หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1. ความเบื้องต้น

มอเตอร์เป็นเครื่องแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลที่มีประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับแหล่งพลังงานอื่น เช่น เครื่องยนต์ดีเซล, เครื่องจักรไอน้ำ เป็นต้น แต่ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ในยุคก่อนที่จะมีอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับเป็นต้นกำลังในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จะใช้มอเตอร์กระแสตรง (direct current motor) สำหรับควบคุมความเร็วในช่วงกว้างและใช้มอเตอร์กระแสสลับ (alternating current motor) กับงานที่ใช้ความเร็วคงที่ แต่ในการใช้งานมอเตอร์กระแสตรงก็มีข้อเสียหลายประการเมื่อเทียบกับมอเตอร์กระแสสลับ เช่น มีราคาสูง, ขนาดใหญ่และยังต้องการการบำรุงรักษามากกว่ามอเตอร์กระแสสลับเนื่องจากการขัดสีระหว่างแปรงถ่านกับคอมมิวเตเตอร์ จึงต้องการการบำรุงรักษาเสมอ ทำให้เกิดความยุ่งยากโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถหยุดได้

หลังจากได้มีการนำเอาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง มาใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (induction motor) ทำให้สามารถควบคุมความเร็วได้ในช่วงกว้าง นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มสมรรถนะในการควบคุมอย่างมาก เช่น สามารถปรับอัตราการเพิ่มและลดความเร็วของมอเตอร์ได้และควบคุมความเร็วได้อย่างแม่นยำ เป็นต้น จึงทำให้การใช้มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำเป็นต้นกำลังในงานที่ต้องการปรับความเร็วเป็นที่น่าสนใจยิ่งขึ้น เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำมีข้อดีหลายประการ เช่น ลักษณะโครงสร้างแข็งแรงทนทานและมีลักษณะมิดชิดซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ ตัวอยู่นิ่ง (stator) ซึ่งเป็นตัวสร้างฟลักซ์แม่เหล็กหมุน (rotating magnatic flux) และ ตัวหมุน (rotor) ซึ่งอยู่ภายในและเป็นตัวให้แรงบิด (torque) ออกมา จากโครงสร้างง่ายๆนี้ทำให้มอเตอร์กระแสสลับเหนี่ยวนำมีราคาถูกการบำรุงรักษาน้อย และมีขนาดเล็กกว่ามอเตอร์กระแสตรงเมื่อเปรียบเทียบที่ขนาดกำลังม้าเท่ากันและสามารถนำไปใช้งานในที่มีฝุ่นละอองมาก หรือบริเวณที่อาจเกิดระเบิดเนื่องจากประกายไฟได้ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่ามอเตอร์กระแสตรง ในปัจจุบันอินเวอร์เตอร์มีราคาแพงกว่ามอเตอร์หลายเท่าแต่เมื่อพิจารณาในด้าน

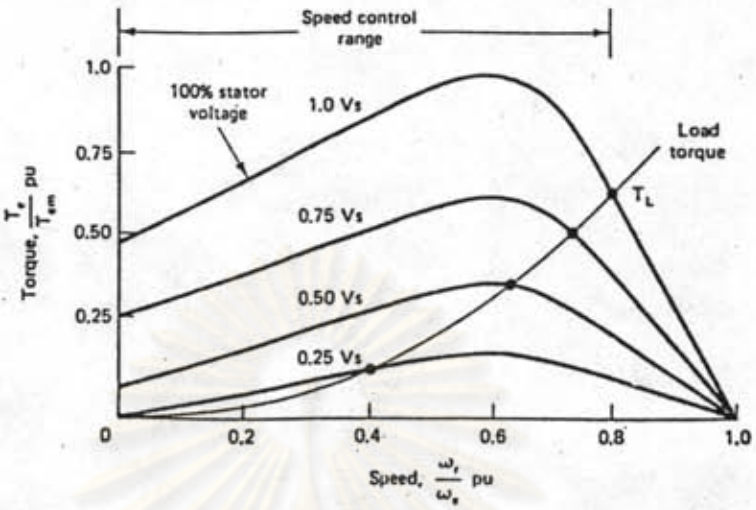
การประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตและสมรรถนะในการควบคุมความเร็วพอจะกล่าวได้ว่า อินเวอร์เตอร์เหมาะสมกับการนำมาควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นอย่างมาก

## 2. การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ

มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำที่นิยมใช้กันมากคือ มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก(squirrel cage induction motor) การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำนี้สามารถทำได้หลายวิธี อาทิ เช่น

2.1 การควบคุมความเร็วโดยการเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กมอเตอร์ เนื่องจากความเร็วมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ แปรตามความถี่ของแหล่งจ่ายไฟและแปรผกผันกับจำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ดังนั้นการออกแบบให้ขดลวดของตัวอยู่นิ่ง (stator) สามารถเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กได้ เช่น เปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กจาก 2 เป็น 4 หรือจาก 4 เป็น 8 เป็นต้น ซึ่งแต่ละแบบของการต่อจะให้ความเร็วได้สองความเร็ว อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ จะได้ความเร็วเป็นช่วงๆ ซึ่งไม่เหมาะกับลักษณะงานบางอย่างที่ต้องการปรับความเร็วในช่วงกว้าง และอย่างต่อเนื่อง

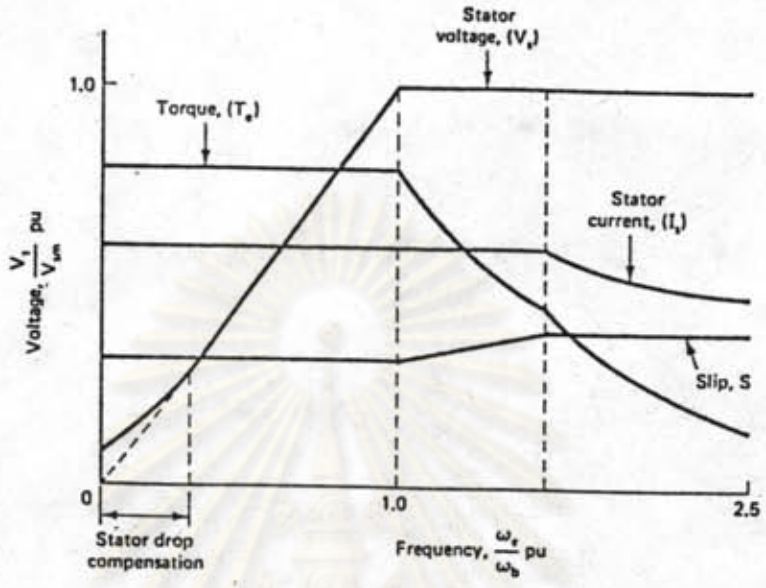
2.2 การควบคุมความเร็วโดยการปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ โดยความถี่ของแหล่งจ่ายไฟยังคงเดิม การปรับความเร็วมอเตอร์ทำได้ด้วยการเปลี่ยนขนาดแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์ โดยให้ความถี่คงที่ ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่นการควบคุมเฟส(phase control) หรือต่อผ่านหม้อแปลง (autotransformer) การปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์นี้จะทำได้ในช่วงแคบๆเท่านั้น เนื่องจาก แรงบิดของมอเตอร์จะแปรผันตามแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ยกกำลังสอง เมื่อลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ขณะที่มอเตอร์รับภาระอยู่ที่โหลดใดๆจะทำให้ความเร็วของมอเตอร์ลดลง ในขณะเดียวกันการลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้แรงบิดน้อยลงมากจนน้อยกว่าแรงบิดของโหลดได้ สำหรับการควบคุมแรงดันนี้เป็นวิธีที่ง่าย และมีราคาถูก แต่ระบบจะมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากที่ความเร็วต่ำ จะมีสลิป(slip)สูง ทำให้เปอร์เซ็นต์ของกำลังสูญเสียในตัวอยู่นิ่งเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วกำลังสูญเสียในตัวอยู่นิ่งจะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกระแสในตัวอยู่นิ่งเมื่อสลิปเพิ่มขึ้น สำหรับการควบคุมแรงดันนี้จะเหมาะกับมอเตอร์ที่มีสลิปสูง เนื่องจากทำให้สามารถควบคุมความเร็วได้ในช่วงกว้างกว่ากรณีของมอเตอร์สลิปต่ำ แต่ก็จะทำให้มีกำลังสูญเสียเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (BK.Bose,1987) สำหรับการควบคุมแบบนี้เหมาะสำหรับภาระโหลดแบบพัดลมที่มีแรงบิดแปรตามความเร็วกำลังสอง



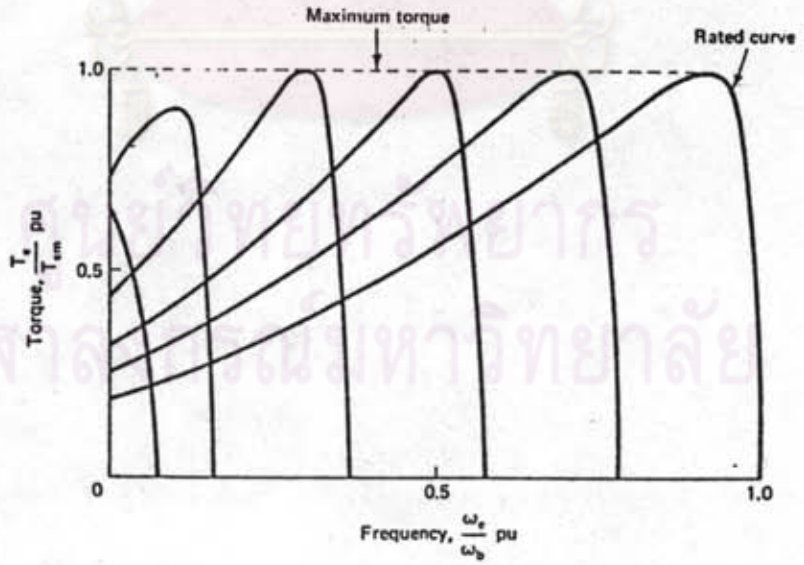

ภาพที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของมอเตอร์กับความเร็วรอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ โดยแสดงในปริมาณสัมพัทธ์

2.3 การควบคุมความเร็วโดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ การควบคุมความเร็ววิธีนี้จะต้องเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ค่าคงที่จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีอยู่ ให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่ปรับค่าได้และเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีในการควบคุมความเร็วจึงต้องให้อัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่(V/f ratio) ที่จ่ายให้กับมอเตอร์มีค่าคงที่ หรือปรับตัวเล็กน้อยตามความเหมาะสม เพื่อที่จะรักษาให้แรงบิดคงที่ตลอดย่านการใช้งานดังภาพที่ 1.2 ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนความถี่อย่างเดียวจะทำให้ฟลักซ์ของมอเตอร์เปลี่ยนไป เนื่องจากการเปลี่ยนของกระแสสร้างฟลักซ์ (magnetizing current) อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนของรีแอกแตนซ์ร่วม (magnetizing reactance) เพื่อที่จะรักษาให้แรงบิดสูงสุดคงที่ตลอดย่านการใช้งาน จะต้องรักษาอัตราส่วนของแรงดันออกต่อความถี่ให้คงที่ แต่ในย่านความถี่ต่ำการรักษาให้ V/f คงที่ คงจะไม่เป็นการเพียงพอที่จะทำให้แรงบิดสูงสุดมีค่าคงที่ดังภาพที่ 1.3 ทั้งนี้เพราะที่ความถี่ต่ำกระแสสร้างฟลักซ์ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับรีแอกแตนซ์ร่วมอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับความต้านทานของตัวอยู่นิ่ง (stator resistance) ด้วย ดังนั้นจึงต้องเพิ่มแรงดันแรงดันที่จ่ายให้กับตัวอยู่นิ่ง เพื่อชดเชยแรงดันตกคร่อมความต้านทานของตัวอยู่นิ่ง ทำให้การเปลี่ยนแปลงแรงดันต่อความถี่เป็นไปตามเส้นทึบของภาพที่ 1.2 แทนการเปลี่ยนแปลงตามเส้นประซึ่งเป็นกรณีที่ V/f คงที่ อย่างไรก็ตามการควบคุมดังกล่าว ก็เป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในสถานะอยู่ตัว (steady state) (Werner Leonhard, 1985) ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้กับงานที่ไม่ต้องการผลตอบสนอง

ความเร็วที่ไวมาก เช่น ปั๊ม หรือ พัดลม




ภาพที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน ($V_s$),แรงบิด ($T_e$),กระแสตัวอยู่นิ่ง ($I_s$), และสลิป (S) กับความเร็วรอบของมอเตอร์




