หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำมีความก้าวหน้าไปมาก ทำให้มนุษย์สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้กันในขณะนี้ได้แก่ ทรานซิสเตอร์, ไดโอด, เฟต, และเอสซีอาร์ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ได้รับการพัฒนาจนมีขนาดแรงดันและกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นมาก (เช่น เอสซีอาร์เบอร์ SF3000GX21 ของบริษัท TOSHIBA สามารถทนแรงดันได้ 4000 โวลต์ และทนกระแสได้ 3000 แอมแปร์ [1])

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมและจำเป็นต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีอยู่ 2 ชนิด คือมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับ [2] เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมมีข้อได้เปรียบเหนือมอเตอร์กระแสตรงอยู่ในหลายแง่ ระบบอุตสาหกรรมจึงนิยมใช้มอเตอร์กระแสสลับในการขับเคลื่อนอุปกรณ์กำลังกันมากกว่า การควบคุมที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับมอเตอร์กระแสสลับ ก็คือการควบคุมความเร็วซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การควบคุมขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์
2. การควบคุมความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์

จากการศึกษาปรากฏว่าการควบคุมความเร็วโดยการเปลี่ยนความถี่ของแรงดันไฟฟ้าจะให้ผลตอบสนองดีกว่าการควบคุมความเร็วโดยการปรับแรงดันไฟฟ้า [3] วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ(induction motor) โดยการลดทั้งความถี่และขนาดของแรงดันที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมานี้เรียกว่าไซโคลคอนเวอร์เตอร์(cycloconverter)

ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาไซโคลคอนเวอร์เตอร์มาตั้งแต่ พ.ศ. 2512 โดยบริษัทเวสติงเฮาส์ (WESTINGHOUSE) [4] สำหรับในประเทศไทย ทางห้องปฏิบัติการวิจัยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พยายามวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์และระบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังเรื่อยมา นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 โดยเริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเครื่องอินเวอร์เตอร์ ระบบยูพีเอสขนาดเล็ก และเครื่องจ่ายกำลังกระแสตรงโดยวิธีสวิตช์ (switched-mode power supply) ต่อมาทางห้องปฏิบัติการวิจัยอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้พิจารณาเห็นว่า ในอนาคตไซโคลคอนเวอร์เตอร์คงจะเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมในประเทศไทยเช่นเดียวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น จึงได้เสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับไซโคลคอนเวอร์เตอร์ ต่อ **คณะกรรมการปฏิบัติภารกิจการวิจัยเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา** ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย ซึ่งก็ได้อนุมัติให้ดำเนินโครงการวิจัยนี้ได้ โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ในตอนแรกทางห้องปฏิบัติการ ฯ ได้ทดลองออกแบบ และสร้างเครื่องไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบพื้นฐาน สำหรับการแปลงผันแรงดันกระแสสลับเฟสเดียว ขนาด 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ไปเป็นแรงดันกระแสสลับเฟสเดียวขนาด 20 - 110 โวลต์ ที่ความถี่ 5 - 25 เฮิรตซ์[5] โดยได้ศึกษาแนวทางการออกแบบจากผลงานวิจัยเกี่ยวกับไซโคลคอนเวอร์เตอร์ที่ได้มีผู้พัฒนาขึ้นมาก่อนในต่างประเทศด้วย เช่น ผลงานของ Chen [6], Matouka [7] และผลงานของ Singh and Hoft [8] เป็นต้น จากแนวความคิด และประสบการณ์ ที่ได้จากเครื่องไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบพื้นฐานนี้เอง ผู้วิจัยในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้พัฒนาขึ้นมาเป็นไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบเข้า 3 เฟส ออก 3 เฟส สำหรับไซโคลคอนเวอร์เตอร์ที่บริษัทเวสติงเฮาส์ได้พัฒนาขึ้นมานั้น ได้ใช้วงจรตรรก(logic circuit) เป็นวงจรควบคุม ทำให้สร้างและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ยาก ในงานวิจัยของวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยจึงใช้ไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับควบคุมไซโคลคอนเวอร์เตอร์ดังกล่าวแทน (ในงานทางอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ได้มีการประยุกต์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวาง ดังเอกสารอ้างอิง [9], [10], [11], [12]) ไซโคลคอนเวอร์เตอร์ในงานวิจัยของวิทยานิพนธ์นี้ จะได้รับการออกแบบให้ทำงานในช่วงความถี่ตั้งแต่ 5 - 16.67 เฮิรตซ์ โดยมีขนาดกำลังสูงสุด 5 kVA และสามารถเปลี่ยนแบบรูป(pattern)ของการควบคุมได้ โดยเพียงแต่เปลี่ยนโปรแกรมของไมโครโปรเซสเซอร์ แทนที่จะต้องออกแบบวงจรตรรกควบคุมขึ้นใหม่ ในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบของไซโคลคอนเวอร์เตอร์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้เน้นการใช้

อุปกรณ์และชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดภายในประเทศ เป็นหลัก รายละเอียดของการออกแบบ การสร้าง และผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ จะมีกล่าวถึงในบทต่าง ๆ ของรายงานวิทยานิพนธ์ต่อไป

ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการทำงานของวงจรไซโคลคอนเวอร์เตอร์ ในเชิงทฤษฎี สำหรับบทที่ 3 จะกล่าวถึงการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องไซโคลคอนเวอร์เตอร์ในงานวิทยานิพนธ์นี้ บทที่ 4 จะเป็นรายงานผลการทดลองวัดค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องไซโคลคอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น ส่วนในบทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย จะมีการสรุปผลการทดลอง และให้ข้อเสนอแนะสำหรับงานที่อาจทำเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย