

## บทที่ 6

## บทสรุป

1. งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการทำงานของระบบอัลเทอร์เนเตอร์-โวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ที่ใช้ในรถยนต์นั่งทั่วไป เพื่อออกแบบควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์และส่งเสริมความเข้าใจการทำงานของโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ ผลจากการศึกษาพบว่า การควบคุมกำลังไฟฟ้าอัลเทอร์เนเตอร์โดยคุมค่าแรงดันบัสไฟฟ้า เป็นวิธีการควบคุมที่ระบบอัลเทอร์เนเตอร์ปัจจุบันได้นำมาใช้งานโดยอาศัยโวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ แต่ปัญหา คือ โวลต์เตจเร็กกูเลเตอร์ไม่สามารถเปลี่ยนระดับแรงดันบัสอ้างอิงได้อย่างอิสระเพื่อควบคุมกำลังไฟฟ้าได้โดยตรง จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ได้ตามความต้องการของภาระทางไฟฟ้า เพียงแต่ควบคุมแรงดันบัสกำลังไฟฟ้าให้คงที่ในขณะที่ผลิตกำลังไฟฟ้านั้น ไม่ได้สะท้อนถึงความต้องการของภาระที่แท้จริง เป็นผลทำให้ระบบอัลเทอร์เนเตอร์ไม่สามารถทำงานตรงตำแหน่งค่าที่มีกำลังเอาต์พุตที่เหมาะสมกับภาระได้

2. การสร้างแบบจำลองของอัลเทอร์เนเตอร์ มีความสำคัญในด้านการออกแบบและปรับปรุงระบบไฟฟ้ารถยนต์ เพื่อวิเคราะห์ผลของแรงดันบัสไฟฟ้าที่มีต่อการควบคุมกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตอัลเทอร์เนเตอร์ ซึ่งการสร้างแบบจำลองของอัลเทอร์เนเตอร์ในงานวิจัยนี้ได้อาศัยข้อมูลจากคุณลักษณะของอัลเทอร์เนเตอร์แบบล้นเดลล์โดยการทดสอบแบบเปิดวงจร (Open circuit test) และการทดสอบแบบลัดวงจร (Short circuit test) เพื่อหาค่าความเหนี่ยวนำซึ่งโครนัสเฉลี่ยสำหรับป้อนให้กับแบบจำลองระบบอัลเทอร์เนเตอร์บนโปรแกรม Matlab/Simulink เมื่อนำไปทดสอบโดยเปรียบเทียบกับผลการวัดจริงในกรณีที่ใช้ค่าความเหนี่ยวนำซึ่งโครนัสแปรผันเฉลี่ย ปรากฏว่าค่ากำลังไฟฟ้าอัลเทอร์เนเตอร์ใกล้เคียงกับผลการวัดให้ค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 % ทำให้สามารถทำนายกำลังไฟฟ้าอัลเทอร์เนเตอร์ได้ในช่วงที่กว้างขึ้นครอบคลุมช่วงการใช้งานจริงของอัลเทอร์เนเตอร์แบบล้นเดลล์

3. การพัฒนาระบบอัลเทอร์เนเตอร์ของรถยนต์ทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นและความเป็นอิสระเพิ่มขึ้นในการควบคุมกำลังไฟฟ้าส่วนที่เหนือความต้องการของภาระโดยอาศัยช่องว่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าบัสกับแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่ขณะที่เปิดวงจรของบัสแรงดันไฟฟ้า งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนางจรคุมค่าแรงดันบัสและกระแสอัลเทอร์เนเตอร์ (Voltage and Current Controller: VCC)

สำหรับควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตอัลเทอร์เนเตอร์ โดยอาศัยข้อมูลจากการวัดกระแสของภาระและการตั้งค่ากระแสอัดประจุแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการจัดการด้านพลังงานของแบตเตอรี่ เพื่อกำหนดคำสั่งการผลิตกระแสเอาต์พุตอัลเทอร์เนเตอร์

4. วงจรคุมค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ (VCC) สามารถควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ได้ในช่วงที่กว้างขึ้น ก่อนที่จะถึงแรงดันบัลไฟฟ้าอ้างอิง ( $V_{bus,ref}$ ) เนื่องจากการของวงจรคุมค่ากระแสไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ โดยสามารถควบคุมกระแสไหลเข้าแบตเตอรี่ให้เป็นศูนย์ได้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้มีการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ และสามารถควบคุมกระแสไหลเข้าแบตเตอรี่ให้เป็นค่าคงที่ได้ เมื่อต้องการให้มีการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่อง หากแรงดันบัลไฟฟ้าเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะถูกควบคุมการทำงานด้วยวงจรคุมค่าแรงดันบัลไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ วงจร VCC ผลทดสอบการทำงานของวงจร VCC ที่มีต่อกระแสภาระ แสดงให้เห็นว่า วงจร VCC ที่นำเสนอสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าได้ตามความต้องการของภาระได้ โดยที่กระแสฟิลต์กับความเร็วรอบอัลเทอร์เนเตอร์มีความสัมพันธ์กันแบบไม่เป็นเชิงเส้น แต่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เช่นเดียวกันกับความสัมพันธ์ของกระแสฟิลต์กับกระแสอัลเทอร์เนเตอร์ แต่ความสัมพันธ์ลักษณะนี้มีความเป็นเชิงเส้นมากขึ้นเมื่อความเร็วรอบอัลเทอร์เนเตอร์เพิ่มสูงขึ้น ระบบอัลเทอร์เนเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมายังคงมีข้อจำกัดในเรื่องความไม่เป็นเชิงเส้นของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าควบคุมและส่วนที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่รถยนต์ เช่น การกำหนดค่ากระแสแบตเตอรี่ การแสดงสถานะระบบประจุไฟรถยนต์

5. วงจร VCC สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบอัลเทอร์เนเตอร์ได้ เพื่อควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าของอัลเทอร์เนเตอร์ตามสภาวะความต้องการของภาระและระบบประจุไฟแบตเตอรี่ โดยในสถานการณ์กำหนดกระแสแบตเตอรี่ ( $I_{bat,charge}$ ) ต้องอาศัยการตั้งค่าแบบล่วงหน้า (preset) เช่นเดียวกับการทดสอบที่กำหนดให้กระแสเข้าแบตเตอรี่มีค่า 0 และ 5 แอมป์