

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยก กระตุ้น การใช้งานมอเตอร์ดังกล่าว พบได้โดยทั่วไปในงานอุตสาหกรรมของโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้น และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงยังเป็นเครื่องจักรกลที่สำคัญในระบบควบคุมเกือบทุกชนิดในปัจจุบัน ซึ่งพบเห็นได้ตั้งแต่การใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน การใช้ในรถยนต์ การใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ การใช้ในหุ่นยนต์ (Chapman, 1999) ตลอดจนเครื่องจักรกลที่ทำงานแบบอัตโนมัติ เช่น เครื่องจักรรีด เครื่องมือทางกล เป็นต้น (Pothiya, Chaposri, Kamsawang and Kinarees, 2003) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงดังกล่าวเป็นที่นิยมในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วและแรงบิด ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้งานได้เกือบทุกรูปแบบ งานวิจัยนี้จึง สนใจที่จะศึกษาและพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น ให้ใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์พร้อมทั้งคำนึงถึงการประหยัดพลังงานด้วยเช่นกัน ซึ่งในอดีตได้มีผู้คิดค้นวิธี ประหยัดพลังงาน คือ ทำการควบคุมกระแสสนามเพื่อให้ได้กำลังงานสูญเสียน้อยที่สุดด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การใช้ตัวควบคุมเพื่อคำนวณค่ากระแสสนาม โดยใช้แบบจำลองแม่เหล็ก (Kusko and Galler, 1983) และ การใช้ตัวควบคุมที่สามารถวัดกำลังงานในการขับเคลื่อนและค้นหา ค่ากระแสสนามที่เหมาะสม (Magaris, Goutas, Doulgeri and Paschli, 1991) เป็นต้น แต่เนื่องจากวิธี ที่กล่าวมานั้นต้องพึ่งพาสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยจึงมุ่งเน้นพัฒนา วิธีการประหยัดพลังงานโดยอาศัยการวิเคราะห์จากวงจรสมมูลอย่างง่ายของมอเตอร์เพื่อประมาณค่า กำลังงานสูญเสียที่เกิดขึ้นในมอเตอร์ให้มีค่าน้อย ซึ่งเมื่อกำลังงานสูญเสียมีค่าน้อย จะส่งผลต่อการ ประหยัดพลังงาน คือ ที่ความเร็วและแรงบิดค่าหนึ่ง ระบบขับเคลื่อนที่พัฒนาขึ้นจะจ่ายกำลังงาน อินพุตให้น้อยกว่าระบบขับเคลื่อนปกติ ในขณะที่กำลังงานเอาต์พุตเท่าเดิม ดังนั้นเมื่อกำลังงาน อินพุตลดลง การใช้พลังงานสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์จะมีค่าลดลงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ใน งานวิจัยได้มีการหาค่าพารามิเตอร์ของสมการกำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิด

แยกกระดุน โดยใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ คือ วิธีการค้นหาแบบตามูเชิงปรับตัว (Adaptive Tabu search : ATS)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อค้นหาพารามิเตอร์ของสมการกำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุน โดยใช้วิธีทางปัญญาประดิษฐ์ที่เรียกว่า วิธีการค้นหาแบบตามูเชิงปรับตัว

1.2.2 เพื่อพัฒนาวิธีการประหยัดพลังงานสำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุน

1.2.3 ได้ค้นแบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุนแบบประหยัดพลังงาน

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุนที่ใช้ในงานวิจัยมีขนาด 0.5 แรงม้า

1.3.2 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุนจะใช้วงจรเรียงกระแสหนึ่งเฟสแบบบริดจ์ต่อกับวงจรแปลงผันแบบบัคค์ทั้งทางด้านวงจรอาร์เมเจอร์และวงจรสนาม

1.3.3 การหาค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุน อาศัยวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ ด้วยวิธีการค้นหาแบบตามูเชิงปรับตัว

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์เพื่อประหยัดพลังงาน ต้องมีค่าไม่เกินพิคัดของมอเตอร์

1.4.2 สมการมอเตอร์เป็นสมการอย่างง่าย จะไม่คำนึงถึงสภาวะชั่วครู่ โดยจะพิจารณาเฉพาะสภาวะอยู่ตัวเท่านั้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้องค์ความรู้ทางด้านการประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุน

1.5.2 ได้อุปกรณ์ที่สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระดุนให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด

1.5.3 สามารถนำวิธีทางปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ของสมการกำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น

1.5.4 ได้บทความวิจัย เผยแพร่ระดับชาติ หรือนานาชาติ

1.6 การจัดรูปเล่มรายงานวิจัย

รายงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 9 บท ซึ่งในแต่ละบทได้นำเสนอดังต่อไปนี้

บทที่ 1 เป็นบทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของงานวิจัย รวมทั้งขอบเขตของงานวิจัย

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น และนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สมการพื้นฐานของมอเตอร์ รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับกำลังงานสูญเสียและการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น

บทที่ 3 นำเสนอวิธีการระบุเอกลักษณ์ของสมการกำลังงานสูญเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น ด้วยวิธีการค้นหาแบบตาบอดเชิงปรับตัว ซึ่งเป็นวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์

บทที่ 4 กล่าวถึงการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น โดยใช้วิธีทางคณิตศาสตร์และนำเสนอขั้นตอนการคำนวณ รวมถึงผลการคำนวณด้วยวิธีดังกล่าว

บทที่ 5 อธิบายถึงการประหยัดพลังงานสำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้น โดยใช้วิธีฐานแบบจำลองและนำเสนอในรูปแบบของการคำนวณเชิงตัวเลข

บทที่ 6 กล่าวถึงโครงสร้างฮาร์ดแวร์ของระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้นเพื่อประหยัดพลังงาน รวมถึงอธิบายหลักการทำงาน การออกแบบและเสนอผลการทดสอบในแต่ละวงจร

บทที่ 7 นำเสนอตัวควบคุมแบบฐานกฎ (rule based controller) ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่ใช้ในงานวิจัย และอธิบายหลักการทำงาน การออกแบบ รวมถึงการสร้างตัวควบคุมแบบฐานกฎด้วยบอร์ด dsPIC30F2010

บทที่ 8 กล่าวถึงผลการทดสอบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ้นเพื่อประหยัดพลังงาน

บทที่ 9 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ

ภาคผนวกมีอยู่ด้วยกัน 4 ส่วน คือ ภาคผนวก ก. แสดงรายการบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างการทำวิจัย ภาคผนวก ข. แสดงผลการคำนวณเพื่อหาจุดการทำงานสำหรับการประหยัดพลังงาน ค. แสดงรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ของอุปกรณ์สำหรับวงจรเรียงกระแสหนึ่งเฟส

แบบบริดจ์และวงจรแปลงผันแบบบัคกึ่ง. แสดงรายละเอียดโปรแกรมควบคุมการขับเคลื่อน
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดแยกกระตุ่นบนบอร์ด dsPIC30F2010