บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวเหตุผลในการทำวิทยานิพนธ์

ในปัจจุบันมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าได้กลายมาเป็นส่วนประกอบสำคัญในระบบการจ่ายกำลังงานไฟฟ้าในทุกประเทศ มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัลเป็นอุปกรณ์รุ่นใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นและกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความสามารถที่มีมากมายเพิ่มมาจากมิเตอร์แบบจานหมุนรุ่นเก่า นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มฟังก์ชันที่ต้องการเข้าไปได้อีกด้วย การวิจัยและพัฒนามิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจึงมีขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านรูปร่างและความสามารถในการทำงาน มีการเผยแพร่ความรู้อย่างกว้างขวางทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาเกิดขึ้นในหลายสถาบัน หลายองค์กร ในหลายประเทศ รวมถึงในประเทศไทยด้วย

สำหรับในขั้นตอนของการพัฒนามิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะต้องมีการทดสอบในด้านต่าง ๆ ด้วยเพื่อยืนยันสมรรถภาพของอุปกรณ์ที่ได้ การทดสอบที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการทดสอบความแม่นยำในการวัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งทำได้หลายวิธี แต่ไม่ว่าเป็นวิธีใด สิ่งที่ขาดไม่ได้ก็คือแหล่งจ่ายพลังงาน ซึ่งแหล่งจ่ายที่กล่าวถึงนี้ต้องมีความแม่นยำและให้สัญญาณที่มีคุณภาพที่ดีตามที่มาตรฐานกำหนด เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้ามีความแม่นยำเปลี่ยนไปเมื่อค่ากระแสโหลดเปลี่ยนไป การทดสอบความแม่นยำให้กับมิเตอร์จึงทำที่ค่ากระแสโหลดหลาย ๆ ค่าตั้งแต่ค่าน้อยไปจนถึงค่ามาก ดังนั้นแหล่งจ่ายพลังงานต้องสามารถปรับค่าพลังงานที่จ่ายได้ และสามารถจ่ายกำลังได้สูงเพียงพอต่อการทดสอบด้วย ในปัจจุบันเครื่องจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับทดสอบความแม่นยำนั้นถูกผลิตและนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีราคาสูงมากวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการออกแบบและพัฒนาแหล่งกำเนิดแรงดันและกระแสไฟสลับชนิดโปรแกรมได้สำหรับการทดสอบความแม่นยำของมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเฟสเดียว ซึ่งสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงเพียงพอสำหรับการทดสอบ และลักษณะสมบัติของสัญญาณเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นต้นแบบ และแนวทางในการออกแบบที่จะมีต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาโครงสร้างแหล่งกำเนิดแรงดันและกระแสไฟสลับชนิดโปรแกรมได้เพื่อใช้ทดสอบความแม่นยำของมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเฟสเดียว

2. สร้างตัวต้นแบบของอุปกรณ์ดังกล่าว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สร้างแหล่งกำเนิดแรงดันและกระแสไฟสลับชนิดโปรแกรมได้สำหรับทดสอบความแม่นยำของมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเฟสเดียว ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. แหล่งกำเนิดสัญญาณแรงดันรูปไซน์
   - 1.1 ปรับขนาดสัญญาณได้ในช่วง 180-250 V_{rms} 17.6 VA ความละเอียดในการปรับ 0.1 V_{rms} ผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 0.1 % ของค่าเต็มพิกัด
   - 1.2 ปรับความถี่ได้ในช่วง 45-55 Hz ความละเอียดในการปรับ 0.1 Hz ผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 0.1 % ของค่าที่แสดง
   - 1.3 Voltage Regulation $\leq$ 0.1%
   - 1.4 Total Harmonic Distortion ของสัญญาณ < 2 %
   - 1.5 ช่วงเวลาเข้าที่ของสัญญาณแรงดันออกจนถึงค่า 1 % ของค่าที่สถานะอยู่ตัว (1% Settling time) เป็น 0.2 วินาที
   - 1.6 ปรับเฟสได้ในช่วง 0 – 360 องศา ความละเอียดในการปรับ 1 องศา ความผิดพลาดไม่เกิน 0.5 องศา
2. แหล่งกำเนิดสัญญาณกระแสรูปไซน์
   - 2.1 สามารถเลือกขนาดสัญญาณออกได้ 2 ช่วงคือ
     - ปรับขนาดได้ในช่วง 0-50 A_{rms} ความละเอียดในการปรับ 0.1A_{rms} ผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 0.1 % ของค่าเต็มพิกัด
     - ปรับขนาดได้ในช่วง 0-5 A_{rms} ความละเอียดในการปรับ 0.01A_{rms} ผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 0.2 % ของค่าเต็มพิกัด
   - 2.2 ปรับความถี่ได้ในช่วง 45 – 55 Hz ความละเอียดในการปรับ 0.1 Hz ผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 0.1 % ของค่าที่แสดง
   - 2.3 Total Harmonic Distortion ของสัญญาณ < 2 %
   - 2.4 ช่วงเวลาเข้าที่ของสัญญาณกระแสด้านออกจนถึงค่า 1 % ของค่าที่สถานะอยู่ตัว (1% Settling time) เป็น 0.2 วินาที
   - 2.5 ปรับเฟสได้ในช่วง 0 – 360 องศา ความละเอียดในการปรับ 1 องศา ความผิดพลาดไม่เกิน 0.5 องศา

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษามิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าและระบบทดสอบความแม่นยำของมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่มีขายตามท้องตลาด และบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องจ่ายพลังงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้
3. ออกแบบโครงสร้างของส่วนขยายสัญญาณแรงดัน และส่วนขยายสัญญาณแรงดันเป็นกระแส
4. จำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม OrCAD Pspice
5. ทดลองต่อวงจรจริงและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น
6. ออกแบบวงจรส่วนสร้างสัญญาณต้นแบบ และวงจรกรองเพื่อสร้างสัญญาณต้นแบบ
7. ทดลองต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
8. แก้ไขข้อผิดพลาดที่พบ
9. ประกอบส่วนสร้างสัญญาณต้นแบบ และส่วนขยายสัญญาณเข้าด้วยกัน
10. ทดสอบการทำงานและปรับปรุงวงจรบางส่วนให้เหมาะสม
11. สรุปผลการทดลองและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 สามารถนำไปใช้จ่ายพลังงานให้กับการทดสอบความแม่นยำให้มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าได้

6.2 ได้ศึกษาโครงสร้างและแนวทางในการพัฒนาเครื่องจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบทดสอบความแม่นยำของมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

6.3 ลดการนำเข้าอุปกรณ์ซึ่งราคาสูงจากต่างประเทศ

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากงานวิจัย

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้ตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการ ในหัวข้อ "การพัฒนาเครื่องจ่ายกำลังกระแสสลับสำหรับทดสอบมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเฟสเดียว" โดยสราวุธ เมธาวีและเอกชัย ลีลารัศมี ในงานประชุมวิชาการ "การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 26 (26th Electrical Engineering Conference : EECON26) ซึ่งจัดโดยภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระหว่างวันที่ 6-7 พฤศจิกายน 2546