บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเวกเตอร์ไร้เซนเซอร์วัดความเร็วที่ใช้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำเพื่อแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของค่าความต้านทานสเตเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ โดยผลงานวิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆได้ดังนี้

1) จากการวิเคราะห์ผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่มีต่อระบบ ได้แก่ ค่าความเหนี่ยวนำร่วม (M'), ความต้านทานโรเตอร์ (R_r'), ความเหนี่ยวนำรั่วไหลสเตเตอร์ (σL_s)และค่าความต้านทานสเตเตอร์ (R_s) พบว่าความคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อระบบมากที่สุดคือ ความต้านทานสเตเตอร์ โดยมีผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบได้โดยเฉพาะในย่านความถี่ต่ำ การศึกษาผลกระทบนี้เป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นแก้ไขผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของความต้านทานสเตเตอร์

2) เมื่อใช้วิธีการแก้ไขผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของความต้านทานสเตเตอร์ด้วยการออกแบบเมตริกซ์ขยายป้อนกลับ $(\mathbb{H})$ เพื่อให้ระบบประมาณค่าความเร็วมีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานสเตเตอร์ พบว่าการใช้เมตริกซ์ป้อนกลับดังกล่าวทำให้ระบบประมาณค่าความเร็วมีความคงทนมากขึ้นดังจะเห็นได้จากความผิดพลาดในการประมาณค่าความเร็วมีค่าลดลง และการรักษาเสถียรภาพของระบบในย่านการทำงานดีขึ้น

3) สำหรับวิธีการแก้ไขผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของความต้านทานสเตเตอร์ด้วยการประมาณค่าความเร็วไปพร้อมๆกับค่าความต้านทานสเตเตอร์ เราได้วิเคราะห์เสถียรภาพของวงรอบประมาณค่าความเร็วที่มีการเชื่อมโยงกับวงรอบประมาณค่าความต้านทานสเตเตอร์ ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ได้เงื่อนไขเสถียรภาพที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบเมตริกซ์ขยายสำหรับการประมาณค่าความเร็วและความต้านทานสเตเตอร์ ทำให้ระบบมีเสถียรภาพทุกย่านการทำงาน จากการทดลองพบว่าความผิดพลาดในการประมาณค่าความเร็วมีค่าลดลงและระบบสามารถทำงานที่ความถี่ต่ำลงกว่าเดิมและสร้างแรงบิดได้ดีขึ้นในย่านความเร็วต่ำ

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในลำดับถัดไป

แม้ว่าสมรรถนะโดยรวมของระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดความเร็วหลังการแก้ไขผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของค่าความต้านทานสเตเตอร์จะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงบางประการที่ควรพิจารณาศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาขีดความสามารถของระบบให้ดียิ่งขึ้นดังนี้

1) จากผลการทดสอบที่ได้พบว่าระบบยังทำงานได้ไม่ดีที่ความถี่ต่ำ คาดว่าเป็นผลมาจากการใช้แรงดันคำสั่งในการคำนวณแทนแรงดันจริงที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ ทำให้เวลาประวิง (Dead-time) มีผลต่อการประมาณค่าความเร็วและความต้านทานสเตเตอร์ เนื่องจากแรงดันที่หายไปด้วยผลของเวลาประวิงมีผลเหมือนกับแรงดันตกคร่อมความต้านทานสเตเตอร์ ในงานวิจัยนี้เราได้แก้ปัญหาโดยได้ชดเชยเวลาประวิงในส่วนการสร้างสัญญาณ PWM ซึ่งให้ผลที่ดีระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ผลของเวลาประวิงที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด เพื่อหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงต่อไป

2) จากการศึกษาผลกระทบความคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะเห็นได้ว่านอกจากความคลาดเคลื่อนของความต้านทานสเตเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อระบบประมาณค่าความเร็วแล้ว ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นๆที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบประมาณค่าความเร็วเช่นกัน ซึ่งได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อนของความต้านทานโรเตอร์, ค่าความเหนี่ยวนำร่วม และค่าความเหนี่ยวนำรั่วไหลรวม โดยเฉพาะพารามิเตอร์สองตัวแรก ซึ่งวิธีการแก้ไขปรับปรุง อาจทำได้ดังนี้คือ

   2.1) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนความต้านทานโรเตอร์ เราอาจใช้การปรับเปลี่ยนค่าตามค่าความต้านทานสเตเตอร์ที่ประมาณได้ เพราะโดยปกติแล้วค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงอย่างเชิงเส้นแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ

   2.2) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนของความเหนี่ยวนำร่วม เราอาจแก้ไขโดยใช้เส้นกราฟลักษณะการกระตุ้นซึ่งได้จากการทดสอบมอเตอร์ มาใช้ในการควบคุมค่าความเหนี่ยวนำร่วมตามสภาวะการทำงานต่างๆ