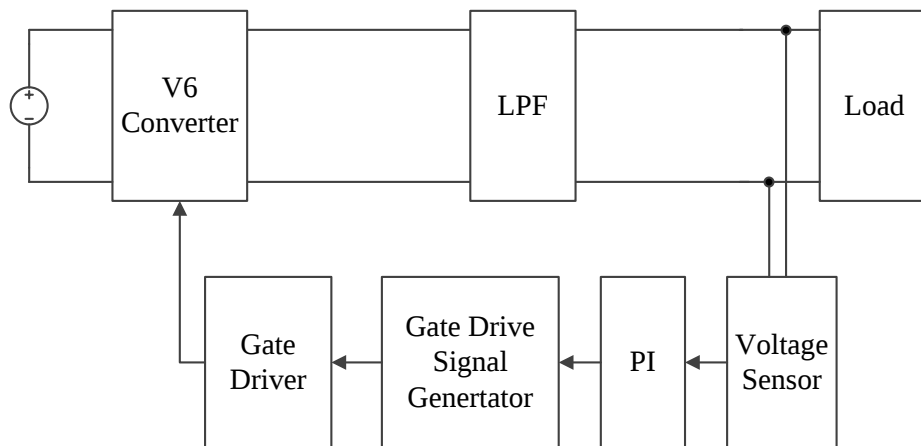


บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

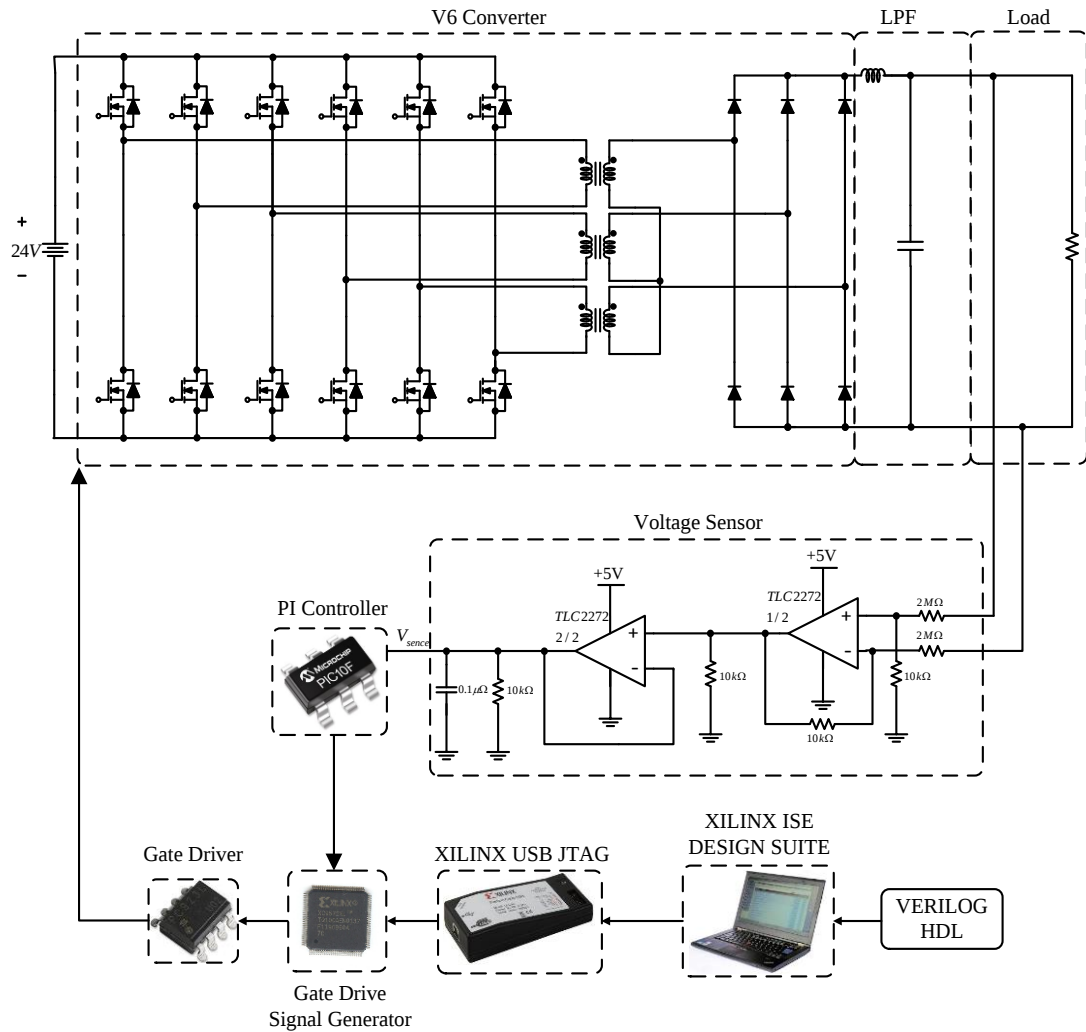
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง โดยแสดงถึงผลการทดลองจากวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าตรงเป็นไฟตรงแบบวีซิกส์ ที่พัฒนาขึ้น และผลการจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม PSIM ของวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าตรงเป็นไฟตรงแบบวีซิกส์ ที่มีการควบคุมค่าเฉลี่ยของแรงดันด้านเอาต์พุตให้คงที่ โดยที่มีค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 4.1-4.2 และทำการทดสอบโดยการจ่ายโหลดความต้านทานและโหลดอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 4.1 โครงสร้างวงจรที่ใช้ในการทดลอง

4.2 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Battery	ยี่ห้อ Yuasa	รุ่น NP38-12
2. Current Probe	ยี่ห้อ Yokogawa	รุ่น 701928
3. Current Probe	ยี่ห้อ Yokogawa	รุ่น 700937
4. Differential Probe	ยี่ห้อ LeCroy	รุ่น AP032
5. Differential Probe	ยี่ห้อ Pintek	รุ่น DP-25
6. Oscilloscope	ยี่ห้อ Yokogawa	รุ่น DLM2024
7. Power Quality Analyzer	ยี่ห้อ Fluke	รุ่น Fluke-34B

