บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมีใช้งานอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น เป็นแหล่งจ่ายไฟใช้กับงานในอุปกรณ์สื่อสารที่มีขนาดใหญ่ ใช้ในการควบคุมขดลวดหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรคเกอร์ เป็นต้น หลักการพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงนั้น จะทำงานโดยการแปลงแรงดันกระแสสลับที่ด้านเข้ามาแล้วปรับให้อยู่ในรูปแบบของแรงดันกระแสตรง แล้วทำการปรับระดับแรงดันโดยอาศัยวงจรแปรผันกำลังกระแสตรงเป็นกระแสตรง ซึ่งจะมีรูปแบบของการสวิตชิงแบบฟลูบริดจ์ ซึ่งรูปแบบการควบคุมแรงดันนั้นจะใช้การควบคุมการชดเชยแบบ Proportional และ Integrator ทั้งนี้ การควบคุมแรงดันด้านเอาต์พุต จะอยู่ที่ระดับ 48 โวลต์ ±5% โดยที่แรงดันด้านอินพุต ที่มีแรงดัน 220 volt ± 10 % 50 Hz หลักการพื้นฐานของการแปลงพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปแบบที่แตกต่างไปนั้นได้มีการพัฒนาให้มีรูปแบบที่ดีและมีประสิทธิภาพขึ้น การควบคุมนั้นเป็นส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งแต่ก่อนมีการควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ที่แปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ จนมาถึงการใช้หลักการสวิตชิงของตัวสวิตชิงต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ไทริสเตอร์, ทรานซิสเตอร์กำลัง, มอสเฟตกำลัง จนถึง ไอ.จี.บี.ที. ซึ่งเป็นที่มาของการสร้างชุดแปลงแรงดันต่างๆ ที่ใช้ตัวสวิตชิงเป็นตัวทำงาน

จากที่กล่าวข้างต้นแล้วนั้น เราจะทำการควบคุมระดับของแรงดันกระแสตรง ที่เราต้องการจากแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง เปลี่ยนจากการควบคุมที่มีการใช้งานแบบอนาล็อก มาเป็นการควบคุมแบบดิจิตอล ด้วยตัวประมวลสัญญาณแบบดิจิตอล รุ่น Arm7 LPC2138 ของบริษัท Phillips และประยุกต์ใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซีเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการแรงดันด้านเอาต์พุตที่คงที่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เนื้อหาของงานวิจัยนี้ จะเน้นในส่วนของการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ ที่สามารถใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น การออกแบบและสร้างชุดขับพร้อมชุดควบคุม รวมทั้งภาระทางไฟฟ้าที่เป็นภาระแบบให้ความร้อน สำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง รวมถึงศึกษาผลการตอบสนองของแรงดันที่ค่าของกำลังทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งเก็บค่าของตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้การทำงานจะมีพิกัดของภาระที่ 480 วัตต์

1.2.1 ตัวประมวลผลสัญญาณแบบดิจิตอล

การออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง นั้นจะประกอบด้วยกันหลายๆ ส่วน ซึ่งมีการทำงานร่วมกัน โดยมีตัวควบคุมหรือตัวประมวลสัญญาณคือ Phillip LPC2138 เป็นตัวควบคุมตัวสวิตซ์ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยได้เลือกใช้งานตัวสวิตชิงของบริษัท IR โดยใช้รหัสของตัวสวิตซ์คือ มอสเฟต IRFP 460 จึงจำเป็นที่ต้องมีชุดขับให้แก่ตัวสวิตชิงนี้ด้วย การออกแบบสวิตซ์นี้ จะต้องคำนึงถึงการเข้ากันได้ของสัญญาณที่จะนำไปควบคุม รวมถึงความปลอดภัยของตัวควบคุมด้วย ดังนั้นการแยกอิสระทางไฟฟ้าจึงต้องมีการคำนึงถึงด้วย

การออกแบบควบคุมนั้นจะทำการควบคุมโดยการใช้ โปรแกรมที่ใช้ภาษาซี ซึ่งการควบคุมแรงดันด้านเอาต์พุตจะถูกป้อนกลับผ่าน โดยตัวแยกแรงดันทางไฟฟ้าซึ่งจะป้อนระดับแรงดันอินพุต ตัวประมวลผลสัญญาณแบบดิจิตอล ในรูปแบบของการแปลงสัญญาณเป็นตัวเลขทางดิจิตอล ผ่าน ADC ports ทั้งนี้การศึกษาเรื่องการตอบสนองของแรงดันที่เราต้องการจะเป็นสิ่งที่เป็นหลักการสำคัญ

1.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พื้นฐานของหลักการการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง จะมีรูปแบบของการทำงานในลักษณะของการสวิตช์ เพื่อสร้างสัญญาณที่มีรูปแบบเป็นลักษณะสัญญาณที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม การทำงานของอินเวอร์เตอร์ ของวงจรแปลงแรงดันแบบฟลูบริดจ์ ที่ประกอบด้วยสวิตช์ 4 ตัวทำงาน มีการชดเชยแรงดันด้วยตัวควบคุม PI Controllers ประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของแรงดันด้านเอาต์พุตที่คงที่ เมื่อสภาวะที่ภาระทางไฟฟ้าเกิดเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ขอบเขตของโครงงานนี้จะแบ่งออกย่อยเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1.3.1 แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง

การทำงานของแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีการทำงานของระบบการแปลงแรงดันหลายๆ ส่วนมาประกอบกัน ทั้งนี้ระบบทั้งหลายจะมีการควบคุมผ่านทางสวิตช์มอสเฟต 4 ตัว ซึ่งการทำงานจะอาศัยหลักการทำงานที่มีการแบบฟลูบริดจ์เป็นวงจรแปรผันกำลังกระแสตรงเป็นกระแสตรง มีหม้อแปลงความถี่สูงเป็นตัวแยกสัญญาณทางไฟฟ้าของแรงดันด้านอินพุตและเอาต์พุต เพื่อป้องกันการลัดวงจรที่ภาระ ผลตอบสนองของระดับแรงดันจะเป็นตัวแปรที่จะทำการควบคุม ซึ่งทั้งนี้งานที่เกี่ยวข้องกับวิจัยนี้ จะสนใจในส่วนของการตอบสนองของแรงดันควบคุม ที่ใช้การควบคุมแบบดิจิตอล เข้ามาเป็นตัวควบคุมระบบ ในสภาวะที่ภาระมีค่าที่เปลี่ยนไปในลักษณะที่มีการเพิ่มกำลังทางไฟฟ้า หรือในลักษณะที่ควบคุมแรงดันด้านเอาต์พุตที่คงที่ ขณะที่กระแสภาระเปลี่ยนไป

1.3.2 อินเวอร์เตอร์กระแสตรง

หลักการแปลงแรงดันพื้นฐานที่มีการศึกษานั้นจะมีหลายๆ ประเภทของชุดแปลงแรงดัน ทั้งนี้การเลือกใช้งานชุดแปลงแรงดันนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังที่ใช้งาน ดังนั้นเพื่อให้ได้ตามที่กำหนด (ขนาด 480 วัตต์) เราจึงเลือกชุดแปลงแรงดัน ที่มีการสวิตช์ด้วย ตัวสวิตชิง 4 ตัว ต่อกันแบบฟลูบริดจ์ โดยทั้งนี้จะมีหม้อแปลงความถี่สูง และ ชุดเรียงกระแสด้านเอาต์พุตเป็นตัวแปลงแรงดันให้อยู่ในรูปของแรงดันกระแสตรง โดยใช้วงจรกรองสัญญาณแบบ RLC อีกที การศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบนั้นจะเป็นสิ่งที่เน้นในการทำในงานวิจัยนี้ด้วย

1.3.3 ตัวประมวลผลสัญญาณทางดิจิตอล

หลักการประมวลสัญญาณทางดิจิตอลเข้ามามีบทบาทสำคัญกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ในการเลือกใช้ตัวประมวลผลของบริษัท Phillip รุ่น LPC2138 นี้นั้นมีข้อได้เปรียบกว่าแบบเก่าคือ ความสามารถในการประมวลสัญญาณที่มีความถี่สูง ทั้งนี้การใช้งานตัวประมวลสัญญาณนี้ เป็นการควบคุมที่มีความซับซ้อน การควบคุมที่มีความหลากหลายเป็นข้อได้เปรียบในการออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง

1.3.4 การประยุกต์ใช้ตัวควบคุมแบบฟัซซีในการควบคุมแรงดัน

การควบคุมนั้นจะเน้นในส่วนของการชดเชยแรงดันที่ต้องการ โดยการทดสอบกับภาระที่เป็นภาระแบบสถิต การออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง เหมาะกับการใช้งานที่เกี่ยวกับไฟเลี้ยงต่างๆ ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับภาระแบบสถิตในหัวข้อนี้นั้น เราได้เลือกที่จะใช้ภาระที่เป็นขดลวดความร้อน เนื่องจากมีค่าความต้านทานต่ำ แต่กำลังทางไฟฟ้าค่อนข้างที่จะมีค่าสูง

การควบคุมแรงดันในภาระแบบสถิตนั้น เนื่องจากเป็นภาระที่ มีความเป็นเชิงเส้น ดังนั้นเราสามารถป้อนกลับแรงดันเอาต์พุตด้วยตัวควบคุมแบบฟัซซี แล้วทำการเปรียบเทียบกับแรงดันที่เขียนโปรแกรมไว้ ปรับแต่งค่าแรงดันเอาต์พุตที่ควบคุมได้โดยการปรับจูนค่าแรงดันเอาต์พุตตามสภาวะที่ภาระมีค่าที่เปลี่ยนไป

1.4 สรุปบทวิจัย

บทที่ 2 นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ตัวประมวลสัญญาณทางดิจิตอล, ตัวควบคุมแบบฟัซซี

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบอุปกรณ์ในส่วนต่างของโครงสร้าง แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง รวมถึงการออกแบบโปรแกรมที่ทำการแปลงจากสมการคณิตศาสตร์ ด้วยตัวควบคุมแบบฟัซซี

บทที่ 4 ผลการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองที่กำลังทางไฟฟ้า ระดับต่างๆ พร้อมทั้งแสดงค่าตัวแปรที่มีผลกระทบกับการตอบสนองของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตชิง

บทที่ 5 บทสรุปของการทำงานในงานวิจัยทั้งหมด รวมถึงข้อคิดเห็น เสนอแนะในการปรับปรุงโครงงานนี้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น