หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การทดสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ย่อยต่างๆแล้วได้ทำการประกอบอุปกรณ์เข้าเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งประกอบด้วยภาคต่าง ๆ คือ ภาคอินเวอร์เตอร์ที่เป็นแบบเรโซแนนซ์ชนิดกึ่งบริดจ์ ภาคขับนำเบสของทรานซิสเตอร์ และภาควงจรกำลัง ในบทนี้เป็นการทดสอบทางไฟฟ้าจะประกอบด้วยการวัดคุณสมบัติที่สำคัญต่าง ๆ ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้น การวัดและบันทึกรูปคลื่นของกระแสและแรงดันที่ภาคต่าง ๆ ของเครื่อง เช่น ภาคนำเบสของทรานซิสเตอร์และภาควงจรกำลัง เพื่อให้ทราบลักษณะการทำงานของวงจรและคุณสมบัติที่สำคัญที่ภาคต่าง ๆ ของเครื่อง เช่น กำลังด้านเข้า กำลังด้านออก ตัวประกอบกำลังและประสิทธิภาพของระบบเป็นต้น

การทดสอบทางไฟฟ้า

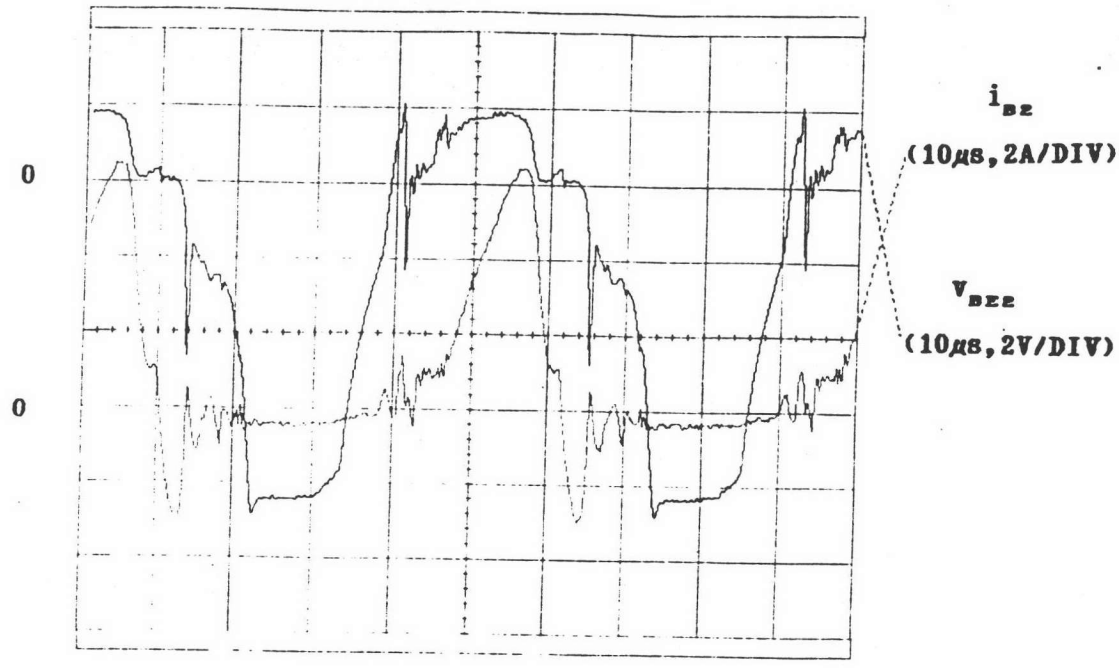
ในการวัดรูปคลื่นของกระแสและแรงดันในแต่ละส่วนของเครื่องจะแบ่งเป็น 3 กรณีคือ เมื่อเครื่องเชื่อมจ่ายกระแสเชื่อม 120,90,60 แอมแปร์ ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ตามลำดับ ในการทดสอบขณะเชื่อมชิ้นงานจะใช้สายไฟเชื่อมที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 35 ตารางมิลลิเมตร ยาว 6 เมตร การทดสอบทางไฟฟ้านี้จะบันทึกรูปสัญญาณไปทีละส่วนโดยเรียงเป็นหัวข้อไว้ดังต่อไปนี้

1. รูปคลื่นของสัญญาณขับนำทรานซิสเตอร์

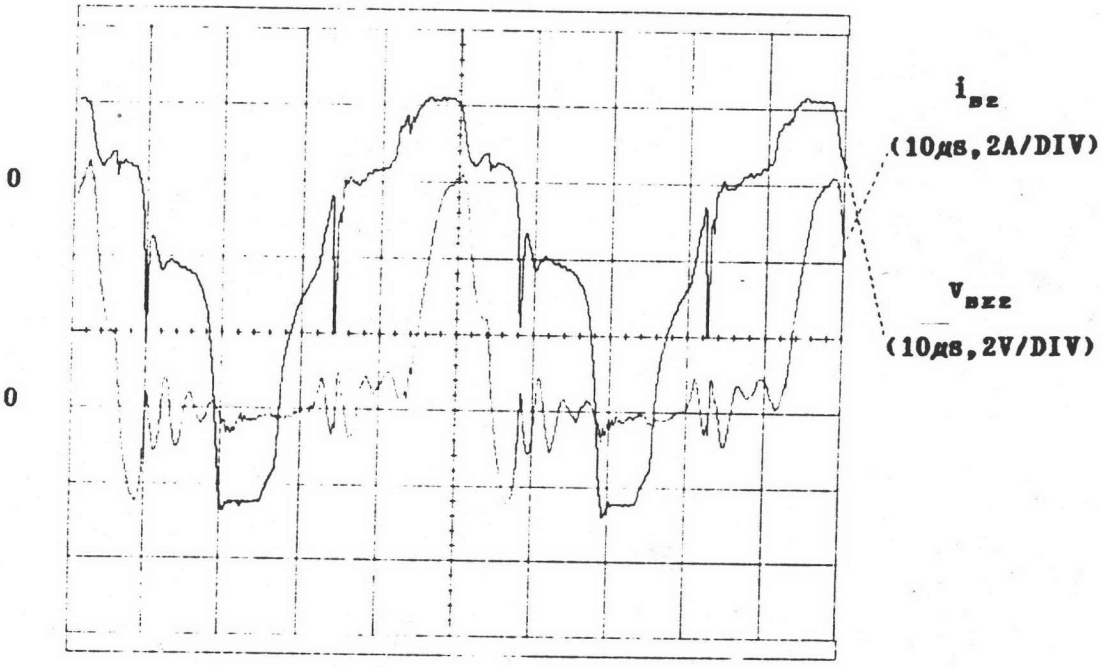
รูปที่ 4.1 ถึง 4.3 แสดงรูปคลื่นของกระแสเบส (i_B) และรูปคลื่นของแรงดันเบสอิมิตเตอร์ (v_{BE}) ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ จากรูปเมื่อนำมาพิจารณาจะเห็นว่าช่วงเวลาที่กระแสเบสเป็นบวกก็คือ ช่วงเวลาที่วงจรขับนำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส (Turn On Time) ซึ่งที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 21 ไมโครวินาที

ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 18 ไมโครวินาที และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 12 ไมโครวินาที ในขณะช่วงเวลาที่กระแสเบสเป็นลบคือช่วงเวลาที่วงจรขับนำเบสสั่งให้ทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแส กระแสเบสที่เป็นลบเนื่องจากมีกระแสไหลออกจากเบสของทรานซิสเตอร์ช่วงเวลานี้เป็นค่า Storage Time ของทรานซิสเตอร์ ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 5 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 4 ไมโครวินาทีและที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 3 ไมโครวินาที กรณีแรงดันที่เบสอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์กำลัง Q_2 ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ จะประกอบด้วยช่วงเวลาที่แรงดันเป็นบวกซึ่งเป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์กำลังนำกระแส ประกอบด้วยช่วงเวลาที่สั่งให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสและช่วง Storage Time รวมกัน ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์มีค่าประมาณ 26 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 22 ไมโครวินาทีและที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 16 ไมโครวินาที ช่วงเวลาที่เป็นลบเป็นช่วงเวลาที่ทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแสที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 25 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์มีค่าประมาณ 24 ไมโครวินาที และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ มีค่าประมาณ 22 ไมโครวินาที

