บทที่ 5
สรุปผลการทดสอบ และแนวทางการพัฒนา

5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบในโครงการวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้เก็บผลการทดสอบในส่วนของภาควงจรควบคุม ภาควงจรกำลัง ภาคอินพุต และภาคเอาต์พุต ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง (ในขณะที่จ่ายโหลด) ซึ่งในแต่ละส่วนสามารถสรุปผลการทดสอบ ได้ดังนี้

1. ส่วนภาควงจรควบคุม จากผลการทดสอบได้สัญญาณด้านเอาต์พุตมีรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมจากไอซีเบอร์ TL494 โดยในผลการทดสอบสามารถปรับดิวตี้ไซเคิลได้ตั้งแต่ 1%, 2%, 3% และ 4% ตามต้องการที่ขา 3 และสามารถคงค่าความถี่ไว้ที่ 2.5 kHz, 3 kHz และ 4 kHz ได้ตามต้องการที่ขา 6 ของไอซี ซึ่งเป็นไปตามการออกแบบที่ได้คำนวณไว้ในบทที่ 3

2. ส่วนภาควงจรกำลัง (วงจรคอนเวอร์เตอร์) เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยเพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRFP460 เป็นอุปกรณ์สวิตชิ่งที่ใช้เป็นตัวควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ส่งไปยังหม้อแปลงฟลายแบค ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้ คือ รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกทและขาซอร์ส (V_{GS}) หรือคือสัญญาณเอาท์พุทของไอซีเบอร์ TLP250 นั้น เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่สามารถนำไปขับเพาเวอร์มอสเฟต โดยสามารถปรับดิวตี้ไซเคิลได้ตั้งแต่ 1%, 2%, 3% และ 4% และสามารถคงค่าความถี่ไว้ที่ 2.5 kHz, 3 kHz และ 4 kHz ได้ตามต้องการ และได้เก็บผลของรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขาเดรนและขาซอร์ส (V_{DS}) ของเพาเวอร์มอสเฟต (ซึ่งค่าที่ได้ไม่เกินแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมเพาเวอร์มอสเฟต โดยข้อมูลในดาต้าชีตของเพาเวอร์มอสเฟตมีค่า V_{DS} เท่ากับ 500 โวลท์) จึงทำให้เกิดความปลอดภัยต่อการใช้งาน แต่อีกประการหนึ่งที่น่าสังเกต คือ ในรูปสัญญาณ V_{DS} ที่วัดได้จะมีรูปสัญญาณความถี่ธรรมชาติปนเข้ามา ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมเพาเวอร์มอสเฟตมีค่าไม่คงที่ และเป็นส่วนหนึ่งที่อาจจะส่งผลทำให้เพาเวอร์มอสเฟตทำงานผิดพลาดได้

3. ส่วนภาคอินพุตได้ทำการเก็บผลพารามิเตอร์ และรูปสัญญาณของแรงดันไฟฟ้าอินพุต กระแสไฟฟ้าอินพุต และรูปสัญญาณ FFT ด้านอินพุตของวงจรคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้ คือ รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามีลักษณะเป็นสัญญาณไซน์ และดูผลสัญญาณ FFT จะเห็นว่ามีแค่เพียงค่าที่ความถี่ 50 Hz ในลำดับที่ 1 (order 1) เท่านั้น คือ ไม่มีสัญญาณฮาร์โมนิกส์เกิดขึ้น แต่ในขณะเดียวกันรูปสัญญาณกระแสไฟฟ้าอินพุตที่วัดได้ มีลักษณะรูปร่างที่ไม่เป็นสัญญาณไซน์ และเมื่อวัดผลสัญญาณ FFT จะเห็นว่ามีความถี่ที่มากกว่า 50 Hz ปรากฏขึ้น ในลำดับที่ 2 (order 2) เป็นต้นไป ซึ่งมีสัญญาณฮาร์โมนิกส์เกิดขึ้น

4. ส่วนภาคเอาต์พุตได้ทำการเก็บผลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า และรูปสัญญาณของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงเอาต์พุต (V_{OUT}) ของหม้อแปลงฟลายแบค ในขณะต่อโหลด (โหลดที่ใช้เป็นเส้นลวดตัวนำที่วางบนแผ่นกระจกสำหรับสร้างสนามไฟฟ้า เพื่อสังเกตปฏิกิริยาของผึ้ง) ซึ่งผลที่ได้คือ เมื่อปรับดิวตี้ไซเคิล 1% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูง 1.321 kV_{max} ปรับดิวตี้ไซเคิล 2% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอน

เวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 2.281 กิโลโวลท์พีคทูพีค ปรับดิวตี้ไซเคิล 3% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 2.801 กิโลโวลท์พีคทูพีค และปรับดิวตี้ไซเคิล 4% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 4.001 กิโลโวลท์พีคทูพีค ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าเมื่อปรับดิวตี้ไซเคิลเพิ่มขึ้นจะทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงเพิ่มขึ้นด้วย