ภาพที่ 1.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด ($T_e$) กับความเร็ว ($\omega_r$) เมื่อมีการปรับอัตราส่วนของแรงดัน กับความถี่ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ให้มีค่าคงที่

2.4 การควบคุมความเร็วโดยการปรับค่ากระแสและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟให้กับมอเตอร์สำหรับการควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยการควบคุมกระแสนั้นจะเป็นการควบคุมแรงบิดให้คงที่ตลอดย่านการใช้งาน ในภาวะชั่วครู่ (transient) จึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการผลตอบสนองของความเร็วที่ไว นอกจากนั้นยังลดผลของความต้านทานด้านตัวอยู่นิ่ง (stator resistance) ทำให้สามารถควบคุมความเร็วได้ดียิ่งขึ้นที่ความถี่ต่ำ เมื่อเทียบกับกรณีของการควบคุมแรงดัน

3. <u>ประโยชน์จากการใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วมอเตอร์</u> (ยุทธนา กุลวิทิต และคณะ, 2530 ; เกษียร สุชีโมกข์, 2533)

จุดเด่นประการสำคัญของระบบขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสสลับด้วยอินเวอร์เตอร์ ก็คือสามารถควบคุมความถี่ด้านออกด้วยสัญญาณไฟฟ้า นอกจากนี้การใช้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำในขบวนการผลิตก็มีข้อดีหลายประการดังนี้

3.1 ปราศจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วเป็นขั้นๆ(stepless speed change) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความถี่ด้านออกของอินเวอร์เตอร์เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

3.2 เริ่มเดินเครื่องและหยุดอย่างนิ่มนวล (soft start and soft stop) อินเวอร์เตอร์สามารถเพิ่มและลดความถี่ด้านออกได้อย่างช้าๆ จากความถี่ต่ำจนถึงความถี่สูง หรือจากความถี่สูงมายังความถี่ต่ำ ดังนั้นจึงไม่เกิดการกระชากของความเร็วซึ่งเหมาะสำหรับใช้ลำเลียงวัตถุที่ต้องระวังไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วทันที

3.3 ความเร็วของมอเตอร์สามารถลดลงได้ โดยการควบคุมอินเวอร์เตอร์ให้ลดความถี่ จะทำให้มอเตอร์ลดความเร็วลงโดยอิสระจากโหลดและสามารถใช้อินเวอร์เตอร์ทำการเบรกแบบพลวัต (dynamic braking) หรือทำการเบรกโดยสามารถคืนพลังงานกลับสู่แหล่งจ่าย (regenerative braking) ได้เมื่อใช้วงจรเรียงกระแสแบบสวิตชิง (switch mode rectifier)

3.4 เริ่มเดินเครื่องด้วยค่าแรงบิดสูงสุด ดังนั้นสามารถเริ่มเดินเครื่องที่โหลดต้องการแรงบิดสูงๆได้ โดยไม่ทำให้กระแสกระชากเกินค่าที่ตั้งไว้ทำให้ระบบจ่ายพลังงานที่ใช้อินเวอร์เตอร์มีขนาดเล็กกว่าระบบที่เริ่มเดินเครื่องโดยตรง (direct on line start) เนื่องจากมอเตอร์เหนี่ยวนำ ขณะเริ่มเดินเครื่องโดยตรงจะกินกระแสประมาณ 5 ถึง 6 เท่า

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของกระแสนิกัด ดังนั้นระบบจ่ายไฟต้องมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับระบบที่ใช้อินเวอร์เตอร์

3.5 ทำงานในสภาวะที่เลวร้ายได้ มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ขับเคลื่อนด้วยอินเวอร์เตอร์ สามารถทนสภาพแวดล้อมได้ดีเท่ามอเตอร์เหนี่ยวนำที่ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรงโดยตัว อินเวอร์เตอร์อาจตั้งอยู่ในห้องควบคุมที่มีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมได้

3.6 สามารถประหยัดพลังงานได้ เมื่อใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมอัตราการไหล (flow rate) ของของไหล เมื่อเทียบกับการควบคุมอัตราการไหลโดยการปรับที่วาล์ว เพราะพลังงานสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของวาล์วกับของไหล