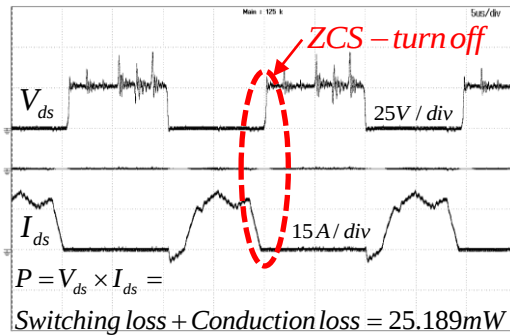


รูปที่ 4.2 วงจรที่ใช้ในการทดลอง

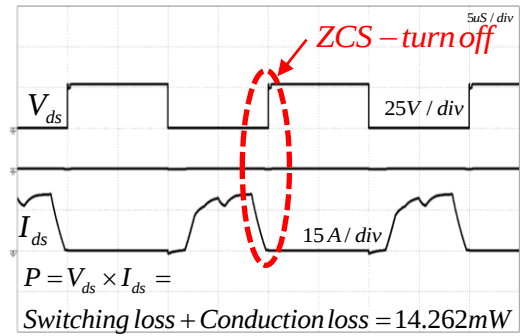
4.3 ผลการทดลองและผลการจำลองการทำงาน

4.3.1 โหลดความต้านทาน

รูปที่ 4.2 แสดงรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมสวิตช์ และกระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ a1p ซึ่งจะเห็นได้ว่าสวิตช์ a1p จะทำงานภายใต้เงื่อนไขการสับสวิตช์ขณะกระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ (ZCS) รูปที่ 4.3 แสดงรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมสวิตช์ และกระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ a2p ซึ่งจะเห็นได้ว่าสวิตช์ a2p จะทำงานภายใต้เงื่อนไขการสับสวิตช์ขณะแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ (ZVS) ขณะที่วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้โหลดความต้านทาน 950 วัตต์

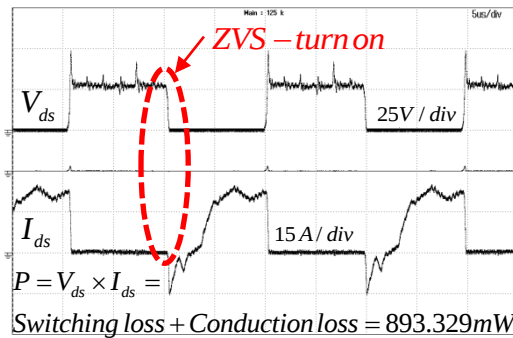


(ก) ผลการทดลอง

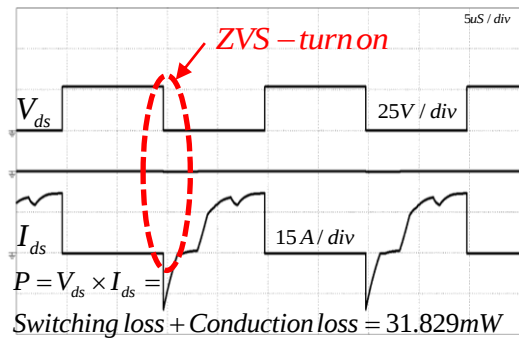


(ข) ผลการจำลองการทำงาน

รูปที่ 4.3 แรงดัน กำลังไฟฟ้า และกระแสสวิตช์ a1p



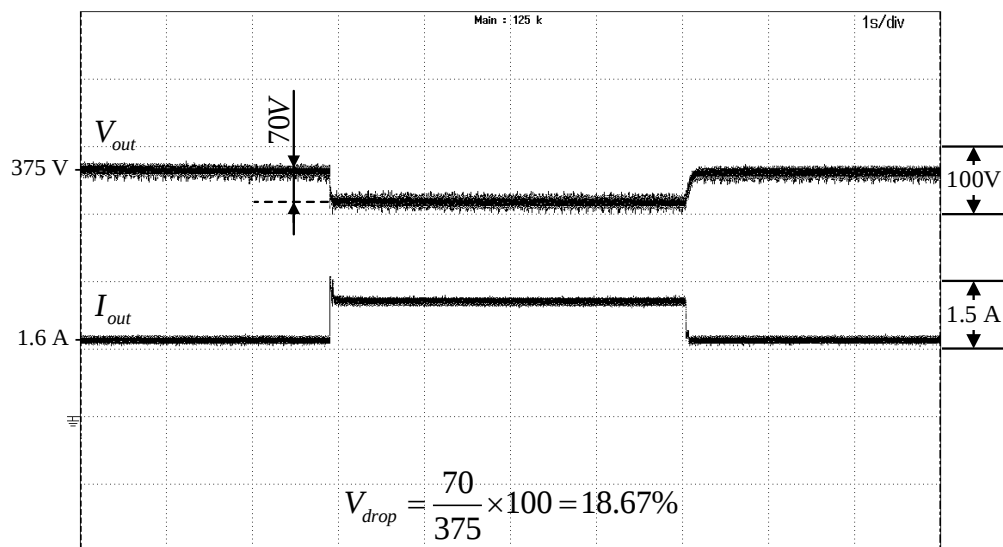
(ก) ผลการทดลอง



(ข) ผลการจำลองการทำงาน

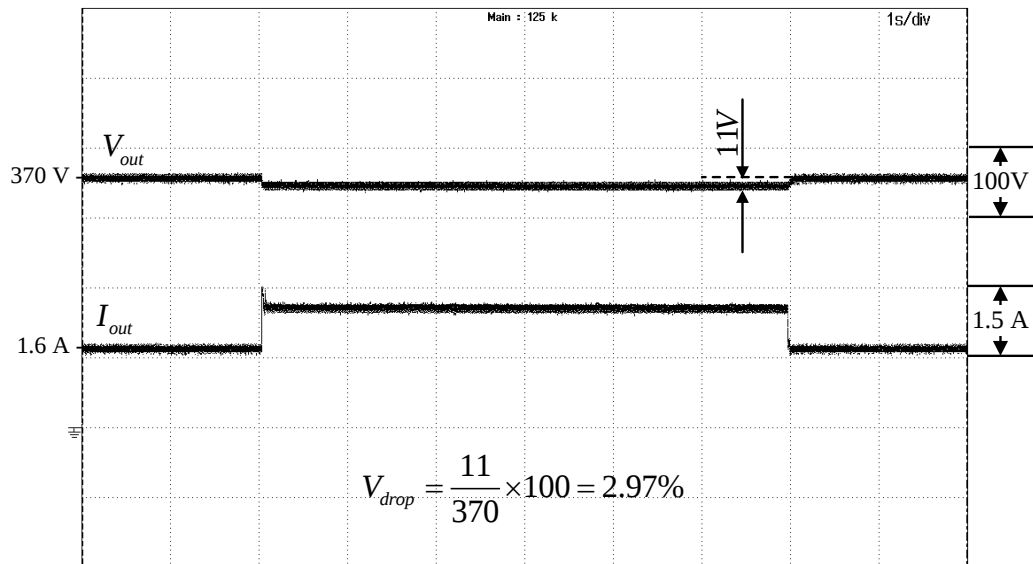
รูปที่ 4.4 แรงดัน กำลังไฟฟ้า และกระแสสวิตช์ a2p

และทดสอบการรักษาระดับแรงดันโดยการเพิ่มโหลดแบบทันทีทันใดจาก 450 วัตต์ เป็น 950 วัตต์ รูปที่ 4.5 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอาต์พุตเมื่อไม่มีวงจรรักษาระดับแรงดัน แรงดันจะตกลงจาก 375 โวลต์ เป็น 305 โวลต์ หลังจากเพิ่มโหลดจาก 450 วัตต์ เป็น 950 วัตต์ ซึ่งคิดเป็น 18.67% จากแรงดันค้ำตั้ง



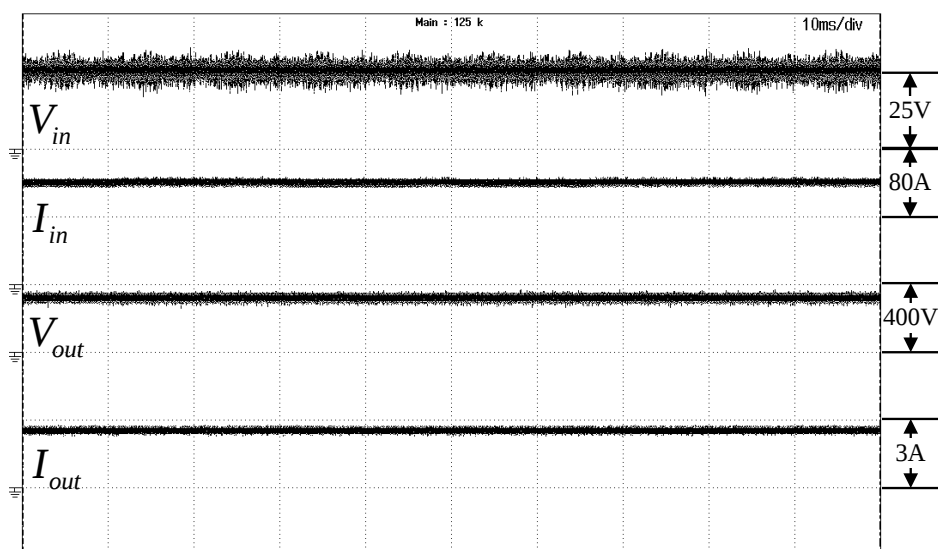
รูปที่ 4.5 แรงดันและกระแสด้านเอาต์พุตเมื่อไม่มีวงจรรักษาระดับแรงดัน

และรูปที่ 4.6 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสด้านเอาต์พุตเมื่อวงจรรักษาระดับแรงดันทำงานและตั้งค่าแรงดันคำสั่งไว้ที่ 350 โวลต์ แรงดันจะตกลงจาก 370 โวลต์ เป็น 359 โวลต์ หลังจากเพิ่มโหลด ซึ่งคิดเป็น 2.97% จากแรงดันคำสั่ง



รูปที่ 4.6 แรงดันและกระแสด้านเอาต์พุตเมื่อวงจรรักษาระดับแรงดันทำงาน

รูปที่ 4.7 แสดงรูปคลื่นแรงดัน V_{in} , กระแส I_{in} , แรงดัน V_{out} และกระแส I_{out} ของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ ซึ่งมีค่ากำลังไฟฟ้านินพุตเฉลี่ย 989 วัตต์ และกำลังไฟฟ้านเอาต์พุตเฉลี่ย 950 วัตต์



รูปที่ 4.7 แรงดัน กำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าด้านอินพุต

ผลการทดสอบการทำงานของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ จากรูปที่ 4.7 สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ คำนวณได้จากสมการที่ 4.1

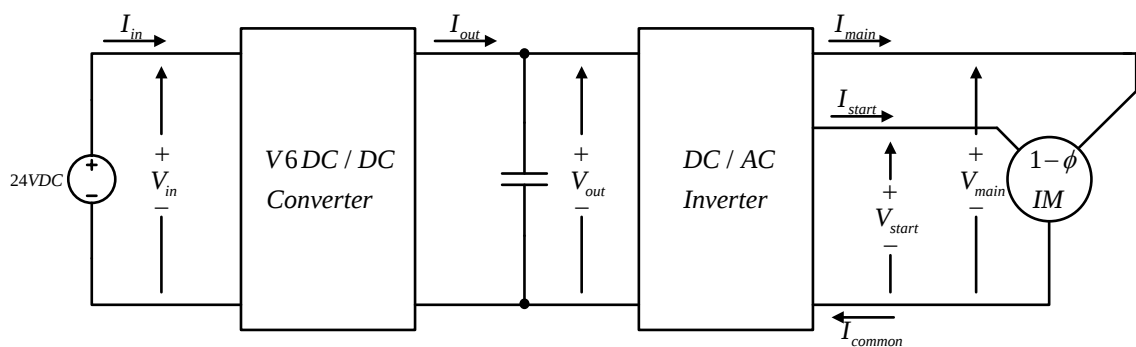
$$\eta = \frac{V_{out} \times I_{out}}{V_{in} \times I_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$\eta = \frac{350 \times 2.714}{25 \times 39.56} = \frac{950}{989} \times 100 = 96.056\% \quad (4.2)$$

ดังนั้นประสิทธิภาพของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ เท่ากับ 96.06 % ขณะจ่ายโหลด 950 วัตต์

4.3.2 จ่ายโหลดอินเวอร์เตอร์

เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการนำวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ ที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้งานกับโหลดประเภทอื่นๆ ในที่นี้จึงขอนำเสนอโหลดอินเวอร์เตอร์ ที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบหนึ่งเฟส โดยรับแรงดันไฟตรง (DC-Bus) จากวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ ซึ่งอินเวอร์เตอร์ที่ใช้สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้โดยใช้เทคนิค V/f และสามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ได้ถึงความถี่สูงสุด 30 เฮิร์ตซ์ (พิกัดมอเตอร์ 220 โวลต์/ 50 เฮิร์ตซ์) [5]

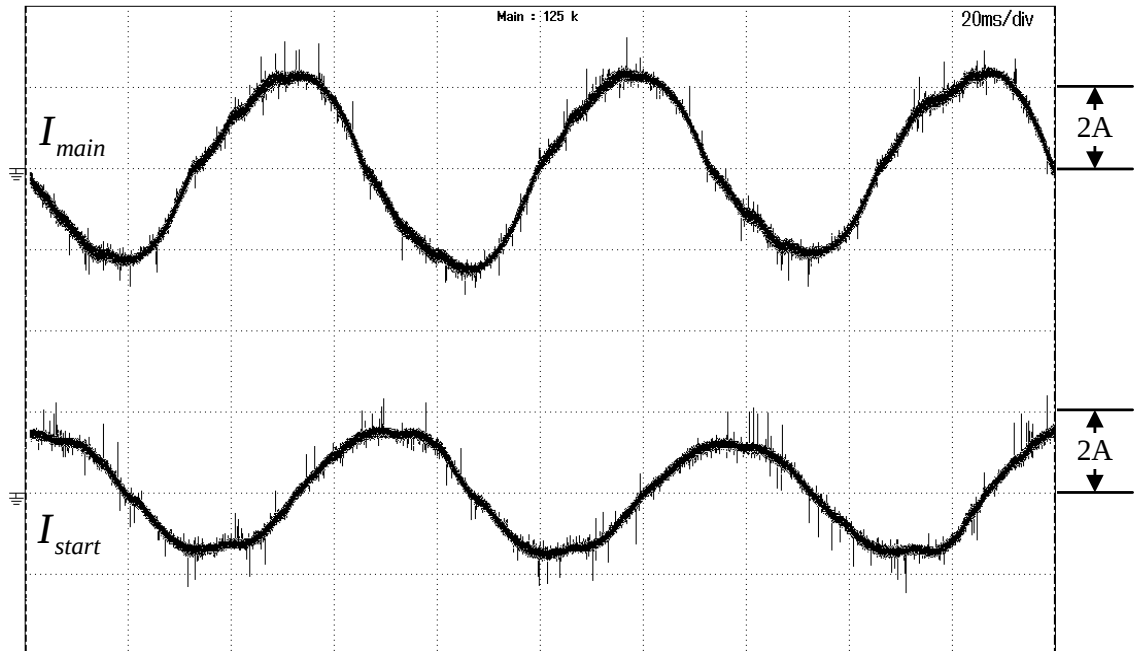


รูปที่ 4.8 โครงสร้างของระบบที่ใช้ทดสอบ

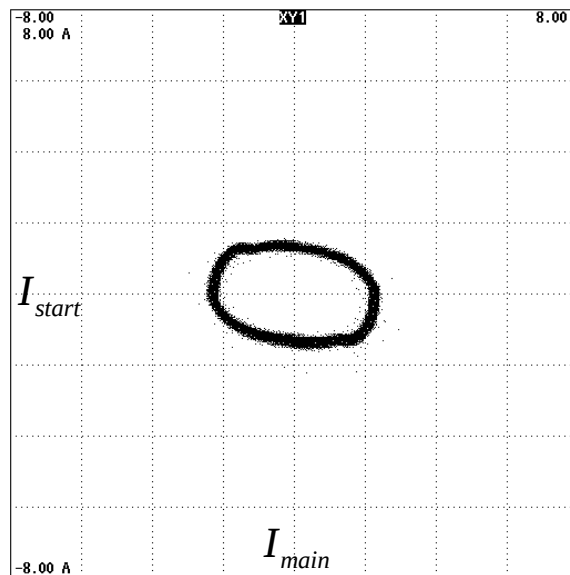
รูปที่ 4.8 แสดงโครงสร้างของระบบที่ใช้ทดสอบ ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1: วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวิซิกส์ (V6 DC/DC Converter) โดยวงจรออกแบบสำหรับแรงดันอินพุต 24 โวลต์ และแรงดันเอาต์พุต 350 โวลต์

ส่วนที่ 2: วงจรอินเวอร์เตอร์ (DC/AC Inverter) วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟสลับ ออกแบบสำหรับ แรงดันไฟตรง 350 โวลต์ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้านเอาต์พุตสามารถปรับความถี่ได้ 0-30 เฮิร์ตซ์ โดยใช้หลักการควบคุมแบบ V/f เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟส



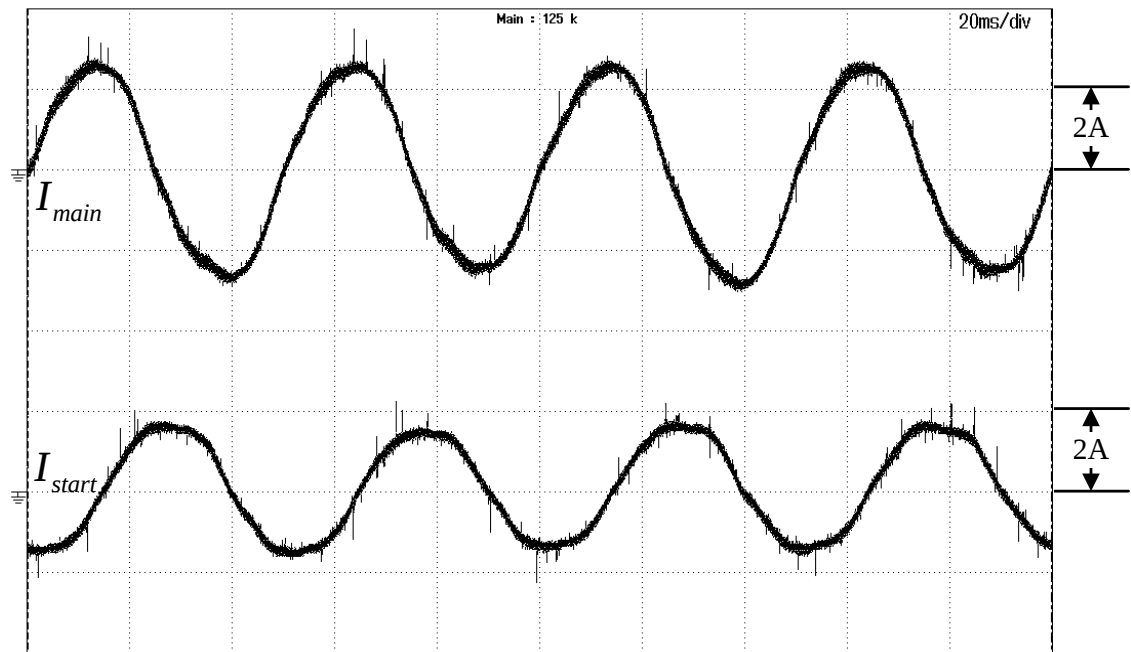
(ก)



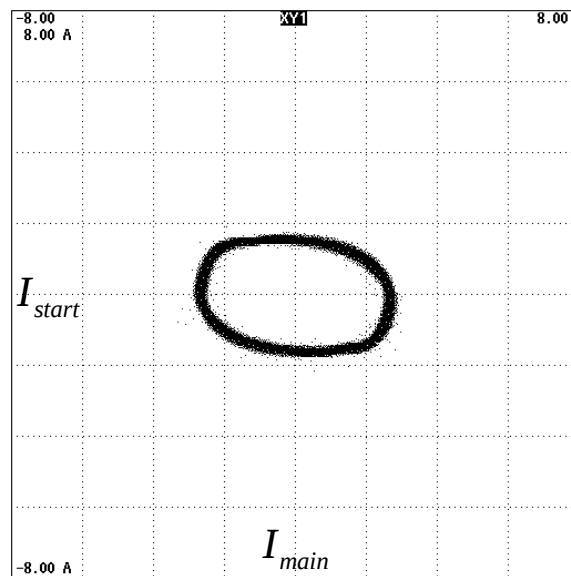
(ข)

รูปที่ 4.9 (ก) กระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 15เฮิร์ตซ์

(ข) เส้นโคจรของกระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 15 เฮิร์ตซ์



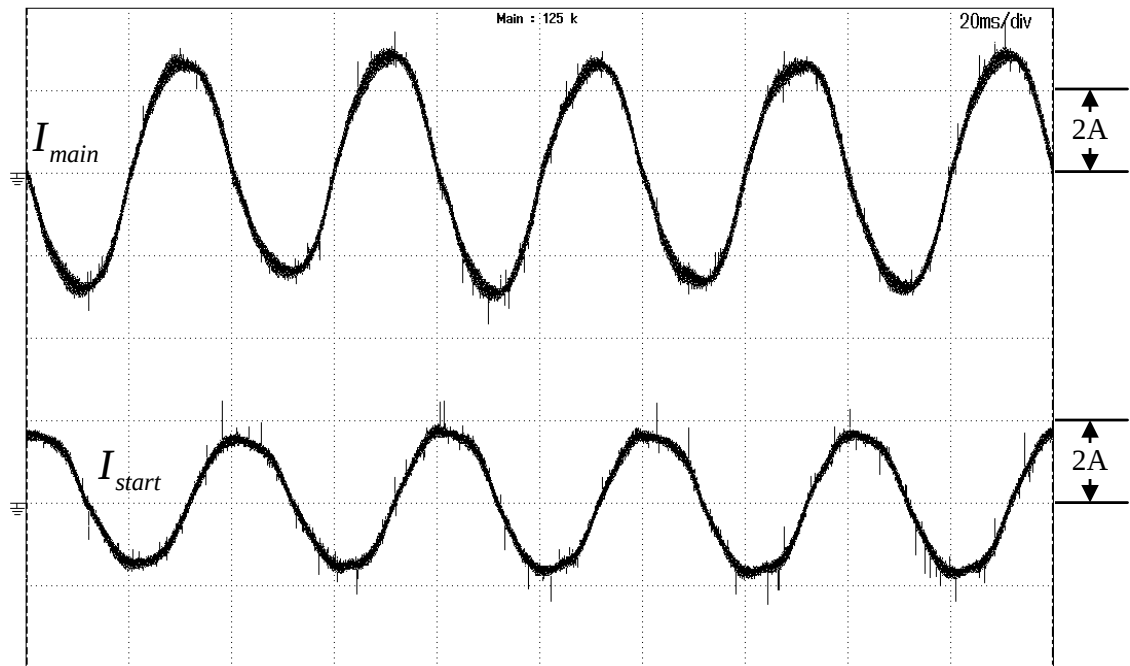
(ก)



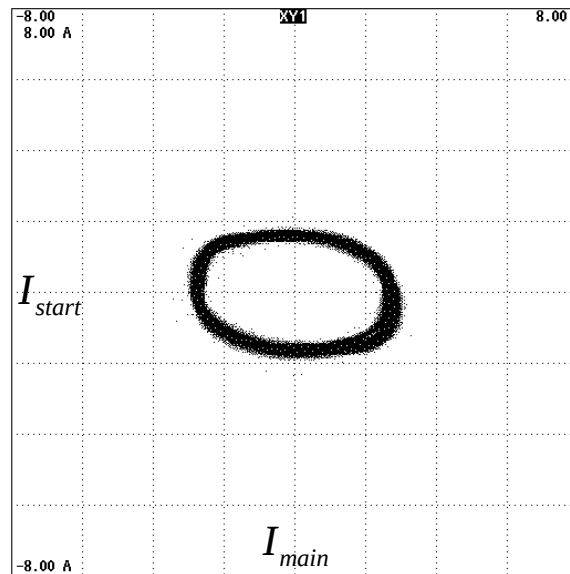
(ข)

รูปที่ 4.10 (ก) กระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 20 เฮิร์ตซ์

(ข) เส้นโคจรของกระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 20 เฮิร์ตซ์



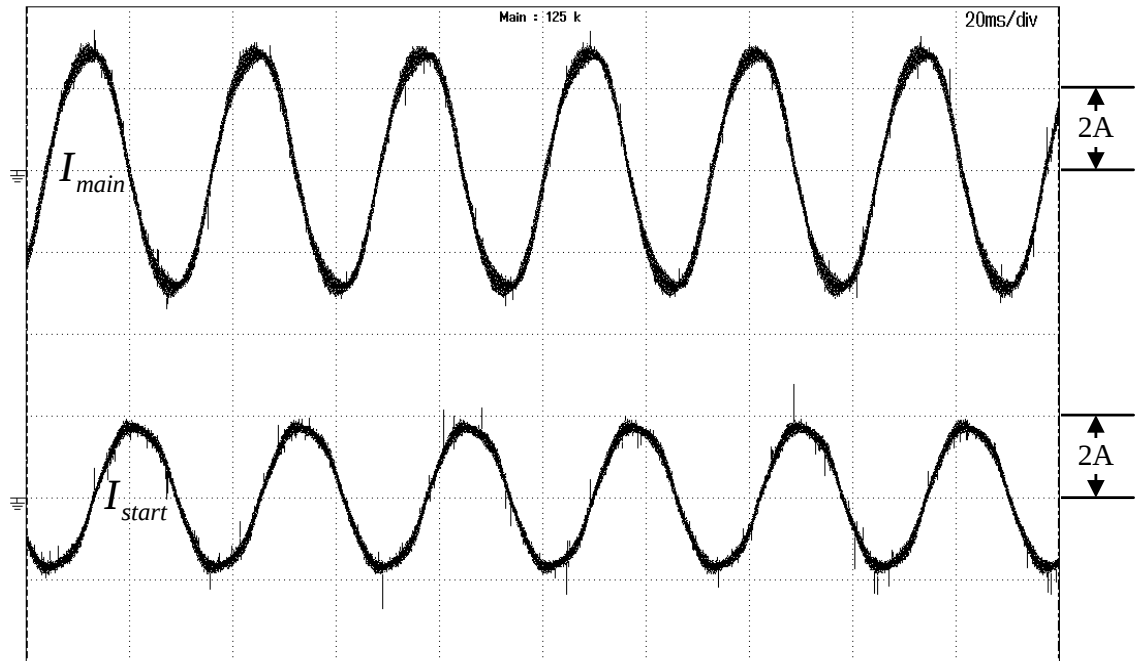
(ก)



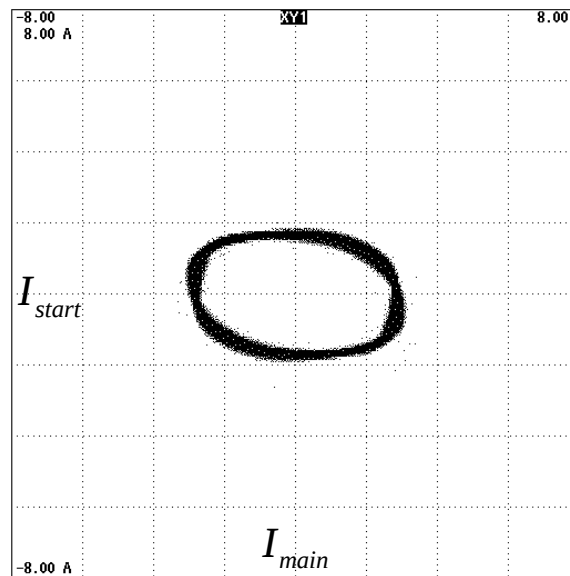
(ข)

รูปที่ 4.11 (ก) กระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 25 เฮิร์ตซ์

(ข) เส้นโคจรของกระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 25 เฮิร์ตซ์



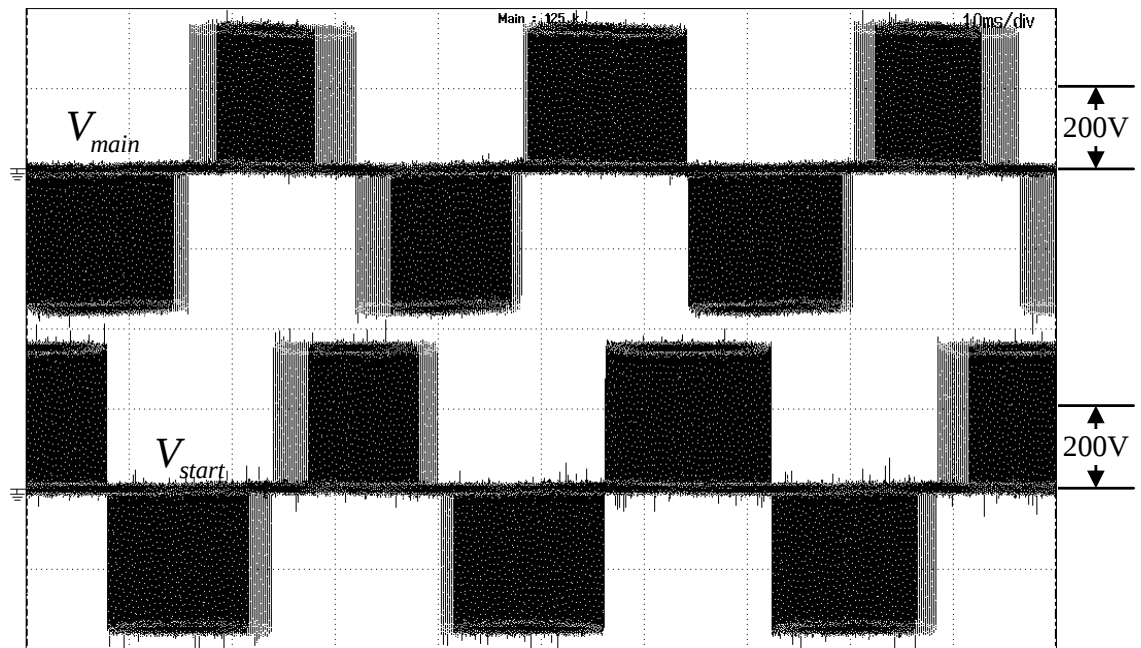
(ก)



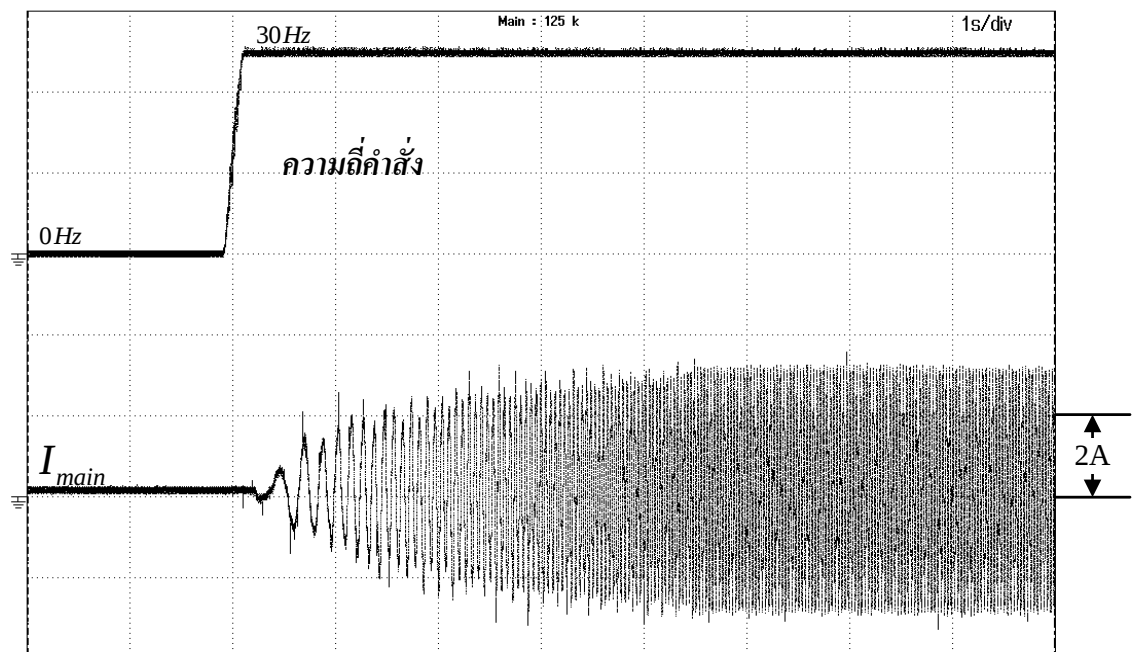
(ข)

รูปที่ 4.12 (ก) กระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 30 เฮิรตซ์

