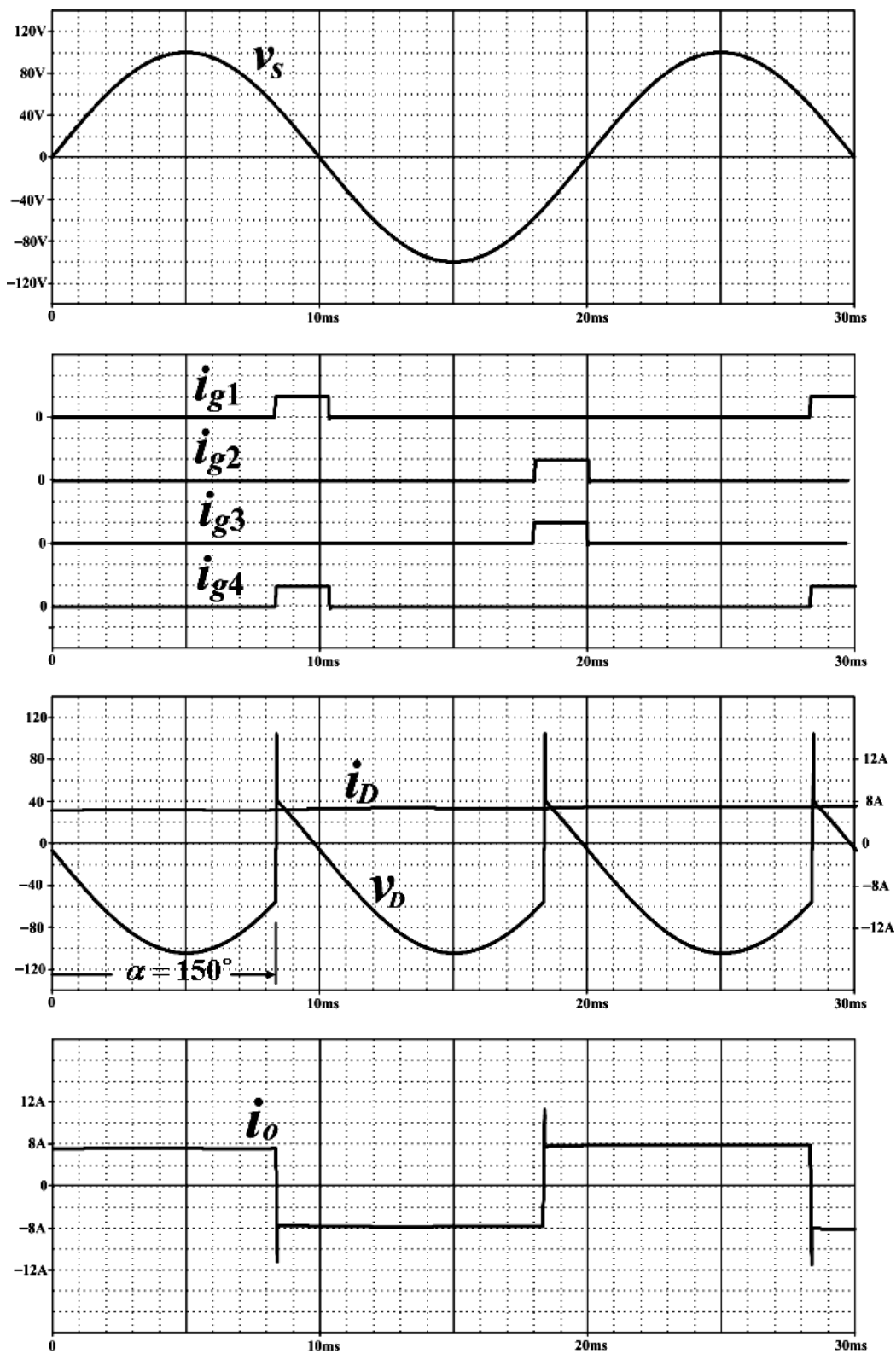
$$\begin{aligned} V_D &= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_s \cos \alpha \\ &= 0.9 \times \frac{100}{\sqrt{2}} \cos(110^\circ) = -21.8 \quad \text{V} \end{aligned}$$



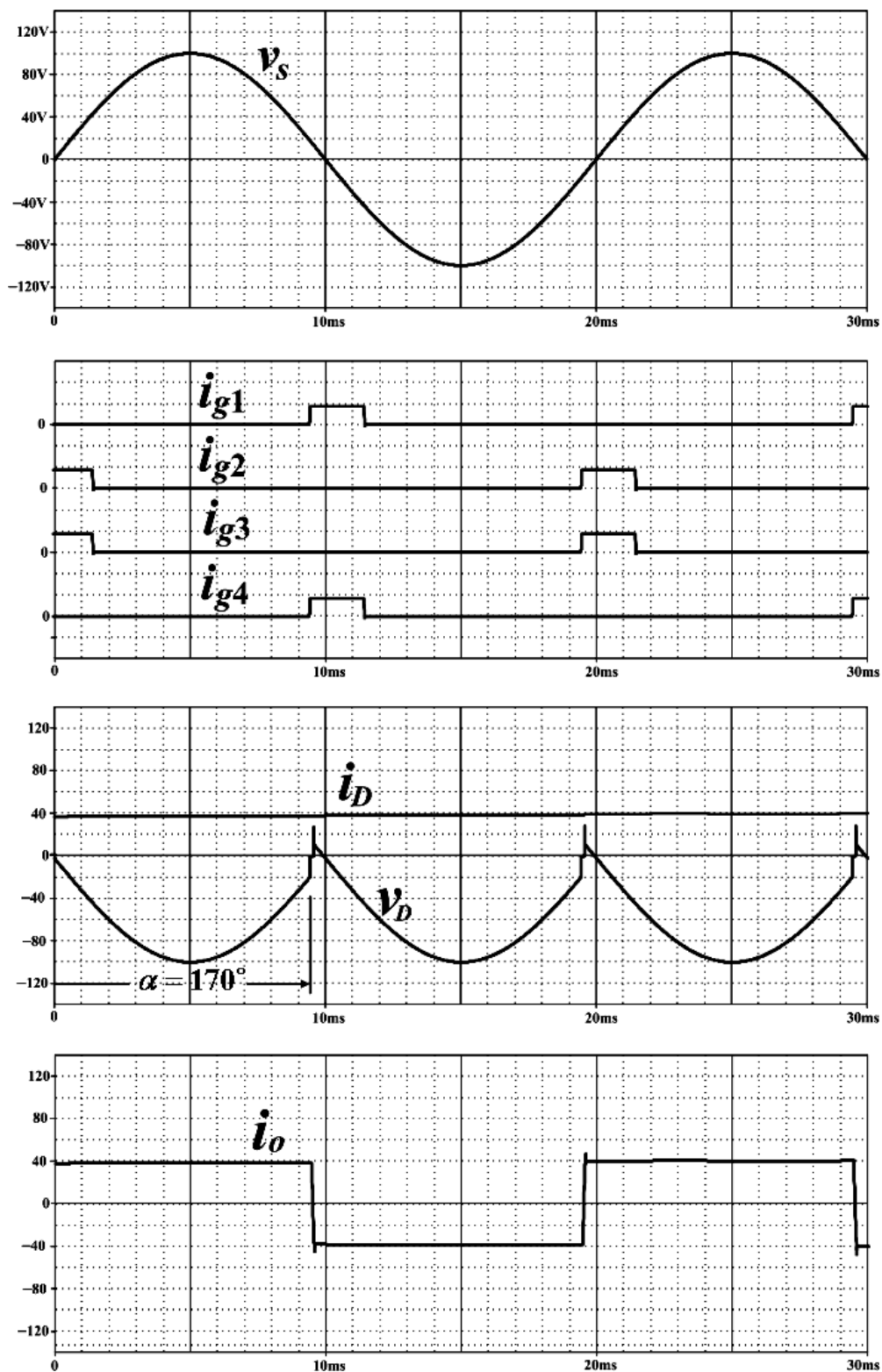
รูปที่ 3.2 คลื่นแรงดันและกระแสด้านดีซี v_D , i_D แรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o พร้อมทั้งสัญญาณขับเกต จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ขณะความต้านทานโหลดเท่ากับ 25Ω



รูปที่ 3.3 คลื่นแรงดันและกระแสด้านดีซี v_D , i_D แรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o พร้อมทั้งสัญญาณขับเกต จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะความต้านทานโหลดเท่ากับ 25Ω



รูปที่ 3.4 คลื่นแรงดันและกระแสด้านดีซี v_D , i_D แรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o พร้อมทั้งสัญญาณขับเกต จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ ขณะความต้านทานโหลดเท่ากับ 25Ω



รูปที่ 3.5 คลื่นแรงดันและกระแสด้านดีซี v_D , i_D แรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o พร้อมทั้งสัญญาณขับเกต จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha = 170^\circ$ ขณะความต้านทานโหลดเท่ากับ 25Ω

ในกรณีที่มุมจูดชนวน $\alpha=130^\circ$ สามารถแสดงลักษณะสัญญาณควบคุมเกท i_{g1}, i_{g2}, i_{g3} และ i_{g4} และลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านคิซี v_D, i_D กระแสด้านเอซี i_o ที่ได้รับดังรูปที่ 3.3 และได้แรงดันเฉลี่ยด้านคิซีของอินเวอร์เตอร์มีค่าเท่ากับ -40.9 V

ในกรณีที่มุมจูดชนวน $\alpha=150^\circ$ สามารถแสดงลักษณะสัญญาณควบคุมเกท i_{g1}, i_{g2}, i_{g3} และ i_{g4} และลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านคิซี v_D, i_D กระแสด้านเอซี i_o ที่ได้รับดังรูปที่ 3.4 และได้แรงดันเฉลี่ยด้านคิซีของอินเวอร์เตอร์มีค่าเท่ากับ -55.1 V

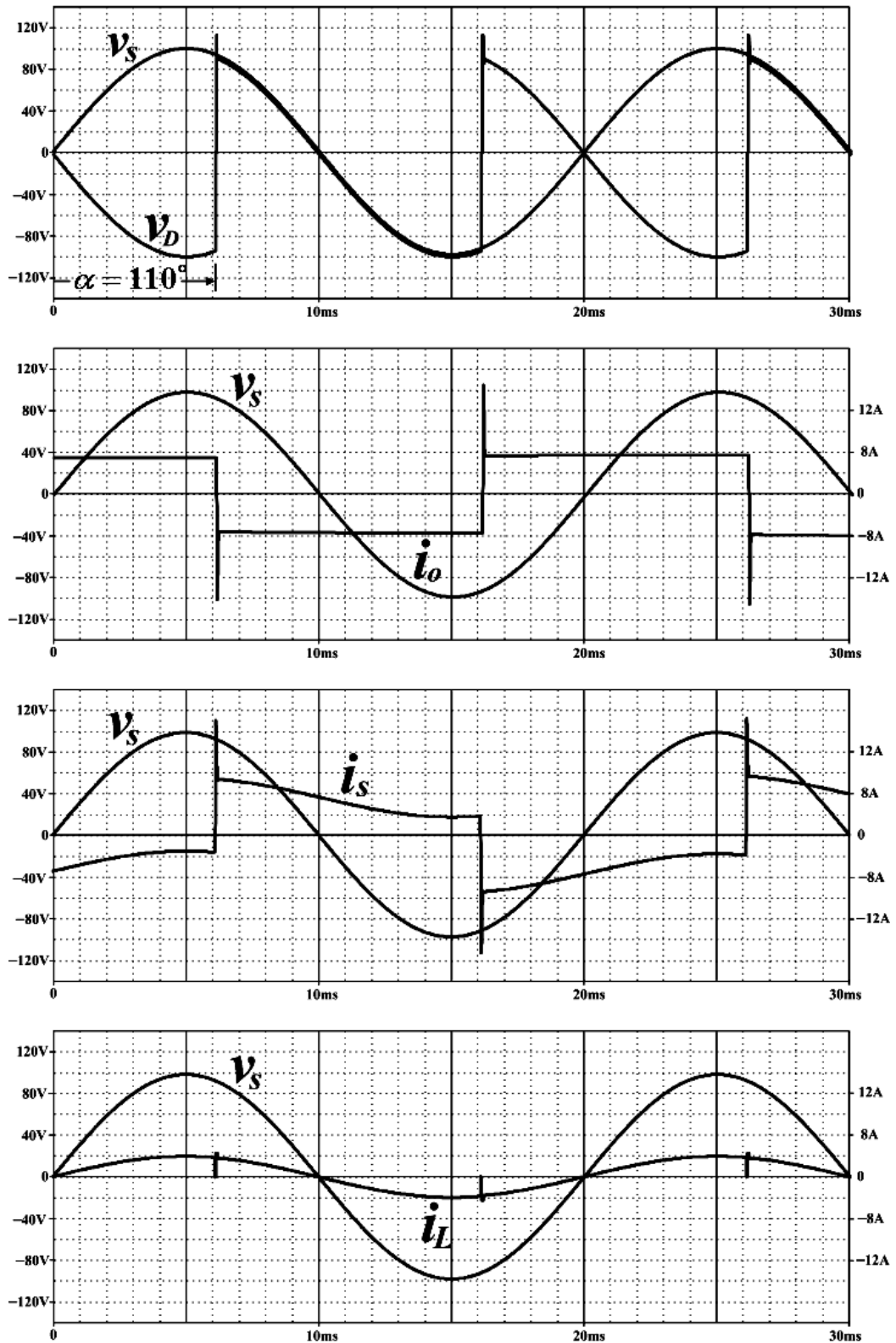
ในกรณีที่มุมจูดชนวน $\alpha=170^\circ$ สามารถแสดงลักษณะสัญญาณควบคุมเกท i_{g1}, i_{g2}, i_{g3} และ i_{g4} และลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านคิซี v_D, i_D กระแสด้านเอซี i_o ที่ได้รับดังรูปที่ 3.5 และได้แรงดันเฉลี่ยด้านคิซีของอินเวอร์เตอร์มีค่าเท่ากับ -62.7 V

