บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส ซึ่งสามารถนำไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ถึงขนาด 5 KVA ตามที่ได้ออกแบบไว้ เครื่องควบคุมความเร็วนี้สามารถให้สัญญาณขาออกได้ที่ความถี่ตั้งแต่ 5 เฮิรตซ์ ถึง 50 เฮิรตซ์ และปรับความถี่ได้ ครั้งละ 1 เฮิรตซ์ ส่วนสำคัญของเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อศึกษาและทดสอบ เพื่อนำไปใช้งาน คือส่วนของวงจรมอดูเลตเตอร์ซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณการสวิตช์เพื่อให้ได้สัญญาณขาออกตามต้องการ และส่วนของวงจรอินเวอร์เตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับในที่นี้จะใช้วงจรอินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์

วงจรมอดูเลเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมนั้น ได้ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z-80 ทำหน้าที่เป็น CPU และใช้ไอซีเบอร์ Z-80 CTC เป็นวงจรเวลาเพื่อกำเนิดสัญญาณการสวิตช์แบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ (PWM) ไปควบคุมการสวิตช์ของวงจรอินเวอร์เตอร์ สำหรับสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์นี้ใช้วิธีการของการมอดูเลตแบบเชิงเลข โดยใช้การคำนวณแพตเทอร์นการสวิตช์ด้วยวิธีการกำจัดฮาร์มอนิกส์ต่ำ วิธีการกำจัดฮาร์มอนิกส์ต่ำนี้กระทำได้โดยการเขียนสมการของสัญญาณ การสวิตช์นี้ให้อยู่ในรูปของอนุกรมฟูริเอ จะได้สมการไม่เชิงเส้น ซึ่งมีค่ามุมการสวิตช์ และค่าขององค์ประกอบหลักมูลเป็นตัวแปรและเฉลยสมการได้โดยวิธีนิวเมอริคอลซึ่งเราสามารถใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาคำตอบได้ จากนั้นจะนำค่าของมุมการสวิตช์ที่เหมาะสมมาสร้างเป็นตารางของ "แพตเทอร์นการสวิตช์" แล้วนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบกึ่งถาวร (EPROM) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ตามคำสั่งการเลือกความถี่ของการสวิตช์

วงจรอินเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเปลี่ยนความถี่และแรงดันขาออกได้ วงจรอินเวอร์เตอร์นี้จะใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ ในการพัฒนาวงจรอินเวอร์เตอร์จะเริ่มจากการออกแบบวงจรขับนำเบสเพื่อให้สามารถจ่ายกระแสเบสให้ทรานซิสเตอร์ได้เพียงพอ และได้ออกแบบวงจรเพื่อให้เวลาการต่อ (turn-on time) มีค่านานกว่าเวลาตัด (turn-off time) ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการลัดผ่านตลอด (shoot-through) ของทรานซิสเตอร์ หลังจากได้วงจรขับนำเบสตามต้องการแล้วจะนำไปทดสอบการสวิตช์ของทรานซิสเตอร์แต่ละตัว โดยการให้สวิตช์จากไฟกระแสตรง 510 โวลต์ และให้ได้กระแสตามพิกัดและทดสอบในกรณีที่เกิดโหลดเกินได้ถึง 150 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทดสอบทรานซิสเตอร์แต่ละตัวได้แล้วจะนำมาประกอบกันเป็นวงจรอินเวอร์เตอร์และต่อรับสัญญาณควบคุมการสวิตช์จากวงจรมอดูเลเตอร์เพื่อควบคุมการสวิตช์ให้ได้กำลังขาออกตามต้องการทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งให้ได้ตามพิกัดเสร็จแล้วจึงนำไปประกอบลงกล่องเป็นเครื่องควบคุมความเร็วที่สมบูรณ์ต่อไป

สำหรับวงจรส่วนอื่นที่ได้มีการพัฒนากันขึ้นมาแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัยอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่นำเข้ามาประกอบร่วมกันเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้แก่วงจรป้องกันต่าง ๆ คือ วงจรป้อนกันแรงดันเกิน วงจรป้องกันแรงดันขาดวงจรป้องกันกระแสเกิน และวงจรระบายกระแสออกจากตัวเก็บประจุของแหล่งจ่ายไฟตรงหลัก ซึ่งวงจรป้องกันทั้งหมดนี้ ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นโดยนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งได้รับการทดสอบจนใช้งานได้แล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกัน

เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสที่ประกอบเสร็จแล้วนี้ ได้ทำการทดสอบโดยการนำไปขับนำโหลดที่เป็นความต้านทานและโหลดที่เป็นมอเตอร์จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจสำหรับการนำไปใช้งานกระทำได้โดยการจ่ายไฟ 3 เฟส/ 4 สาย 380 โวลต์ ให้ทางด้านเข้าของเครื่อง ทางด้านขาออกจะเป็นไฟ 3 เฟส 380 โวลต์ ต่อเข้ากับมอเตอร์ที่ต่อแบบดาว

