บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเบื้องต้น

ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายใน (Interior Permanent Magnet Synchronous Motor; IPMSM) ได้รับความนิยมในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากขึ้นโดยเฉพาะในระบบขับเคลื่อนที่ต้องการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากมีคุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นอันได้แก่ มีประสิทธิภาพสูงเพราะมีความสูญเสียต่ำในส่วนโรเตอร์ มีความสามารถในการทำงานย่านความเร็วสูงได้ดี อย่างไรก็ตามในการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อให้ได้สมรรถนะสูงตามที่ต้องการเราจำเป็นต้องทราบความเร็วและตำแหน่งของโรเตอร์ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญของการควบคุม ด้วยเหตุนี้เราจึงต้องติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วและตำแหน่งของโรเตอร์เข้ากับเพลาของมอเตอร์ แต่การติดตั้งเซนเซอร์ต้องมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น รวมถึงอาจเกิดปัญหาสัญญาณรบกวนในระบบจนทำให้เซนเซอร์ขาดความน่าเชื่อถือ และในบางกรณี เราไม่สามารถติดตั้งเซนเซอร์ได้เนื่องจากสภาวะแวดล้อมไม่อำนวย ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นต้องพัฒนาการควบคุมมอเตอร์แบบไร้เซนเซอร์ขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมา

ในช่วงแรก การควบคุม PMSM แบบไร้เซนเซอร์ได้เริ่มใช้กับมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรที่ผิว (Surface Permanent Magnet Synchronous Motor; SPMSM) โดยงานวิจัยต่างๆได้กล่าวถึงแนวทางการควบคุม SPMSM โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามวิธีการประมาณค่าฟลักซ์และตำแหน่งของโรเตอร์ที่ใช้สำหรับ SPMSM [1] ไม่สามารถนำมาใช้กับ IPMSM ได้โดยตรงเนื่องจากแบบจำลองที่ใช้สำหรับ IPMSM มีความแตกต่างระหว่างค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดสเตเตอร์ในแกน d,q $(L_d \neq L_q)$ นอกจากนี้แบบจำลองยังมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้น ทำให้เกิดความยุ่งยากในการวิเคราะห์เสถียรภาพและการออกแบบตัวประมาณค่าความเร็วและตำแหน่ง

ในงานวิจัยที่ผ่านมามีผู้วิจัยที่นำเสนอวิธีการปรับแบบจำลองใหม่โดยการนิยามแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบขยาย (Extended EMF) [2]-[3] เพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นเชิงเส้น อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ได้ยังคงมีความยุ่งยากต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงจะนำเสนอแบบจำลองใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นเชิงเส้นที่ง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยการนิยาม

ฟลักซ์ขยาย (Extended flux) เป็นตัวแปรสถานะแทนฟลักซ์จากแม่เหล็กถาวร สมการแบบจำลองที่ได้จะมีตัวแปรสถานะเป็นฟลักซ์ขยายและกระแส แทนที่จะเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบขยายดังใน [2]-[3] โดยอาศัยแบบจำลองใหม่ที่นำเสนอ เราสามารถออกแบบระบบควบคุม IPMSM แบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่มีความชัดเจนในการวิเคราะห์เสถียรภาพและง่ายต่อการออกแบบอัตราขยายป้อนกลับเพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงานได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายในแบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่ง ที่ใช้แบบจำลองทางพลวัติของมอเตอร์แบบใหม่ที่มีลักษณะเป็นเชิงเส้น โดยการนิยามฟลักซ์ขยายเป็นตัวแปรสถานะแทนฟลักซ์จากแม่เหล็กถาวร และประมาณค่าฟลักซ์ขยายรวมทั้งความเร็วและตำแหน่งด้วยตัวสังเกตเต็มอันดับแบบปรับตัว พร้อมทั้งวิเคราะห์เสถียรภาพและหาแนวทางการออกแบบอัตราขยายป้อนกลับของตัวสังเกต เพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงาน

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. สร้างและออกแบบระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายในแบบไร้เซนเซอร์วัดตำแหน่งที่ใช้แบบจำลองเชิงเส้นใหม่โดยอาศัยนิยามฟลักซ์ขยาย
2. วิเคราะห์และออกแบบระบบประมาณค่าความเร็วให้มีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงาน

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาแบบจำลองพลวัติของมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายในและวิธีประมาณค่าความเร็ว, ตำแหน่ง จากงานวิจัยที่ผ่านมา
2. ศึกษาหาแนวทางในการสร้างแบบจำลองพลวัติให้เป็นเชิงเส้น
3. ศึกษาและออกแบบอัตราขยายป้อนกลับของตัวสังเกตที่ทำให้ระบบประมาณค่าความเร็วและตำแหน่งมีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงาน
4. จำลองการทำงานของระบบด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบแนวคิด
5. ออกแบบระบบในส่วนซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ พร้อมทดสอบการทำงาน
6. ปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้น

7. เก็บข้อมูล ประเมินผล และสรุปผล
8. เขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในงานอุตสาหกรรมจริงเพื่อทำให้ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายในแบบไร้เซนเซอร์วัดความเร็วและตำแหน่ง มีเสถียรภาพตลอดย่านการทำงานและมีสมรรถนะที่ดีขึ้น
2. สร้างองค์ความรู้ในการวิจัยและพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรภายใน อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมแบบพึ่งพาตัวเองในประเทศ