3.7 สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์หลายตัว ซึ่งต้องการการขับเคลื่อนที่เชื่อมโยงกันหรือแม้แต่การชิงโครไนซ์อย่างแม่นยำ ไม่ว่ามอเตอร์แต่ละตัวจะมีความเร็วเท่ากันหรือต่างทำงานที่แต่ละความเร็วก็ตาม ทั้งนี้โดยการควบคุมความเร็วด้วยสัญญาณไฟฟ้าจากวงจรภายนอกอีกทีหนึ่ง ตัวอย่างได้แก่ สายงานการบรรจุหีบห่อ เป็นต้น

4. <u>ชนิดของอินเวอร์เตอร์</u> (BK.Bose,1987; ยุทธนา กุลวิทิตและคณะ,2530)

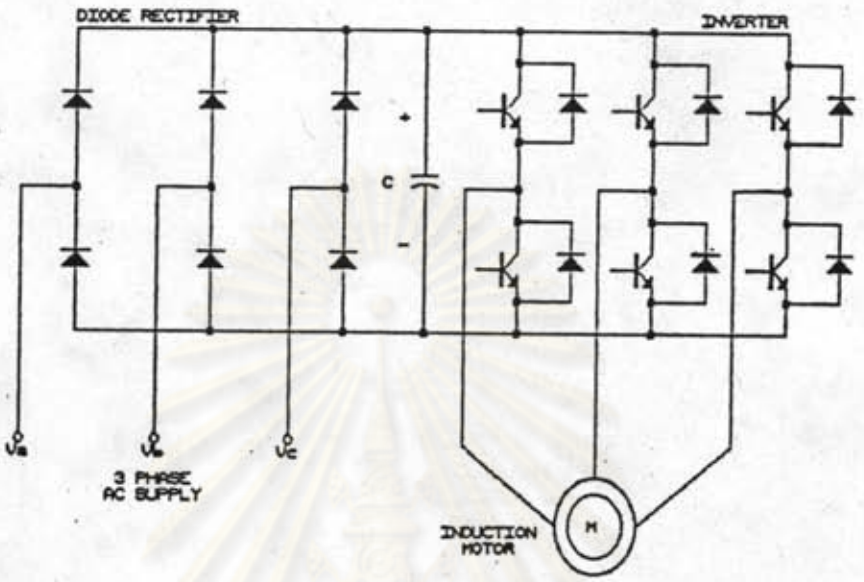
อินเวอร์เตอร์สามารถจำแนกตามชนิดของแหล่งจ่ายกำลังได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

4.1 <u>อินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งแรงดัน (voltage fed inverter)</u>

สาเหตุที่เรียกอินเวอร์เตอร์แบบนี้ว่าเป็นอินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งแรงดัน ก็เนื่องจากมีตัวเก็บประจุ (capacitor) เป็นตัวกรองแรงดันจากวงจรเรียงกระแส (rectifier) ดังภาพที่ 1.4 ทำให้แรงดันด้านเข้าของอินเวอร์เตอร์มีค่าคงที่ และแรงดันด้านออกของอินเวอร์เตอร์ไม่ขึ้นอยู่กับโหลด

ข้อดีของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งแรงดันคือ สามารถควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ได้โดยการควบคุมอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ของมอเตอร์ทำให้แรงบิดตอนเริ่มเดินเครื่องมีค่าสูง การควบคุมก็ไม่สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการป้อนกลับ หรือถ้าระบบป้อนกลับเกิดขัดข้องก็ไม่เป็นอันตรายต่อระบบ เพียงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของความเร็วเท่านั้น นอกจากนี้การควบคุมมอเตอร์หลายตัวโดยใช้อินเวอร์เตอร์ตัวเดียวก็สามารถทำได้ง่าย อย่างไรก็ตามหากเกิดความผิดพลาดในการควบคุมสวิตช์ ก็จะทำให้เกิดปัญหาการลัดวงจร

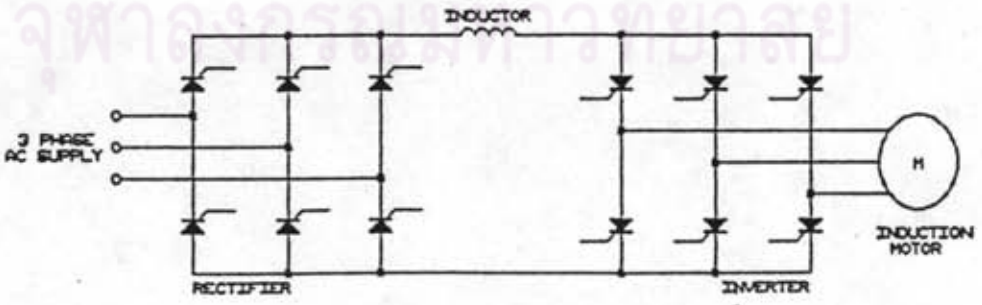
(shoot through) ซึ่งอาจทำให้วงจรกำลังหรือในบางครั้งวงจรควบคุมเสียหายได้




ภาพที่ 1.4 ลักษณะโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งแรงดัน

## 4.2 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งกระแส (current fed inverter)

อินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งกระแสจะประกอบด้วย วงจรเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส (controlled rectifier) และตัวเหนี่ยวนำ (inductor) เป็นตัวกรอง ดังภาพที่ 1.5




ภาพที่ 1.5 ลักษณะโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งกระแส

สำหรับวงจรเรียงกระแสและตัวเหนี่ยวนำจะทำหน้าที่เป็นแหล่งกระแสที่สามารถแปรค่าได้ เพื่อจ่ายให้อินเวอร์เตอร์ โดยที่อินเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสเข้าสู่มอเตอร์ เพื่อทำให้เกิดเป็นรูปคลื่นของกระแสสามเฟสที่สามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า อินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งกระแสจะไม่มีปัญหากระแสเกิน (over current) หรือการลัดวงจร (shoot through) ดังเช่นในอินเวอร์เตอร์แหล่งแรงดัน นอกจากนั้นยังสามารถทำงานได้ทั้งสี่ควอแดรนต์โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์ สำหรับข้อเสียของอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งกระแสก็คือ การควบคุมนั้นสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อมีการป้อนกลับเท่านั้น นอกจากนั้นตัวกรองที่เป็นตัวเหนี่ยวนำก็มีขนาดใหญ่และหนัก ยิ่งไปกว่านั้นทางด้านเข้าจะเป็นวงจรเรียงกระแสแบบควบคุมทำให้มีตัวประกอบกำลังของระบบมีค่าต่ำเมื่อโหลดน้อยๆ

5. <u>วัตถุประสงค์ของงานวิจัย</u>

เพื่อศึกษาสร้างและทดสอบอินเวอร์เตอร์ สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำที่สามารถควบคุมกระแสด้านออกด้วยวิธีการป้อนกลับกระแส และสามารถแปรความถี่ได้โดยมีขนาดของกระแสเป็นอัตราส่วนกับโหลดทางกล

6. <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

6.1 อินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 1.5 กิโลวัตต์ และมีสองคู่ขั้ว โดยสามารถปรับและคุมค่าความเร็วรอบตั้งแต่ 150 รอบต่อนาที ถึง 1420 รอบต่อนาที และสามารถหมุนได้สองทิศทาง

6.2 สามารถคุมค่ากระแสของอินเวอร์เตอร์ ให้เป็นฟังก์ชันที่เหมาะสมของโหลดทางกลเพื่อให้ฟลักซ์แม่เหล็กในช่องอากาศมีค่าเกือบคงที่

6.3 สามารถคงค่าความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำได้โดยมีค่าผิดพลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์

6.4 ออกแบบให้ใช้งานเกินพิกัดได้เป็น 150 เปอร์เซ็นต์ของค่าพิกัด

6.5 สามารถจ่ายพลังงานคืนกลับสู่แหล่งจ่ายไฟได้ ในกรณีที่มีการเบรกมอเตอร์

6.6 ตัวประกอบกำลังของวงจรมีค่าใกล้เคียงหนึ่งและกระแสทางด้านเข้ามีรูปร่างใกล้เคียงไซน์

7. ขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการ

7.1 ศึกษาข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

7.2 ออกแบบวงจรในแต่ละส่วน

7.3 สร้างและทดสอบอุปกรณ์ในแต่ละส่วน

7.4 ปรับปรุงแก้ไขวงจรที่บกพร่อง

7.5 นำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน

7.6 ประเมินผลและสรุปผลรายงาน

7.7 เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

8. ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

8.1 เป็นการนำทฤษฎีการป้อนกลับกระแสมาสร้างสัญญาณ PWM ที่สามารถคงค่าความเร็วรอบได้ โดยมีขนาดของกระแสเป็นฟังก์ชันที่เหมาะสมของโหลดทางกล

8.2 ได้อินเวอร์เตอร์ที่สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 1.5 กิโลวัตต์

8.3 เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิธีการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำ

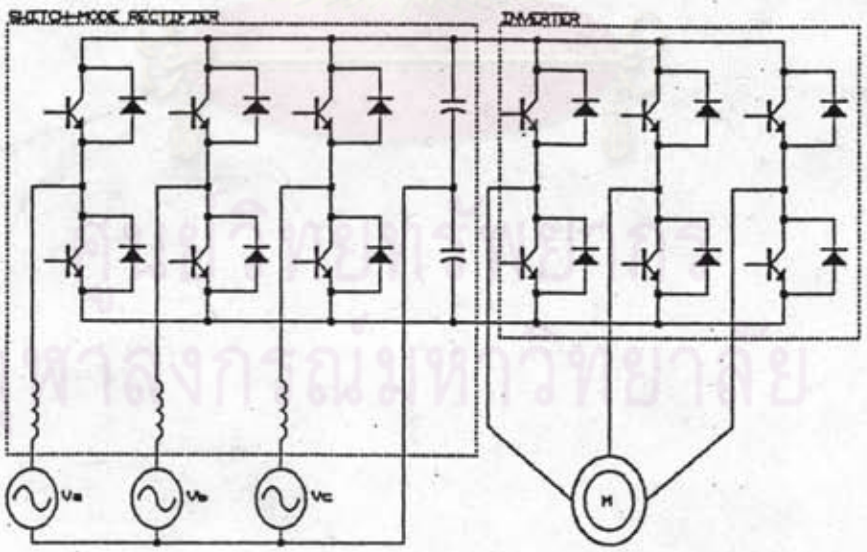
8.4 ได้ฝึกทักษะในการออกแบบ สร้างและทดสอบวงจร

9. ข้อกำหนดในการออกแบบ

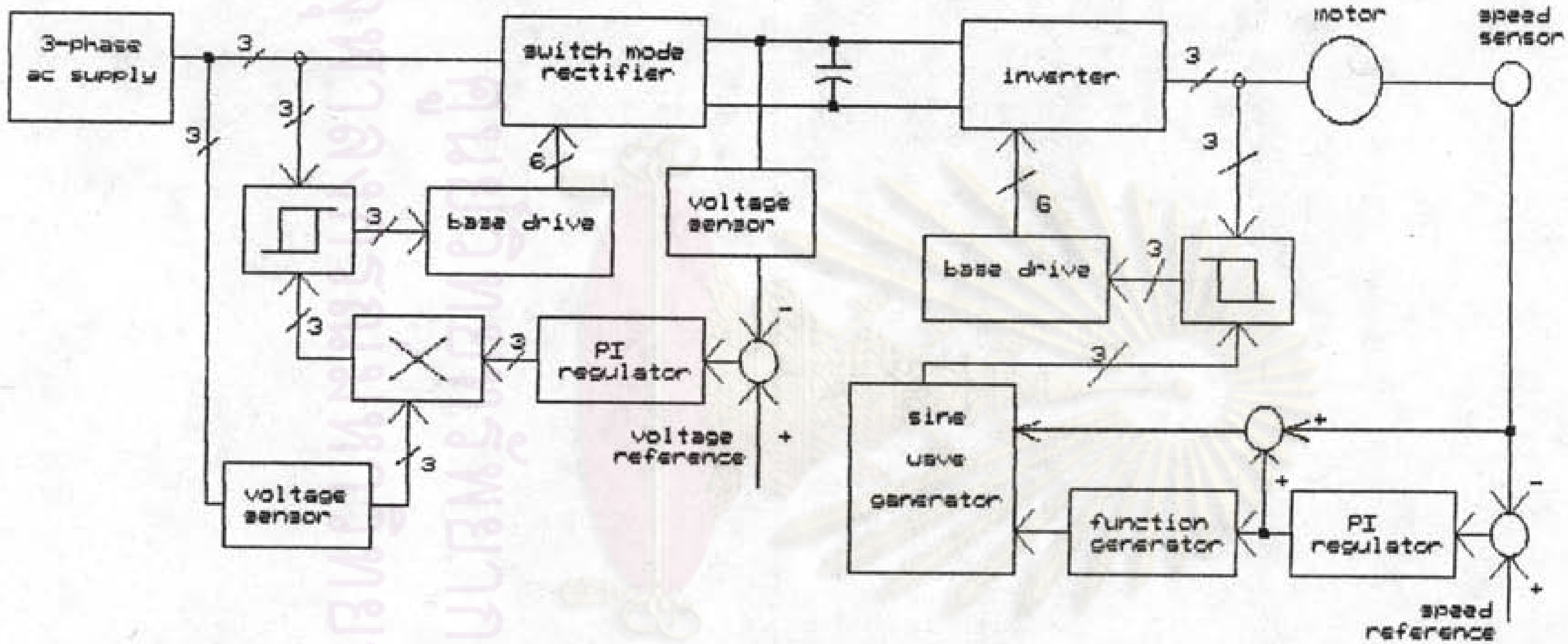
สำหรับการออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ มีข้อกำหนดซึ่งจะเป็นสิ่งสำคัญในการคำนวณหาอุปกรณ์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับวงจรภาคกำลัง ข้อกำหนดในการออกแบบดังแสดงในตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2 แสดงคุณสมบัติของมอเตอร์