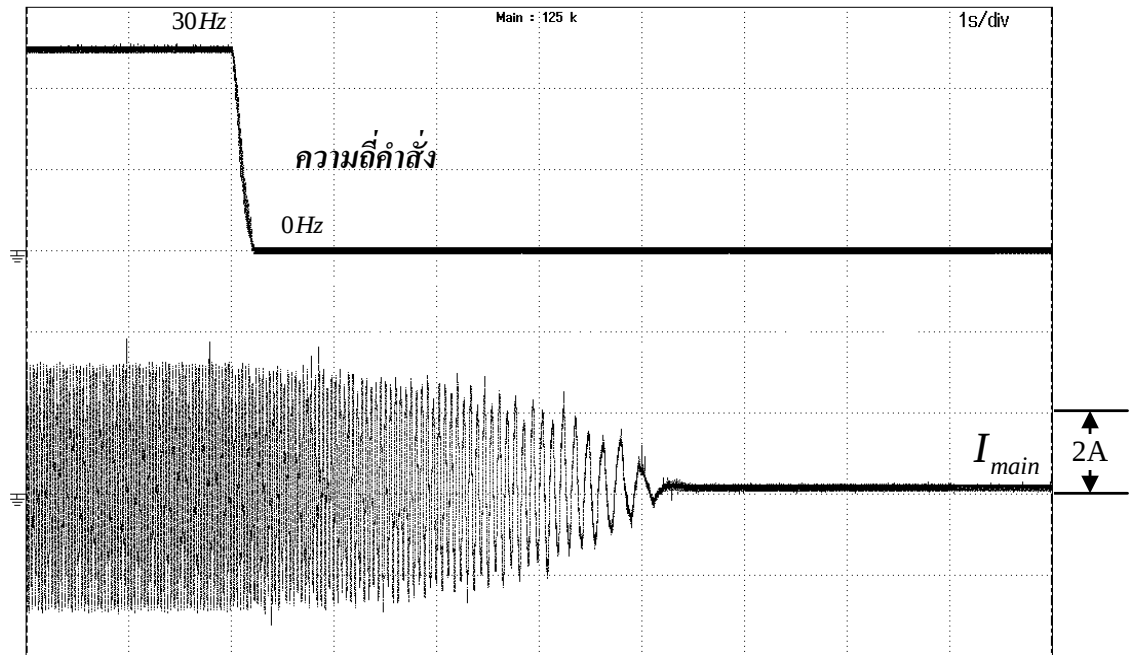
(ข) เส้นโคจรของกระแสหลัก และกระแสเริ่ม ที่ความถี่ 30 เฮิรตซ์



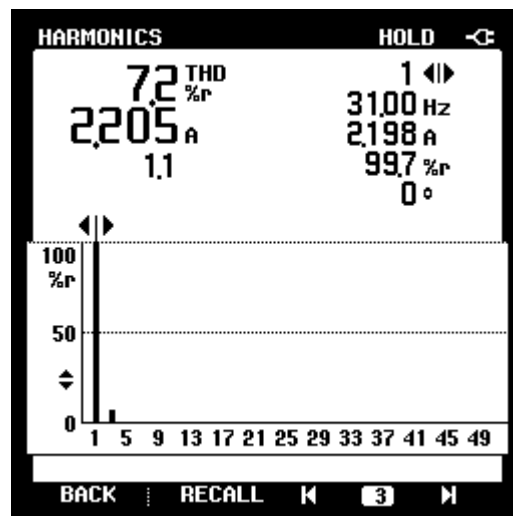
รูปที่ 4.13 แรงดันตกคร่อมขดหลัก และขดเริ่ม ที่ความถี่ 30 เฮิร์ตซ์



รูปที่ 4.14 แรงดันกำลังและกระแสในขดหลัก ขณะเพิ่มความเร็วยรอบ



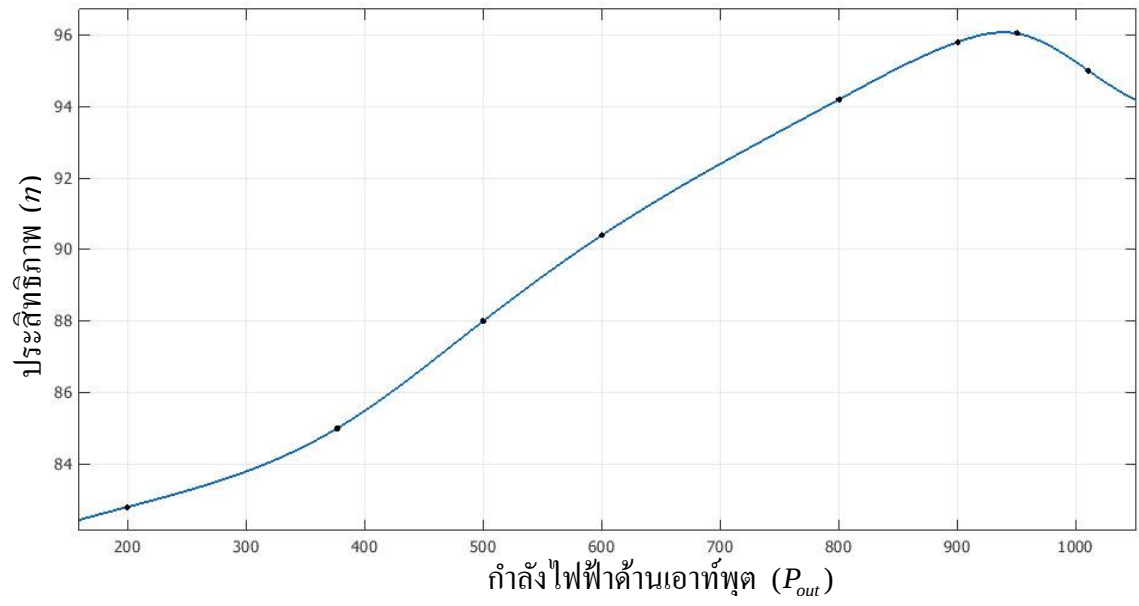
รูปที่ 4.15 แรงดันกำลังและกระแสในขดหลัก ขณะลดความเร็วรอบ



รูปที่ 4.16 ค่าความผิดเพี้ยนรวมของฮาร์โมนิกของกระแส I_{common}

4.3.3 ประสิทธิภาพของวงจรต้นแบบ

รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าด้านเอาต์พุต (P_{out}) และประสิทธิภาพของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบวีซิกส์ (η) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของวงจรต้นแบบมีค่าสูงสุด 96.056 % ที่โหลด 950 วัตต์



รูปที่ 4.17 ประสิทธิภาพของวงจรต้นแบบ