3.4 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซีขณะร่วมจ่ายโหลดของระบบ

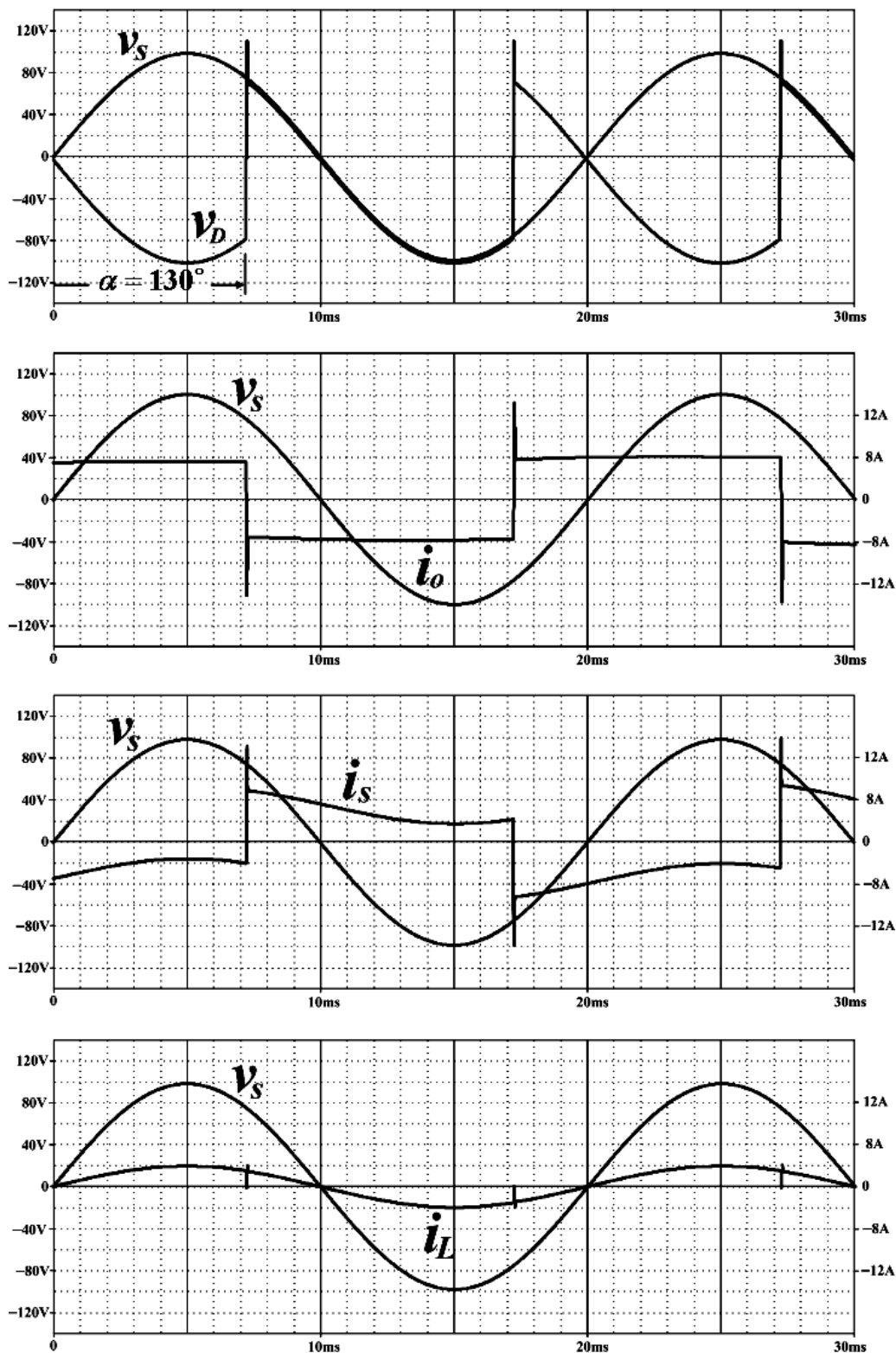
เพื่อพิจารณาทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าทางด้านเอซีทั้งหมด 3 ค่าของระบบในการเชื่อมต่อเพื่อร่วมกันจ่ายโหลดระหว่างแหล่งจ่ายคิซีและแหล่งจ่ายเอซีซึ่งได้แก่กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o กำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซีไบนการไฟฟ้า P_s และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด P_L ซึ่งสามารถพิจารณาจากลักษณะคลื่นของแรงดันและกระแสที่ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ค่าดังกล่าว สำหรับกรณีที่แหล่งจ่ายเอซีการไฟฟ้าและแหล่งจ่ายคิซีร่วมกันจ่ายโหลดความต้านทานค่าเท่ากับ 25Ω ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s, i_o, i_s และ i_L ขณะมุมจูดชนวน $\alpha=110^\circ, 130^\circ, 150^\circ$ และ 170° สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.6, 3.7, 3.8 และ 3.9 ตามลำดับซึ่งการวัดกระแสที่ได้แสดงไว้ในรูปเหล่านี้จะสอดคล้องกับทิศทางอ้างอิงที่กำหนดในวงจรรูปที่ 3.1 และจะได้ความสัมพันธ์ของกระแสทั้งสามค่าดังสมการ

$$i_L = i_o + i_s$$

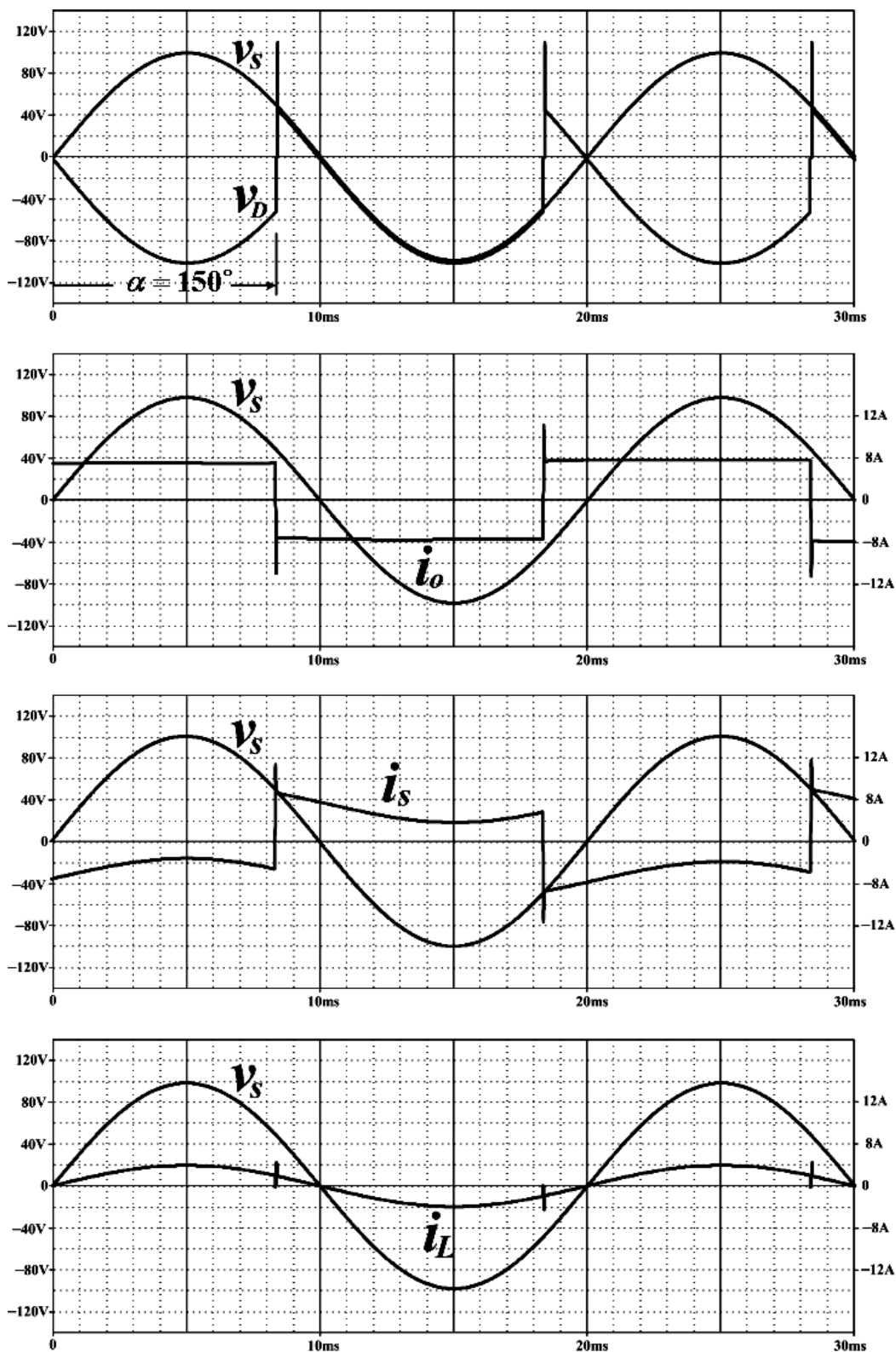
เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ร่วมกันจ่ายโหลดจะทำการเปลี่ยนโหลดเป็นความต้านทานค่าเท่ากับ 12Ω ซึ่งลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s, i_o, i_s และ i_L ขณะมุมจูดชนวน $\alpha=110^\circ, 130^\circ, 150^\circ$ และ 170° สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.10, 3.11, 3.12 และ 3.13 ตามลำดับ



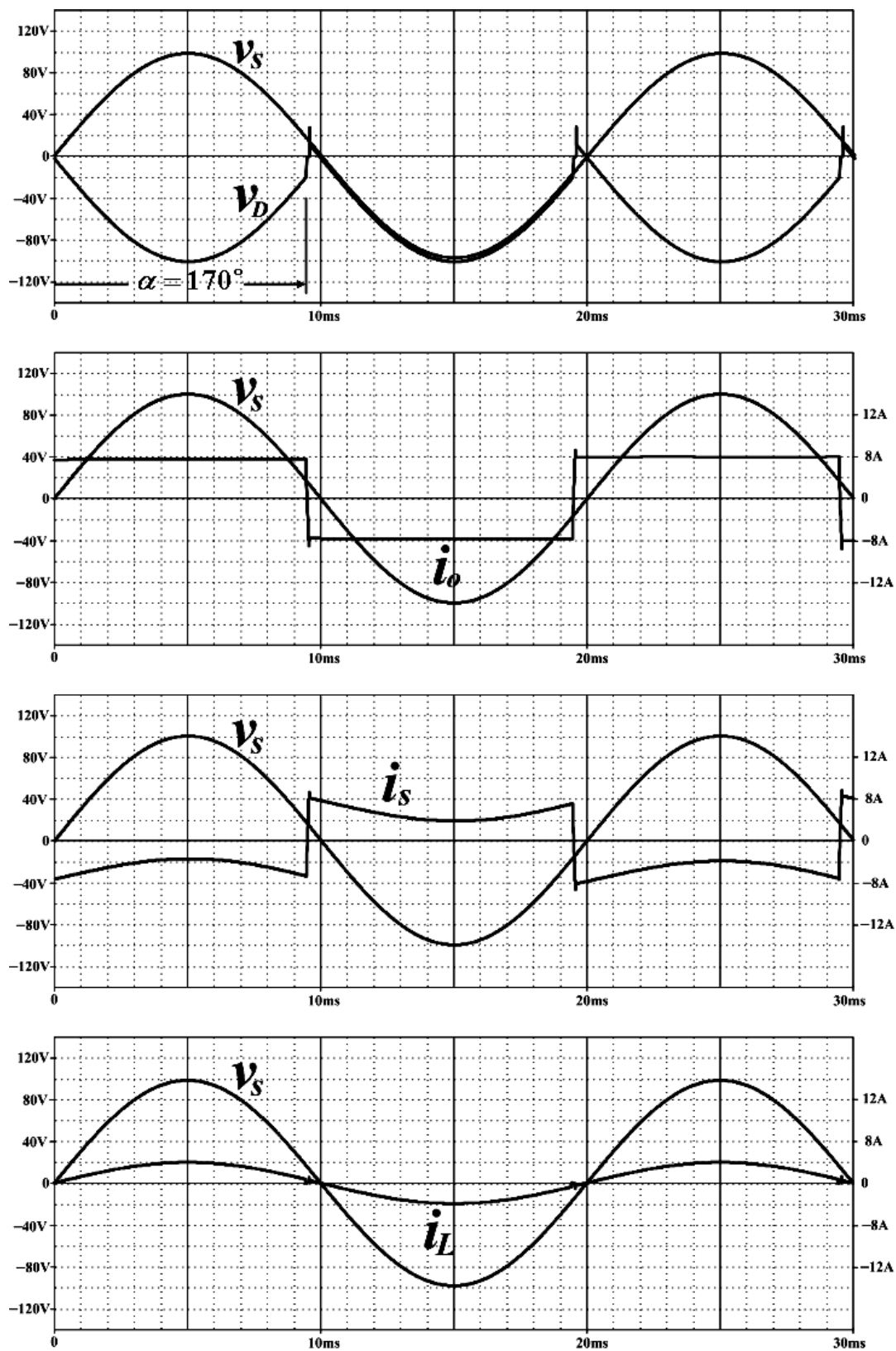
รูปที่ 3.6 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซึ v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 25Ω



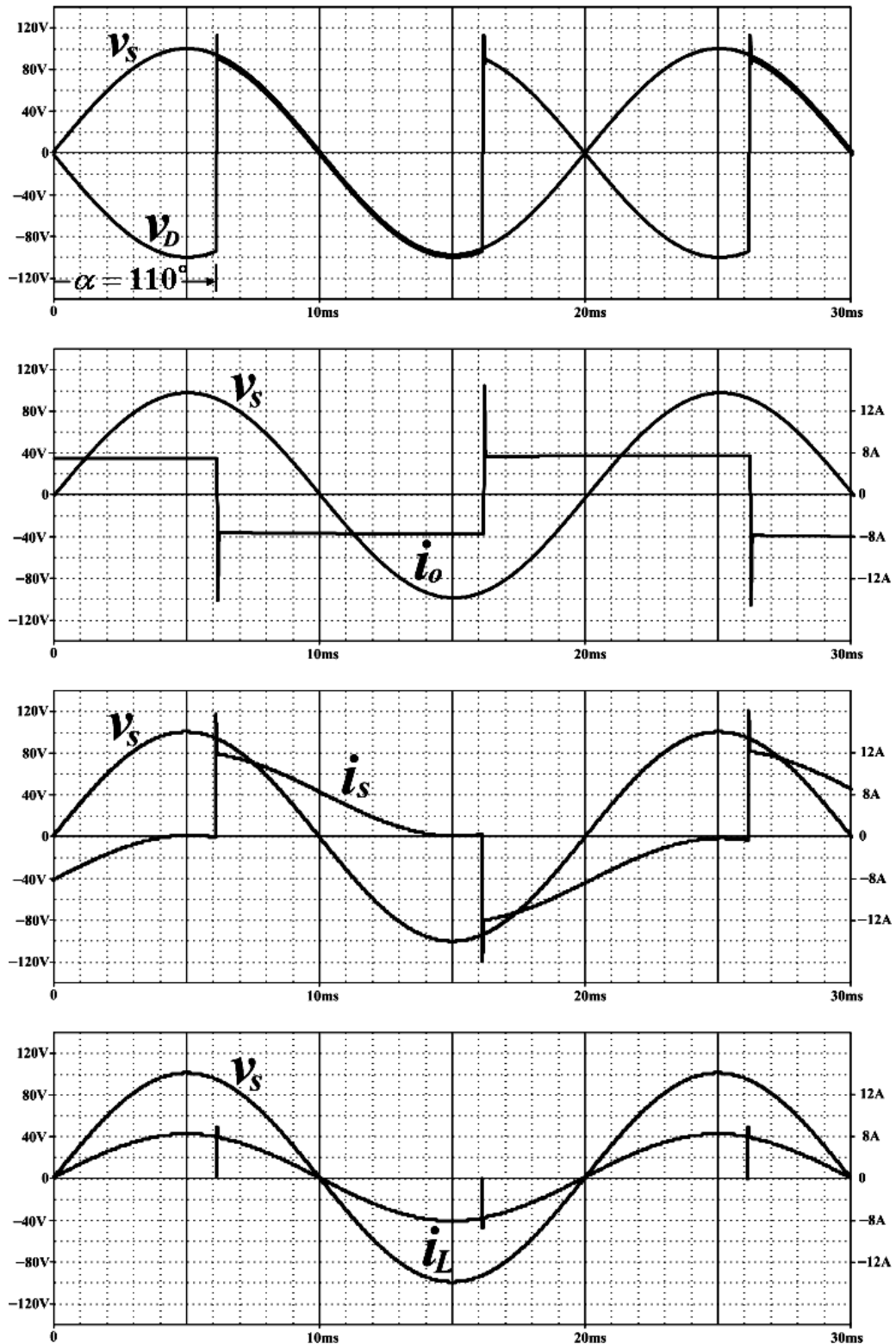
รูปที่ 3.7 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซ v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 25Ω



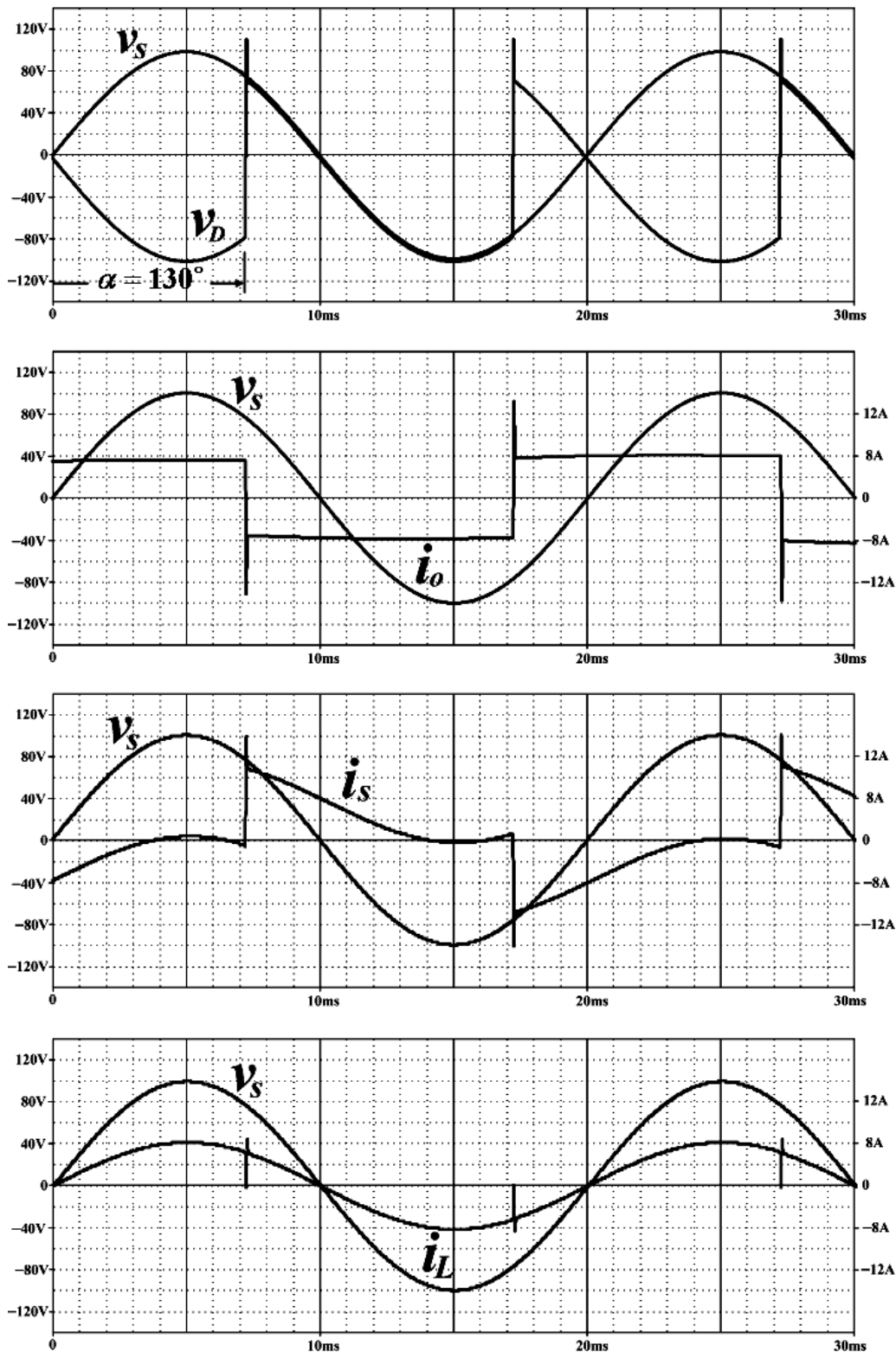
รูปที่ 3.8 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 25 Ω



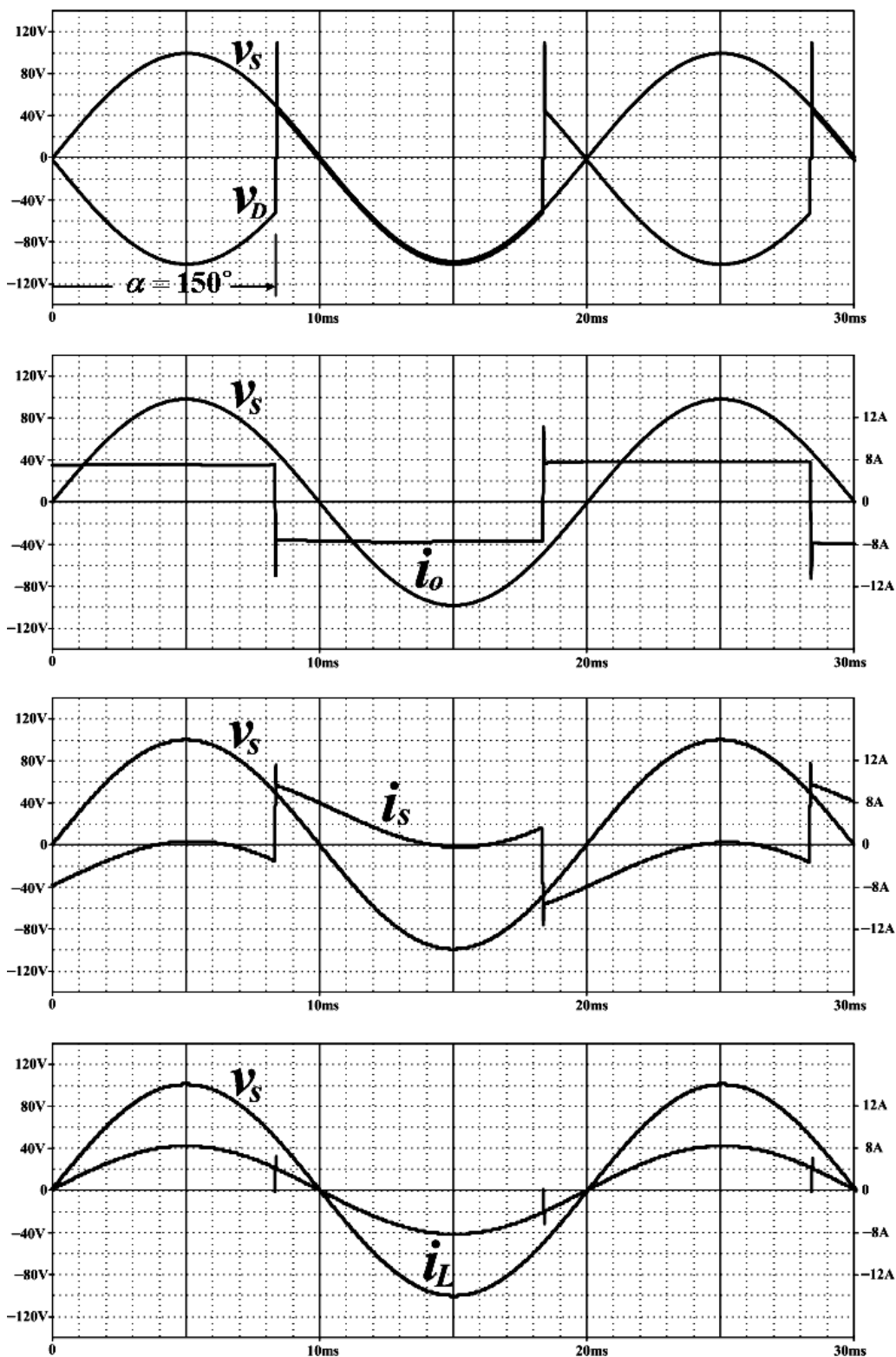
รูปที่ 3.9 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 170^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 25Ω



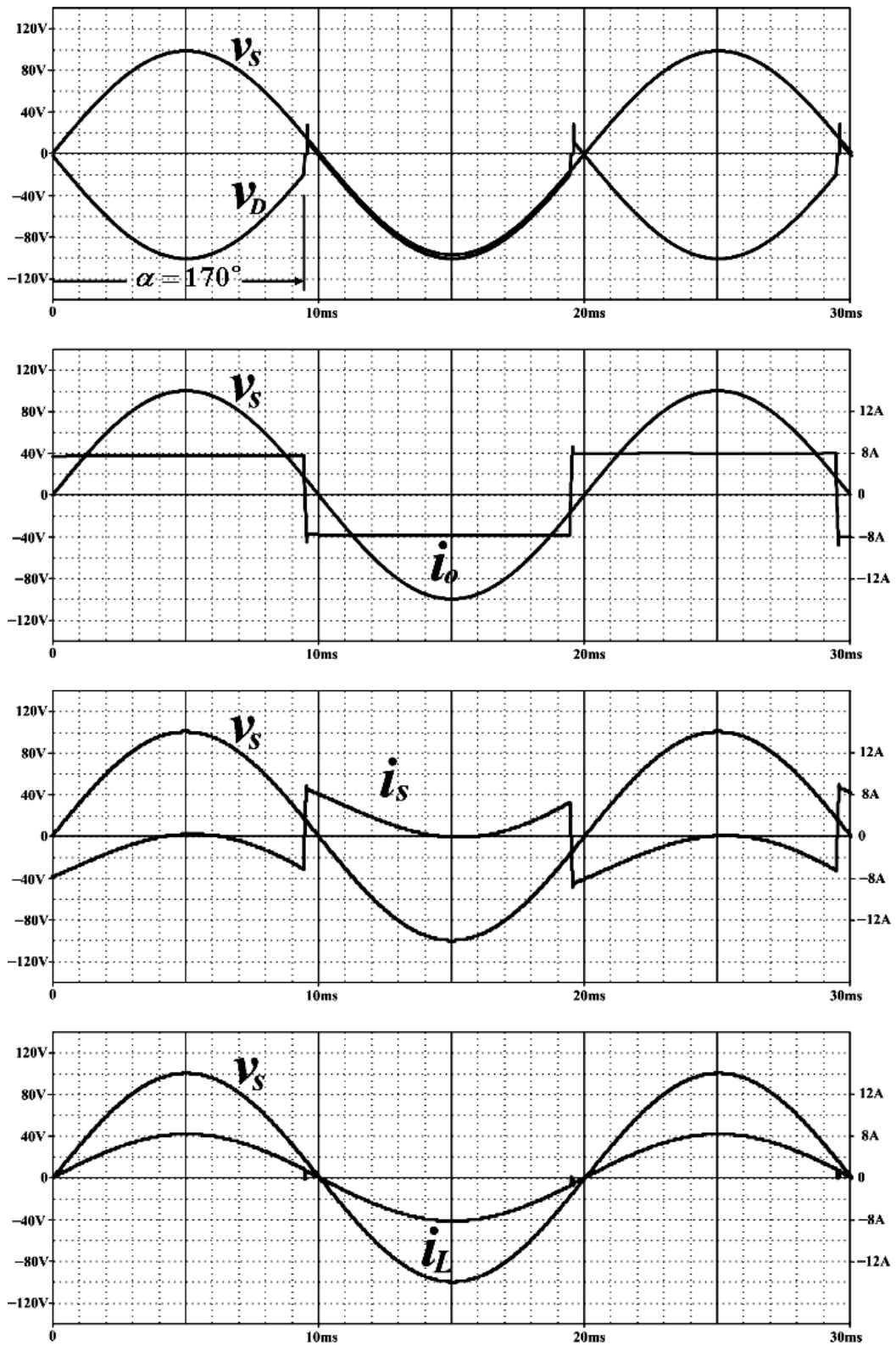
รูปที่ 3.10 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 12 Ω



รูปที่ 3.11 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 12Ω



รูปที่ 3.12 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 12Ω



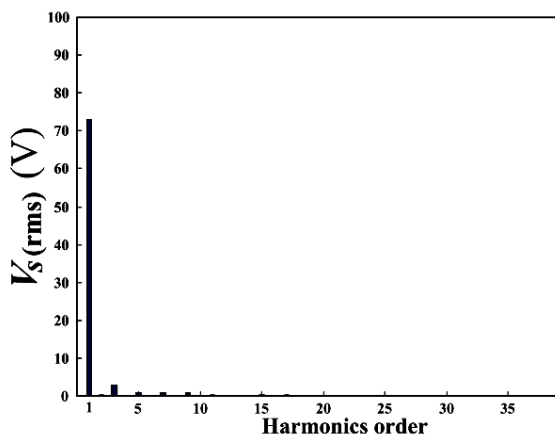
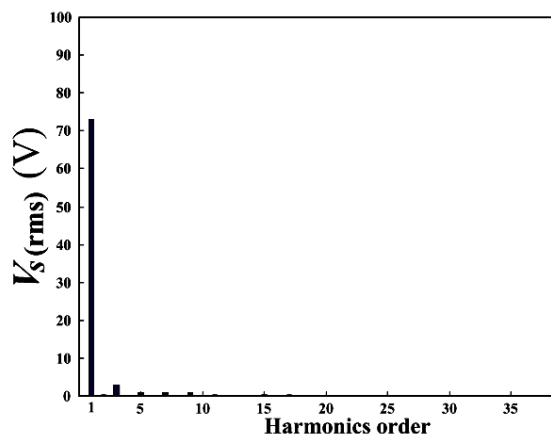
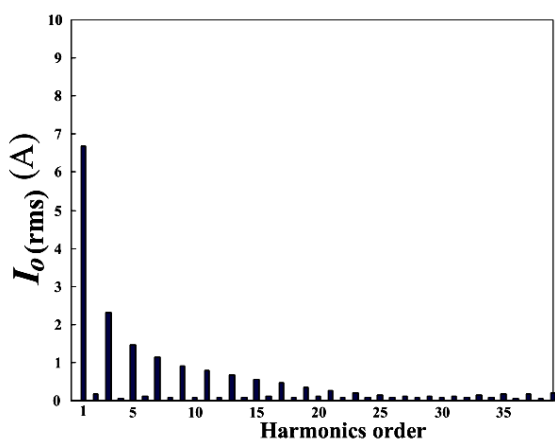
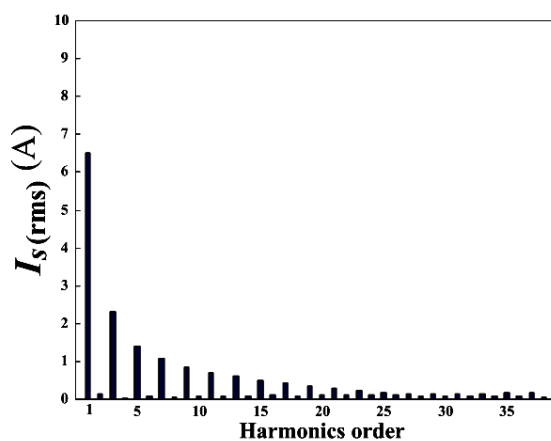
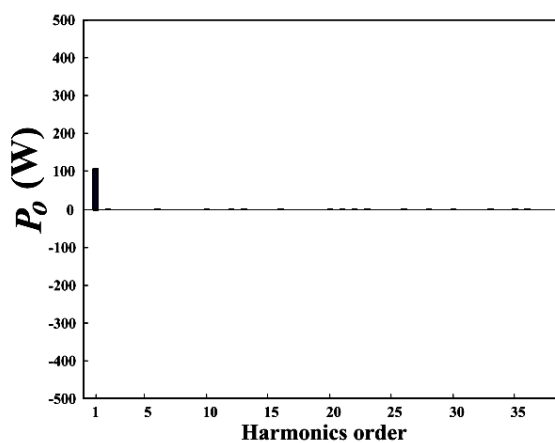
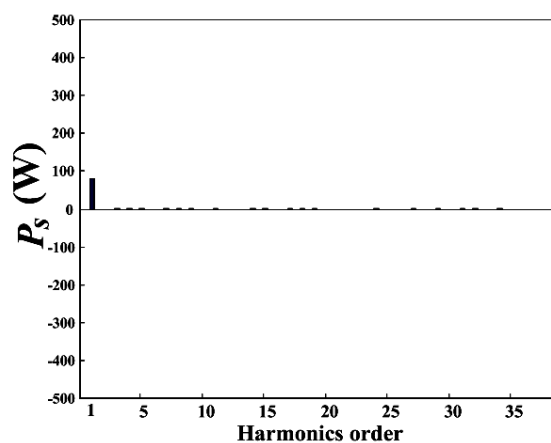
รูปที่ 3.13 ลักษณะคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอซี v_s , i_o , i_s และ i_L จากการจำลองด้วยโปรแกรม PSPICE ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 170^\circ$ ขณะจ่ายโหลด 12 Ω

3.5 การวิเคราะห์ผลจากการจำลองแบบ

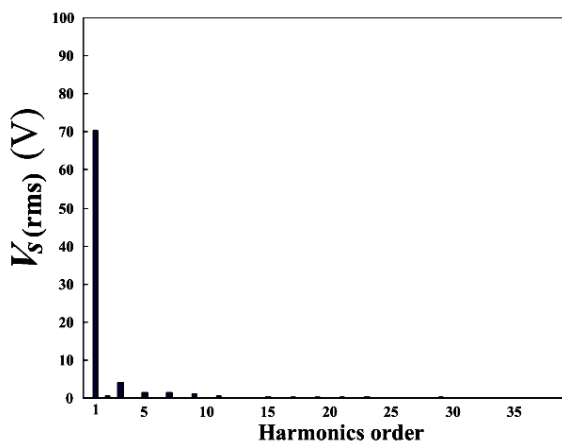
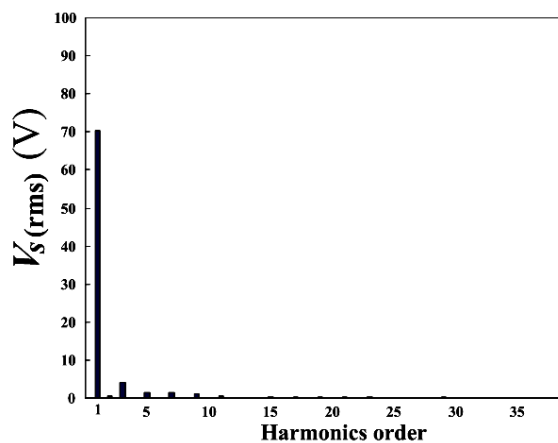
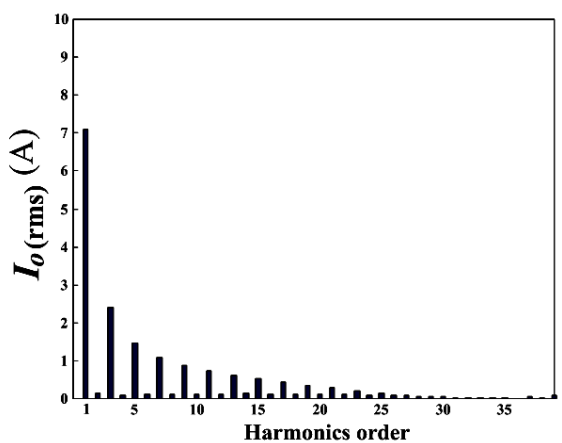
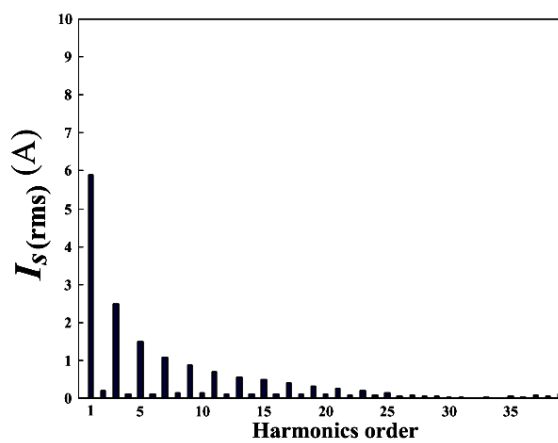
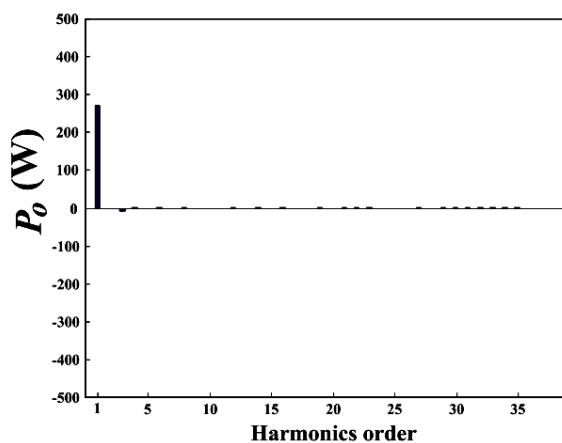
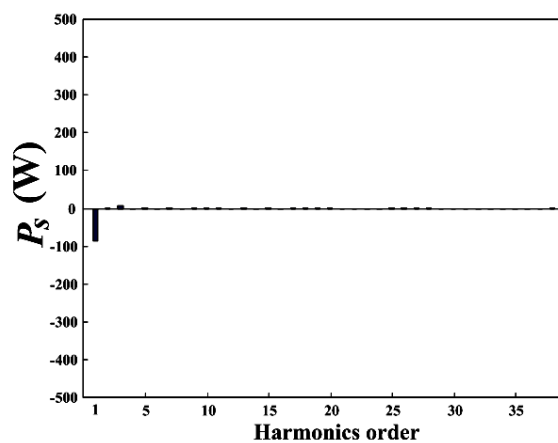
ในการวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดจากกรณีที่คลื่นกระแสไม่เป็นไซน์ซึ่งได้แก่กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o ที่เกิดจากกระแส i_o กำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ที่เกิดจากกระแส i_s ดังที่แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.6 - 3.9 สำหรับกรณีระบบร่วมกันจ่ายโหลดความต้านทาน 25 Ω และรูปที่ 3.10 - 3.13 สำหรับกรณีระบบร่วมกันจ่ายโหลดความต้านทาน 12 Ω ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ FFT จากโปรแกรม MATLAB มาช่วยในการวิเคราะห์หาค่าประกอบต่างๆ ของคลื่น และสามารถนำไปสู่การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ในที่สุด

ขณะที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวต้านทาน 25 Ω ค่ากำลังไฟฟ้าที่ร่วมกันจ่ายโหลดของกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ สามารถแสดงการวิเคราะห์ได้ดังรูปที่ 3.14 โดยรูปที่ 3.14(ก) แสดงองค์ประกอบหลักมูลและฮาร์โมนิกส์ของคลื่นแรงดัน v_s และรูปที่ 3.14(ข) แสดงองค์ประกอบหลักมูลและฮาร์โมนิกส์ของคลื่นกระแส i_o จากองค์ประกอบของคลื่น v_s, i_o เหล่านี้จะได้ องค์ประกอบต่างๆ ของกำลังไฟฟ้าที่จ่ายมาจากอินเวอร์เตอร์ดังรูปที่ 3.14(ค) ส่วนรูปที่ 3.14(ง) แสดงองค์ประกอบหลักมูลและฮาร์โมนิกส์ของคลื่นแรงดัน v_s และรูปที่ 3.14(จ) แสดงองค์ประกอบหลักมูลและฮาร์โมนิกส์ของคลื่นกระแส i_s จากองค์ประกอบของคลื่น v_s, i_s เหล่านี้จะได้ องค์ประกอบต่างๆ ของกำลังไฟฟ้ามาจากแหล่งจ่ายเอชซีดังรูปที่ 3.14(ฉ) จะเห็นได้ว่า กำลังไฟฟ้าเกือบทั้งหมดจะเกิดจากองค์ประกอบหลักมูลของคลื่นแรงดันและกระแสและในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ นี้ กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s มีค่าเป็นบวกทั้งคู่ ลักษณะเช่นนี้หมายความว่าทั้งอินเวอร์เตอร์และแหล่งจ่ายเอชซีทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลด

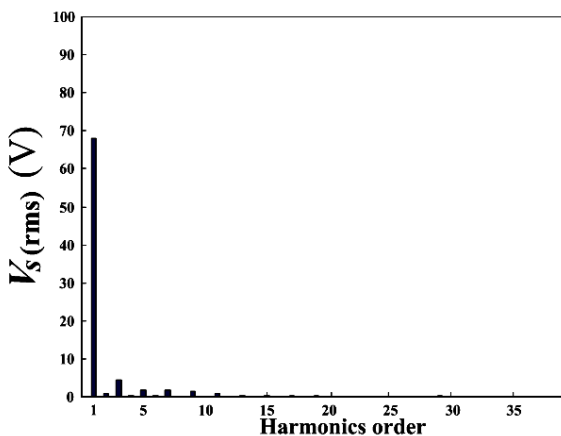
การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวต้านทาน 25 Ω สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.15 โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์เหมือนกันกับกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ดังกล่าวข้างต้น แต่ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ นี้ กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o มีค่าเป็นบวกส่วนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s มีค่าเป็นลบ ลักษณะเช่นนี้หมายความว่าอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่ถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซีให้กับโหลดและยังมี ส่วนที่เหลือป้อนเข้าสู่แหล่งจ่ายเอชซีโดยการไฟฟ้าส่งผลทำให้กำลังไฟฟ้า P_s มีค่าเป็นลบดังกล่าว และในรูปที่ 3.16 และ 3.17 เป็นการวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ และ $\alpha = 170^\circ$ ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าเมื่อมุมจุดชนวนมีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้อินเวอร์เตอร์สามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซีไปยังด้านเอชซีได้มากขึ้น ในขณะที่โหลดกินกำลังไฟฟ้าคงที่ นั้นหมายความว่ากำลังไฟฟ้าจะถูกป้อนเข้าโดยการไฟฟ้าได้มากขึ้นนั่นเอง

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

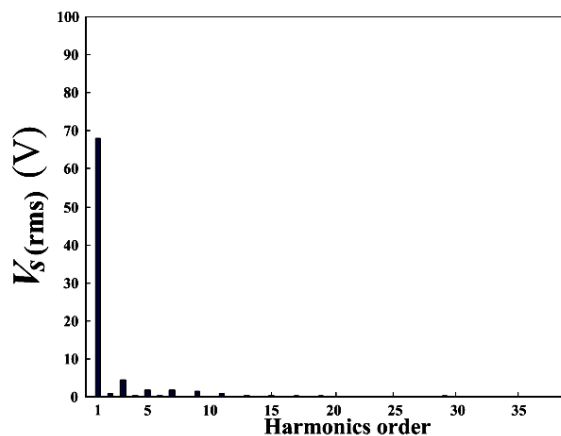
รูปที่ 3.14 การวิเคราะห์หาลำกำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 25Ω

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

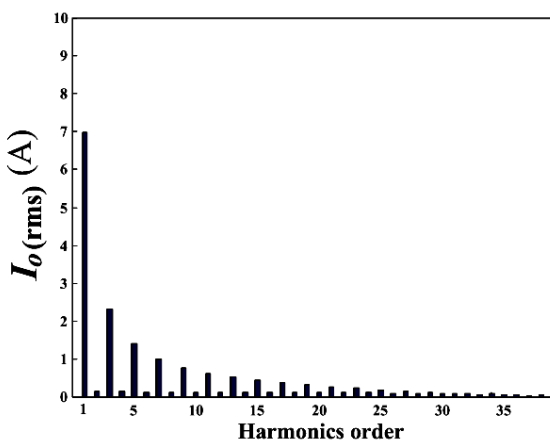
รูปที่ 3.15 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 25Ω



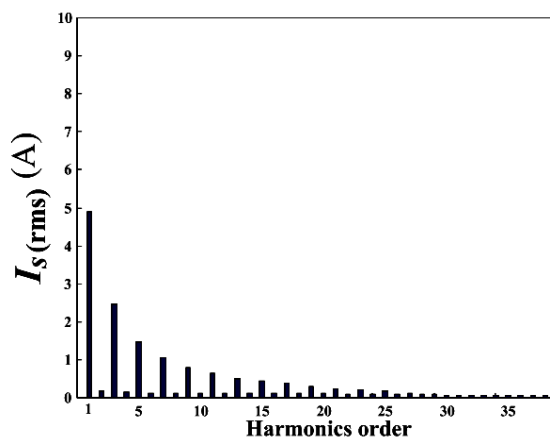
(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s



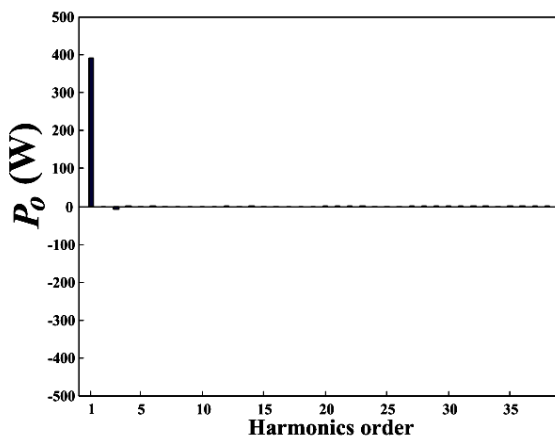
(ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s



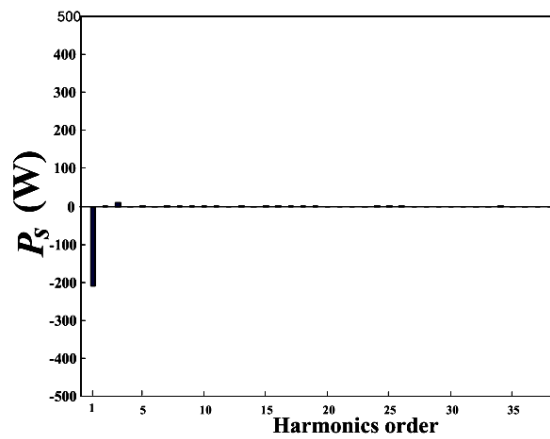
(ข) สเปกตรัมของกระแส I_o



(จ) สเปกตรัมของกระแส I_s

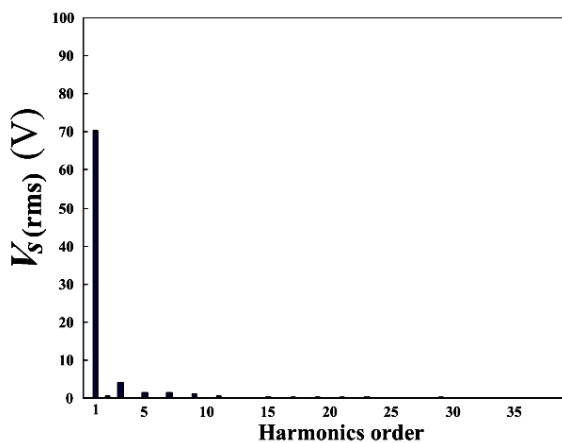
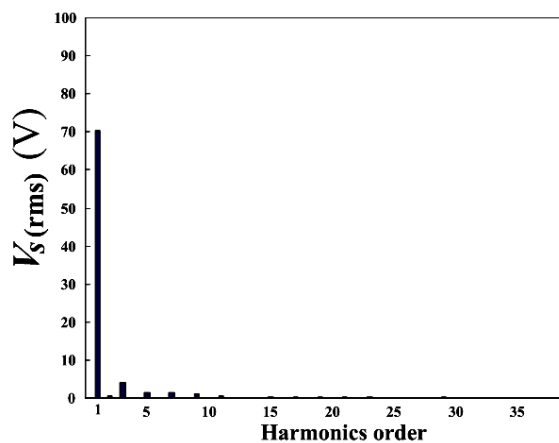
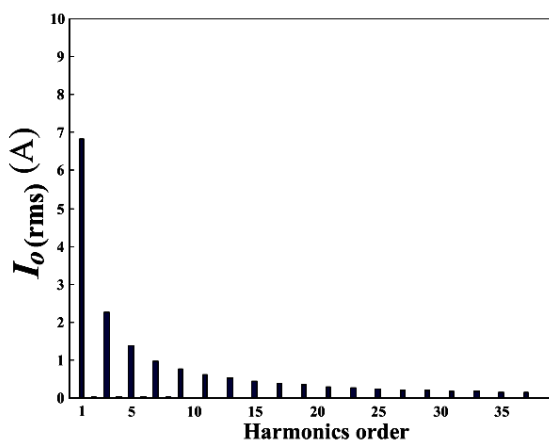
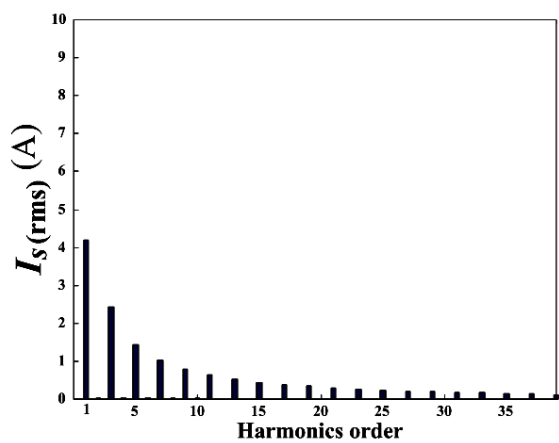
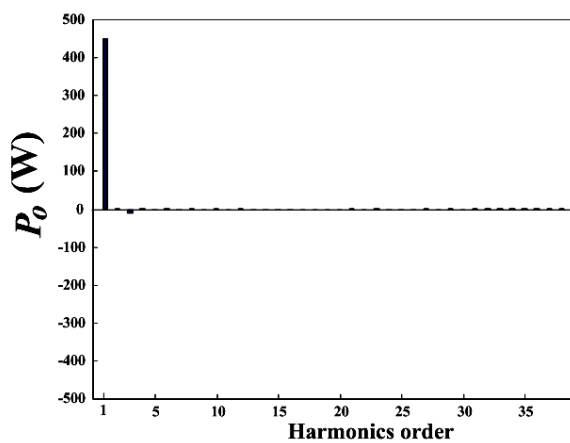
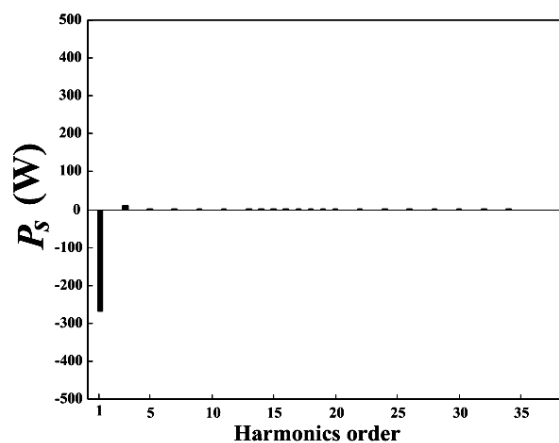


(ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o

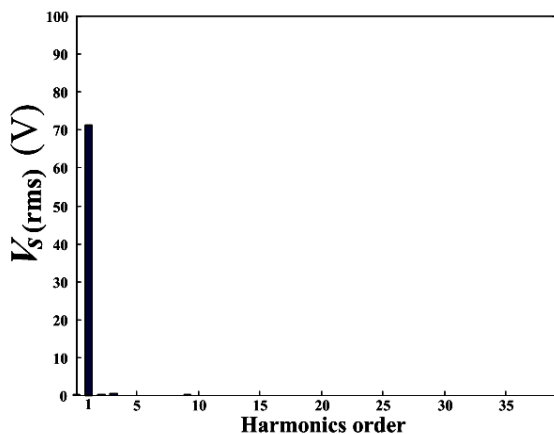
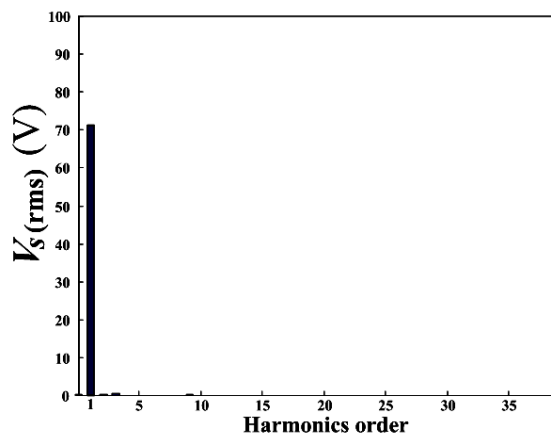
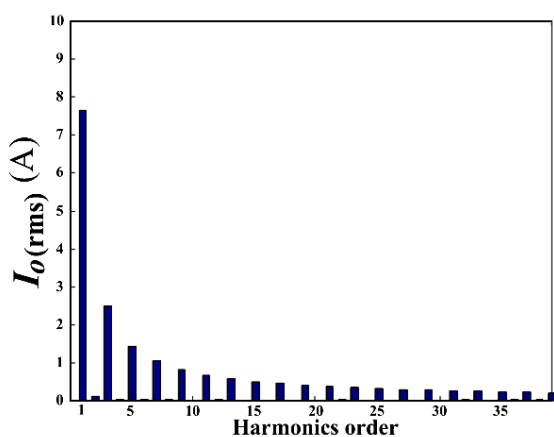
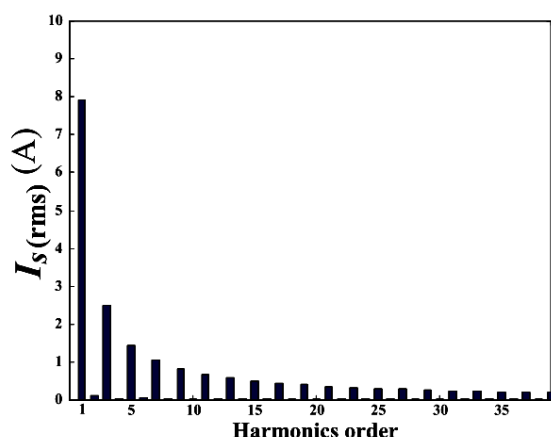
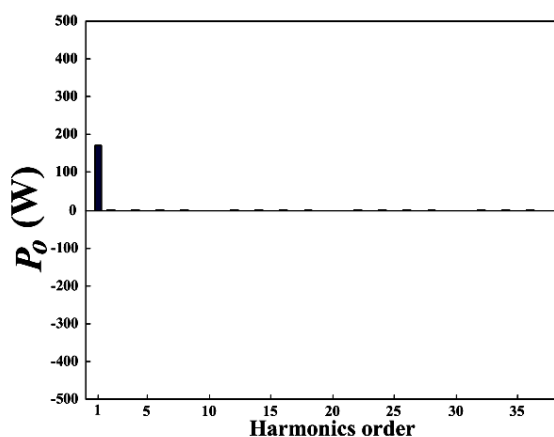
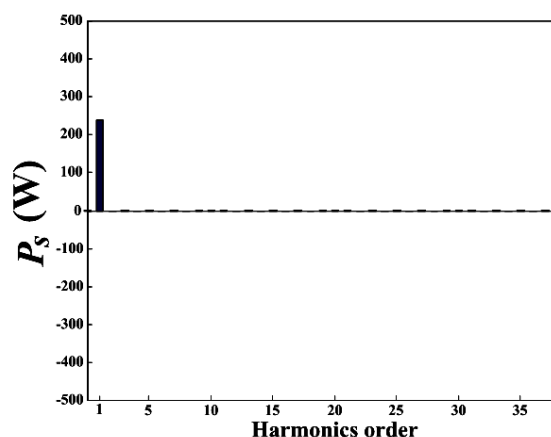


(ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

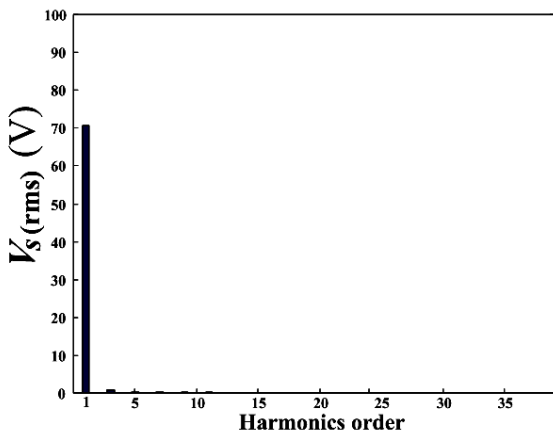
รูปที่ 3.16 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 25 Ω

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

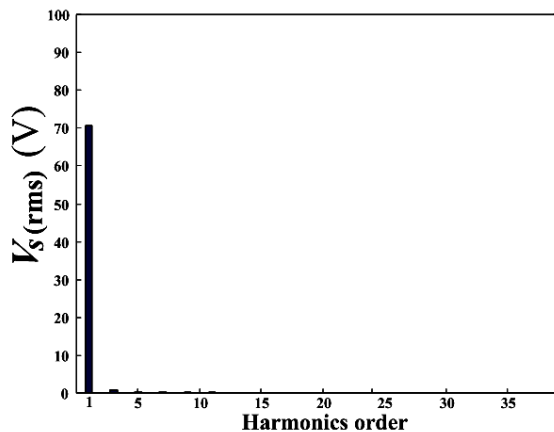
รูปที่ 3.17 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 170^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 25Ω

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

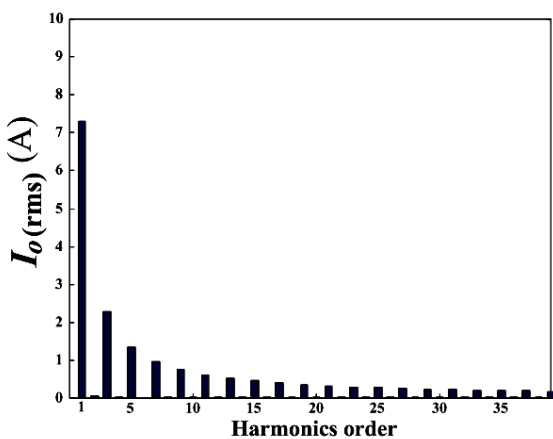
รูปที่ 3.18 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 110^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 12Ω



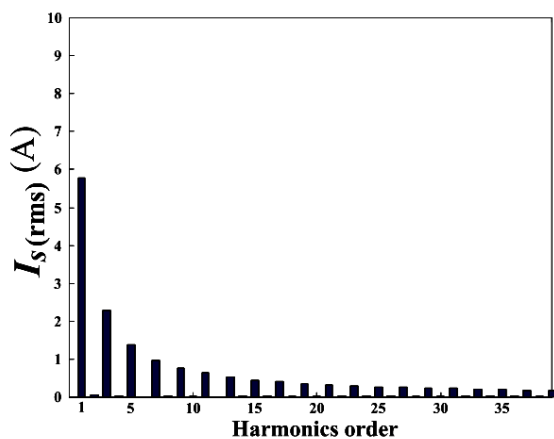
(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s



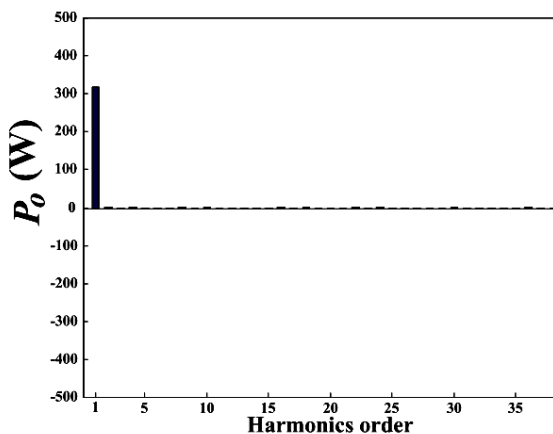
(ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s



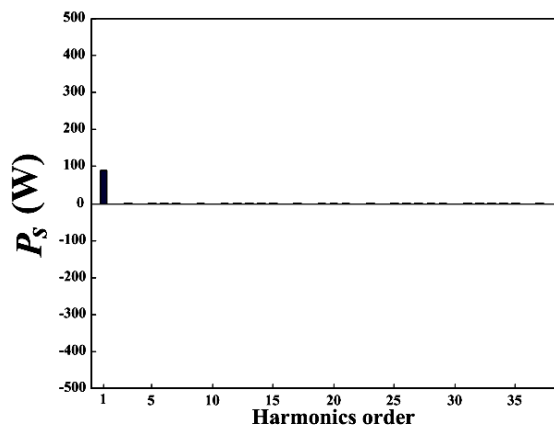
(ข) สเปกตรัมของกระแส I_o



(จ) สเปกตรัมของกระแส I_s

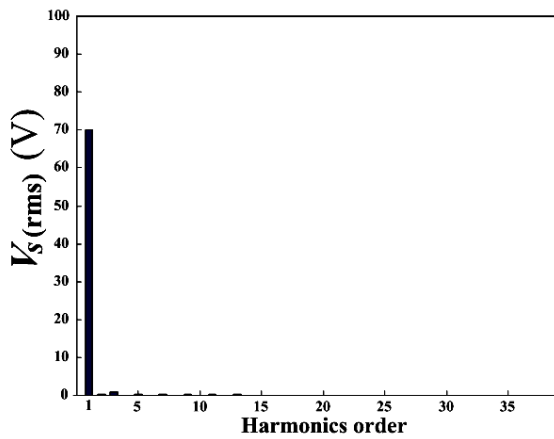
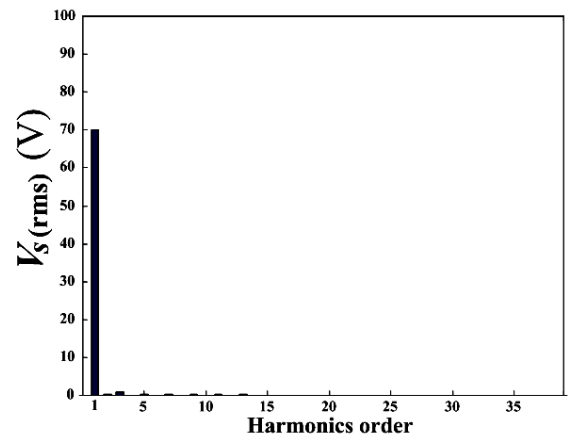
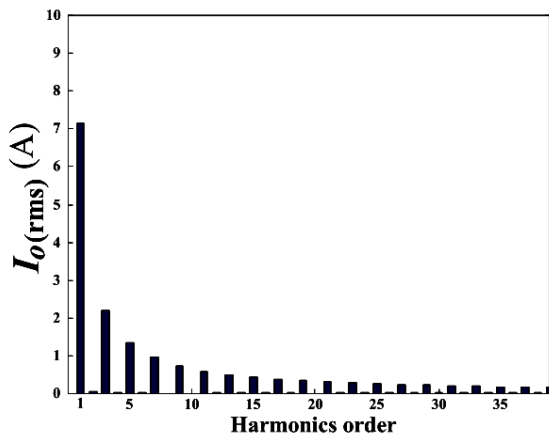
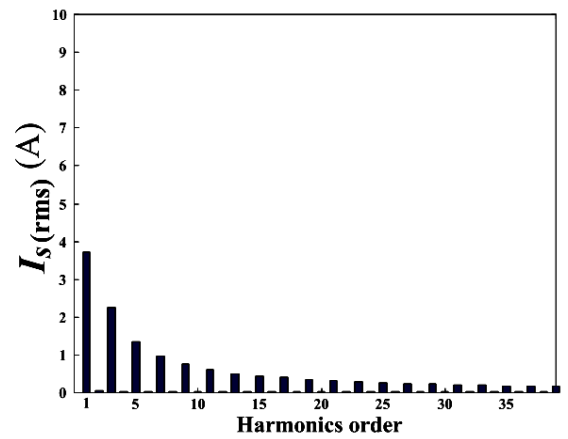
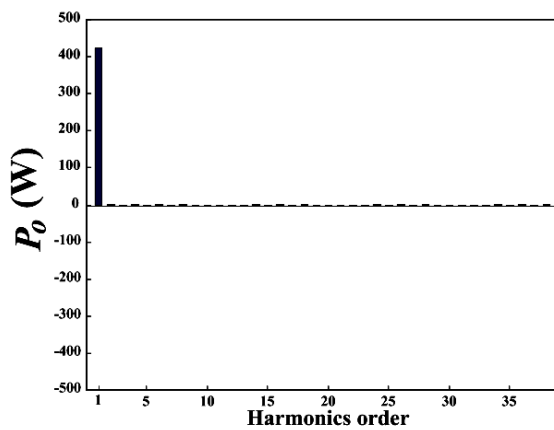
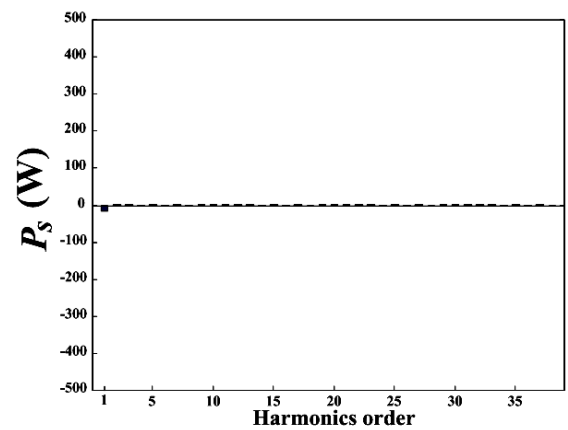


(ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o

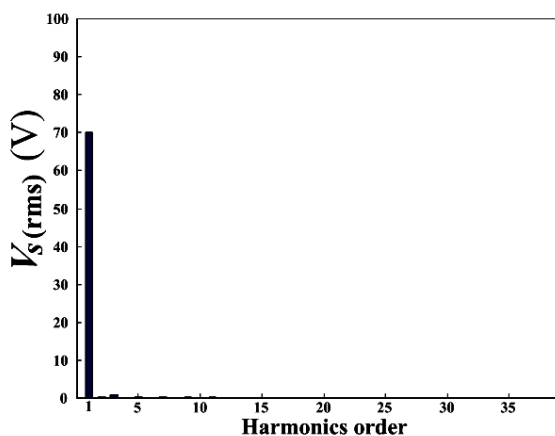
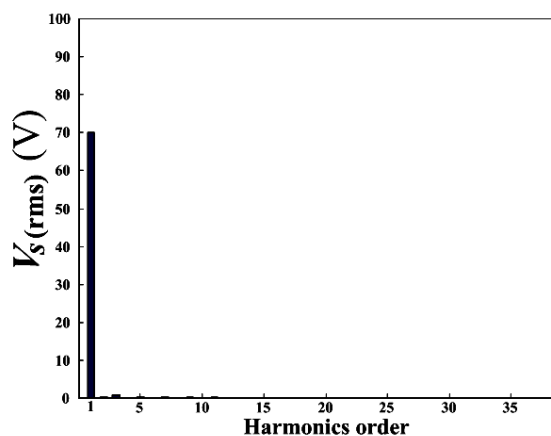
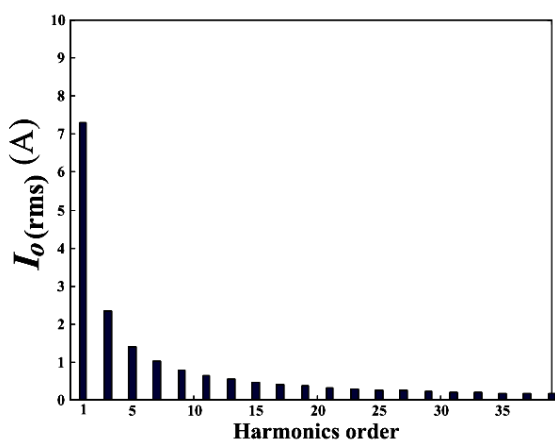
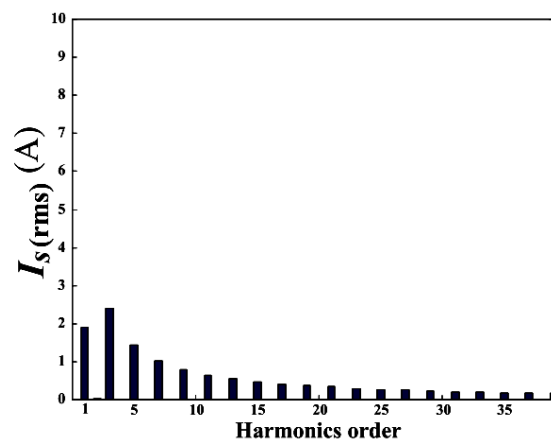
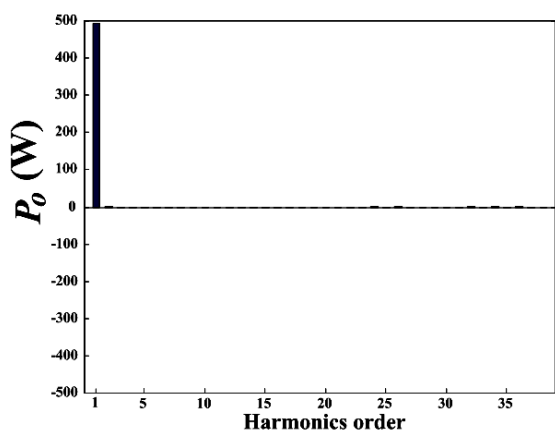
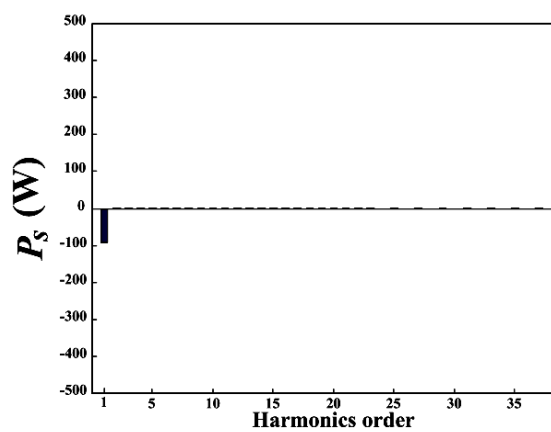


(ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

รูปที่ 3.19 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 130^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 12Ω

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

รูปที่ 3.20 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชอี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 150^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 12Ω

(ก) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ง) สเปกตรัมของแรงดัน V_s (ข) สเปกตรัมของกระแส I_o (จ) สเปกตรัมของกระแส I_s (ค) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_o (ฉ) สเปกตรัมของกำลังไฟฟ้า P_s

รูปที่ 3.21 การวิเคราะห์หาค่ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอชซี P_s ในกรณีที่มุมจุดชนวน $\alpha = 170^\circ$ ขณะร่วมกันจ่ายโหลด 12Ω

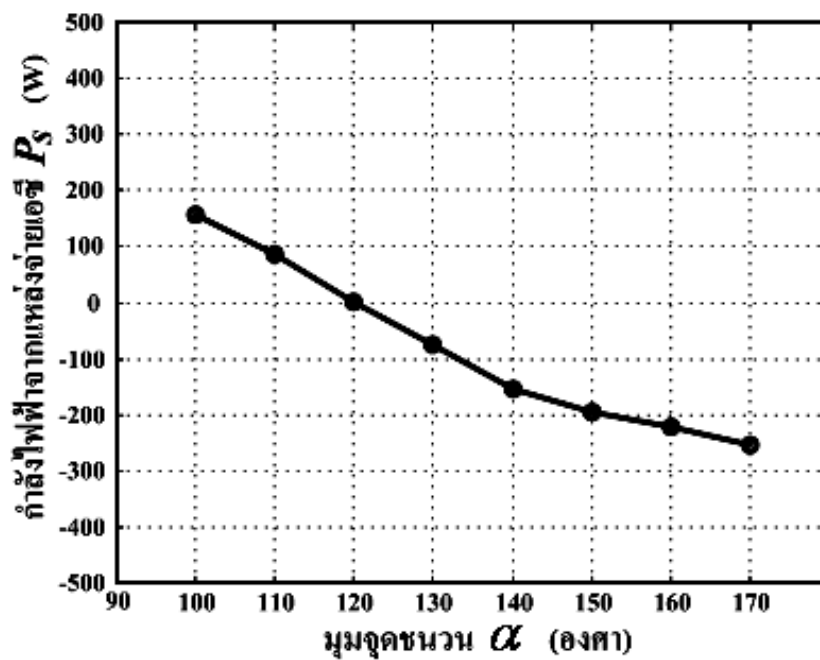
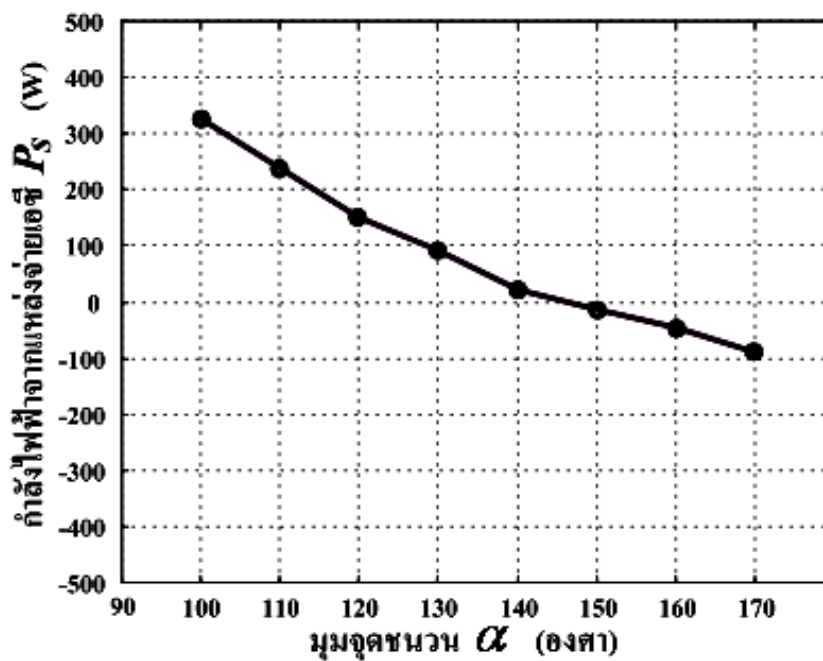
ขณะที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวด้านทาน 12Ω ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแรงดันและกระแสเพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ร่วมกันจ่ายโหลดของกรณีที่มีมุมจุดชนวน $\alpha=110^\circ$, $\alpha=130^\circ$, $\alpha=150^\circ$ และ $\alpha=170^\circ$ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.18, 3.19, 3.20 และ 3.21 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าเมื่อมุมจุดชนวนมีค่ามากขึ้นเข้าใกล้ 180° จะส่งผลทำให้อินเวอร์เตอร์สามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายดีซีไปยังด้านเอซีได้มากขึ้น ถ้ากำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o นี้มีค่ามากกว่าที่โหลดต้องการ ส่วนเกินจะถูกป้อนเข้าไลน์การไฟฟ้า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีจ่ายโหลดตัวด้านทาน 12Ω ซึ่งกินกำลังไฟฟ้ามกกว่ากับกรณีจ่ายโหลดตัวด้านทาน 25Ω ซึ่งกินกำลังไฟฟ้าน้อยกว่าก็จะพบว่าระบบสามารถป้อนกำลังไฟฟ้าเข้าไลน์การไฟฟ้าได้มากขึ้นเมื่อจ่ายโหลดที่กินกำลังไฟฟ้าน้อยลง

3.5 คุณลักษณะการร่วมกันจ่ายโหลดของระบบที่นำเสนอ

จากการวิเคราะห์หากำลังไฟฟ้าจากคลื่นแรงดันและกระแสขณะร่วมกันจ่ายโหลดระหว่างทรินสเตอร์อินเวอร์เตอร์และแหล่งจ่ายเอซีไลน์การไฟฟ้าสามารถนำค่ากำลังไฟฟ้าทั้งสามค่าคือ กำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซีไลน์การไฟฟ้า P_s , กำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด P_L มาพล็อตกราฟเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของค่ามุมจุดชนวน α ในย่าน $110^\circ - 170^\circ$ ได้ดังรูปที่ 3.22, 3.23 และ 3.24 ตามลำดับ

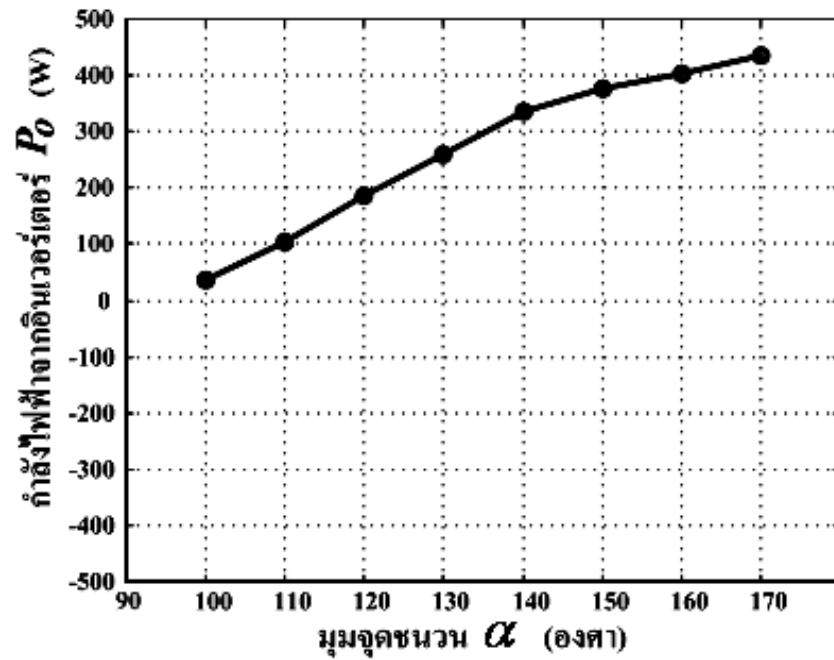
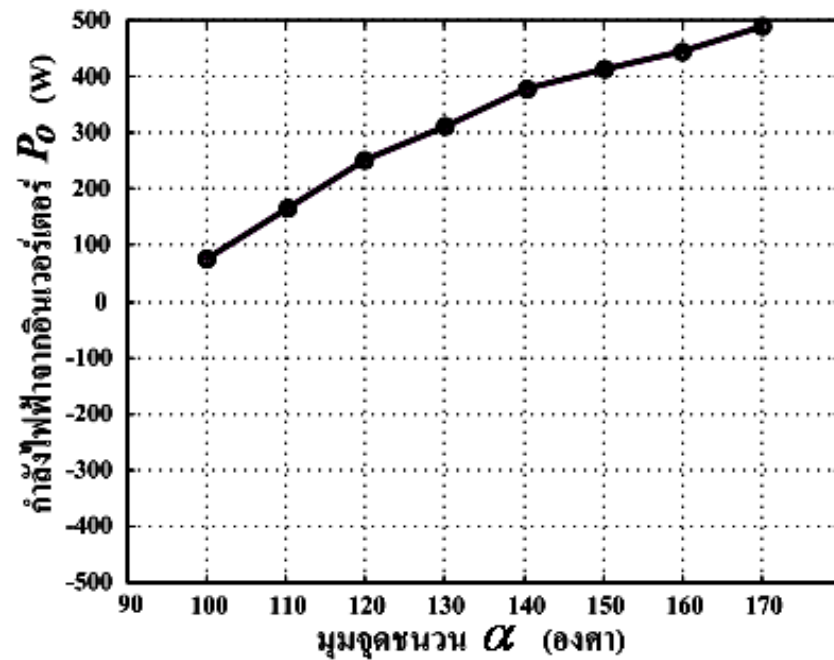
จากกราฟแสดงคุณลักษณะของกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเอซีไลน์การไฟฟ้า P_s ในรูปที่ 3.22 จะพบว่าเมื่อมุมจุดชนวนมีค่ามากขึ้นจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้า P_s มีค่าลดลงจนกระทั่งเป็นลบ แสดงว่ากำลังไฟฟ้าถูกป้อนเข้าสู่เอซีไลน์การไฟฟ้ามากขึ้น โดยในกรณีที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวด้านทาน 25Ω จะทำให้สามารถเริ่มป้อนกำลังไฟฟ้าเข้าเอซีไลน์การไฟฟ้าที่มีมุมจุดชนวน $\alpha=120^\circ$ และในกรณีที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวด้านทาน 12Ω จะทำให้สามารถเริ่มป้อนกำลังไฟฟ้าเข้าเอซีไลน์การไฟฟ้าที่มีมุมจุดชนวน $\alpha=145^\circ$

จากกราฟแสดงคุณลักษณะของกำลังไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์ P_o ในรูปที่ 3.23 จะพบว่าเมื่อมุมจุดชนวนมีค่ามากขึ้นจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้า P_o มีค่ามากขึ้นและส่วนที่เกินจากที่โหลดใช้ไปก็จะป้อนเข้าสู่เอซีไลน์การไฟฟ้า โดยในกรณีที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวด้านทาน 25Ω จะทำให้เริ่มมี P_o ส่วนที่เกินจากโหลดต้องการเพื่อป้อนเข้าสู่เอซีไลน์การไฟฟ้าที่มีมุมจุดชนวน $\alpha=120^\circ$ และในกรณีที่ระบบร่วมกันจ่ายโหลดตัวด้านทาน 12Ω จะทำให้เริ่มมี P_o ส่วนที่เกินจากโหลดต้องการเพื่อป้อนเข้าสู่เอซีไลน์การไฟฟ้าที่มีมุมจุดชนวน $\alpha=145^\circ$

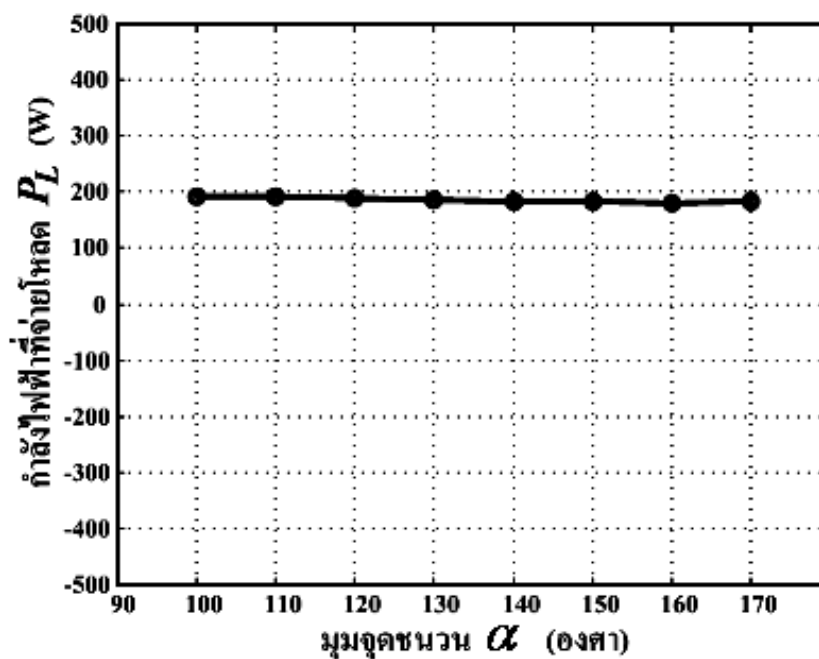
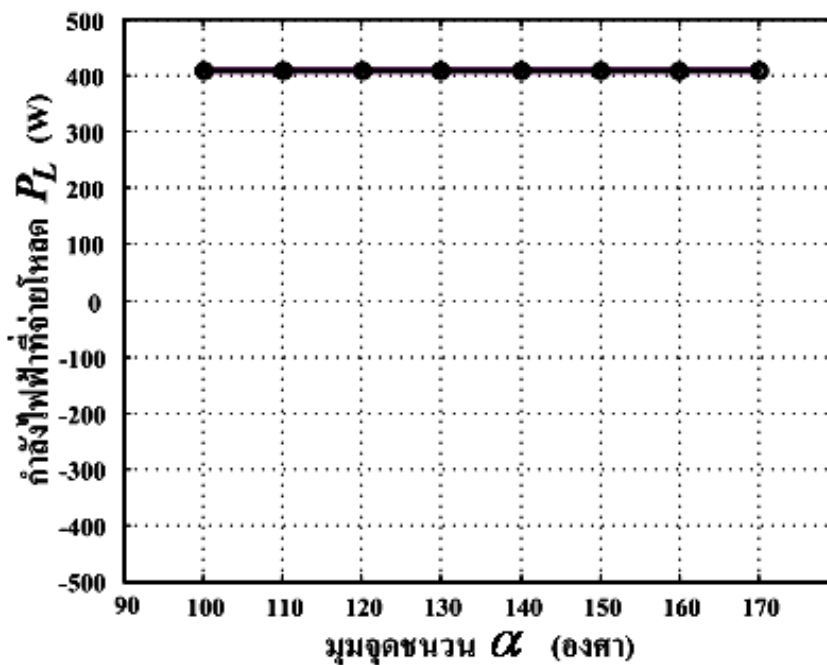
(ก) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 25 Ω (ข) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 12 Ω

รูปที่ 3.22 กำลังไฟจากแหล่งจ่ายเอช P_S เมื่อมุมจุดชนวน α เปลี่ยนแปลงจาก

110° - 170°

(ก) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 25 Ω (ข) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 12 Ω

รูปที่ 3.23 กำลังไฟจากอินเวอร์เตอร์ P_o เมื่อมุมจุดชนวน α เปลี่ยนแปลงจาก $110^\circ - 170^\circ$

(ก) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 25 Ω (ข) กรณีร่วมกันจ่ายโหลด 12 Ω

รูปที่ 3.24 กำลังไฟที่จ่ายให้โหลด P_L เมื่อมุมจุดชนวน α เปลี่ยนแปลงจาก $110^\circ - 170^\circ$

3.6 สรุป

ระบบในการเชื่อมต่อเพื่อร่วมกันจ่ายโหลดระหว่างแหล่งจ่ายดีซีและแหล่งจ่ายเอซีจากไลนการไฟฟ้าที่ได้ออกแบบขึ้นในงานวิจัยนี้ได้ใช้ทรานซิสเตอร์อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสที่ทำงานในโหมดไลนคอมมิวเตทเป็นส่วนเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายดีซีไปยังโหลดด้านเอซี จากนั้นใช้โปรแกรม PSPICE ในการจำลองแบบเพื่อหาลักษณะคลื่นตามจุดต่างๆ ในวงจรและใช้ FFT ในโปรแกรม MATLAB ช่วยในการวิเคราะห์คลื่นแรงดันและกระแสทางด้านเอซีของอินเวอร์เตอร์เพื่อกำหนดค่ากำลังไฟฟ้านั้น โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบการร่วมกันจ่ายโหลด 2 ค่าคือโหลด 25 Ω ซึ่งกินกำลังไฟฟ้า 200 W และโหลด 12 Ω ซึ่งกินกำลังไฟฟ้า 400 W เมื่อปรับค่ามุมจุดชนวน α ให้เพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 180° จะส่งผลทำให้อินเวอร์เตอร์สามารถถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายดีซีไปยังด้านเอซีได้มากขึ้นและทำให้มีกำลังไฟฟ้าส่วนเกินป้อนเข้าไลนการไฟฟ้าได้โดยในกรณีจ่ายโหลด 25 Ω จะเริ่มมีกำลังไฟฟ้าส่วนเกินนี้ที่มุมจุดชนวน $\alpha = 120^\circ$ ส่วนกรณีจ่ายโหลด 12 Ω จะเริ่มมีกำลังไฟฟ้าส่วนเกินนี้ที่มุมจุดชนวน $\alpha = 145^\circ$