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้อินเวอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งแรงดัน เนื่องจากต้องการผลตอบทางด้านพลวัตที่ไว โดยวงจรทางด้านเข้าจะเป็นวงจรเรียงกระแสแบบสวิตชิง (switch mode retifier) เพื่อให้ตัวประกอบกำลังมีค่าใกล้เคียงหนึ่งและสามารถคืนพลังงานกลับสู่แหล่งจ่ายไฟได้ โดยลักษณะโครงสร้างของวงจรกำลังดังแสดงในภาพที่ 1.6 และบล็อกไดอะแกรมของวงจรอินเวอร์เตอร์แสดงในภาพที่ 1.7

จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของวงจรเรียงกระแสจะเป็นแบบครึ่งบริดจ์ (half bridge) ส่วนโครงสร้างของวงจรอินเวอร์เตอร์เป็นแบบบริดจ์ โดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรเนื่องจากความถี่การสวิตช์มีค่าไม่สูงนัก ประกอบกับทรานซิสเตอร์มีค่าพิกัดแรงดันที่สูงและมีราคาถูกหาซื้อได้ง่าย




ภาพที่ 1.6 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดัน
ที่มีวงจรทางด้านเข้าเป็นวงจรเรียงกระแสแบบสวิตชิง




ภาพที่ 1.7 บล็อกไดอะแกรมของวงจรอินเวอร์เตอร์

ตารางที่ 1.1 ข้อกำหนดในการออกแบบอินเวอร์เตอร์

| รายการ (item) | | ข้อกำหนด (specification) |
|---|---|---|
| พิกัด (rating) | ขนาด(capacity) (kW) (kVA) | 1.5 2.3 |
| ด้านเข้า (input) | power factor | > 0.9 |
| | แรงดันด้านเข้า (V) | 3-phase AC 380 V |
| | ความถี่ด้านเข้า (Hz) | 50 |
| ข้อกำหนดในการควบคุม | แรงดันด้านออก (V) | 3-phase AC 380 V |
| | ความถี่ด้านออก (Hz) | 5 - 50 |
| | ระบบควบคุม | Sinusoidal current wave PWM Voltage-fed constsnt maximum torque control |
| | อัตราการเร่งจากความเร็วต่ำสุด(วินาที) | 0.5 - 10 |
| | อัตราการชลอจากความเร็วสูงสุด(วินาที) | 0.5 - 10 |
| ประสิทธิภาพที่ภาวะโหลดเต็ม | เปอร์เซ็นต์ (%) | > 80 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.2 คุณสมบัติของมอเตอร์

| ข้อกำหนด (item) | ปริมาณ |
|---|---|
| ขนาด (capacity)<br>(kW)<br>(hp) | <br>1.5<br>2 |
| ความถี่ (Hz) | 50 |
| แรงดัน (V) | 380/220 |
| กระแส (A) | 3.6/6.2 |
| ความเร็วรอบ (rpm) | 1420 |
| class | C |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย