บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในสถานการณ์ปัจจุบันทุกภาคส่วนให้ความสนใจต่อการเกิดวิกฤตพลังงาน จึงเกิดการสร้างนวัตกรรมและงานวิจัยเพื่อมาตอบสนองและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ต่างมุ่งเน้นทางด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ เช่นการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก (Micro hydro turbine) หรือแม้แต่การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล (Bio mass) เป็นต้น รวมทั้งยังมุ่งเน้นในการใช้พลังงานอย่างประหยัด โดยการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม เพื่อเป็นการควบคุมการใช้พลังงานทั้งในภาคอุตสาหกรรม ในครัวเรือนอย่างประหยัดและคุ่มค่า ซึ่งทั้งนี้การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ และการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในปัจจุบันดังกล่าวในข้างต้น ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ล้วนแล้วแต่จำเป็นต้องใช้หลักการแปลงผันพลังงานกำลังไฟฟ้า และหลักการควบคุมกำลังไฟฟ้า ทั้งหมดล้วนแล้วแต่เป็นส่วนหนึ่งของอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการคบคุมทั้งสิ้น

การศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังเป็นรายวิชาหลักในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งเป็นวิชาที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจในหลักการแปลงผันกำลังไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ เช่นวงจรเรียงกระแสชนิดควบคุมเฟสได้ ทั้งแบบ 1 เฟสและแบบ 3 เฟส วงจรแปลงระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Converter) ทั้งแบบ Buck Converter แบบ Boost Converter และแบบ Buck-Boost Converter วงจร Switching mode power supply รวมทั้ง วงจรอินเวอร์เตอร์แบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส ตลอดจนวิธีควบคุมการแปลงผันกำลังไฟฟ้าดังกล่าว ซึ่งนักศึกษาควรมีความรู้และความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จึงจะสามารถนำไปออกแบบและสร้าง วงจรและระบบควบคุมด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะทำให้องค์ความรู้ของนักศึกษาที่จะเป็นวิศวกรในอนาคตนั้น มีความเข็มแข็งยิ่งขึ้น สามารถก้าวตามทันเทคโนโลยีด้านอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุม ที่กำลังรุดหน้าอยู่ในปัจจุบันและอนาคต

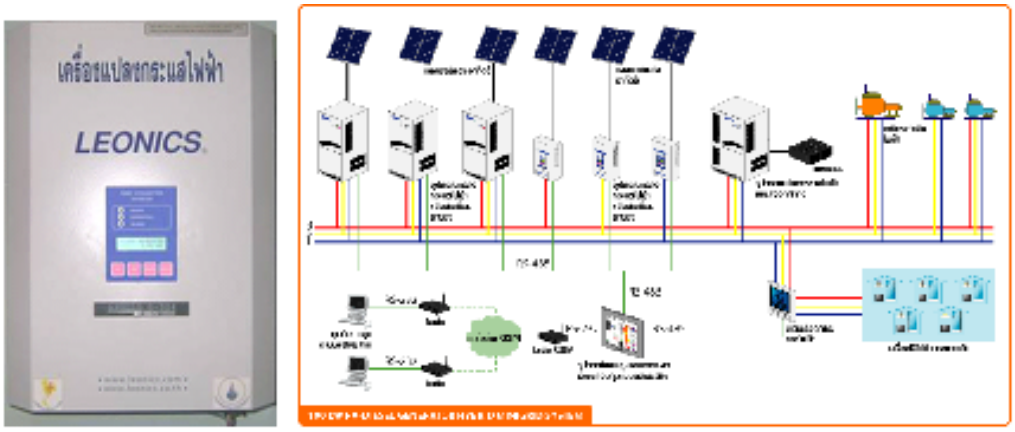
คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนและมีประสบการณ์ในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เล็งเห็นว่า อุปกรณ์ทดลองด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้อยู่ในในห้องปฏิบัติการปัจจุบัน สามารถใช้ในการเรียนรู้ได้เพียงพอเฉพาะในหลักการเชิงปฏิบัติพื้นฐานในการแปลงผันกำลังไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับ

เทคโนโลยีการควบคุมด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งทำให้นักศึกษาไม่สามารถเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง และไม่สามารถนำมาประยุกต์เพื่อออกแบบและสร้างตัวควบคุมที่เหมาะสมกับงานเชิงปฏิบัติได้ ทั้งนี้ถ้าหากมีอุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติที่เหมาะสมอย่างเพียงพอ และก้าวทันเทคโนโลยีในปัจจุบัน ก็จะสามารถทำให้นักศึกษามีความรู้และวิสัยทัศน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้า ในงานด้านควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง หรืองานด้านพลังงานทดแทนได้เป็นอย่างดี

1.2 สมมุติฐานของงานวิจัย

หลักการพื้นฐานของอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เป็นการแปลงผันกำลังไฟฟ้าระหว่างไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรมได้แทบทุกรูปแบบ และอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้หลักการแปลงผันกำลังไฟฟ้าในปัจจุบันได้แตกต่างจากอดีตอย่างมากมาย ทั้งในรูปแบบของอุปกรณ์ที่ทันสมัย ควบคุมได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ซึ่งระบบควบคุมที่ทันสมัยมักนิยมใช้การประยุกต์ด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณเชิงดิจิตอล ทั้งแบบควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์กลาง และแบบระบบฝังตัว ทำให้อิเล็กทรอนิกส์กำลังเป็นที่แพร่หลายในงานด้านต่างๆ เช่นการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมไปจนถึงระบบขนส่งมวลชน การสื่อสารโทรคมนาคม คอมพิวเตอร์ การพัฒนาทางธุรกิจอุตสาหกรรมของโลกปัจจุบันและการประยุกต์ใช้งานร่วมในงานผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานทดแทน เป็นต้น

ภาพที่ 1.1 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทั่วไปในงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1.2 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในงานพลังงานทดแทน

ระบบควบคุมในวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังในปัจจุบัน มักเป็นหน่วยประมวลผลสัญญาณ ซึ่งจะทำให้วงจรควบคุมมีขนาดเล็กและประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น ทั้งนี้เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์กำลังในปัจจุบันประกอบด้วย ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor, CPU) ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processing System, DSP) และระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller, MCU)

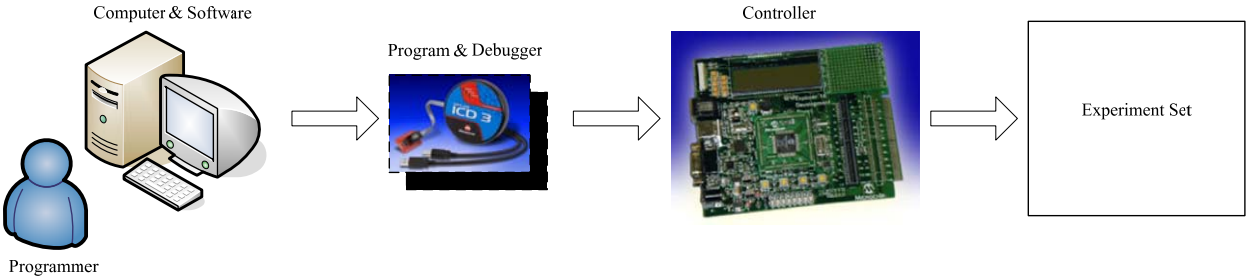
โดยทั่วไป ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลังในห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยในปัจจุบันมักเป็นระบบควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แบบใดแบบหนึ่งที่กล่าวมาแล้ว แต่ว่ามีราคาแพงเนื่องจากเป็นการสั่งซื้อจากต่างประเทศ และที่สำคัญ ระบบควบคุมดังกล่าวเป็นลักษณะของการเรียนรู้เฉพาะงานเท่านั้น ซึ่งในช่วงเวลาที่ผ่านมา ในประเทศไทยมีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการควบคุมอีเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์อยู่ในวงจำกัด ไม่สามารถปรับเปลี่ยนให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพื่อออกแบบสร้างเพื่อการใช้งานจริงได้อย่างกว้างขวาง

