หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเบื้องต้น

ในการใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ความต้องการโดยทั่วไป คือ วิธีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่ประหยัด สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ต่อเนื่องแม่นยำ เปลี่ยนความเร็วได้รวดเร็ว มีพิสัยความเร็วตามต้องการและมีเสถียรภาพที่ดีอยู่เป็นเวลานาน

ปัจจุบันในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์กระแสตรงสำหรับงานที่ต้องการปรับความเร็วและใช้มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำกับงานที่ใช้ความเร็วคงที่ เนื่องจากมอเตอร์กระแสตรงมีคุณสมบัติที่เราต้องการทุกอย่าง แต่มีสิ่งหนึ่งที่เป็นข้อเสียคือ คอมมิวเตเตอร์ (commutator) กล่าวคือ คอมมิวเตเตอร์ประดิษฐ์ขึ้นจากชิ้นทองแดงหลายชิ้นคั่นด้วยแผ่นไมกาทำให้การสร้างเต็มไปด้วยความยากลำบากและมีราคาสูง เนื่องจากต้องมีแปรงถ่าน (brushes) ขัดสี อยู่กับคอมมิวเตเตอร์อยู่เสมอและประกายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างแปรงถ่านกับคอมมิวเตอร์ทำให้มีการสึกหรอมากยิ่งขึ้น จึงต้องการการซ่อมบำรุงอยู่เสมอ ทำให้เกิดความยุ่งยากในอุตสาหกรรมที่ใช้มอเตอร์แบบนี้และมีกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถหยุดได้ นอกจากนี้ถ้าติดตั้งมอเตอร์ไว้ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ลำบากก็ทำความยุ่งยากให้กับการซ่อมบำรุง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

เนื่องจากได้มีการพัฒนาอินเวอร์เตอร์ (inverter) โดยใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไธริสเตอร์ ขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในการขับนำมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ ให้สามารถปรับความเร็วได้ [1] - [3] จึงทำให้การใช้มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำเป็นต้นกำลังในงานที่ต้องการปรับความเร็วเป็นที่น่าสนใจยิ่งขึ้น เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำมีข้อดีหลายประการ เช่น ลักษณะโครงสร้างแข็งแรงทนทานและมีลักษณะมิดชิด ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ ส่วนอยู่นิ่ง (stator) ซึ่งเป็นตัวสร้างฟลักซ์แม่เหล็กหมุน (rotating magnetic flux) และส่วนหมุน (rotor) ซึ่งอยู่ภายในจะเป็นตัวให้แรงบิด (torque) ออกมา จากโครงสร้างง่าย ๆ นี้ทำให้มอเตอร์กระแสสลับแบบ

เหนี่ยวนำมีราคาถูกและมีขนาดเล็กกว่ามอเตอร์กระแสตรง เมื่อเปรียบเทียบที่ความเร็วและกำลังม้าเท่ากัน สามารถทำงานได้เป็นเวลายาวนานโดยไม่ต้องการซ่อมบำรุง การบำรุงรักษาง่ายทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และสามารถนำไปใช้งานในบริเวณที่มีฝุ่นละอองมาก ๆ บริเวณที่มีความชื้นสูง ๆ หรือบริเวณที่อาจมีการระเบิดเนื่องจากประกายไฟได้ ซึ่งข้อดีเหล่านี้ประกอบกับการที่มอเตอร์ชนิดนี้มีขนาดและมาตรฐานซึ่งหาซื้อได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่ามอเตอร์กระแสตรง

1.2 <u>การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ</u>

มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำที่นิยมใช้กันมากคือ มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก (squirrel cage induction motor) การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำนี้สามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น

1. การควบคุมความเร็วโดยการปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์โดยที่ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟยังคงเดิม

การปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์นี้จะทำได้ในช่วงแคบ ๆ เท่านั้น เนื่องจากแรงบิดของมอเตอร์จะแปรผันไปตามแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ยกกำลังสอง เมื่อลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ขณะที่มอเตอร์รับภาระอยู่ที่โหลดใด ๆ ก็ตามจะทำให้ความเร็วของมอเตอร์ลดลง ในขณะเดียวกันการลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์เพียงเล็กน้อยอาจทำให้แรงบิดน้อยลงมากจนใช้งานไม่ได้และถ้าเพิ่มแรงดันมากไปจะทำให้มอเตอร์เสียหายได้

2. การควบคุมความเร็วโดยการเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์

ความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำจะแปรตามความถี่ของแหล่งจ่ายไฟและแปรผกผันกับจำนวนขั้วของมอเตอร์ โดยการออกแบบให้ขดลวดของส่วนอยู่นิ่ง (stator) สามารถเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กได้ เช่น เปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กจาก 2 เป็น 4 หรือจาก 4 เป็น 8 เป็นต้น ซึ่งแต่ละแบบของการต่อขดลวดจะให้ความเร็วได้สองความเร็ว อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์จะได้ความเร็วคงที่เป็นช่วง ๆ ซึ่งไม่เหมาะกับลักษณะงานบางอย่างที่ต้องการปรับความเร็วได้ในช่วงกว้าง ๆ และอย่างต่อเนื่อง

3. การควบคุมความเร็วโดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์

การควบคุมความเร็ววิธีนี้ จะต้องเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ค่าคงที่จากแหล่งจ่ายไฟที่มีอยู่ ให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ปรับค่าได้ และเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีในการควบคุมความเร็วจะต้องให้อัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ (V/f ratio) ที่จ่ายให้กับมอเตอร์มีค่าคงที่หรือปรับแต่งเล็กน้อยตามความเหมาะสม จะทำให้มอเตอร์ขับโหลดได้เต็มที่และค่าแรงบิดที่ได้จะคงที่ตลอดช่วงความเร็วที่ปรับค่าไป

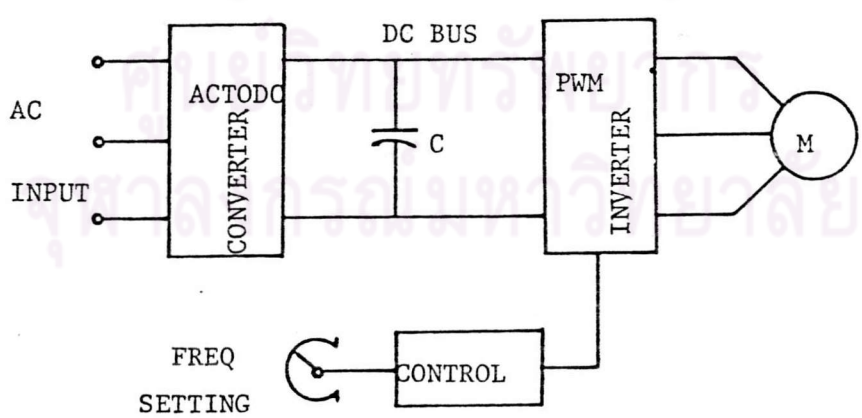
วิทยานิพนธ์นี้ จะกล่าวถึงการออกแบบการสร้างและทดสอบเครื่องขับนำมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำโดยใช้วิธีการควบคุมความเร็วโดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์โดยมีวัตถุประสงค์ขอบเขตการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับดังนี้

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างเครื่องขับนำมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำสามเฟส
2. ศึกษาการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมการขับนำมอเตอร์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เครื่องขับนำมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องขับนำมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ

1. AC TO DC CONVERTER เป็นวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นสามเฟสโดยใช้ไดโอด วงจรเรียงกระแสนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับสามเฟสให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าคงที่เพื่อจ่ายให้วงจรอินเวอร์เตอร์โดยมีตัวเก็บประจุเป็นวงจรกรองคลื่น

2. PWM INVERTER ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับให้กับมอเตอร์ โดยการทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถปรับความถี่และแรงดันไฟฟ้าได้ เป็นอินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์

3. CONTROL ส่วนควบคุมเป็นวงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณในการควบคุมการสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าและความถี่ตามต้องการในการขับนำมอเตอร์ โดยใช้หลักการมอดูเลตแบบความกว้างพัลส์ และรับสัญญาณควบคุมการเลือกความถี่จากภายนอกด้วย ซึ่งวงจรส่วนนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 เป็นตัวควบคุม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นพื้นฐานการศึกษาในการนำทรานซิสเตอร์มาทำเป็นสวิตช์ในวงจรไฟฟ้ากำลัง
2. การประยุกต์นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในงานการควบคุมของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
3. ศึกษาเกี่ยวกับฮาร์มอนิกส์ที่เกิดขึ้น เมื่อใช้วิธีการควบคุมการสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างพัลส์ (PWM) ซึ่งสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์นี้ได้จากการคำนวณโดยวิธีการกำจัดฮาร์มอนิกส์
4. เครื่องขับนำมอเตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมได้
5. เป็นพื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศในการสร้างเครื่องมือขึ้นใช้เอง