

บทที่ 1

บทนำ



ความเป็นมาของปัญหา

ในสภาวะปัจจุบันนี้ แรงดันไฟฟ้าของระบบยังมีความแน่นอนต่ำ กล่าวคือ แรงดันอาจสูงหรือต่ำกว่าพิกัดที่กำหนดไว้ หรือในบางครั้งอาจเกิดแรงดันแกว่ง (swing) ขึ้นในระบบ ซึ่งแรงดันในลักษณะดังกล่าวนี้ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในระบบ เพราะจะทำให้เกิดผลเสียต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ยิ่งในระบบควบคุมหรืออุปกรณ์ที่สำคัญบางชนิด อาทิเช่น คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องวัดทางชนิด ถ้าเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลง จะทำให้การทำงานผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีอุปกรณ์รักษาแรงดันดังกล่าวให้คงที่ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแรงดันไฟฟ้าได้คือ หม้อแปลงไฟฟ้า ดังจะได้อธิบายถึงหลักการต่อไป

เนื่องจากหม้อแปลงธรรมดาไม่สามารถรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ ขณะที่แรงดันอินพุตเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นหม้อแปลงแรงดันคงที่จึงได้ถูกสร้างขึ้น เพื่อสนองความต้องการผู้ใช้ไฟฟ้าหลายรูปแบบ แบบที่ง่ายและราคาถูกที่สุด อาศัยหลักการเปลี่ยนอัตราส่วนของขดลวดในหม้อแปลง (transformation ratio) โดยใช้มือ (manual changing) เปลี่ยนระดับแรงดันจากจุดต่อแยก (tap) ของขดลวดที่แบ่งไว้เป็นช่วง ๆ (Steps) แต่วิธีนี้ไม่สะดวกต่อผู้ใช้นัก และยังอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ง่ายถ้าแรงดันอินพุตไม่แน่นอน จึงมีผู้สร้างหม้อแปลงแรงดันคงที่ชนิดที่เปลี่ยนระดับแรงดันเองโดยอัตโนมัติ (automatic changing) ขึ้น โดยใช้หลักการเดิม แต่เพิ่มหน่วยสั่งงานขึ้นอีกชุดหนึ่ง เพื่อช่วยตัดสินใจในการตัดต่อแทนมือเท่านั้นหลักการโดยทั่วไปที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่าวิธีหนึ่งใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ช่วยสั่งงาน อาศัยหลักการเปรียบเทียบแรงดัน (voltage comparator) ระหว่างเอาต์พุตที่เปลี่ยนไปกับ

แรงดันอ้างอิง (reference voltage) และจะหยุดเปลี่ยนระดับเมื่อแรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าหรือใกล้เคียงแรงดันอ้างอิง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบกำหนด อีกวิธีหนึ่งใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เป็นตัวขับเปลี่ยนจุดต่อภายใน เพื่อปรับระดับแรงดันเอาต์พุต ทิศทางการหมุนของมอเตอร์เกิดจากผลต่างของแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอ้างอิง และจะหยุดหมุนเมื่อผลต่างของแรงดันเข้าใกล้ศูนย์ จากหลักการของหม้อแปลงแรงดันที่ชนิดที่กล่าวมา มีทั้งข้อดีและข้อบกพร่อง พอสรุปได้ดังนี้คือ

1. สามารถออกแบบให้ปลั๊กแม่เหล็กทำงานต่ำกว่าจุดอิ่มตัว ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงสูง และไม่มีฮาร์โมนิกส์ (harmonics)

2. การเปลี่ยนระดับเป็นช่วงของหม้อแปลง ทำให้แรงดันเอาต์พุตมีลักษณะไม่ต่อเนื่อง ถ้าจะออกแบบให้ต่อเนื่องมากขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มจุดต่อแยกใหม่ช่วงถี่ขึ้น และจะต้องสิ้นเปลืองอุปกรณ์ที่ใช้ในการคัทต่อเปลี่ยนช่วงมากขึ้น นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์โดยทั่วไปจะไม่ทนทานนัก ถ้าจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงก็จะทำให้ราคาแพงมาก

3. ถ้านำไปใช้กับโหลดที่เป็นอินдукทีฟ หรือคาปาซิทีฟ ขณะที่เกิดกระแสกระชาก (transient current) ในวงจร จะมีผลเสียต่ออุปกรณ์ของหน่วยสั่งงานได้ ถ้าระบบป้องกันไม่ดีพอหรืออาจทำให้เกิดประกาย (spark) ขึ้นที่หน้าสัมผัส ในกรณีของเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้เสื่อมสภาพเร็ว

4. เนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ดังนั้นขณะทำงานจึงมีเสียงดังมากกว่าวิธีอื่น

จะเห็นว่าหลักการดังกล่าว มีปัญหาเกี่ยวกับการปรับแรงดันขณะต่อโหลด (on load changing) แต่สำหรับหลักการของหม้อแปลงแรงดันคงที่ ที่ได้สร้างขึ้นนี้เป็นอีกวิธีการหนึ่ง ซึ่งสามารถขจัดข้อบกพร่องของวิธีที่กล่าวมาแล้วได้โดยสิ้นเชิง แต่จำเป็นต้องออกแบบให้ปลั๊กแม่เหล็กทำงานภายหลังจากจุดอิ่มตัว ดังนั้นข้อดีและข้อบกพร่อง

ของวิธีนี้จึงกลับกันกับวิธีแรก แต่เนื่องจากหม้อแปลงที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถขจัดปัญหาเกี่ยวกับการปรับแรงดันขณะต่อโหลดได้ จึงคาดว่าหม้อแปลงชนิดนี้น่าจะให้ความเชื่อถือได้ดีกว่า

วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

จากข้อได้เปรียบบางประการดังที่กล่าวแล้วข้างต้นของหม้อแปลงแรงดันคงที่ ที่ทำงานขณะฟลักซ์อิ่มตัว ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้ จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษา วิธีออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 1 เควี เอ. 50 เฮิรท์ โดยต้องการให้แรงดันเอาต์พุตขณะต่อโหลดตามพิคมีค่าคงที่ $220 \text{ โวลต์} \pm 2 \%$ ขณะที่แรงดันอินพุตเปลี่ยนแปลงจากพิค $\pm 10 \%$

แนวความคิดที่ใช้ดำเนินการวิจัย

เนื่องจากหม้อแปลงชนิดธรรมดา นั้น ขดลวดอินพุตและเอาต์พุตพันอยู่บนวงจรมแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นของฟลักซ์ในแกนเท่ากัน จึงทำให้แรงดันเอาต์พุตแปรตามแรงดันอินพุต ถ้าแยกวงจรมแม่เหล็กระหว่างอินพุตและเอาต์พุตออกจากกัน โดยให้ฟลักซ์ทางคานเอาต์พุตทำงานที่ค่าอิ่มตัวระดับหนึ่ง จะทำให้แรงดันทางคานเอาต์พุตมีค่าคงที่ได้

จากการวิเคราะห์พบว่า การแยกวงจรมแม่เหล็กออกเป็น 2 วงจร ทำได้โดยใช้แกนเหล็กที่มีช่องอากาศสอดคั่นระหว่างขดอินพุตกับเอาต์พุต ที่จำเป็นต้องมีช่องอากาศ เพราะต้องการให้ฟลักซ์จากอินพุตแยกผ่านแกนนี้ไ้ภายหลังจากฟลักซ์อิ่มตัวแล้วเท่านั้น จึงจะทำให้ฟลักซ์ทางคานเอาต์พุตมีค่าเกือบคงที่ และในขณะหม้อแปลงจ่ายโหลด ถ้าจะให้ฟลักซ์ทางคานเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงน้อย จะต้องใช้หลักการของเฟอโรโรโซแนนซ์เข้าช่วย กล่าวคือวงจรมแม่เหล็กจะทำหน้าที่เก็บและจ่ายพลังงานให้กับขดเอาต์พุตโดยตรง และทำหน้าที่แยกวงจรมแม่เหล็กออกจากอินพุต อย่างไรก็ตามเฟอโรโรโซแนนซ์ ยังคงต้องได้รับพลังงานบางส่วนจากอินพุต จึงทำให้ความสัมพันธ์ของฟลักซ์จากอินพุตกับเอาต์พุต ยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้โดยสิ้นเชิง ดังนั้นขณะที่แปรแรงดันอินพุต จึงทำให้แรงดัน

เอาท์พุทเปลี่ยนแปลงตามบ้างเล็กน้อย ในการจัดแรงดันส่วนเกินออกจากชคเอาท์พุท สามารถทำได้โดยใช้ชคควบคุมอีกชคหนึ่งพันไว้ทางด้านเดียวกับอินพุท ซึ่งแรงดันในชคนี้จะแปรตามแรงดันอินพุท ในการออกแบบต้องเลือกจำนวนรอบเพื่อให้แรงดันในชคนี้มีขนาดพอเหมาะที่สามารถหักล้างแรงดันส่วนเกินจากชคเอาท์พุทได้พอดี จึงจะได้แรงดันเอาท์พุทที่มีค่าคงที่จริง ๆ ตามต้องการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เนื่องจากหม้อแปลงแรงดันคงที่ ที่วิจัยชิ้นนี้ มีจุดมุ่งหมายให้ช่วยแก้แรงดันที่เปลี่ยนแปลง (ตกหรือเพิ่ม) เฉพาะจุดจึงคาดว่าผลการวิจัยที่สำเร็จจะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ คือ

1. ช่วยแก้ปัญหาความผิดพลาดของอุปกรณ์ อันเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของแรงดันจากแหล่งจ่าย
2. สามารถขยายพิสัยของหม้อแปลงให้สูงขึ้น เพื่อใช้แก้ปัญหาแรงดันตกภายในบ้าน
3. เนื่องจากหม้อแปลงชนิดนี้มีส่วนประกอบวงจรน้อย แต่มีความแน่นอนสูง การบำรุงรักษาง่าย น่าจะได้รับความนิยมจากผู้ใช้มากกว่าหม้อแปลงชนิดอื่น ถ้าผลิตเป็นอุตสาหกรรม ราคาจะอยู่ในเกณฑ์ย่อมเยา ซึ่งจะช่วยประหยัดเศรษฐกิจของประเทศได้