บทที่ 5
สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

โครงการวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดต้นแบบการพัฒนาระบบควบคุมแบบเวลาจริงด้วยระบบสมองกลฝังตัวในการแปลงผันกำลังไฟฟ้าสำหรับการเรียนรู้ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ทั้งนี้โดยการประยุกต์ใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processing Board) เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบต่างๆ ที่น่าสนใจ เช่นวงจรเรียงกระแส 1 เฟสเต็มคลื่นแบบควบคุมเฟส วงจรแปลงผันกำลังไฟตรง แบบ DC Buck Converter และแบบ DC Boost Converter วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ Fundamental Frequency Modulation (FFM) Inverter ทั้งแบบ 180° Conduction และแบบ 120° Conduction

กระบวนการทั้งหมดของโครงการ สามารถจำแนกได้เป็นขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า ซึ่งส่วนนี้จะแบ่งออกได้เป็น 4 วงจร ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักที่ใช้ในการแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบต่างๆในโครงการนี้

2. การออกแบบและสร้างวงจรเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส (Controlled Rectifier) วงจรแปลงผันกำลังไฟตรง (DC Converter) และวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส โดยจะใช้ Thyristor เบอร์ 5P4M ของบริษัท NEC Corp. สำหรับวงจรเรียงกระแส และจะใช้ Power MOSFET เบอร์ IRFP460 ของบริษัท International Rectifier Inc. ทำงานที่ความถี่สวิตซ์ที่ประมาณ 1 kHz. สำหรับวงจรแปลงผันกำลังไฟตรง และวงจรอินเวอร์เตอร์

   อย่างไรก็ตาม วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าในโครงการ สามารถยืดหยุ่นต่อการใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ จึงออกแบบให้สามารถเลือกการต่อวงจรได้ตามความต้องการ

3. การออกแบบและสร้างวงจรแยกส่วนและยกระดับสัญญาณควบคุม เพื่อให้สัญญาณควบคุมที่สร้างขึ้นจาก dsPIC30F2010 Controller Board มีระดับแรงดันเหมาะสมต่อการใช้ขับเกตของสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า พร้อมทั้งมีการแยกส่วนสัญญาณควบคุมสำหรับสวิตซ์แต่ละตัว เนื่องจากสวิตซ์แต่ละตัวมีจุดเทียบสัญญาณคนละจุดกันกับจุดกราวนด์ของวงจรสร้างสัญญาณ

4. การออกแบบ และการสร้างวงจรสร้างสัญญาณควบคุม เป็นการประยุกต์ใช้ชิปประมวลผลสัญญาณรุ่น dsPIC30F2010 ของบริษัท MICROCHIP INC. ซึ่งเป็นชิปประมวลผลสัญญาณของระบบสมองกลฝังตัวที่มีราคาถูก หาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ มาประกอบเป็นบอร์ดควบคุมสัญญาณ ซึ่งทำให้นักศึกษาที่ใช้ชุดทดลองนี้เห็นได้ว่าสามารถสร้างเองได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้บอร์ดสำเร็จรูปจากต่างประเทศ

5. การทดสอบในโครงการวิจัย แบ่งออกเป็นการทดสอบสัญญาณใน 6 วงจรคือ

   - การทดสอบสัญญาณควบคุมจากวงจรสร้างสัญญาณ
   - การทดสอบการทำงานของวงจรเรียงกระแส
   - การทดสอบของวงจรแปลงผันกำลังไฟตรงแบบทอนระดับ
   - การทดสอบของวงจรแปลงผันกำลังไฟตรงแบบทบระดับ
   - การทดสอบของวงจรวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ FFM 180° Conduction
   - การทดสอบของวงจรวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ FFM 120° Conduction

5.2 สรุปผลโครงการวิจัย

โครงการนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างชุดต้นแบบการพัฒนาระบบควบคุมแบบเวลาจริงด้วยระบบสมองกลฝังตัวในการแปลงผันกำลังไฟฟ้าสำหรับการเรียนรู้ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังโดยการประยุกต์ใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processing Board) เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้ในการปฏิบัติการทดลองการแปลงผันกำลังไฟฟ้าในวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังของนักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งบอร์ดควบคุมในโครงการจะเป็นการประยุกต์ใช้ชิปประมวลผลสัญญาณดิจิตอลแบบพื้นฐาน ที่สามารถหาซื้อได้ในตลาดสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปในการสร้างวงจร ส่วนวงจรภาคกำลังมีทั้งวงจเรียงกระแส วงจรแปลงผันกำลังไฟตรงแบบ DC Boost Converter แบบ DC Boost Converter วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ FFM 180° และ FFM 120° Conduction อย่างไรก็ตาม ทุกวงจรในโครงการจะต้องถูกนำไปจำลองเพื่อหาสภาวะการทำงานของวงจรเสียก่อน ด้วยซอฟแวร์ PSIM (demo Version) ของบริษัท POWER SIM TECH. Inc. เสียก่อน ที่จะทำการสร้างวงจรและระบบจริง

การออกแบบฮาร์ดแวร์ของโครงการ นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบ Embedded System ด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอลรุ่น dsPIC30F2010 ของบริษัท Microchip Inc. เป็นส่วนประมวลผลและสร้างสัญญาณควบคุมระบบ วงจรภาคกำลังมี 3 วงจรหลัก สามารถใช้ศึกษาวงจรได้ 5 รูปแบบลักษณะงาน โดยวงจรแปลงผันกำลังไฟตรงในโครงการ สามารถใช้ศึกษาวงจรแปลงผัน

ไฟตรงได้ทั้งแบบทอนระดับแรงดัน แบบทบระดับแรงดัน ส่วนวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส สามารถใช้ศึกษาได้ทั้งแบบ FFM 180° และ FFM 120° Conduction

โดยสรุป จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบระบบควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่สร้างขึ้นในโครงการวิจัยนี้ สามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการ และสามารถใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังของนึกศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังในโครงการวิจัยนี้โดยละเอียด คณะผู้วิจัยพบว่า ยังมีข้อบกพร่องและที่ปัญหาบางประการที่ยังเกิดขึ้นอยู่บ้าง และสมควรได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องนี้ในโครงการวิจัยในอนาคต ดังนี้

5.3.1 เนื่องจากโครงการวิจัยนี้ให้ความสนใจต่อวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าแบบพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าสามารถใช้ศึกษาวงจรต่างๆในโครงการได้ตามต้องการ ซึ่งชิปประมวลผลสัญญาณดิจิตอล dsPIC30F2010 ที่ใช้ในโครงการเป็นแบบพื้นฐานสามารถหาซื้อได้ในตลาดสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แต่ถ้าหากต้องการประยุกต์ใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังขนาดใหญ่ หรือที่มีการควบคุมซับซ้อนควรเลือกใช้เลือกใช้ชิปประมวลผลสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสูงกว่านี้

5.3.2 เนื่องจากระบบควบคุมในโครงการเป็นการแยกส่วนกันระหว่างวงจรควบคุมและวงจรภาคกำลัง ดังนั้นในอนาคตยังสามารถเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมและวิธีการควบคุมระบบได้ง่าย โดยการเปลี่ยนชิปประมวลผลสัญญาณ หรือเปลี่ยนบอร์ดควบคุมได้ตามต้องการ เช่นบอร์ดประมวลผลสำเร็จรูปที่ได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะเช่นบอร์ด Delfino รุ่นC2000 ของบริษัท Spectrum Digital Inc. ที่ใช้ชิปประมวลผลสัญญาณของ Texas Instrument เบอร์ TMS30F28335 หรือเลือกใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอลสำเร็จรูป รุ่น Rapid STM32 หรือ Waijung ของบริษัท Aimagine จำกัด ที่ใช้ตัวประมวลผลสัญญาณ รุ่น Arm7 เป็นต้น ซึ่งเป็นบอร์ดที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างบอร์ดประมวลผลกับโปรแกรม MATLAB/Simulink ในการประยุกต์สร้างสัญญาณ

5.3.3 โครงการวิจัยนี้ยังสามารถพัฒนาต่อเนื่องไปได้อีกในหลายรูปแบบตามต้องการ เช่นเปลี่ยนแปลงการประยุกต์ใช้ของบอร์ดควบคุมแบบสมองกลฝังตัว ดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 5.3.2 หรือการพัฒนาระบบควบคุมให้เป็นแบบระบบวงปิด เป็นต้น นอกจากนี้ ยังต้องได้รับการพัฒนาด้านเอกสารประกอบการใช้งาน เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการศึกษาของนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้าต่อไป