บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในวิทยานิพนธ์นี้ผู้เขียนได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมเวกเตอร์ไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งแบบใหม่สำหรับมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายใน โดยผลงานวิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1) การนำเสนอแบบจำลองพลวัติของมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายในแบบใหม่ที่เป็นเชิงเส้น โดยการนิยามฟลักซ์ขยายขึ้นเป็นตัวแปรสถานะแทนฟลักซ์จากแม่เหล็กถาวร ซึ่งเมื่อนำมาสร้างตัวสังเกตเพื่อประมาณค่าตำแหน่งแล้ว ตัวสังเกตก็จะเป็นเชิงเส้นตามแบบจำลอง ทำให้เราสามารถวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบประมาณได้ง่ายและระบบประมาณก็มีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงาน
2) การนำเสนอระบบควบคุมเวกเตอร์แบบแยกการเชื่อมร่วมที่ควบคุมกระแสสเตเตอร์ผ่านแรงดันสเตเตอร์ ซึ่งมีสมรรถนะในการควบคุมแรงบิดที่สามารถตอบสนองต่อโหลดได้เป็นอย่างดี และโครงสร้างของตัวควบคุมแยกการเชื่อมร่วมยังมีแบบจำลองที่เราสามารถบูรณาการเข้ากับตัวสังเกตได้ ทำให้โครงสร้างโดยรวมของระบบสามารถนำไปสร้างจริงในทางปฏิบัติได้โดยง่าย
3) การพัฒนาและสร้างระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่ใช้การควบคุมแยกการเชื่อมร่วมในส่วนควบคุม และประยุกต์ใช้ตัวสังเกตเต็มอันดับในการประมาณค่าตำแหน่ง ทำให้เราใช้เพียงแค่ตัวตรวจจับความเร็วหรือตัวตรวจจับตำแหน่งที่เป็นแบบ Incremental ได้ซึ่งมีราคาถูกเมื่อเทียบกับตัวตรวจจับตำแหน่งแบบ Absolute ที่ใช้ในระบบควบคุมเวกเตอร์ทั่วไป
4) การพัฒนาและสร้างระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งและความเร็วที่ใช้การควบคุมแยกการเชื่อมร่วมในส่วนควบคุม และประยุกต์ใช้ตัวสังเกตเต็มอันดับแบบปรับตัวในการประมาณค่าตำแหน่งและความเร็ว พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการออกแบบอัตราขยายป้อนกลับ อัตราขยายการปรับตัว ทำให้ระบบสามารถควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ได้ดีเทียบเท่ากับระบบควบคุมเวกเตอร์ที่ใช้เซนเซอร์วัดตำแหน่ง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในลำดับถัดไป

แม้ว่าสมรรถนะโดยรวมของระบบควบคุมเวกเตอร์แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งแบบใหม่ที่นำเสนอจะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเพียงพอสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็มีประเด็นที่สำคัญบางประการที่ควรพิจารณาศึกษาและวิจัยเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของระบบให้ดียิ่งขึ้นไปอีกดังนี้

1) ความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ใช้ในตัวควบคุมถือเป็นตัวแปรสำคัญที่ชี้บ่งถึงสมรรถนะของการควบคุม แต่เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะและเงื่อนไขในการทำงาน ยกตัวอย่างเช่น ค่าความด้านทานของมอเตอร์จะแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิแวดล้อม ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดสเตเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดและทิศทางของกระแส ดังนั้นเราควรศึกษาและวิเคราะห์ว่าความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์มีผลกระทบอย่างไรต่อการประมาณค่าความตำแหน่ง, ฟลักซ์และกระแสสเตเตอร์ รวมไปถึงผลกระทบต่อศักยภาพในการควบคุมแรงบิดด้วย
2) ควรพัฒนาวิธีการควบคุมเพื่อให้ระบบคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายแนวทางเช่น ก) หาแนวทางในการออกแบบค่าอัตราขยายป้อนกลับเพื่อให้ตัวสังเกตแบบปรับตัวมีความคงทนหรือ ข) ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์บางตัวไปพร้อมๆ กับการประมาณค่าความเร็ว เช่นการประมาณค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดสเตเตอร์เมื่อกระแสมีขนาดเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะในการควบคุมค่อนข้างมากในช่วงที่กระแสมีค่าสูง
3) เราสามารถออกแบบค่าอัตราขยายป้อนกลับ H_1 และ H_2 ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขขั้วที่เสถียร และเงื่อนไขศูนย์ที่เสถียรได้หลายแบบที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของการเลือกค่าที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ยังมีจุดด้อยคือต้องรองรับด้วยสมมติฐานที่ว่า ค่า $\frac{d\hat{\rho}}{dt}$ มีเครื่องหมายเหมือน ω แต่ในบางช่วงการทำงานเช่น ช่วงการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วรอบต่ำๆ หรือในสภาวะ transient ค่า $\frac{d\hat{\rho}}{dt}$ อาจจะมีเครื่องหมายในทิศตรงกันข้ามกับ ω และจะส่งผลให้ระบบขาดเสถียรภาพได้ ดังนั้นเราควรศึกษาและวิเคราะห์ว่าการเลือกค่า H_1 และ H_2 ที่ไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมติฐานดังกล่าวรองรับ

เช่น การเลือกค่า

$$H_1 = R$$
$$H_2 = -k\hat{\omega} \quad ; \; k > 0$$

จะส่งผลต่อระบบควบคุมอย่างไร และมีข้อแตกต่างจากการเลือกใช้ค่า H_1 และ H_2 อย่างไรบ้าง