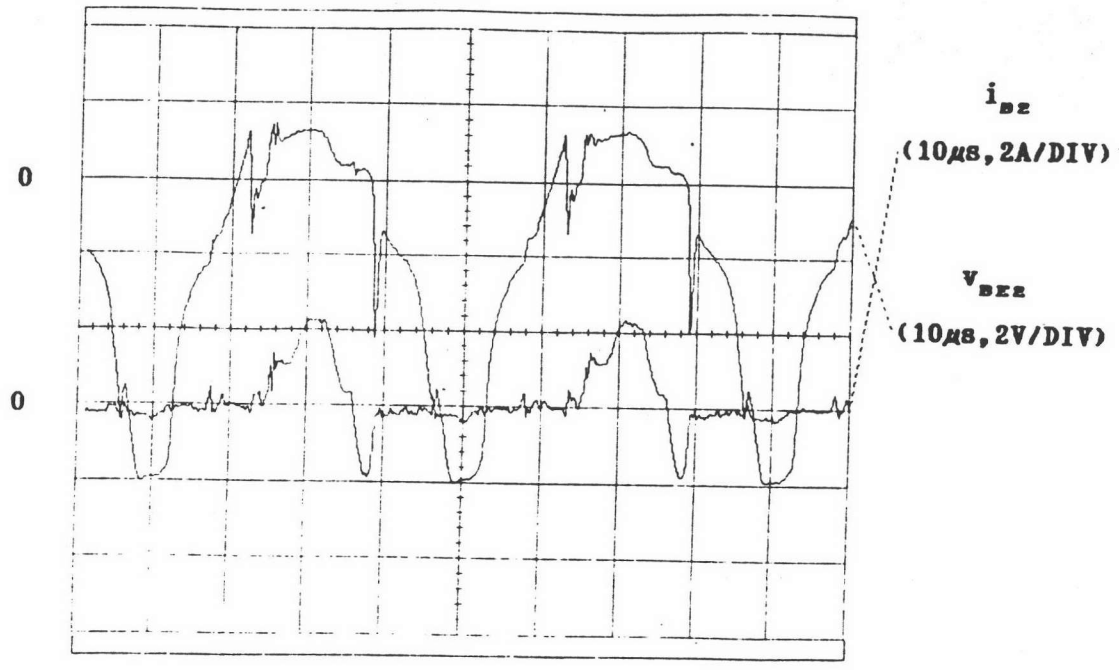
สำหรับรูปคลื่นของกระแสเบสและแรงดันเบสอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_1 ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ จะมีขนาดและรูปร่างเหมือนกับรูปคลื่นของกระแสเบสและแรงดันเบสอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_2 แต่จะมีเฟสต่างกัน 180 องศา



รูปที่ 4.1 แสดงกระแสเบสและแรงดันเบสอิมิตเตอร์ที่ขับนำทรานซิสเตอร์กำลัง Q_2 ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.2 แสดงกระแสเบสและแรงดันเบสอิมิตเตอร์ที่ขับนำทรานซิสเตอร์กำลัง Q_2 ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



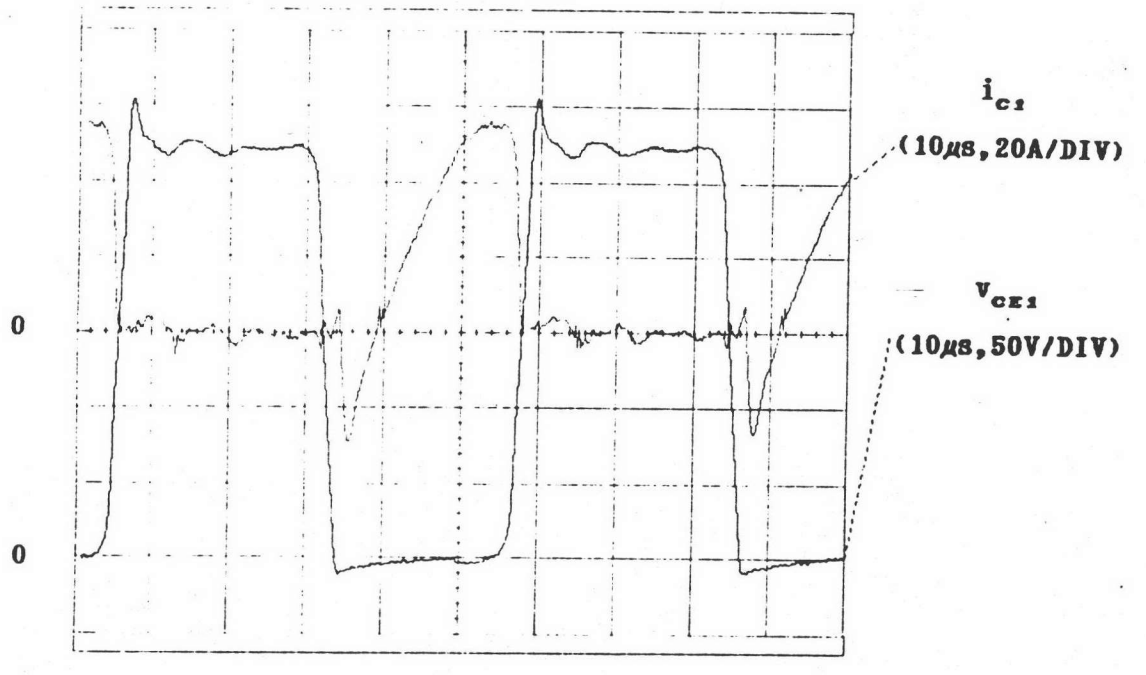
รูปที่ 4.3 แสดงกระแสเบสและแรงดันเบสอิมิตเตอร์ที่ขับนำทรานซิสเตอร์กำลัง Q_2 ที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

2. <u>รูปคลื่นกระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์กำลัง</u>

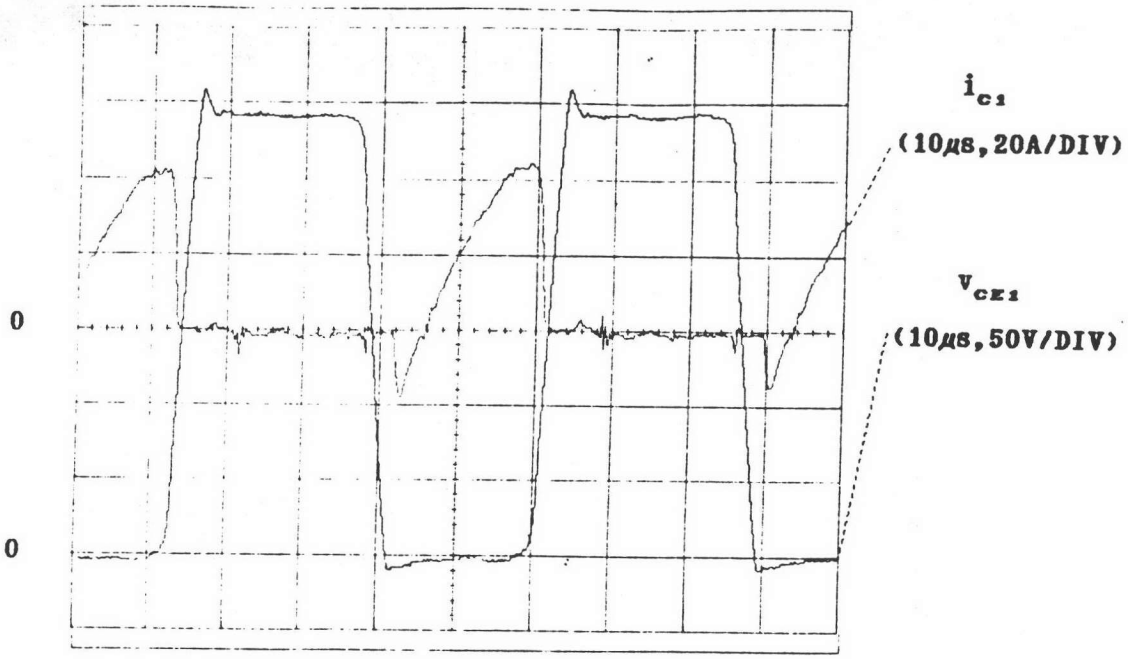
รูปที่ 4.4 ถึงรูป 4.6 แสดงรูปคลื่นของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_1 ที่ความถี่ 19.2, 20.8, 24.4 กิโลเฮิรตซ์ตามลำดับช่วงกระแสบวกเป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์นำกระแส ส่วนช่วงกระแสลบเป็นช่วงที่กระแสไหลผ่านไดโอด ในช่วงที่เริ่มขับนำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสทรานซิสเตอร์ Q_1 จะยังไม่นำกระแส เนื่องจากช่วงนี้กระแสจะยังคงไหลผ่านไดโอดจึงทำให้แรงดันตกคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_1 เป็นลบมีค่าน้อย ๆ จนถือว่าเป็นศูนย์ได้ การเริ่มนำกระแสของทรานซิสเตอร์จึงเป็นแบบ Zero Voltage Turn On ทำให้กำลังสูญเสียในขณะเริ่มนำกระแสมีค่าต่ำ ในช่วงหยุดนำกระแสขณะที่กระแสกำลังลดลงสนับเบอร์แรงดันจะช่วยหน่วงการเพิ่มขึ้นของแรงดันทำให้แรงดันคร่อมสวิตช์ในขณะที่มีกระแสไหลผ่านสวิตช์มีค่าไม่สูงนัก กระแสผ่านสวิตช์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ที่วัดได้จะรวมกระแสที่ไหลผ่านไดโอดที่ขนานกับทรานซิสเตอร์ด้วย เนื่องจากไดโอดถูกต่ออยู่ในโมดูลของทรานซิสเตอร์กำลังเรียบร้อยแล้ว เมื่อนำผลการวัดไปเทียบกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ในบทที่แล้ว จะเห็นว่ามีลักษณะรูปคลื่นที่ใกล้เคียงกัน แต่ค่ายอดของกระแสที่ไหล

ผ่านทรานซิสเตอร์จะต่ำกว่าเล็กน้อย กล่าวคือที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์มีค่าประมาณ 54 แอมแปร์ ในขณะค่ายอดของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์มีค่าเท่ากับ 58 แอมแปร์ สำหรับค่ายอดของกระแสผ่านไดโอดมีค่าประมาณ 30 แอมแปร์ ในขณะค่ายอดของกระแสผ่านไดโอดที่ได้จากการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์มีค่าเท่ากับ 31 แอมแปร์จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ค่ายอดของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์มีค่าประมาณ 46 แอมแปร์ ค่ายอดของกระแสผ่านไดโอดมีค่าประมาณ 19 แอมแปร์และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์มีค่าประมาณ 28 แอมแปร์ ค่ายอดของกระแสผ่านไดโอดมีค่าประมาณศูนย์แอมแปร์ตามลำดับ เมื่อนำผลจากการทดลองที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ไปเทียบกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ก็มีค่าใกล้เคียงกัน

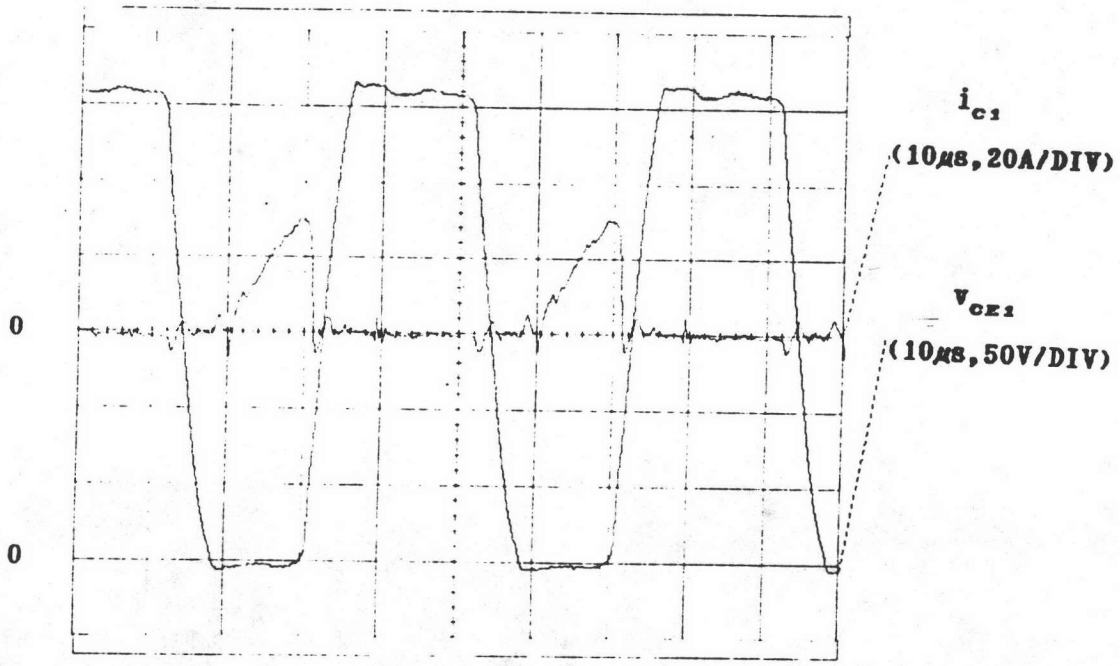
สำหรับรูปคลื่นของกระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_2 ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ จะมีขนาดและรูปร่างเหมือนกับรูปคลื่นของแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์และกระแสผ่านทรานซิสเตอร์ Q_1 แต่จะมีเฟสต่างกัน 180 องศา



รูปที่ 4.4 กระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_1 ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



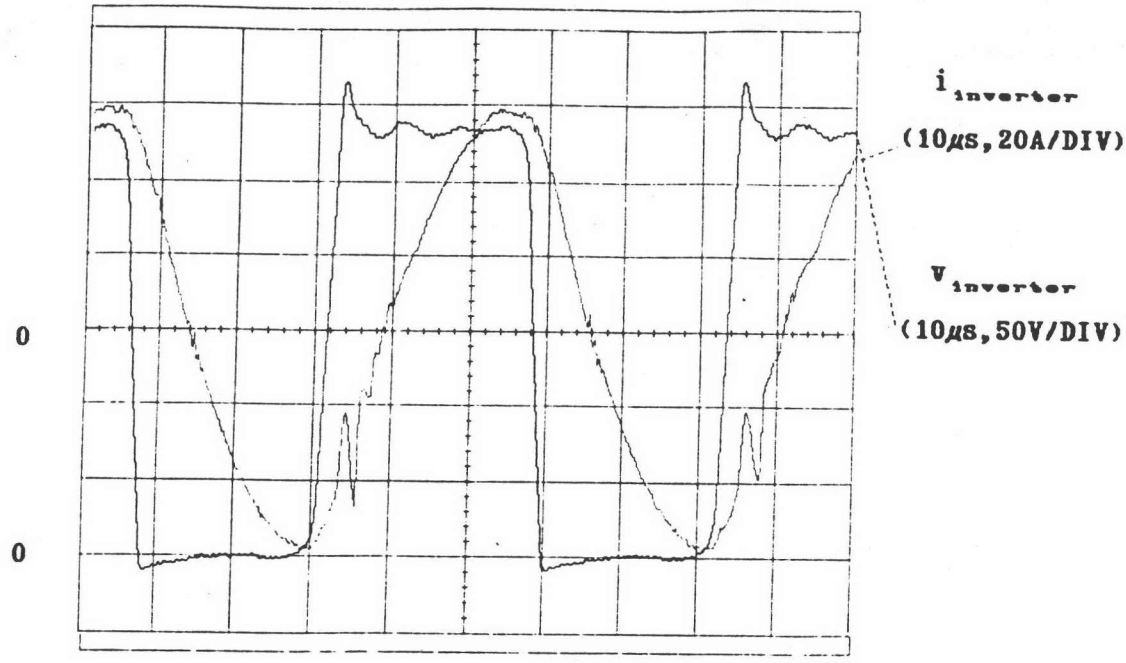
รูปที่ 4.5 กระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_1
ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



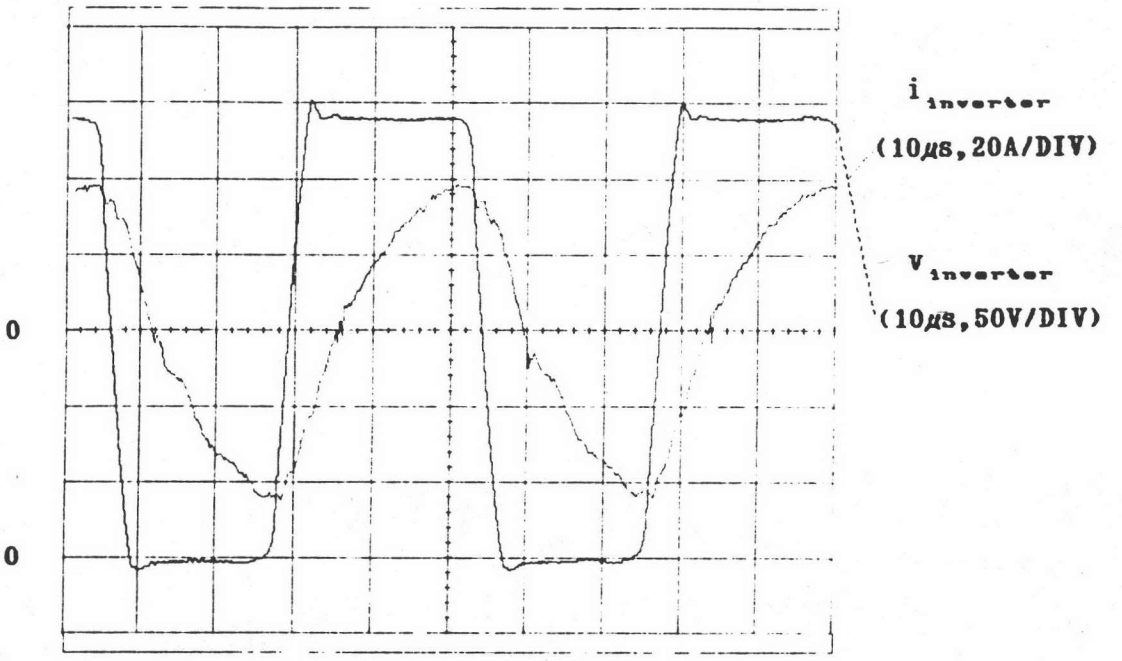
รูปที่ 4.6 กระแสผ่านทรานซิสเตอร์และแรงดันคร่อมทรานซิสเตอร์ Q_1
ที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

3. <u>รูปคลื่นกระแสและแรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์</u>

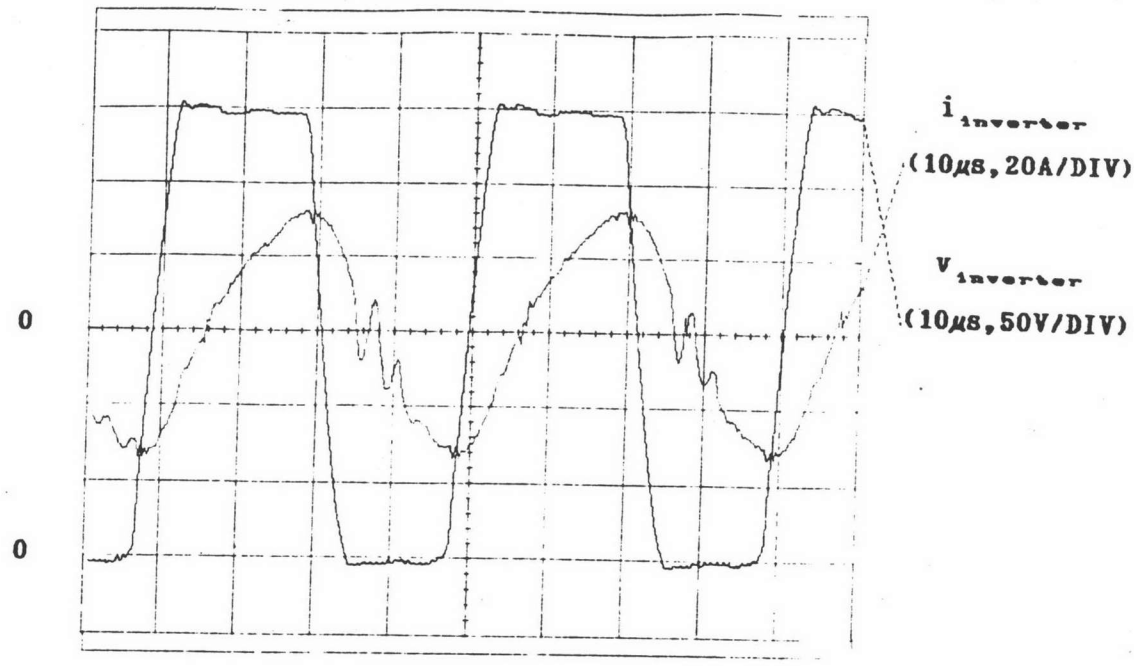
รูปที่ 4.7 ถึงรูป 4.9 แสดงรูปคลื่นของกระแสและแรงดันขาออกของอินเวอร์เตอร์ที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากระแสจะล้าหลังแรงดันซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการให้อินเวอร์เตอร์ทำงานแบบเรโซแนนซ์ภาคแรงดันศูนย์ รูปคลื่นของกระแสมีลักษณะใกล้เคียงไซน์ ส่วนแรงดันมีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมซึ่งใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปที่ 3.13 ผลการทดลองที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 54 แอมแปร์ ค่ายอดของแรงดันมีค่าประมาณ 285 โวลต์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์มีค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 58 แอมแปร์ ค่ายอดของแรงดันมีค่าประมาณ 300 โวลต์ จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 40 แอมแปร์ค่ายอดของแรงดันมีค่าประมาณ 290 โวลต์และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 32 แอมแปร์ ค่ายอดของแรงดันมีค่าประมาณ 300 โวลต์ตามลำดับ เมื่อนำผลจากการทดลองที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ไปเทียบกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ก็มีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.7 กระแสและแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์
ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.8 กระแสและแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์
ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์

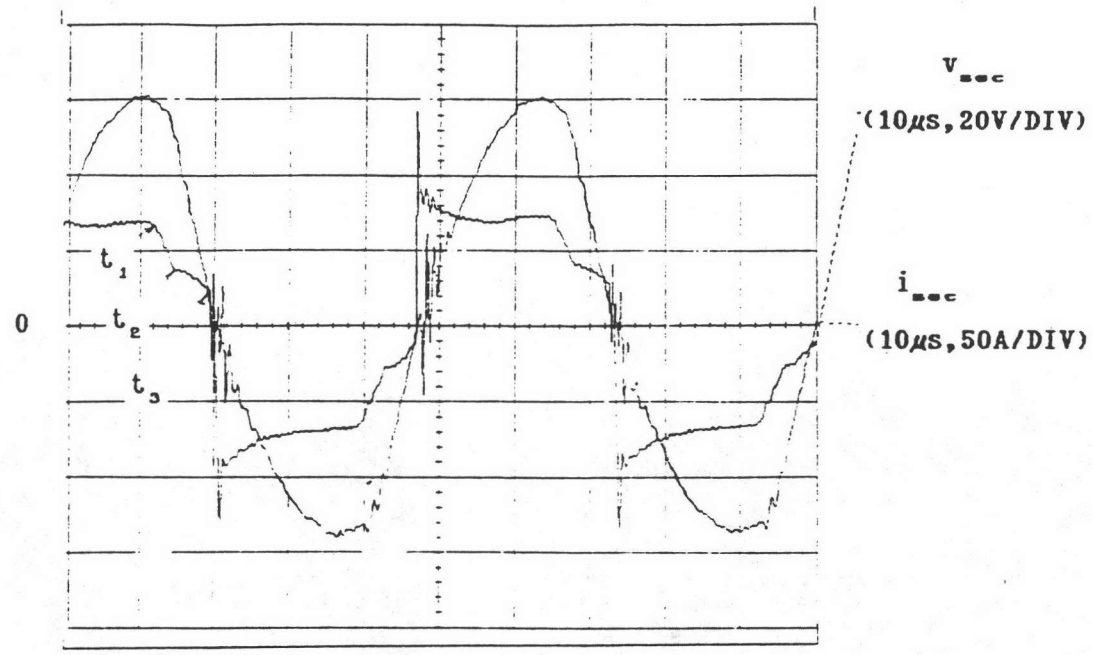


รูปที่ 4.9 กระแสและแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์
ที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

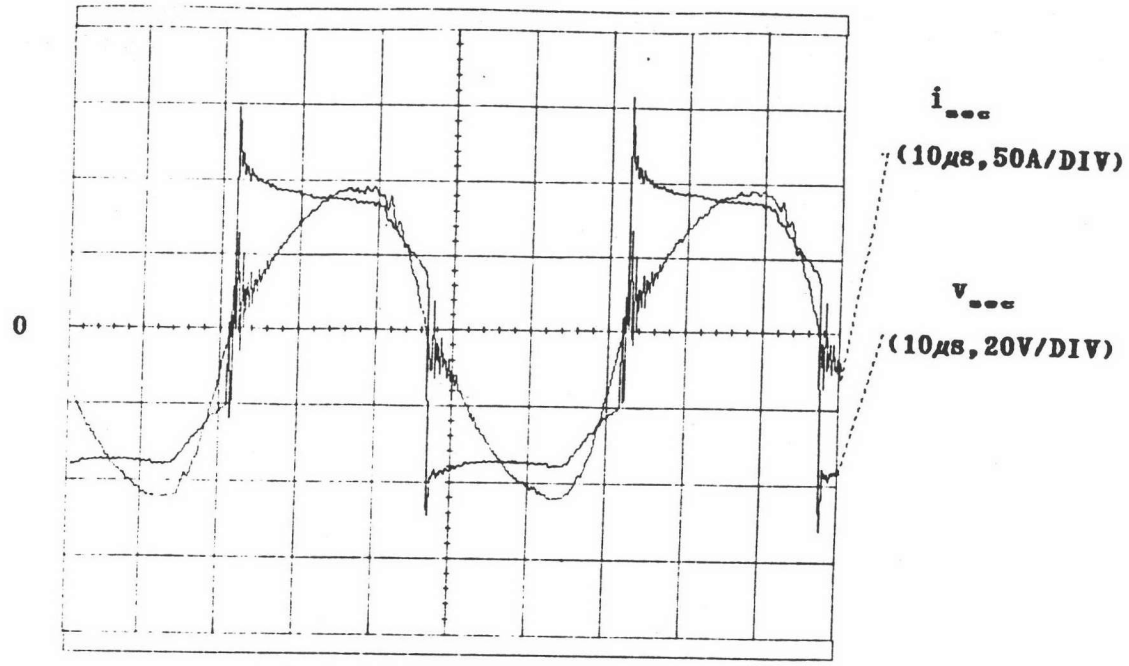
4. <u>รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง</u>

รูปที่ 4.10 ถึงรูป 4.12 แสดงรูปคลื่นของกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูงที่ความถี่ 19.2, 20.8, 24.4 กิโลเฮิรตซ์ รูปคลื่นของกระแสมีลักษณะใกล้เคียงไซน์ ส่วนแรงดันควรมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเนื่องจากผลของตัวเก็บประจุทางด้านออก แต่จากผลการทดลองพบว่ารูปคลื่นที่ได้มีลักษณะไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมทีเดียว ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำรั่วไหลของหม้อแปลงแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำของสายต่อวงจรระหว่างหม้อแปลงทางด้านทุติยภูมิกับตัวเก็บประจุทางด้านออก และแรงดันกระเพื่อมของตัวเก็บประจุทางด้านออก เนื่องจากตัวเก็บประจุด้านออกมีค่าไม่มากนัก จากรูปคลื่นแรงดันในรูป 4.10 จุดหักมุมที่เวลา t_1 เป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์ Q_1 หยุดนำกระแส ส่วนจุดหักมุมที่เวลา t_2 เป็นช่วงที่ไดโอด D_2 เริ่มนำกระแสและจุดหักมุมที่เวลา t_3 เป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์ Q_2 เริ่มนำกระแส จากการวัดที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 160 แอมแปร์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์มีค่ายอดของกระแสประมาณ 172 แอมแปร์ จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลจากการ

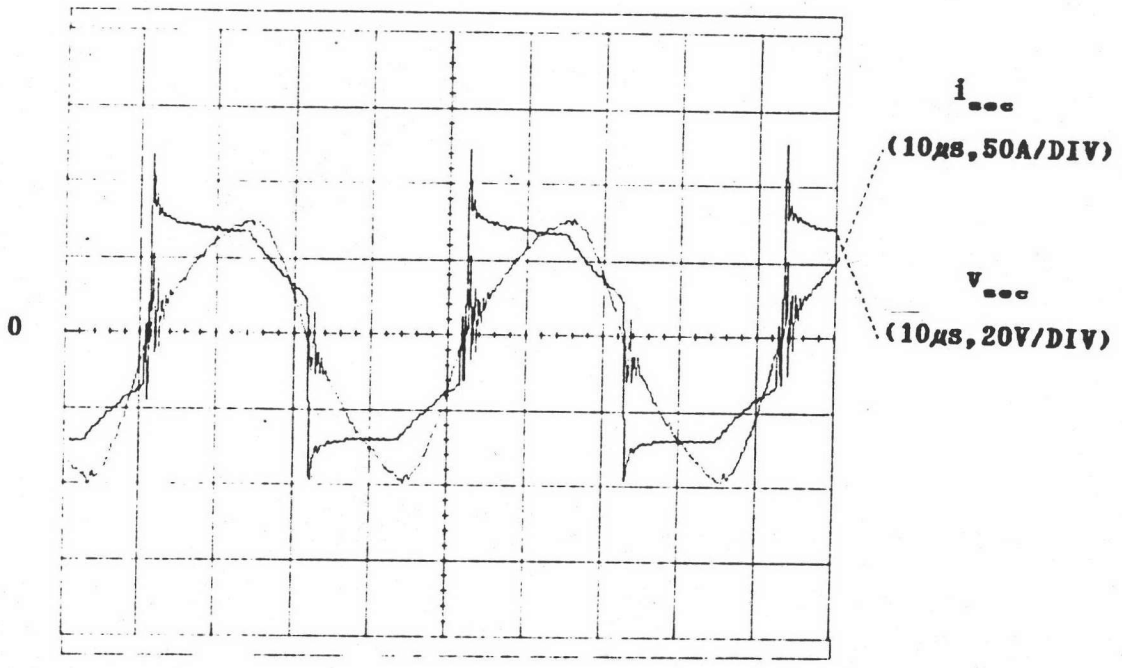
วิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 107 แอมแปร์ และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 89 แอมแปร์ เมื่อนำผลจากการทดลองที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ไปเทียบกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับสัญญาณความถี่สูงที่ซ้อนอยู่กับรูปคลื่นของกระแสบริเวณที่มีการสวิตช์สัญญาณดังกล่าวไม่ใช่รูปคลื่นของกระแสจริง แต่เป็นผลเนื่องจากการวัดแรงดันพร้อมกับกระแส เมื่อวัดกระแสอย่างเดียวจะไม่มีสัญญาณความถี่สูงเกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.13



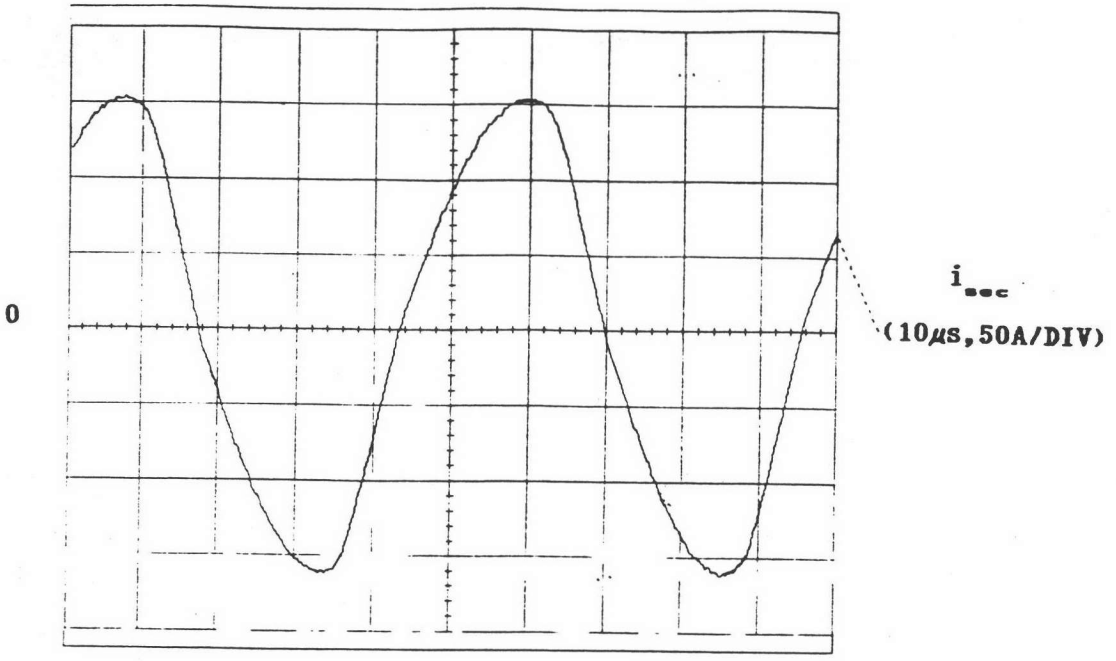
รูปที่ 4.10 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูงที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.11 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง
ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



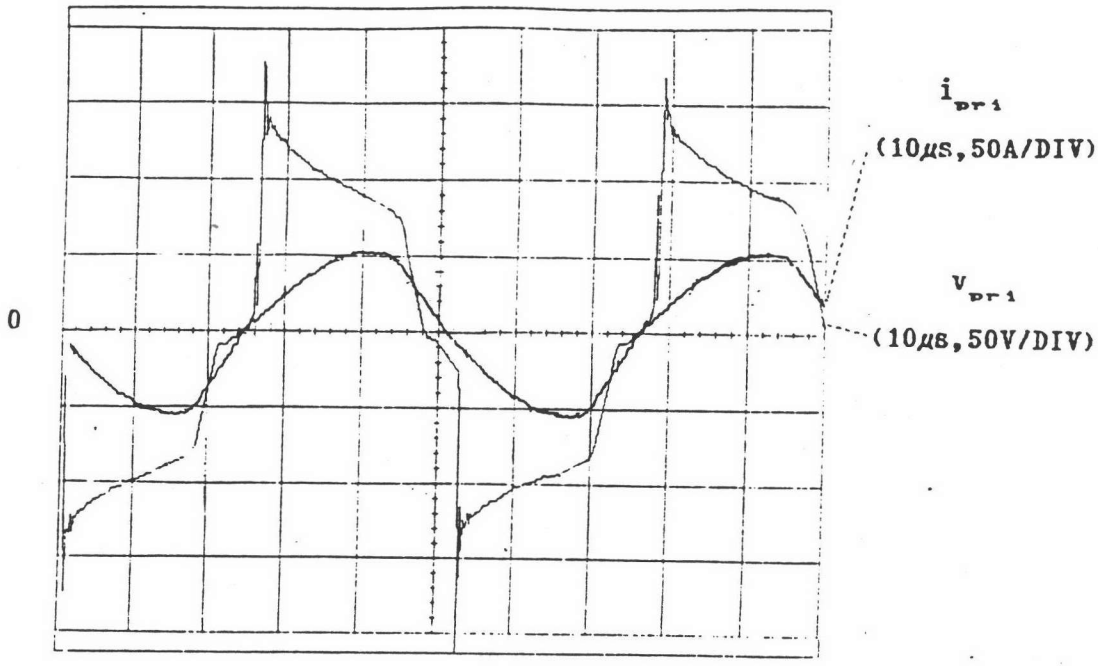
รูปที่ 4.12 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง
ที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์



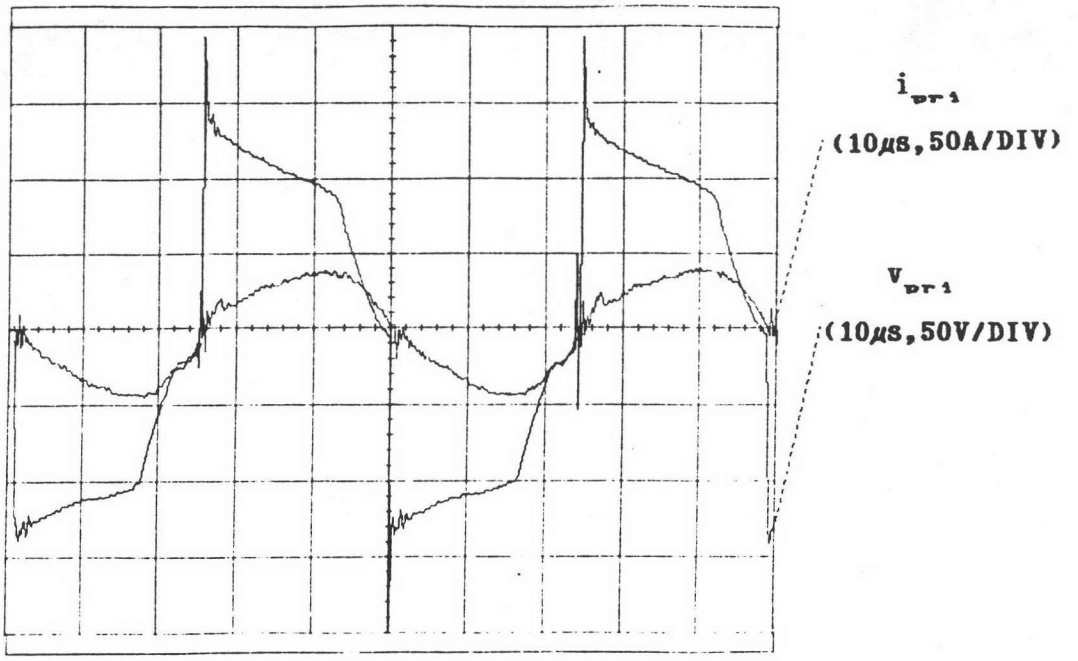
รูปที่ 4.13 รูปคลื่นกระแสด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์

5. <u>รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง</u>

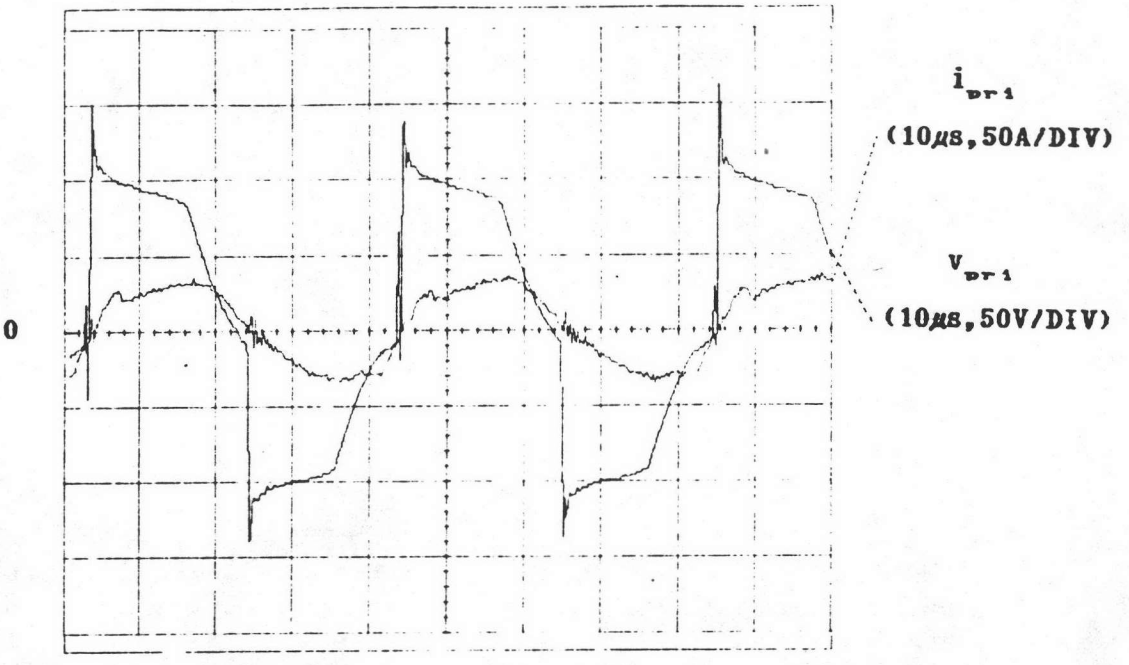
รูปที่ 4.14 ถึงรูป 4.16 แสดงรูปคลื่นของกระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูงที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์เมื่อเปรียบเทียบกับกระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิจะเห็นว่ารูปคลื่นของกระแสจะเหมือนกันและมีขนาดใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณจากอัตราส่วนของจำนวนรอบทุติยภูมิต่อจำนวนรอบปฐมภูมิ ค่าจากการวัดจะสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณจากกระแสทางด้านทุติยภูมิเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากกระแสสร้างสนามแม่เหล็ก จากการวัดที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 54 แอมแปร์ เมื่อคำนวณจากกระแสทางด้านทุติยภูมิประมาณ 53.3 แอมแปร์ ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 36 แอมแปร์ เมื่อคำนวณจากกระแสทางด้านทุติยภูมิประมาณ 35.6 แอมแปร์และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ค่ายอดของกระแสมีค่าประมาณ 30 แอมแปร์ เมื่อคำนวณจากกระแสทางด้านทุติยภูมิประมาณ 29.6 แอมแปร์ สำหรับสัญญาณความถี่สูงที่ซ้อนอยู่กับรูปคลื่นของกระแสบริเวณที่มีการสวิตช์สัญญาณดังกล่าวเป็นผลเนื่องจากการวัดแรงดันพร้อมกับกระแสเมื่อวัดกระแสอย่างเดียวจะไม่มีสัญญาณความถี่สูงเกิดขึ้น



รูปที่ 4.14 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง ที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



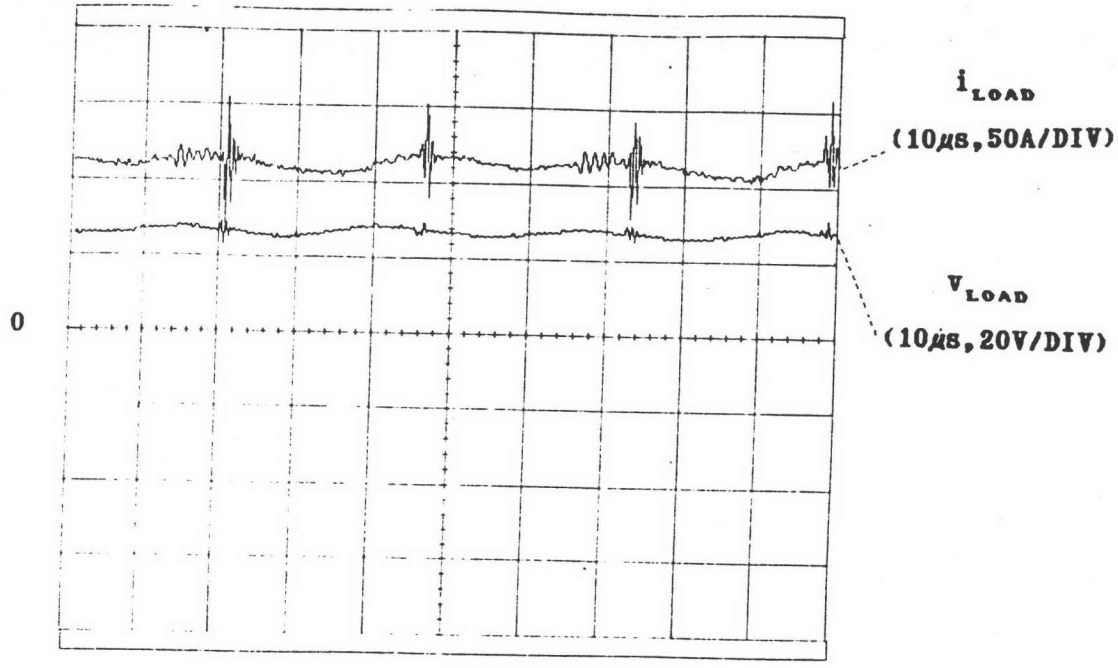
รูปที่ 4.15 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง
ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



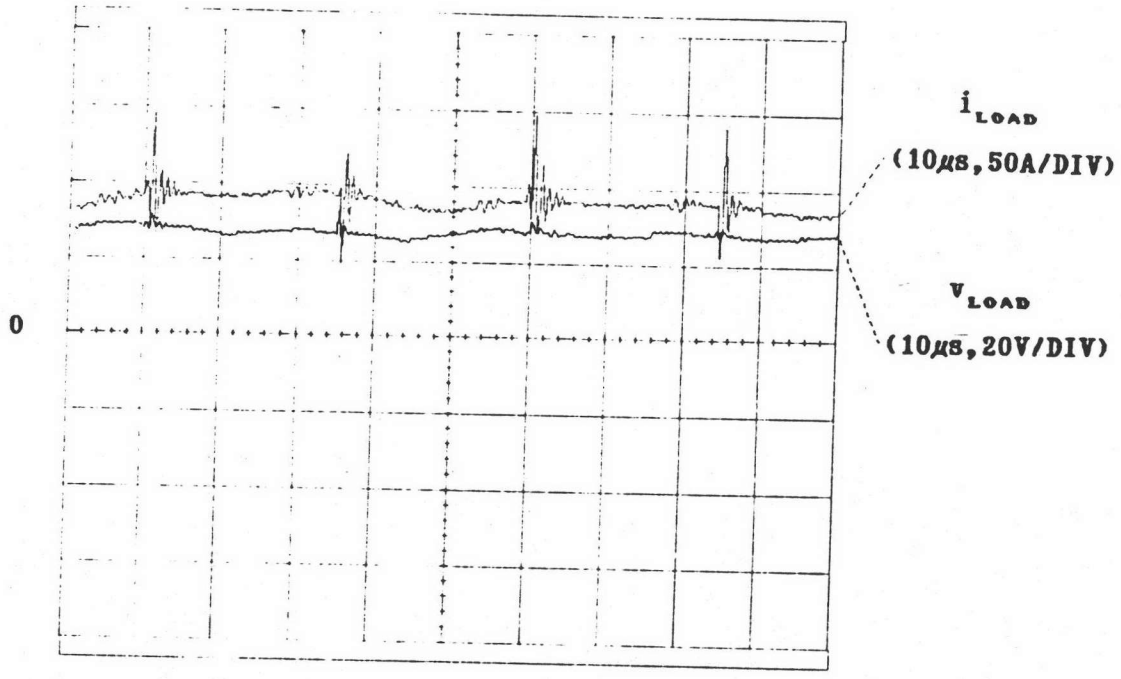
รูปที่ 4.16 รูปคลื่นกระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงกำลังความถี่สูง
ที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

6. <u>รูปคลื่นของกระแสและแรงดันที่โหลด</u>

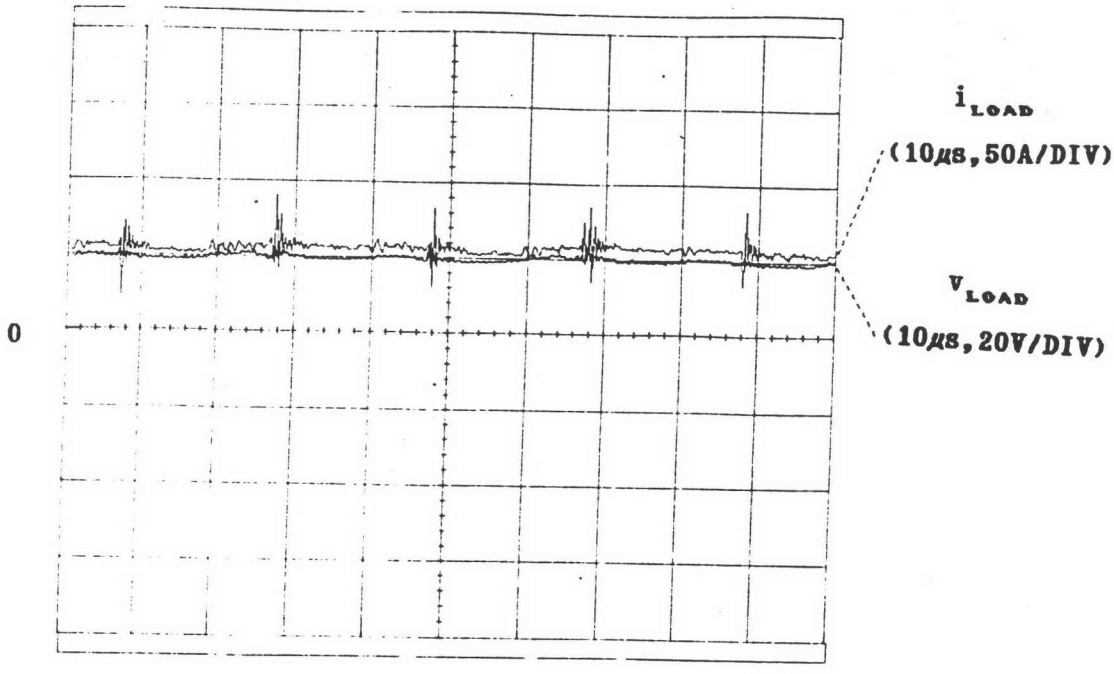
รูปที่ 4.17 ถึงรูป 4.19 แสดงรูปคลื่นของกระแสและแรงดันของโหลดเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 19.2,20.8,24.4 กิโลเฮิรตซ์ เมื่อนำผลมาพิจารณาจะเห็นว่าแรงดันที่โหลดประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและแรงดันกระเพื่อม (Ripple) รวมกัน แต่เนื่องจากความเหนี่ยวนำของสายไฟเชื่อมที่ต่ออยู่ระหว่างตัวเก็บประจุด้านออกกับโหลด จะทำหน้าที่เป็นวงจรกรองผ่านต่ำ จึงทำให้การกระเพื่อมของแรงดันขาออกที่โหลดมีค่าไม่มากนัก ส่วนกระแสที่โหลดก็ประกอบด้วยกระแสไฟตรงและกระแสกระเพื่อมเช่นเดียวกับแรงดัน แต่จะมีเฟสต่างกันเนื่องจาก Dynamic Resistance ของพลาสม่าเป็นลบ ผลจากการทดลองที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ กระแสไฟตรงมีค่าประมาณ 120 แอมแปร์แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าประมาณ 24 โวลต์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์กระแสไฟตรงมีค่าประมาณ 121 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าประมาณ 25 โวลต์ จะเห็นได้ว่าผลจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ กระแสไฟตรงมีค่าประมาณ 90 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าประมาณ 23 โวลต์และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ กระแสไฟตรงมีค่าประมาณ 60 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าประมาณ 20 โวลต์ตามลำดับ เมื่อนำผลจากการทดลองที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ไปเทียบกับผลการวิเคราะห์วงจรด้วยคอมพิวเตอร์ที่ความถี่ 20.8 และ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ก็มีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.17 กระแสและแรงดันที่โหลดเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่
ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



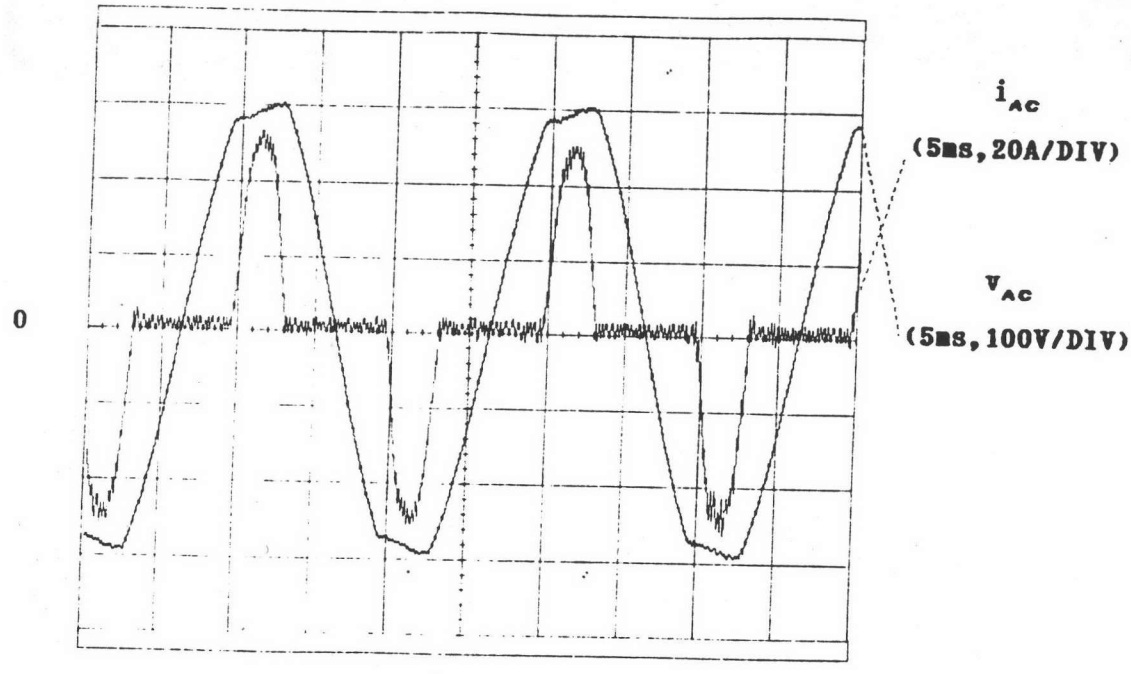
รูปที่ 4.18 กระแสและแรงดันที่โหลดเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่
ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



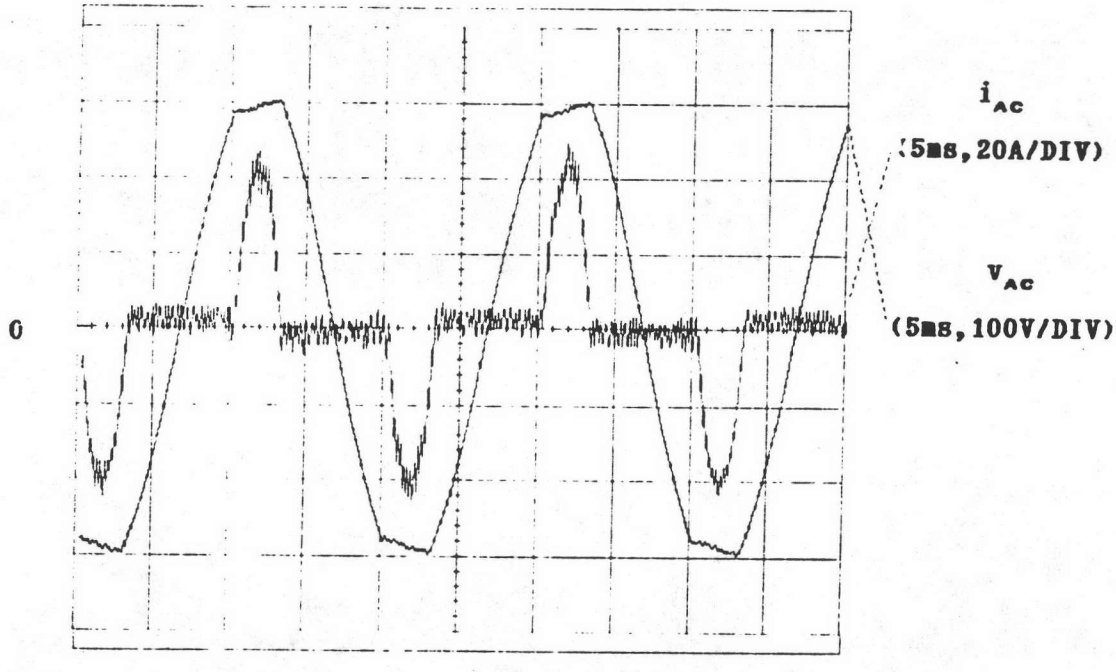
รูปที่ 4.19 กระแสและแรงดันที่โหลดเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

7. <u>รูปคลื่นของแรงดันและกระแสไฟฟ้าสลับทางด้านเข้า</u>

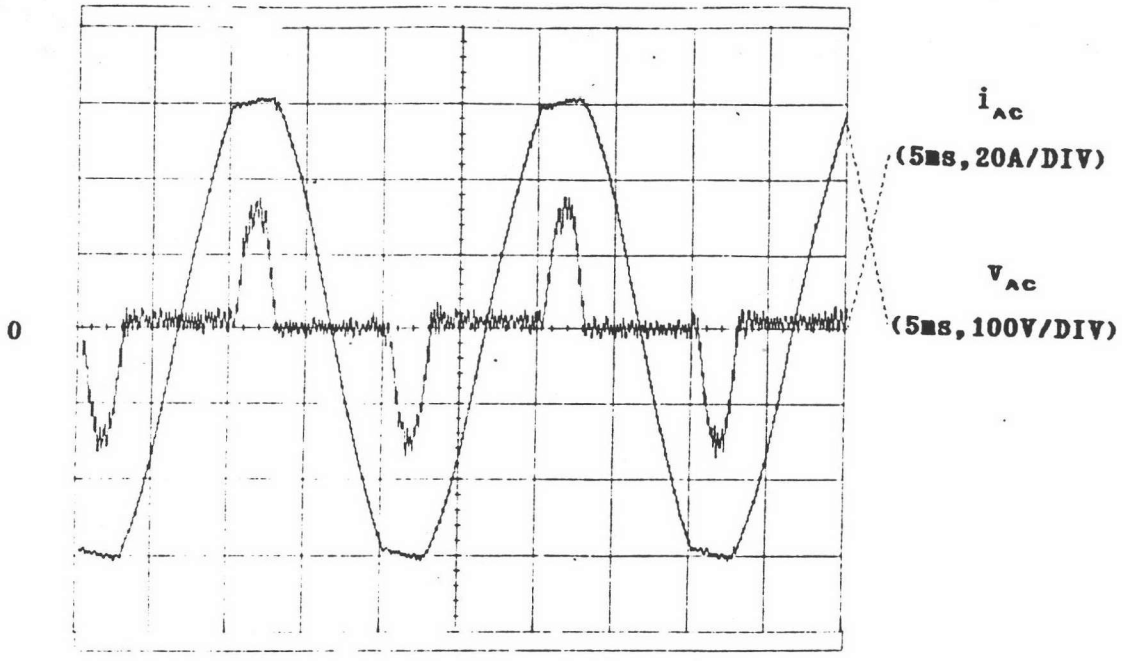
รูปที่ 4.20 ถึงรูป 4.22 แสดงรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (v_{ac}) และกระแสไฟฟ้าสลับ (i_{ac}) ทางด้านเข้าเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 19.2,20.8, 24.4 กิโลเฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่ารูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าสลับมีลักษณะเป็นไซน์ ส่วนกระแสไฟฟ้าสลับจะเป็น Pulse มีลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของรูปคลื่นไซน์ ผลจากการทดลองที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์ แรงดันไฟฟ้าสลับมีค่ายอดประมาณ 300 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสลับมีค่ายอดประมาณ 57 แอมแปร์และความกว้าง Pulse ประมาณ 3.5 มิลลิวินาที ประมาณค่า RMS ของกระแสเท่ากับ 23.8 แอมแปร์ ที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์ แรงดันไฟฟ้าสลับมีค่ายอดประมาณ 300 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสลับมีค่ายอดประมาณ 42 แอมแปร์ และความกว้าง PULSE ประมาณ 3.5 มิลลิวินาที ประมาณค่า RMS ของกระแสเท่ากับ 17.6 แอมแปร์ และที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีค่ายอดประมาณ 305 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสลับมีค่ายอดประมาณ 32 แอมแปร์และความกว้าง Pulse ประมาณ 2.7 มิลลิวินาที ประมาณค่า RMS ของกระแสเท่ากับ 11.8 แอมแปร์ตามลำดับ



รูปที่ 4.20 แสดงแรงดันไฟสลับและกระแสไฟสลับด้านเข้าเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 19.2 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.21 แสดงแรงดันไฟสลับและกระแสไฟสลับด้านเข้าเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 20.8 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.22 แสดงแรงดันไฟสลับและกระแสไฟสลับด้านเข้าเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 24.4 กิโลเฮิรตซ์

8. <u>การวัดกำลังและตัวประกอบกำลังทางด้านขาเข้า</u>

ในการวัดกำลังปรากฏ (VA) กำลังเฉลี่ย (W) และค่าตัวประกอบกำลังทางด้านขาเข้าของเครื่องจะใช้ Power Meter ที่สามารถวัดค่า True RMS โดยมีแถบความถี่ 20 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งสามารถอ่านค่ากำลังปรากฏ ค่ากำลังเฉลี่ยและค่าตัวประกอบกำลังได้โดยตรง ได้ทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น เมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 19.2, 20.8, 24.4 กิโลเฮิรตซ์ ค่ากำลังปรากฏ ค่ากำลังเฉลี่ย และค่าตัวประกอบกำลังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

จะเห็นได้ว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นจาก 19.2 กิโลเฮิรตซ์เป็น 24.4 กิโลเฮิรตซ์ กำลังเฉลี่ยด้านเข้าจะลดลงจาก 3.89 กิโลวัตต์เป็น 1.64 กิโลวัตต์ ส่วนค่าตัวประกอบกำลังจะลดลงจาก 0.702 ลงมาเหลือ 0.626 ดังนั้นการเพิ่มความถี่ขึ้นไป 5.2 กิโลเฮิรตซ์ สามารถลดกำลังเฉลี่ยด้านขาเข้าได้ประมาณ 2.4 เท่า

ตาราง 4.1 แสดงค่ากำลังและตัวประกอบกำลังทางด้านเข้าของเครื่อง

ความถี่(kHz)	กำลังปรากฏ(kVA)	กำลังเฉลี่ย(kW)	ตัวประกอบกำลัง(pf)
19.2	5.54	3.89	0.70
20.8	4.11	2.80	0.68
24.4	2.63	1.64	0.62

9. การวัดค่ากำลังด้านออกและประสิทธิภาพ

ในการวัดกำลังด้านออกและประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมจะทำการวัดค่าต่าง ๆ เมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ 19.2, 20.8, 24.4 กิโลเฮิรตซ์ กำลังด้านออกของเครื่องเชื่อมได้จากผลคูณของค่าเฉลี่ยของกระแส และค่าเฉลี่ยของแรงดันด้านออกของเครื่องเชื่อม ส่วนประสิทธิภาพคำนวณจากอัตราส่วนของกำลังเฉลี่ยด้านออกของเครื่องเชื่อมต่อกำลังเฉลี่ยด้านเข้าของเครื่องเชื่อม ค่ากำลังด้านออกและประสิทธิภาพจากผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่ากำลังด้านออกและประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม

ความถี่(kHz)	V_{LOAD}(V)	I_{LOAD}(A)	กำลังเฉลี่ย(kW)	ประสิทธิภาพ(η)
19.2	24	120	2.88	0.74
20.8	23	90	2.07	0.74
24.4	20	60	1.20	0.73

จะเห็นได้ว่าเมื่อปรับความถี่จากระหว่าง 19.2 กิโลเฮิรตซ์ถึง 24.4 กิโลเฮิรตซ์ จะสามารถปรับกำลังเฉลี่ยด้านออกได้ระหว่าง 2.88 กิโลวัตต์ถึง 1.20 กิโลวัตต์ ส่วนประสิทธิภาพจะมีค่าประมาณคงที่ ดังนั้นการเพิ่มความถี่ขึ้นไป 5.2 กิโลเฮิรตซ์ สามารถปรับกำลังเฉลี่ยด้านออกได้ประมาณ 2.4 เท่า