และเปิดสวิตช์ควบคุมการทำงานของเครื่องโดยปรับความถี่ขาออกที่ปุ่มเลือกความถี่ (F.SETTING)

6.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

เครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสที่ได้สร้างขึ้นมาในการทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างขึ้นมาเป็นครั้งแรก เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้ตาม

ที่ต้องการ ดังนั้นผลที่ได้จากวิทยานิพนธ์นี้คือ พื้นฐานการออกแบบวงจรต่าง ๆ การทำงานของวงวงจรแต่ละส่วนที่นำเข้ามาประกอบกันจนเป็นเครื่องควบคุมที่สำเร็จรูปและใช้งานได้ เพื่อให้ได้เครื่องควบคุมความเร็วที่ดีและสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ควรจะมีการพัฒนาเครื่องควบคุมนี้ต่อไป ซึ่งพอจะสรุปประเด็นสำคัญที่ควรจะพัฒนาต่อไปได้ ดังนี้

1) การพัฒนาซอฟต์แวร์ของส่วนควบคุม ส่วนควบคุมของเครื่องควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสนี้ จะเป็นส่วนที่สร้างสัญญาณในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของวงจรและรับสัญญาณควบคุมจากภายนอกด้วย ซอฟต์แวร์ที่ออกแบบไว้สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ ส่วนควบคุมจะรับสัญญาณเลือกความถี่จากภายนอกได้เพียงอย่างเดียวแล้วจะทำการสร้างสัญญาณการสวิตช์ความถี่ตามที่เลือก การเพิ่มหรือลดความถี่จะใช้เวลาคงที่เท่ากันเนื่องจากตั้งค่าไว้แล้วในโปรแกรม ต่อไปควรพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อให้มีฟังก์ชันที่เลือกได้มากขึ้น เช่น การเก็บตารางของ "แพตเทอร์นการสวิตช์" สำหรับแพตเทอร์นการสวิตช์ที่เก็บในหน่วยความจำควรจะได้จัดทำไว้หลาย ๆ ชุดในความถี่เดียวกัน เพื่อจะได้ให้มีการเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของโหลดแต่ละชนิด โดยมีปุ่มเลือกสัญญาณว่าจะใช้แพตเทอร์นชุดไหน การเลือกอัตราการเพิ่มหรือลดความเร็วควรจะมีปุ่มเลือกอัตราการเพิ่มหรือลดความเร็วได้เพื่อให้เหมาะกับโหลดแต่ละชนิด นอกจากนั้นควรจะมีโปรแกรมที่สามารถตรวจจับสัญญาณการเกิดแรงดันเกิน แรงดันขาด หรือกระแสเกินได้เพื่อจะได้สั่งหยุดการทำงานของวงจรเพื่อป้องกันการเสียหายและแสดงผลที่หน่วยแสดงผลว่าเกิดการเสียหายเนื่องจากอะไร

2) ส่วนของแหล่งจ่ายไฟตรงเพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรควบคุมและวงจรขับนำเบส เครื่องควบคุมที่สร้างขึ้นนี้ใช้แหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์ทำให้มีน้ำหนักและพื้นที่มาก ทำให้เครื่องควบคุมความเร็วมีขนาดใหญ่และหนัก ดังนั้นน่าจะพัฒนาโดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตรงแบบสวิตชิงซึ่งมีการคงค่าแรงดัน จะทำให้แหล่งจ่ายไฟตรงให้วงจรควบคุมและวงจรขับนำเบสมีขนาดเล็กและเบาลงมาก ซึ่งส่วนนี้จะมีผลทำให้ขนาดของเครื่องควบคุมเล็กและเบาลงได้

3) ควรทดสอบระบบป้องกันวงจรอันได้แก่ วงจรป้องกันแรงดันเกิน วงจรป้องกันแรงดันขาด และวงจรป้องกันกระแสเกินในแง่ความเที่ยงตรงและแน่นอน เพราะวงจรส่วนนี้เพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาทำให้การทำงานของวงจรบางครั้งจะมีปัญหาอยู่บ้าง คือ เกิดการเสียหายของอุปกรณ์ในภาคของวงจรตรวจจับแรงดันบ่อยครั้ง และควรพัฒนาระบบป้องกันให้ทำงานอย่างเที่ยงตรงและแน่นอนขึ้น

4) เนื่องจากการเปลี่ยนความถี่ของเครื่องควบคุมความเร็วจะเปลี่ยนทีละขั้นขั้นละ 1 เฮิรตซ์ ในขณะที่เปลี่ยนความถี่นั้นจะมีการเปลี่ยนแพตเทอร์นของรูปคลื่น PWM ด้วย ปรากฏว่าทุกครั้งที่เปลี่ยนความถี่จะเกิดกระแสเกิน และเกิดการกระตุกของมอเตอร์ ดังนั้นจึงควรที่จะทำการปรับปรุงเพื่อให้ช่วงการเปลี่ยนความถี่เรียบขึ้นไม่ให้เกิดกระแสเกิน และการกระตุกของมอเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย