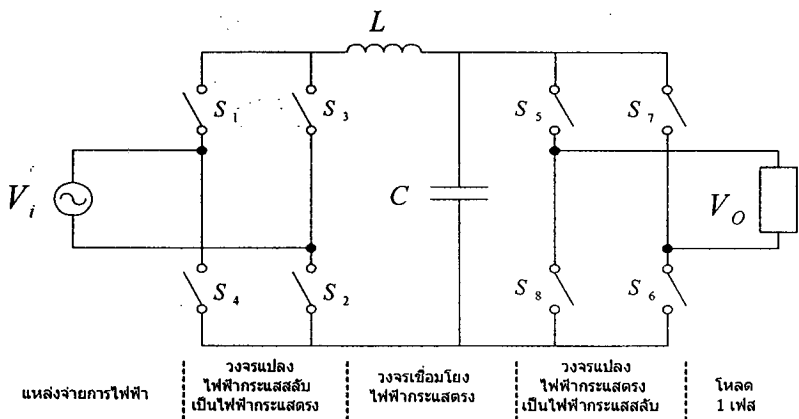


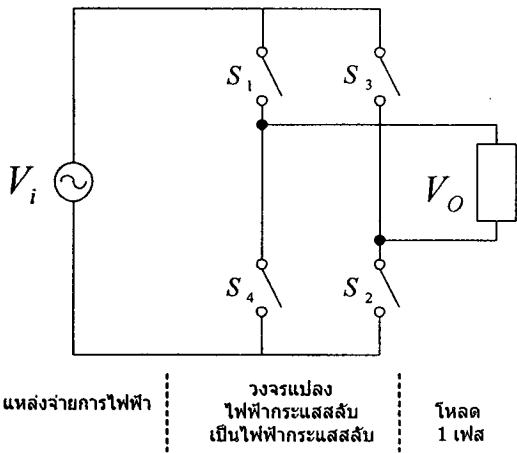
บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการประยุกต์ใช้งานของวงจรคอนเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเอาต์พุตที่สามารถปรับได้ทั้งความถี่และแรงดันไฟฟ้าเพื่อทำการจ่ายโหลดสามารถกระทำได้โดยใช้วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและแปลงไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับหรือวงจรเอช-ดีซี-เอช คอนเวอร์เตอร์ซึ่งเป็นรูปแบบทั่วไป ซึ่งยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แสดงได้ดังรูปที่ 1.1 (ก)



(ก) วงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเกาท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป



(ข) วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอในงานวิจัย

รูปที่ 1.1 วงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเกาท์และวงจรคอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอในงานวิจัย

จากรูปที่ 1.1 (ก) เป็นวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเก่า มีส่วนประกอบหลักอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน กล่าวคือ ส่วนที่หนึ่งจะเป็นวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (AC-DC) และส่วนที่สองจะเป็นวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC-AC) ที่สามารถปรับได้ทั้งขนาดแรงดันไฟฟ้าและความถี่ ซึ่งในระหว่างวงจรส่วนที่หนึ่งและสองนั้นจะพบว่าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้นในส่วนนี้จึงจำเป็นต้องใช้ส่วนเชื่อมโยงที่เรียกว่า วงจรเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรงหรือส่วนดีซีลิงค์ (DC-Link) ซึ่งประกอบด้วย ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ จากลักษณะโครงสร้างของวงจรในแบบเก่านี พบว่ามีการแปลงพลังงานไฟฟ้าถึง 2 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการแปลงพลังงานไฟฟ้าจะเกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าขึ้นในวงจรของแต่ละขั้นตอนการแปลงพลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าถึง 2 ขั้นตอนในการแปลงพลังงานไฟฟ้า นอกจากนั้นยังพบว่าในส่วนของวงจรเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรงหรือส่วนดีซีลิงค์ (DC-Link) มีปัญหาในการใช้งานอยู่บางประการ คือ ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำที่ใช้มีขนาดใหญ่ ทำให้ขนาดและน้ำหนักของวงจรคอนเวอร์เตอร์มาก อีกทั้งในกรณีที่มีการคืนพลังงานไฟฟ้าจากด้านโหลดเพื่อป้อนกลับเข้าไปยังแหล่งจ่ายการไฟฟ้าในปริมาณครั้งละมากๆ ไม่สามารถกระทำได้ เพราะเกิดการสะสมพลังงานไฟฟ้าจากด้านโหลดเพื่อมาเก็บไว้ที่ตัวเก็บประจุในรูปของแรงดันไฟฟ้าในปริมาณไม่มากนักแต่จะมีปริมาณที่จำกัดอยู่เพียงระดับหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากตัวเก็บประจุมีพิกัดของแรงดันไฟฟ้าที่จำกัดอยู่เพียงค่าเดียวทำให้การคืนพลังงานไฟฟ้าจากด้านโหลดไปยังด้านแหล่งจ่ายการไฟฟ้าไม่สามารถกระทำได้ในปริมาณมากๆ นอกจากนั้นตัวเก็บประจุดังกล่าวยังมีปัญหาเรื่องของการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมอยู่ด้วย เพราะต้องทำการคายประจุที่เก็บสะสมออกไปเพื่อพยายามรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ภายในค่าพิกัดของตัวเก็บประจุ ซึ่งในทุกครั้งที่กระทำการปลดคาย (Discharge) พลังงานไฟฟ้าส่วนเกินนี้ทิ้งด้วยวิธีการต่างๆ เป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปโดยเสียประโยชน์

ด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวความคิดที่จะกำจัดข้อเสียเหล่านี้โดยใช้วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่ทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้ส่วนเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรงอีกทั้งเป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าเพียงขั้นตอนเดียวทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในวงจรเพียงขั้นตอนเดียวซึ่งจะดีกว่าวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเก่า ลักษณะคลื่นเอาต์พุตของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบใหม่ที่น่าเสนอนั้นยังคงเหมือนกับวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเก่าและยังสามารถทำการปรับได้ทั้งขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความถี่เพื่อจ่ายให้กับโหลดโดยตรง โดยอาศัยอุปกรณ์สวิตช์กำลังที่ทำการ On-Off ด้วยสัญญาณพัลส์(สัญญาณพัลส์ที่ใช้เรียกว่า สัญญาณพัลส์บิตวีดมอดูเลชัน : Pulse Width Modulation : PWM) ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์สวิตช์กำลังเพื่อทำหน้าที่ตัดต่อให้ได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีคลื่นเอาต์พุตในลักษณะตามความต้องการได้ โดยเรียกว่า วงจรเอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ (AC-AC Matrix Converter) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 1.1 (ข) อุปกรณ์สวิตช์กำลังที่นำมาใช้ในวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบนี้จะมีคุณสมบัติและลักษณะการทำงานแบบให้กระแสไหลได้ทั้งสองทิศทางเรียกว่า อุปกรณ์สวิตช์กำลังสองทิศทาง(Bidirectional Switch) ซึ่งจะนำมาต่อเชื่อมกันในลักษณะของเมตริกซ์ วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์แบบใหม่ที่น่าเสนอยังคงมีคุณสมบัติต่างๆ เหมือนกับวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป แต่จะมีข้อได้เปรียบที่ไม่มีส่วนวงจรเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรง (DC-Link) รวมทั้งในกรณีนี้ยังสามารถให้การไหลของพลังงานไฟฟ้าระหว่าง

แหล่งจ่ายกับโหลดเป็นไปอย่างสะดวก และไม่เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าขึ้น ซึ่งจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อศึกษาการทำงานและทำการสร้างวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส เครื่องต้นแบบได้

2.2 เพื่อนำวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น ไปทดสอบกับโหลดแบบพาสซีฟและมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสขนาด 1 kW ได้

2.3 เพื่อทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสได้

2.4 เพื่อทำการทดสอบและวิเคราะห์คุณลักษณะของวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสที่ได้ทำการทดสอบกับโหลดแบบพาสซีฟขนาด 1 kW ได้

3. ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อทำการศึกษา วิเคราะห์หลักการทำงานของวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ พร้อมทำการออกแบบและสร้างวงจร เอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์เครื่องต้นแบบที่รับแรงดันไฟฟ้าอินพุตจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้า 1-เฟส ขนาดแรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรท์ ได้ และสามารถทำการทดสอบกับโหลดแบบพาสซีฟขนาด 1 kW เพื่อศึกษาคุณลักษณะต่างๆ ของวงจรเอซี-เอซี เมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสเครื่องต้นแบบนี้

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

4.1 สามารถทำการลดขั้นตอนในการแปลงพลังงานไฟฟ้าของวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเก่าที่มีการแปลงพลังงานไฟฟ้า 2 ขั้นตอน คือ แปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและแปลงจากไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับให้เหลือเพียงขั้นตอนเดียว คือ จากไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรง

4.2 สามารถกำจัดส่วนวงจรเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรงหรือส่วนวงจรดีซีลิงก์ (DC-Link) ซึ่งประกอบด้วย ตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ ที่มีขนาดใหญ่ในส่วนวงจรเชื่อมโยงไฟฟ้ากระแสตรงออกไป

4.3 สามารถลดจำนวนอุปกรณ์สวิตช์กำลังที่ใช้ทำหน้าที่ตัดต่อในวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเก่าที่ใช้ทั้งหมด 8 ชุด ให้ลดลงเหลือเพียง 4 ชุด ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนของอุปกรณ์ลง

4.4 ข้อมูลและความรู้ต่างๆที่ได้จากการวิจัยนี้จะสามารถเผยแพร่เป็นข้อมูลและความรู้ให้กับหน่วยงานด้านอุตสาหกรรม และบริษัทที่มีการนำเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น ด้านการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ เป็นต้น

4.5 สามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปตีพิมพ์เผยแพร่ได้

5. ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

5.1 เริ่มต้นจากดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ โดยทำการพิจารณาแยกโหมดการทำงานออกเป็นในแต่ละโหมดการทำงาน

5.2 ดำเนินการออกแบบลักษณะสัญญาณพีดับบลิวเอ็มที่จะใช้กับวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ โดยกำหนดเงื่อนไขของสัญญาณพีดับบลิวเอ็มให้มีจำนวนพัลส์ ความถี่ และอัตราการมอดต่างๆ

5.3 ดำเนินการศึกษาคูณลักษณะของคลื่นแรงดันและกระแสเอาต์พุตของวงจร โดยพิจารณาที่เงื่อนไขของสัญญาณพีดับบลิวเอ็มที่มี จำนวนพัลส์ ความถี่ และอัตราการมอดต่างๆ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้วดำเนินการทดสอบกับโหลดขนาด 100W, 200W, 300W, 400W และ 500W

5.4 ดำเนินการสร้างสัญญาณพีดับบลิวเอ็มตามที่ได้ออกแบบไว้และจากการใช้โปรแกรมการจำลองวงจรไฟฟ้า โดยดำเนินการสร้างสัญญาณพีดับบลิวเอ็มตามเงื่อนไขของจำนวนพัลส์ ความถี่ และอัตราการมอดต่างๆ ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้ว เพื่อใช้เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สวิตช์กำลังต่อไป

5.5 ดำเนินการออกแบบส่วนวงจรที่ใช้ในการขับนำอุปกรณ์สวิตช์กำลัง พร้อมกับสร้างส่วนอุปกรณ์สวิตช์กำลังในวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ทั้งหมด พร้อมทำการทดสอบการทำงานของวงจรทั้งระบบ คือ ทำการจ่ายสัญญาณพีดับบลิวเอ็มไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สวิตช์กำลังให้เป็นไปตามหลักการทำงานที่ถูกต้อง เพื่อเตรียมการทดสอบกับโหลดต่างๆ ต่อไป

5.6 ดำเนินการทดสอบวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์เครื่องต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นกับโหลด R และ RL เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองวงจรโดยใช้โปรแกรม Orcad/Pspice เพื่อยืนยันความถูกต้อง (พร้อมทั้งทำการแก้ไขถ้าเกิดปัญหา)

5.7 ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะของคลื่นแรงดันและกระแสเอาต์พุตที่พีดับบลิวเอ็มของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ ที่เงื่อนไขของสัญญาณพีดับบลิวเอ็มที่จำนวนพัลส์ ความถี่ และอัตราการมอดต่างๆ

5.8 สุดท้ายดำเนินการสรุปผลการทดสอบ และดำเนินการเขียนรายงานการวิจัยเสนอทางมหาวิทยาลัย

6. นิยามศัพท์

AC to AC Converter = วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าด้านออกได้ มีทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส

Matrix Converter = วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าด้านออกได้ โดยที่การต่อของสวิตช์ในวงจรมีลักษณะการต่อแบบเมตริกซ์ มีทั้งแบบ 1 เฟส และ 3 เฟส