โดยในการทดลองได้ทำการเก็บผลเพิ่มเติมในส่วนของการสังเกตปฏิกิริยาของผึ้ง ในขณะที่ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงในระดับต่าง ๆกัน ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ แบ่งเป็นกรณีศึกษาได้ 4 กรณี ดังนี้

1. กรณีศึกษาที่ 1 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 1.321 กิโลโวลท์พีคทูพีค จะทำให้ผึ้งบินมารวมตัวกันบนแผ่นกระจกจำนวนมาก

2. กรณีศึกษาที่ 2 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 2.281 กิโลโวลท์พีคทูพีค จะทำให้ผึ้งบินมารวมตัวกันบนแผ่นกระจกจำนวนมากขึ้นกว่าในกรณีศึกษาที่ 1 และมีผึ้งบางตัวที่หมุนตัว เพื่อต่อยลงบนแผ่นกระจก

3. กรณีศึกษาที่ 3 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 2.801 กิโลโวลท์พีคทูพีค จะทำให้ผึ้งบินมารวมตัวกันบนแผ่นกระจกจำนวนมากขึ้นกว่าในกรณีศึกษาที่ 2 และมีบางตัวเกิดรอยไหม้ที่ปีก

4. กรณีศึกษาที่ 4 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง 4.001 กิโลโวลท์พีคทูพีค จะทำให้ผึ้งบินมารวมตัวกันบนแผ่นกระจกจำนวนเท่ากับในกรณีศึกษาที่ 3 และมีบางตัวเกิดรอยไหม้ที่ปีก

5.2 สรุปโดยรวม

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงที่ออกแบบนี้ มีประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเส้นลวดตัวนำที่วางบนแผ่นกระจกสำหรับสร้างสนามไฟฟ้า เพื่อสังเกตปฏิกิริยาของผึ้งได้ โดยสามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงได้ตามต้องการ ซึ่งอาศัยการปรับดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) คือ เมื่อทำการปรับดิวตี้ไซเคิลเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1%, 2%, 3% และ 4% จะทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงเพิ่มขึ้นได้ดังนี้ คือ ที่แรงดันไฟฟ้า 1.321 กิโลโวลท์พีคทูพีค ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 1% ที่แรงดันไฟฟ้า 2.281 กิโลโวลท์พีคทูพีค ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 2% ที่แรงดันไฟฟ้า 2.801 กิโลโวลท์ ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 3% และที่แรงดันไฟฟ้า 4.001 กิโลโวลท์พีคทูพีค ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 4% ซึ่งส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตเพิ่มขึ้นด้วยโดยดูจากรูปที่ 4.7 ถึงรูปที่ 4.12 และเมื่อสังเกตผลของรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุต และกระแสไฟฟ้าอินพุต จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตมีสัญญาณเป็นรูปไซน์ และทำการปรับฟังก์ชั่น FFT ที่ออสซิลโลสโคป จะเห็นว่าไม่มีสัญญาณฮาร์โมนิกส์เกิดขึ้น (มีสัญญาณเฉพาะที่ลำดับที่ 1 (order 1) เท่านั้น) แต่กระแสไฟฟ้าอินพุตมีสัญญาณที่ไม่ใช่รูปไซน์ และทำการปรับฟังก์ชั่น FFT ที่ออสซิลโลสโคป จะเห็นว่ามีสัญญาณฮาร์โมนิกส์ขึ้น (คือมีสัญญาณลำดับที่ 2 (order 2) เป็นต้นไป โดยถ้ามีสัญญาณฮาร์โมนิกส์ในปริมาณที่มากอาจจะส่งผลต่อระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำงานผิดพลาดได้

ส่วนของการทดสอบเพื่อสังเกตปฏิกิริยาของผึ้งนั้น จะได้ว่าเมื่อทำการปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูงเกินกว่า 2.281 กิโลโวลท์พีคทูพีค จะทำให้ผึ้งเกิดอันตรายได้ โดยดูจากรอยไหม้ที่ปีกของผึ้ง และในอนาคตการทดสอบเพื่อสังเกตปฏิกิริยาของผึ้งนี้อาจจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชน ซึ่งในอนาคตสามารถใช้เป็นแนวทาง และแนวความคิดเพื่อประยุกต์ใช้ในการสกัดพิษผึ้งได้

ดังนั้นจากผลการทดสอบโครงการวิจัยนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่กำหนดไว้ และในอนาคตสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยเชิงประยุกต์อื่น ๆ ทางด้านอุตสาหกรรมได้ คือ ถ้าสามารถสกัดพิษผึ้งจากตัวผึ้งได้ก็สามารถนำมาใช้ในการผลิตเป็นตัวยา และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ในเชิงพานิชย์ได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงสูงความถี่สูง สามารถออกแบบวงจรให้มีแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ โดยการเพิ่มดิวตี้ไซเคิลหรือขนาดแรงดันไฟฟ้าอินพุต เพื่อในอนาคตจะได้นำขนาดแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นไปใช้ประโยชน์กับอุปกรณ์อื่นๆได้ และควรหาแนวทางในการลดปริมาณฮาร์โมนิกส์ให้น้อยลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นด้วย