การเรียนรู้เกี่ยวกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์นั้นอยู่ในการเรียนการสอนมานานแล้ว แต่การนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากซอฟแวร์พัฒนาระบบส่วนใหญ่จะเป็นระดับภาษาเครื่อง (Machine Language) แต่ปัจจุบันซอฟแวร์มีการพัฒนาขึ้นมาก ภาษาที่ใช้นั้นพัฒนามาจนถึงภาษาระดับสูง เช่นภาษาซี ภาษาเบสิก เป็นต้น และปัจจุบันนั้นมีการแข่งขันทางธุรกิจในการสร้างระบบไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้กับงานอิเล็กทรอนิกส์กำลังมากขึ้น ทำให้การโปรแกรมตัวชิพทำได้ง่าย สามารถดีบักการทำงานได้ ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น แต่ยังไม่มีการนำมาปรับปรุงเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถจิตนาการถึงการประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างต้นแบบชุดทดลอง เพื่อการศึกษาการใช้งานเกี่ยวกับระบบควบคุมงานอิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดังกล่าว

ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างการควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังระดับห้องปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบที่เป็นอุปกรณ์หลักในโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า
2. ชุดควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล
3. แบบจำลองการควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 1.4 ไดอะแกรมส่วนประกอบของระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังในโครงการ

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อทบทวนวรรณกรรม และข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ควบคุมการทำงานด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ารูปแบบต่าง ที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าเหมาะสมกับที่ใช้ห้องปฏิบัติการ

1.2.3 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP Board) ในการควบคุมวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าในงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

1.2.4 เพื่อออกแบบและสร้างสื่อการสอนเชิงปฏิบัติในรายวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังให้สอดคล้องกับชุดควบคุมและวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ได้สร้างขึ้น

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า ประกอบด้วย วงจรอินเวอร์เตอร์ชนิด 1 เฟส และ 3 เฟส รวมทั้งวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีขนาดพิกัดกำลังไม่เกิน 1000 W.

1.4.2 บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP Board) ที่ใช้ในการประยุกต์การควบคุมระบบต้องเป็นบอร์ดที่มีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ

1.4.3 สามารถเชื่อมต่อการควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังผ่าน DSP Board ได้ ทั้งแบบเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ และแบบฝังตัว (Embedded)

1.4.4 ทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่ได้จัดสร้างขึ้น

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

1.5.2 ออกแบบวงจรแปลงผันกำลังทุกแบบและการเชื่อมต่อสัญญาณ

1.5.3 จัดซื้ออุปกรณ์และบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่ใช้ในโครงการ

1.5.4 สร้างวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าทุกแบบในโครงการ

1.5.5 สร้างชุดเชื่อมต่อวงจรด้วยบอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิตอล

1.5.6 สร้างโปรแกรมและระบบจำลองเพื่อควบคุมวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า

1.5.7 ทดสอบระบบควบคุมและปรับปรุงให้สมบูรณ์

1.5.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5.9 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ และ เผยแพร่งานวิจัย

1.6 ประโยชน์ของโครงงาน

1.6.1 สามารถนำไปใช้ในงานการเรียนการสอนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

1.6.2 เป็นต้นแบบแนวคิดในการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยเทคโนโลยีภายในประเทศ

1.6.3 สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในงานวิจัยระบบควบคุมการแปลงผันกำลังไฟฟ้าในงานพลังงานทดแทนได้

1.6.4 สามารถเผยแพร่งานวิจัยออกไปได้ในหลายรูปแบบ เช่น เผยแพร่บทความในงานประชุมวิชาการทั้งภายในและภายนอกประเทศ เป็นองค์ความรู้ในการทดลองวิจัยสำหรับ นศ. ระดับปริญญาตรีและ ปริญญาโทได้