บทที่ 5
สรุปผลการทดสอบ และแนวทางการพัฒนา

5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบในโครงการวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้เก็บผลการทดสอบในส่วนของภาควงจรควบคุม ภาควงจรกำลัง ภาคอินพุต และภาคเอาต์พุต ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงขนาดเล็ก (ในขณะที่จ่ายโหลด) ซึ่งในแต่ละส่วนสามารถสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

1. ส่วนภาควงจรควบคุม จากผลการทดสอบได้สัญญาณด้านเอาต์พุตมีรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมจากไอซีเบอร์ TL494 โดยในผลการทดสอบสามารถปรับดิวตี้ไซเคิลได้ตั้งแต่ 10%, 20%, 30% และ 40% ตามต้องการที่ขา 3 และสามารถคงค่าความถี่ไว้ที่ 14 kHz ได้ตามต้องการที่ขา 6 ของไอซี ซึ่งเป็นไปตามการออกแบบที่ได้คำนวณไว้ในบทที่ 3

2. ส่วนภาควงจรกำลัง (วงจรคอนเวอร์เตอร์) เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยเพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRFP460 เป็นอุปกรณ์สวิตชิ่งที่ใช้เป็นตัวควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ส่งไปยังหม้อแปลงฟลายแบคเบอร์ TLF14649 ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้ คือ รูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาเกทและขาซอร์ส (V_{GS}) หรือคือสัญญาณเอาท์พุทของไอซีเบอร์ TLP250 นั้น เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่สามารถนำไปขับเพาเวอร์มอสเฟต โดยสามารถปรับดิวตี้ไซเคิลได้ตั้งแต่ 10%, 20%, 30% และ 40% และสามารถคงค่าความถี่ไว้ที่ 14 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 และรูปสัญญาณของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงเอาต์พุต (V_{OUT}) ของหม้อแปลงฟลายแบค ในขณะต่อโหลด (โหลดที่ใช้เป็นแผ่นอิเล็กโตรดในระบบฟอกอากาศแบบไฟฟ้าสถิตย์) ซึ่งผลที่ได้คือ เมื่อปรับดิวตี้ไซเคิล 20% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูง 1 กิโลโวลท์

โดยมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{P-P} ขนาด 220 โวลท์ ปนเข้ามาด้วย และปรับดิวตี้ไซเคิล 40% ที่เพาเวอร์มอสเฟตในวงจรคอนเวอร์เตอร์จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูง 2 กิโลโวลท์ โดยมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{P-P} ขนาด 400 โวลท์ ปนเข้ามาด้วย ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า V_{P-P} จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูง

โดยในการทดลองได้ทำการเก็บผลเพิ่มเติมในส่วนของพารามิเตอร์กำลังงานไฟฟ้าอินพุตตามตารางที่ 2 และเก็บผลรูปของสัญญาณกำลังงานไฟฟ้าอินพุต (P_{in}) โดยการนำแรงดันไฟฟ้าอินพุตและกระแสไฟฟ้าอินพุตมาปรับเข้าในฟังก์ชั่น MATH ของออสซิลโลสโคป ซึ่งผลการทดลองจะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าอินพุตเพิ่มขึ้น และกระแสไฟฟ้าอินพุตเพิ่มขึ้น เมื่อทำการปรับดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) เพิ่มขึ้น โดยทำการคงค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตเอาไว้

5.2 สรุปโดยรวม

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงขนาดเล็กที่ออกแบบนี้ มีประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับแผ่นอิเล็กโตรดในระบบฟอกอากาศแบบไฟฟ้าสถิตย์ได้ โดยสามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงได้ตามต้องการ ซึ่งอาศัยการปรับดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) คือ เมื่อทำการปรับดิวตี้ไซเคิลเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10%, 20%, 30% และ 40% จะทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงเพิ่มขึ้นได้ดังนี้ คือ ที่แรงดันไฟฟ้า 1 กิโลโวลท์ ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 20% และที่แรงดันไฟฟ้า 2 กิโลโวลท์ ต้องปรับดิวตี้ไซเคิล 40% ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้กำลังงานไฟฟ้าอินพุตเพิ่มขึ้นด้วยโดยดูจากตารางที่ 2 และเมื่อสังเกตผลของรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุต และกระแสไฟฟ้าอินพุต จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตมีสัญญาณเป็นรูปไซน์ และทำการปรับฟังก์ชั่น FFT ที่ออสซิลโลสโคป จะเห็นว่าไม่มีสัญญาณฮาร์โมนิกส์เกิดขึ้น (มีสัญญาณเฉพาะที่ลำดับที่ 1 (order 1) เท่านั้น) แต่กระแสไฟฟ้าอินพุตมีสัญญาณที่ไม่ใช่รูปไซน์ และทำการปรับฟังก์ชั่น FFT ที่ออสซิลโลสโคป จะเห็นว่ามีสัญญาณฮาร์โมนิกส์ขึ้น (คือมีสัญญาณลำดับที่ 2 (order 2) เป็นต้นไป โดยถ้ามีสัญญาณฮาร์โมนิกส์ในปริมาณที่มากอาจจะส่งผลต่อระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำงานผิดพลาดได้

ส่วนของการทดสอบในระบบฟอกอากาศแบบไฟฟ้าสถิตย์ ทางผู้วิจัยยังไม่ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของการฟอกอากาศ เพราะโครงการวิจัยนี้เน้นเฉพาะแหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่านั้น แต่ในอนาคตทางผู้วิจัยจะได้นำระบบการฟอกอากาศแบบนี้มาศึกษาและออกแบบ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมต่อไป

ดังนั้นจากผลการทดสอบโครงการวิจัยนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยสามารถนำไปใช้ในงานวิจัยเชิงประยุกต์อื่น ๆ ทางด้านอุตสาหกรรมได้ และสามารถพัฒนาต่อยอดให้เป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ในเชิงพานิชย์ได้ในอนาคต

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงสามารถออกแบบวงจรให้มีขนาดเล็กกว่านี้ได้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก และหาหม้อแปลงฟลายแบคในโทรทัศน์ที่มีขนาดเล็กกว่าเบอร์ TLF14649 แต่ยังมีประสิทธิภาพในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ตามต้องการ และหาแนวทางในการลดปริมาณฮาร์โมนิกส์ให้น้อยลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นตามลำดับ